



XIX ENCONTRO DA REDE DE ESTUDOS AMBIENTAIS EM PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA

DESENVOLVIMENTO E SUSTENTABILIDADE FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS

Volume 1

Organizadoras

Gládia Pinto Vidal de Oliveira

Maria Elisa Zanella

Christina Bianchi



XIX ENCONTRO DA REDE DE ESTUDOS AMBIENTAIS EM PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA

Desenvolvimento e sustentabilidade frente
às mudanças climáticas globais

Volume 1

Organizadoras

Vlória Pinto Vidal de Oliveira

Maria Elisa Zanella

Christina Bianchi



Fortaleza
2018

**XIX Encontro da Rede de Estudos Ambientais em Países de Língua Portuguesa:
Desenvolvimento e Sustentabilidade Frente às Mudanças Climáticas Globais**
Copyright © 2018 by Vlândia Pinto Vidal de Oliveira, Maria Elisa Zanella e Christina
Bianchi (Organizadoras)

Diagramação e capa
Hudson Silva Rocha e Ana Larissa Freitas

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Bibliotecária Marilzete Melo Nascimento CRB 3/1135

E562

XIX Encontro da Rede de Estudos Ambientais em Países de Língua Portuguesa [recurso eletrônico] :
desenvolvimento e sustentabilidade frente às mudanças climáticas globais / Vlândia Pinto Vidal de
Oliveira, Maria Elisa Zanella e Christina Bianchi (Organizadoras). – Fortaleza: Imprensa
Universitária, 2018. v. 1.
15144 Kb : il. color. ; PDF

ISBN: 978-85-7485-333-8

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Degradação ambiental. 3. Mudanças climáticas. I. Oliveira,
Vlândia Pinto Vidal de, org. II. Zanella, Maria Elisa, org. III. Bianchi, Christina, org. IV. Título.

CDD 577

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos que direta ou indiretamente nos ajudaram na organização desse eBook e na realização do XIX REALP.

COMISSÃO ORGANIZADORA DO XIX REALP

Presidente

Vlândia Pinto Vidal de Oliveira – Universidade Federal do Ceará (Brasil)

Vice-presidente

Maria Elisa Zanella – Universidade Federal do Ceará (Brasil)

Supervisão Geral

Christina Bianchi (PRODEMA)

Colaboradores

Adriana de Sá Leite de Brito

Ana Karolina Sousa

Ana Larissa Freitas

Ana Rosa Viana Cezário

Antônio Ferreira Lima Junior

Antônio Lucas Barreira Rodrigues

Dárcio Emmanuel Ribeiro de Castro Paiva

Elisandra Simone Cardoso Tavares Rodrigues

Érika Gomes Brito da Silva

Huáscar Pinto Vidal de Oliveira

Hudson Silva Rocha

Jair Bezerra dos Santos Júnior

José Osmar Silva Neto

Larisse Freitas Soares

Lícia Benício Sales

Luís Marcelino Venâncio

Luiz Eduardo Lopes Siqueira

Maevy dos Santos Brito

Maria Gislane Silva Severiano

Moisés de Oliveira

Raul Carneiro Gomes

Ricardo Matos Machado

Yrving Brandão Ferreira

Patrocinadores

CAPES

PRODEMA

Parceiros e apoiadores

Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Estado do Ceará (SEMA)

Laboratório de Pedologia, Análise Ambiental e Desertificação – LAPED

APRESENTAÇÃO

No intuito de discutir sobre mudanças climáticas e sustentabilidade ambiental, o Governo de Portugal e o Governo do Brasil criaram, em 1997, a Rede Luso-Brasileira de Estudos Ambientais (RLBEA) com o objetivo geral de promover a cooperação científica na área de ambiente e de desenvolvimento sustentável entre os dois países. Desde sua origem, a RLBEA teve como um dos seus objetivos específicos implementar um Programa de Pós-Graduação focado em um novo tipo de desenvolvimento, pautado nas premissas da sustentabilidade e em suas dimensões ambientais, sociais, e econômicas (um Programa de Pós-Graduação em Gestão e Políticas Ambientais em ambos os países).

Nesse sentido, foi estabelecido o Protocolo de Execução da Rede Luso-Brasileira de Estudos Ambientais, assinado pelas autoridades dos dois países no dia 4 de abril de 1997, na cidade do Rio de Janeiro. Foram proponentes e signatários do Protocolo pelo lado português: o Ministério do Ambiente, a Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica (atual FCT–GRICES, órgão pertencente ao Ministério da Ciência e Ensino Superior de Portugal), e as Universidades de Aveiro (UA), Évora (UE), dos Açores (UAç) e de Nova de Lisboa (UNL). Pelo lado brasileiro: o Ministério do Meio Ambiente, o CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) que pertence ao Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação), a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) que pertence ao Ministério da Educação, além da Universidade de Brasília (UnB), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e da Universidade Federal de Amazonas (UFAM).

Dando cumprimento aos objetivos estruturais definidos na sua origem, no VI Encontro realizado em 2002, em Corumbá (Brasil), o Conselho de Coordenadores da RLBEA deliberou pela ampliação da Rede para países africanos de língua portuguesa, em especial as Universidades de Moçambique, Angola e de Cabo Verde. Entretanto, apenas em 2011, durante o XIV Encontro anual da Rede, realizado em Recife, o Conselho Superior, no âmbito de suas atribuições protocolares, oficializou como membros efetivos, a Universidade Eduardo Mondlane (Moçambique), a Universidade Agostinho Neto (Angola), a Universidade de Cabo Verde e também a Universidade de Lisboa (Portugal). Nessa mesma Reunião, com a adesão dos novos membros, foi decidido alterar o nome da Rede para “Rede de Estudos Ambientais dos Países de Língua Portuguesa – REALP”.

Em 2015, a Universidade Federal do Ceará (UFC) ingressou, oficialmente, na REALP, que está, atualmente, estruturada em duas instâncias: o Conselho Superior, composto pelos ministros, reitores e presidentes das agências de fomento (CAPES, CNPq e FCT-GRICES); e pelo Conselho de Coordenadores da Rede, composto pelos representantes de cada universidade.

Em 2017, a Universidade Federal do Ceará (UFC), por meio do Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), sediou a 19ª Edição dos Encontros da Rede de Estudos Ambientais em Países de Língua Portuguesa (REALP), no período de 12 a 15 de setembro, sob o tema **“Desenvolvimento e sustentabilidade frente às mudanças climáticas globais”**,

envolvendo a parceria de várias Universidades Portuguesas, Brasileiras e Africanas, incluindo os Institutos, Ministérios e Agências de Fomento. Teve como objetivo principal, promover debates e trocas de experiências acadêmicas a nível internacional, buscando contribuir com a difusão de ideias e trabalhos que almejam a conservação dos recursos naturais e de uma sociedade sustentável através da discussão e intercâmbio de conhecimentos relacionados ao tema do evento.

O Campus do Pici da UFC, recebeu 175 participantes do XIX REALP, atingindo o seu público alvo de estudantes de graduação e pós-graduação, professores e pesquisadores, membros da REALP, membros do PRODEMA e profissionais da área das ciências ambientais que se dividiram para assistir aos 115 trabalhos apresentados, além de 3 conferências, 1 palestra técnica e 2 oficinas de educação ambiental. Para tornar toda essa estrutura possível, a Comissão Organizadora contou com uma equipe de 24 estudantes de graduação e pós-graduação, além de professores da UFC e das instituições vinculadas à REALP e ao PRODEMA.

A Comissão Organizadora ainda presenteou os participantes com 6 momentos culturais nos intervalos das sessões temáticas (apresentações de trabalhos) onde foi possível assistir às apresentações do Grupo Casa Caiada, do Chorinho Acadêmico, da Camerata de Cordas, do Grupo de Dança e o Coral dos alunos do Curso de Música da UFC, além de uma feira de artesanato que aconteceu nos 3 dias do evento onde mais de 20 artesãos da CEART, puderam mostrar o seu trabalho, promovendo assim a inserção social e cultural das comunidades.

O XIX REALP tornou-se um momento singular no contexto internacional, com espaços destinados à discussão, apresentação de trabalhos e intercâmbio de conhecimentos atrelados aos assuntos dos 7 eixos temáticos do evento: I) Desenvolvimento sustentável, Sustentabilidade urbana, Políticas públicas, Governança e Participação social; II) Recursos hídricos e Mudanças climáticas; III) Agroecologia e Agricultura familiar; IV) Degradação ambiental e Desertificação; V) Gestão ambiental, Áreas protegidas e Comunidades tradicionais; VI) Educação ambiental, Etnodesenvolvimento e Etnoecologia; e VII) Energias renováveis, Bioenergia e Biotecnologia.

Este eBook é um dos frutos do XIX REALP. Ele reúne 86 dos 115 artigos submetidos pelos participantes para apresentação no evento, divididos em 2 volumes de 43 artigos cada um.

O Volume 1 tem como título “Mudanças climáticas, degradação ambiental e sustentabilidade” e apresenta artigos que versam sobre os temas dos Eixos Temáticos 1, 2 e 4: Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade socioeconômica em ambiente rural e urbano; Qualidade de vida urbana e rural; Gestão socioeconômica dos recursos naturais; Planejamento ambiental; Impactos ambientais provocados pelas mudanças climáticas na cidade e no meio rural; Políticas públicas de mudanças climáticas; Governança ambiental e economia verde; Mudanças climáticas no campo e cidades; Mudanças, variabilidade, vulnerabilidade, adaptação e impactos socioespaciais; Eventos climáticos extremos e suas repercussões na sociedade; Disponibilidade e escassez hídrica; Gestão participativa e integrada de recursos hídricos; Usos múltiplos dos recursos hídricos; Gestão de bacias hidrográficas e

comitês de bacias hidrográficas; Outorga de água e crise hídrica; Dinâmica das paisagens semiáridas; Uso e ocupação do solo em paisagens semiáridas; Degradação dos recursos naturais; Indicadores de degradação ambiental e desertificação; Processo de desertificação associado às mudanças climáticas; Recuperação e recolonização de áreas degradadas; Degradação ambiental pelo uso inadequado do solo; e Alterações climáticas e a crise ambiental.

VLÁDIA PINTO VIDAL DE OLIVEIRA
Presidente da Comissão Organizadora

SUMÁRIO

(Volume 1)

A GOVERNANÇA DA ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO <i>Elizabeth Coutinho</i>	15
A INSUSTENTABILIDADE DA CADEIA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS PLÁSTICOS INDUSTRIAIS NO AMAZONAS <i>Vanessa Kerolin Araújo Meireles</i> <i>Kássia Valéria Oliveira Borges</i>	28
A PROBLEMÁTICA DA DESERTIFICAÇÃO NO BRASIL E CABO VERDE <i>Maria Losângela Martins de Sousa</i> <i>Gláucia Pinto Vidal de Oliveira</i> <i>Sônia Maria Duarte Melo Silva Victória</i>	40
A RELAÇÃO ENTRE A OCORRÊNCIA DE TUBERCULOSE E ELEMENTOS ATMOSFÉRICOS EM MARACANAÚ-CE <i>Edson Minarete Pacheco de Mesquita</i> <i>Marta Celina Linhares Sales</i>	52
A SUPEREXPLORAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS <i>Jerferson Nepumuceno Caldas</i> <i>Roberta Monique da Silva Santos</i> <i>Elizany Monteiro Moreira</i> <i>Angeline Ugarte Amorim</i> <i>Leonardo Sampaio Brito</i>	63
A TRIBUTAÇÃO MUNICIPAL AMBIENTAL E O PLANEJAMENTO NA CONSTRUÇÃO DE CIDADES SUSTENTÁVEIS FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS <i>Jane Weyne Ferreira de Menezes</i> <i>Magda Cristina de Sousa</i>	69
ANÁLISE DA FISIONOMIA DA COBERTURA VEGETAL, DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA E DOS ASPECTOS ECONÔMICOS, EM PIRACURUCA (PI), NORDESTE DO BRASIL <i>Francílio de Amorim dos Santos</i>	81
ANÁLISE DO PROJETO ORLA DO MUNICÍPIO DE FORTALEZA - CE: UNIDADE DE PAISAGEM DA MARGEM ESQUERDA DA FOZ DO RIO PACOTI À FOZ DO RIO COCÓ <i>Airton Mota Bastos</i> <i>Fábio Perdigão Vasconcelos</i> <i>Luana Karla Bezerra</i> <i>Francisco Leorne de Sousa Cavalcante</i> <i>Renata do Nascimento Martins</i>	91
ANÁLISE MICROCLIMÁTICA COM APOIO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL: ESTUDO DE CASO DO PARQUE URBANO E VIVENCIAL DO GAMA, DISTRITO FEDERAL <i>Bárbara Gomes Silva</i> <i>Caio Frederico e Silva</i>	100

ANÁLISE PRELIMINAR DAS CORRELAÇÕES ENTRE OS ELEMENTOS DO CLIMA E AS INTERNAÇÕES POR PNEUMONIA EM CRIANÇAS DE FORTALEZA-CE <i>Dáviney Sales de Freitas Júnior</i> <i>Marta Celina Linhares Sales</i>	114
AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS COMO FERRAMENTA DE MITIGAÇÃO DOS EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS <i>Francisco Leorne de Sousa Cavalcante</i> <i>Luana Karla Bezerra Ferreira</i> <i>Airton Mota Bastos</i> <i>Renata do Nascimento Martins</i> <i>Nelci Gadelha de Almeida</i>	127
AVALIAÇÃO DAS ORGANIZAÇÕES DE CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO/BRASIL <i>Liséte Celina Lange</i> <i>Maria Cláudia Lima Couto</i> <i>Luciana Alves Rodrigues Macedo</i> <i>Renato Ribeiro Siman</i> <i>Renato Meira de Sousa Dutra</i>	139
AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA PARA A SUSTENTABILIDADE INDUSTRIAL <i>Aline Islia Almeida de Sousa</i> <i>Adeildo Cabral da Silva</i>	151
AVALIAÇÃO PRELIMINAR DO ÍNDICE DE BALNEABILIDADE SETORES LESTE E CENTRO DAS PRAIAS DE FORTALEZA <i>Thiago de Norões Albuquerque</i> <i>Eliete Felipe de Oliveira</i>	163
CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS AMBIENTAIS E DO USO E OCUPAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BANABUIÚ – CE <i>Luis Ricardo Fernandes da Costa</i> <i>Gláucia Pinto Vidal de Oliveira</i> <i>Jader de Oliveira Santos</i> <i>Lucas Lopes Barreto</i> <i>Kaline da Silva Moreira</i>	176
CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL E INDICADORES DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE TEJUÇUOCA-CEARÁ <i>Nágila Fernanda Furtado Teixeira</i> <i>Edson Vicente da Silva</i> <i>Juliana Felipe Farias</i> <i>Ananda Paula Rodrigues Ferreira</i> <i>Anderson da Silva Marinho</i>	187
CHUVAS E A PROBLEMÁTICA DOS ALAGAMENTOS: CASOS RECENTES NA CIDADE DE TERESINA, PIAUÍ, BRASIL <i>Francisco Wellington de Araújo Sousa</i> <i>Maria Valdirene Araújo Rocha Moraes</i>	199

CLIMA E DENGUE NA CIDADE DE FORTALEZA <i>Juliana Rodrigues Alves</i> <i>Jéssica Freitas e Silva</i> <i>Antônio Ferreira Lima Júnior</i> <i>Maria Elisa Zanella</i>	213
DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E DESERTIFICAÇÃO NO ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APODI/MOSSORÓ-RIO GRANDE DO NORTE <i>Sabrina Mater Oliveira</i> <i>Maria Losângela Martins de Sousa</i>	225
DESIGUALDADES SÓCIO-ESPACIAIS RELACIONADAS À QUESTÃO DA MORADIA NO MUNICÍPIO DE PETROLÂNDIA – PE <i>Clélio Cristiano dos Santos</i> <i>Edvânia Torres Aguiar Gomes</i> <i>Diana Cecília de Souza</i> <i>Jackson Fortunato Barbosa de Oliveira</i>	233
DISPONIBILIDADE E ESCASSEZ HÍDRICA NO CEARÁ: UMA ANÁLISE SOBRE O CASO DO AÇUDE CASTANHÃO (2011-2016) <i>Rosiane Muniz Cabral</i> <i>Ana Rosa Viana Cezário</i> <i>Vlândia Pinto Vidal de Oliveira</i> <i>Maria Losângela Martins de Sousa</i>	244
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM CERÂMICAS E A REDUÇÃO DO USO DE LENHA DA CAATINGA <i>Mônica Carvalho Freitas</i> <i>Magda Marinho Braga</i> <i>Renata Aline Bezerra Pinheiro</i> <i>Doris Day Santos da Silva</i> <i>Leonardo Almeida Borralho</i>	255
ESTUDO AMBIENTAL: VULNERABILIDADE COSTEIRA DA PRAIA DE BOA VIAGEM, RECIFE-PE/BRASIL <i>Maria José de Lacerda Bezerra</i> <i>Aderivaldo Pedro da Silva</i> <i>Ronaldo Tavares da Silva</i>	264
GEOPROCESSAMENTO APLICADO NA QUANTIFICAÇÃO DO GRAU SEVERIDADE DE QUEIMADAS NO NÚCLEO DESERTIFICAÇÃO DO PIAUI, GILBUÉS <i>Grenda Juara Alves Costa</i> <i>Samuel Anderson da Silva Barbosa</i> <i>Mariana Rodrigues Oliveira dos Santos</i> <i>Amanda Beatriz da Silva Santos</i> <i>Kalyne Rodrigues de Sousa</i>	277
GOVERNANÇA AMBIENTAL EM COMUNIDADES DO POLO DE DESENVOLVIMENTO TABULEIRO DE RUSSAS NO CEARÁ <i>Magda Cristina de Sousa</i> <i>Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima</i> <i>Ahmad Saeed Khan</i> <i>Ludimilla Carvalho Serafim de Oliveira</i> <i>Francisco Casimiro Filho</i>	286

GOVERNANÇA DOS RECURSOS HÍDRICOS E PERCEPÇÃO AMBIENTAL NA CALHA DO RIO JURUÁ, AMAZONAS <i>Delsinei Viera da Costa</i> <i>Carlos Henrique Rodrigues Gomes</i> <i>Kátia Viana Cavalcante</i> <i>Valdiney Ferreira de Almeida</i> <i>William Vieira de Lima</i>	299
IMPACTO DAS PROJEÇÕES FUTURAS DE PRECIPITAÇÃO NO DESEMPENHO DA UHE BELO MONTE <i>Adriane Michels Brito</i> <i>João Nildo de Souza Vianna</i> <i>Daniel Andrés Rodrigues</i> <i>Adan Juliano de Paula Silva</i> <i>Gracielle Chagas Siqueira</i>	308
INDICADORES SOCIOAMBIENTAIS DO TRANSPORTE PÚBLICO COMO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA SOCIAL DO SISTEMA <i>Jurandir Moura Dutra</i> <i>Hélder Alexandre Relvas Paulo</i> <i>Josildo Severino de Oliveira</i> <i>Marlon José de Lima Dutra</i> <i>Myriam Alexandra dos Santos Batalha Dias Nunes Lopes</i>	320
MAPEAMENTO DA COBERTURA VEGETAL COMO INDICATIVO DE ÁREAS DEGRADADAS DO MUNICÍPIO DE SANTA QUITÉRIA – CEARÁ <i>Mariana Fernandes de Magalhães</i> <i>Anderson Tavares Vieira</i> <i>Marcus Vinícius Chagas da Silva</i> <i>Érika Gomes Brito da Silva</i>	330
MODELAGEM DOS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA RESPOSTA HIDROLÓGICA DA BACIA DO RIO XINGU <i>Wellington Cruz Junior</i> <i>Adriane Brito</i> <i>Daniel Andrés</i>	342
NÚCLEOS DE DESERTIFICAÇÃO: DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NAS TERRAS SECAS BRASILEIRAS <i>Lucas Lopes Barreto</i> <i>Luis Ricardo Fernandes da Costa</i> <i>Sullivan Pereira Dantas</i> <i>Ana Rosa Viana Cezário</i> <i>Vlândia Pinto Vidal de Oliveira</i>	350
O DIREITO À ÁGUA COMO POLÍTICA PÚBLICA EM CONTEXTO DE INSULARIDADE: UMA ANÁLISE A PARTIR DO CASO DE CABO VERDE <i>Evandra Moreira</i>	361

O PROTAGONISMO FEMININO NA CONSTRUÇÃO DE CISTERNAS DE PLACAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO <i>Tatiane Cavalcante de Sousa</i> <i>Andressa Melany Lima da Cruz</i> <i>Suellen Barbosa Machado</i> <i>Ana Paula Coelho Sampaio</i>	370
PEGADA HÍDRICA DA PRODUÇÃO DE COCO EM TRAIRI-CE <i>Anne Karolyne Pereira da Silva</i> <i>Ana Paula Coelho Sampaio</i> <i>Maria Cléa Brito de Figueirêdo</i>	382
POLÍTICA NACIONAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS: DA FORMAÇÃO DA AGENDA AOS ENTRAVES PARA SUA IMPLEMENTAÇÃO <i>Paula Emília Oliveira Pimentel</i> <i>Júlio César dos Reis</i> <i>Geórgia Moutella Jordão</i>	390
REFLEXÃO SOBRE O PROCESSO DE DESERTIFICAÇÃO NO NORDESTE BRASILEIRO <i>Ricardo Matos Machado</i> <i>Karla Nayara de Sousa Cajuí</i> <i>Jorge Ricardo Felix de Oliveira</i> <i>Ernesto Martin</i>	401
RESPOSTA TAXONÔMICA E FUNCIONAL DA VEGETAÇÃO DA CAATINGA AO LONGO DE UM GRADIENTE ESPACIAL DE CLIMA <i>Ana Cláudia Pereira de Oliveira</i> <i>Alice Nunes</i> <i>Paula Matos</i> <i>Renato Garcia Rodrigues</i> <i>Cristina Branquinho</i>	410
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DA ABORDAGEM NEXUS MUNDIAL COM FOCO NA INTERAÇÃO ENERGIA-ÁGUA <i>Ana Cristina Borges Carvalho</i>	422
SANEAMENTO BÁSICO E SAÚDE: PERCEPÇÕES DE USUÁRIOS DE UBS EM DOIS MUNICÍPIOS POTIGUARES <i>Jacqueline Cunha de Vasconcelos Martins</i> <i>Madelyne Paulo Tomás</i> <i>Alan Martins de Oliveira</i>	430
SISTEMAS AMBIENTAIS E INDICADORES GEOBIOFÍSICOS DE DESERTIFICAÇÃO (IGBD) DOS MUNICÍPIOS DE ARNEIROZ E TAUÁ/SERTÃO DOS INHAMUNS/CEARÁ/BRASIL <i>Ana Cristina Fernandes Muniz Vida</i> <i>Vlândia Pinto Vidal de Oliveira</i> <i>Huascar Pinto Vidal de Oliveira</i>	441

SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA NA PRODUÇÃO INTENSIVA DE SUÍNOS E AVES <i>Caroline Gabriela Hoss</i> <i>Jorge Manuel Rodrigues Tavares</i> <i>Paulo Armando Victoria de Oliveira</i> <i>Paulo Belli Filho</i>	448
TRANSPORTE ATIVO: UMA ALTERNATIVA VIÁVEL PARA A SUSTENTABILIDADE URBANA <i>Kelma Lima Cardoso Leite</i>	460
USO DO SOLO E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MULATO, ESTADO DO PIAUÍ <i>Karoline Veloso Ribeiro</i> <i>Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque</i>	472

A GOVERNANÇA DA ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Elizabeth Coutinho

Universidade de Cabo Verde
elizabeth.coutinho@adm.unicv.edu.cv

RESUMO

A governança da água no semiárido nordestino brasileiro (Ceará) apresenta uma forte dependência da intervenção do homem sobre a natureza, no sentido de garantir, por meio de obras de infraestrutura hídrica, o armazenamento de água para abastecimento humano e demais usos produtivos. Ao longo do último século, nessa região, recorreu-se à construção de barragens para atender à crescente demanda de água e de energia. Pesquisas nacionais e internacionais têm vindo a demonstrar que a instalação destas obras desencadeou processos socioambientais de extrema complexidade. A construção de barragens tem como um dos impactos mais relevantes o deslocamento da população residente na área de alagamento, os atingidos por barragens. Este artigo analisa as principais políticas que enformam a governança da água no Ceará, procurando descortinar preocupações que resultam do desempenho e das consequências da construção destas infraestruturas, designadamente as ações de reassentamento involuntário e o grau de participação e envolvimento das populações atingidas. O nosso olhar focalizará o caso do Açude do Castanhão, cuja construção inundou cerca de 60 mil hectares de terra e que obrigou ao deslocamento da população residente, sendo este um dos seus impactos mais relevantes. Esta abordagem resultou do contacto (entrevistas, visitas de campo, observação participante) com a realidade cearense, com diferentes atores envolvidos acerca da importância da construção das barragens (intervenientes no processo e atingidos pelo processo). As características físicas e naturais da região semiárida fazem com que o planeamento e o gerenciamento participativo de grandes açudes públicos implementados se tenham destacado como elemento positivo e inovador na recente experiência de gestão das águas no semiárido, experiência que, cremos, pode permitir antever em Cabo Verde cenários de negociação e participação e avançar com questionamentos que, porventura, se irão colocar e enfrentar com as barragens recentemente construídas cujos impactos, nomeadamente nas populações atingidas já são evidentes.

Palavras-chaves: Governança da água; Açudes; Atingidos por barragens; Reassentamento e Participação.

1. INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro é apresentado como o maior do mundo em termos de extensão e de densidade demográfica (Araújo *et al.*, 2005).

A região nordeste do Brasil, onde se inclui o Estado do Ceará, é a detentora da maior bolsa de pobreza absoluta do Brasil e o seu povo é extremamente vulnerável aos efeitos das secas. O semiárido nordestino apresenta um balanço hídrico deficitário, um regime pluvial irregular, no tempo e no espaço, uma temperatura elevada e forte taxa de evaporação características que se refletem na modelação da paisagem

predominante. A região é assolada por secas periódicas, com vários episódios dramáticos ao longo da sua história. Estes contornos climáticos moldam os nordestinos, definem a sua cultura, comandam a economia e orientam a sua estruturação social.

O semiárido brasileiro não dispõe de solo e depende quase exclusivamente de rios intermitentes, o que reduz significativamente a garantia de oferta hídrica nos períodos de estio inter e intra-anuais. “O primeiro problema específico da sociedade a ser resolvido pelo governo (política pública) era o de baixa confiabilidade das águas providas pelos rios intermitentes. Ora, a confiabilidade do suprimento de água é um problema hidrológico e hidráulico. Nada mais lógico do que uma infraestrutura hidráulica para resolver um problema hidráulico. Para resolver esse problema específico, a política de açudagem foi a principal política praticada no início do século XX (Campos, 2014). As barragens são indubitavelmente as principais obras hídricas realizadas pelo governo Federal na ação de *combate às secas*, na busca de soluções para os problemas nordestinos, inclusive com a criação de instituições específicas como o DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. O programa de açudagem do DNOCS sustenta-se na convicção de que o estabelecimento de infraestruturas hídricas permite tornar o semiárido nordestino capaz de resistir às secas. “É um dos primeiros programas do DNOCS, que ainda permanece e se expande por demanda pressionante dos fazendeiros que não concebem uma propriedade rural sem pelo menos um açude” (Araújo, 1982). O combate à seca afina-se aqui com o paradigma antropocêntrico da dominação da natureza (Silva, 2003). Deste modo, as barragens criam reservatórios artificiais capazes de reter o excedente de água produzido pelas bacias nos meses úmidos para disponibilizá-la nos meses (e anos) secos. “O impacto dessas obras foi de tão grande monta que a construção de barragens passou a ser parte integrante da cultura de convivência com as secas, desde o mais simples camponês ao mais graduado gestor de água” (Araújo, 2006)

Os projetos com a dimensão de uma barragem provocam mudanças significativas no ambiente e em várias vertentes do ambiente socioeconómico, tanto a nível positivo como a nível negativo. Estas mudanças processam-se quer no período de construção, quer no período de funcionamento. As barragens submergem vales, alteram regimes climáticos, inundam terrenos agrícolas e florestais e podem, como ocorreu em muitos casos, submergir núcleos de povoamento com consequências diretas na desterritorialização de comunidades autóctones que, deste modo, se vêm forçadas a abandonar os respetivos territórios pessoais (Fernandes, 2008).

Por tudo isso, as barragens representam “campos de conflito” reunindo um conjunto de atores estruturalmente diferenciados, relacionados num jogo de mútuas interações e confrontos. Movimentos sociais de resistência à instalação destas obras têm sido registrados nos mais diferentes contextos nacionais e internacionais, formando verdadeiras redes de atores sociais mobilizados em torno desta problemática

2. OBJETIVOS

Este artigo foi construído com base nos resultados de um programa internacional de mobilidade que tivemos a oportunidade de realizar, no âmbito do Projeto: “Intercâmbio Brasil/Cabo Verde de pesquisa e ensino para a capacitação profissional” (Edital 033/2012), com uma duração de 3 meses, efectuado de 05 de Outubro de 2016 a 05 de Janeiro de 2017, no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, sob a supervisão do Professor Doutor José Carlos de Araújo e com

base no pré-projecto de pesquisa por nós apresentado intitulado “Barragens e Sociedade em Cabo Verde: Dilemas e Desafios rumo à Sustentabilidade”, no âmbito do doutoramento em Gestão e Políticas Ambientais (UNI-CV / REALP). O confronto com a realidade do semiárido do Ceará, que apresenta similitudes com Cabo Verde nas condições de fortes limitações ecológicas e sociais, permitiu-nos a obtenção de informações e dados que, cremos, nos possibilitam a apresentação deste artigo no âmbito da avaliação do módulo de Governança, Participação Pública e Capacitação.

Este trabalho pretende proceder a uma análise das principais políticas que enformam a governança da água no semiárido cearense, da utilidade destas infraestruturas hídricas para as populações locais e do grau de envolvimento e participação das populações e dos movimentos sociais, mobilização construída em torno da reconquista de bens materiais e imateriais, mas que também engendrou o processo de formação da identidade de *atingido*. Iremos deter-nos no caso específico do Açude Padre Cícero, Castanhão, os seus atingidos e toda a luta socio-jurídico-ambiental desencadeada com vista ao reassentamento da população atingida pelo reservatório, assinalando-se nesse processo os impactos, as mudanças e os respetivos avanços e impasses que permitem perceber os contornos da governança da água e da participação da população nesse contexto. Esta análise resultou do contacto com diferentes atores envolvidos acerca da importância da construção das barragens (intervenientes no processo e atingidos pelo processo), do conhecimento de iniciativas públicas implementadas para a resolução dos conflitos sociais e de licenciamento ambiental / estruturas normativas referentes a direitos sociais, económicos, culturais e ambientais que contemplam, no Brasil, os direitos das populações atingidas pelas barragens.

3. METODOLOGIA

Procedeu-se a pesquisa bibliográfica e documental entre os quais livros, artigos, relatórios, dissertações de mestrado e teses de doutoramento, assim como relatórios técnicos sobre a temática da gestão da água no semiárido e os impactos sociais e ambientais resultantes da implantação de açudes no Brasil e no nordeste, em particular, realizada nas bibliotecas de diferentes departamentos da Universidade Federal do Ceará e de fontes extra universidade que foram surgindo à medida que a nossa mobilidade avançava, com especial realce para o resultado de 5 entrevistas semi-estruturadas (transcritas) - cujos excertos vão aparecendo ao longo do artigo, dialogando com nossa argumentação. Os entrevistados são pessoas-chave que foram sendo sugeridas pelo nosso orientador, pela sua importância e envolvimento nas questões de pesquisa com as quais estávamos confrontados: i) João Alfredo Telles de Melo, advogado de atingidos por barragens, mestre em Direito Público, doutorando do PRODEMA/UFC, professor universitário de Direito Ambiental e Vereador do Partido Socialismo e Liberdade, em Fortaleza. Foi deputado Federal e Estadual pelo Ceará e Consultor de Políticas Públicas do Greenpeace. É autor do livro “Direito Ambiental, Luta Social e Ecosocialismo” e foi organizador do livro “Reforma Agrária quando?”; ii) Soraya Vanini Tupinambá, Engenheira de pesca. Ativista da questão ambiental. Assessora da Assembléia Legislativa do Ceará, junto do Deputado do PSOL, Renato Roseno); iii) Lourdes Vicente, militante social do Movimento dos Sem Terra. Atua no movimento há 23 anos, mais diretamente no trabalho com as mulheres e na coordenação do Centro de Formação Frei Humberto, em Fortaleza); iv) Irmã Bernardete Neves da Congregação das Filhas do Coração Imaculado de Maria. Viveu durante 31 anos em Jaguaribara e foi uma destacada representante do povo na

luta pelos direitos dos atingidos pelo açude do Castanhão); v) Rosana Garjulli, Socióloga. Trabalhou durante 20 anos na Agência Nacional das Águas, em Brasília. É consultora do Centro de Altos Estudos Estratégicos da Assembléia Legislativa do Ceará e foi consultora no Plano Estratégico dos Recursos Hídricos do Ceará. É especialista em Gestão Participativa de Recursos Hídricos: Comitês de Bacia e Conselhos de Açude.

O nosso olhar deteve-se numa realidade específica onde assumiu importância crucial a observação in loco e o contacto com as populações (visitas de campo) cuja intencionalidade foi a de ouvir a voz dos sujeitos: o caso emblemático do Açude do Castanhão, a maior barragem brasileira para usos múltiplos, para abastecimento de água, concluída em 2003, que desalojou mais de 10 mil habitantes, a maioria das quais foram reassentados na nova cidade planejada de Nova Jaguaribara (inaugurada oficialmente no dia 25 de Setembro de 2001).

4. DA POLÍTICA DA AÇUDAGEM À CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO

A gestão dos recursos hídricos no semiárido brasileiro agrupa as barragens dos açudes públicos, conforme o seu destino, em obras para abastecimento de água a pequenas comunidades quando se destinam preferencialmente ao saneamento público e obras para perenização, construídas com o propósito de regularizar o curso de alguns rios de modo a beneficiar as populações ribeirinhas promovendo a agricultura irrigada ao nível da propriedade.

A construção de barragens permite a reserva de água nos períodos de chuva para compensar os déficits durante os períodos secos. Todavia, esta política gerou uma densa rede de reservatórios na região que resultam num sistema muito complexo (Araújo; Medeiros, 2013). A infra-estrutura destinada à distribuição da oferta da água acumulada nos reservatórios estratégicos é, contudo, deficiente e causa sérios prejuízos principalmente à população rural já que para essas comunidades, a principal fonte de água ainda são as pequenas barragens. Por se tratarem, muitas vezes, de obras emergenciais, grande parte desses pequenos sistemas foi construída sem critérios técnicos e/ou projetos de construção e aproveitamento, não constando nos planos de bacias e sua existência sequer é de conhecimento dos órgãos gestores (Alexandre, 2012). Estas pequenas barragens, por sua vez, apresentam uma reduzida eficiência hidrológica devido às altas perdas por evaporação e à qualidade da água incompatível com as exigências de potabilidade pois, para além do abastecimento humano rural, servem igualmente para a dessedentação dos animais, lavagem de roupas e/ou lançamento de esgotos. É de salientar ainda a importância da distribuição da água por carros-pipas, camiões que distribuem água de qualidade questionável a preços elevados.

O Nordeste começou a política de açudagem há muito tempo. Tivemos essa lógica das grandes barragens, havia inclusivamente uma disputa entre os técnicos em que uns defendiam uma rede de pequenas barragens e outros defendiam as grandes barragens. Isso é na verdade uma disputa mundial! O Nordeste fez a sua opção, mas nunca conseguiu resolver o problema que dizia que ia resolver. Todavia, alimentou aquilo que agente chama de “indústria da seca” Nós nunca resolvemos o problema da seca aqui, principalmente porque ao lado dessas grandes infra-estruturas há comunidades que não tem água e não acedem à água. No Ceará a maior parte dos açudes foram construídos em terras privadas, com recursos públicos. Quem opera é o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas

(DNOCS), mas a maioria dos açudes foi construída em fazendas beneficiando grandes proprietários. Então, essa política não resolveu e aí entram os movimentos sociais que geraram outra perspectiva: a política de convivência com o semiárido. A política de obras hídricas, da açudagem, estruturalista, da visão engenharial é a de que as obras vão dar conta: chama-se de políticas de combate a seca. E aí há um conjunto de instituições que operam com essa lógica! (Tupinambá, 2016).

Tanto o *combate à seca* quanto a *convivência com o semiárido* vinculam-se a visões de mundo que orientam os conhecimentos e práticas dos atores sociais, influenciando a formulação e execução de políticas públicas no semiárido (Silva, 2003). A construção de grandes açudes no nordeste brasileiro por si só não resolveu as causas estruturais e as conseqüências da miséria regional. Na década de 1980, surge uma perspectiva crítica com propostas e ações para convivência com o semiárido. Nessa sequência, surge um outro discurso sobre a realidade regional e as alternativas sustentáveis de desenvolvimento do semiárido brasileiro. Um conjunto de organizações não-governamentais (ONGs) que atuavam no semiárido e instituições públicas de pesquisa e extensão rural, como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e a Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural (Embrater), passaram a desenvolver propostas e a experimentar alternativas baseadas na ideia de que é possível e necessário conviver com a seca e o semiárido. No final da década de 1990, cerca de cinquenta organizações não-governamentais constituíram a *Articulação do Semiárido (ASA) in the belief that water is not a consumer good, but a basic human right, while at the same time being a necessary food for life and an input for the production of other foods* (Souza & Lima, 2014). Este programa assenta na convicção de que a convivência com as condições do semiárido brasileiro e, em particular, com as secas, é possível, apresentando um conjunto de propostas baseadas em duas premissas: a conservação, uso sustentável e recomposição ambiental dos recursos naturais do semiárido e a quebra do monopólio de acesso à terra, à água e aos outros meios de produção.

O *Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais – P1MC*, foi uma iniciativa que garantiu o acesso de um milhão de famílias a equipamentos de captação e armazenamento de água de chuva para o consumo humano. Milhares de famílias beneficiaram com o acesso a água de qualidade próxima à residência. A valorização da captação e armazenamento adequado da água de chuva é considerado um passo numa mudança cultural que se pretende construir na região. Diversos autores entendem que “se, por um lado, a construção de cisternas não responde a grandes demandas nem ao incremento de garantia de oferta dos grandes usos, como irrigação, aglomerados urbanos ou pólos industriais, por outro lado representa um importante recurso para demandas dispersas” (Araújo *et al.*, 2005).

(...) a chamada política de convivência com o semiárido é outro paradigma: ao invés de você combater a seca você tem que conviver, procurar tecnologias adaptadas ao meio e que se harmonizem com o meio em que você vive. A política de convivência com o semiárido chegou exatamente onde devia chegar: às populações empobrecidas, principalmente às dispersas, que não estão concentradas em núcleos urbanos. Para este tipo de população, os açudes, a política das centenas de açudes, não resolve, porque as pessoas estão espalhadas. A política de convivência com o semiárido chegou individualmente às famílias. (Tupinambá, 2016).

É nosso entendimento, na senda de alguns dos nossos entrevistados, de que a perspectiva deve ser a da complementaridade de políticas:

Como é que você só vive com cisterna? A cisterna são 16 mil litros, uma família utiliza em torno de 10 mil por mês, ou seja, em três meses acaba a água. Se chove em três meses você precisa da água nos outros 9 meses. Na verdade, as cisternas aqui, o seu maior objetivo não é receber a água das chuvas, mas sim a água do carro pipa que vem de onde? Dos açudes! (Araújo, 2016).

Só barragens não resolve, só tecnologias alternativas também não resolve sobretudo no nosso caso, porque temos um Estado praticamente inteiro dentro do semiárido! As cisternas são ótimas no sentido de ter uma melhor distribuição, especialmente, por família, mas não resolve o problema da produção, e nem de encher só com água da chuva, porque só funciona quando chove. (Garjulli, 2016).

É pertinente sublinhar que o Ceará, em termos de gestão dos recursos hídricos constitui uma referência não só nacional como internacional. Em 1992, o Estado do Ceará foi o segundo estado do Brasil (depois de S. Paulo) a ter uma lei estadual de recursos hídricos, por causa da escassez de água. Só em 1997 viria a ser estabelecida uma lei nacional, a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro. A lei Estadual de Recursos Hídricos (Lei nº 14.844/2010) que atualizou e revogou a Lei Estadual nº 11.996, de 24 de julho de 1992, trata do Sistema de Gestão, dos Instrumentos e das suas instâncias de gestão (incluindo o Conselho Estadual e os Comitês de Bacia). Estes pretendem, com respeito pelas especificidades locais, pelas instituições que atuam na área, em nome da transparência e do envolvimento dos diferentes atores sociais, que operavam isolados, imprimir maior eficiência à gestão dos recursos hídricos através de uma gestão compartilhada que visa despertar nos usuários o senso de responsabilidade pela gestão da água.

5. O AÇUDE PADRE CÍCERO-CASTANHÃO. A LUTA SÓCIO-JURÍDICO-AMBIENTAL E O REASSENTAMENTO INVOLUNTÁRIO

O Castanhão é o maior açude público para múltiplos usos do Brasil. Concluído em 2003, a sua barragem fica localizada no município de Alto Santo, no Ceará. É utilizado e foi concedido para irrigação, abastecimento urbano, piscicultura e regularização da vazão do Rio Jaguaribe (Departamento Nacional de Obras Contra a Seca). Situa-se no vale do Jaguaribe, no Estado do Ceará e o seu reservatório abrange os municípios de Alto Santo, Jaguaribama, Jaguaribara e Jaguaribe. A capacidade máxima do reservatório é de 6.7 bilhões de m³ de água e inundou uma área de cerca de 58.000 ha.

Para a concretização da barragem do Castanhão foi assinado em 1997 um acordo para o financiamento do Proágua/Semiárido, projeto do Programa Brasil em Ação. Segundo o acordo, o projeto contou com 330 milhões de dólares que permitiriam por em prática uma política transformadora da gestão dos recursos hídricos na área. Tratou-se da primeira etapa de um esforço conjunto com o Banco Mundial que terá envolvido recursos da ordem de um bilhão de dólares (Cardoso, 2008).

O Banco Mundial assume como política que o reassentamento involuntário em projetos de desenvolvimento, se não for complementado com medidas atenuantes, causa, muitas vezes, graves riscos económicos, sociais e ambientais. Esta política operacional inclui a salvaguarda para orientar e atenuar estes riscos de empobrecimento e estabelece que a implementação das atividades de reassentamento está relacionada com a execução da componente de investimento do projeto destinada a assegurar que não existe nenhum reassentamento nem restrição de acesso antes de estarem em vigor medidas necessárias para o reassentamento (...) que incluem a prestação de compensação e de outra assistência necessária para o reassentamento, antes do deslocamento e a preparação e provisão de locais de reassentamento com instalações adequadas, sempre que necessário. Em particular, a expropriação de terra e bens associados só pode acontecer depois de ter sido paga a indemnização e, quando for o caso, de terem sido disponibilizados os locais de reassentamento e subsídios de mudança às pessoas deslocadas (Banco Mundial, 2001).

Em Julho de 1995, o DNOCS celebrou um convênio com o Governo do Estado do Ceará, de modo a viabilizar as ações mitigadoras dos impactos ambientais decorrentes da construção da barragem do Castanhão. Para administrar a implantação do Projeto Castanhão foi criada uma Comissão Técnica de Acompanhamento e Supervisão das ações necessárias à construção da Barragem. Para consolidar a participação da comunidade na gestão do empreendimento público, tanto no processo de decisão como no processo sistemático de acompanhamento e avaliação, o Governo Estadual criou um Grupo de Trabalho Multiparticipativo para o Acompanhamento das Obras da Barragem do Castanhão em que um dos objetivos era o de servir de porta-voz dos anseios da sociedade civil impactada pelas obras, no encaminhamento e controlo das suas reivindicações.

Um dos principais impactos ambientais da construção do açude do Castanhão - com a criação da área a ser inundada e da área atingida pelas obras civis - foi o de ter inundado a cidade de Jaguaribara e implicado o deslocamento de cerca de 8.000 pessoas residentes nos Municípios de Jaguaribara, Jaguaretama, Alto Santo e Jaguaribe (área urbana e da área rural). Em face desta ameaça era espectável a geração de tensão social decorrente da desapropriação de extensas áreas e impactos sociais e culturais decorrentes da mudança na vida e na rotina da população a ser deslocada, da interrupção das atividades sociais e produtivas e da necessidade de remoção de cemitérios e marcos históricos e de construções antigas (Araújo; Vieira, 1999).

Com a Resolução CONAMA 01/86 o Brasil passou a utilizar um instrumental específico: Estudo de Impacto Ambiental – EIA e Relatório de Impacto Ambiental-RIMA. Todavia, a regulamentação definitiva da avaliação de impacto ambiental - como parte do processo de licenciamento ambiental – acontece somente com o Decreto Federal Nº. 88.351/83. Vale ressaltar que este decreto veio a ser revogado e substituído pelo Decreto 99.274/90 (ainda em vigor) estabelecido no âmbito da Constituição Federal de 1988 que, por seu turno, reafirma os termos da Política Nacional do Meio Ambiente a respeito e estabelece a obrigatoriedade da realização do EIA/RIMA antes da instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação ambiental (art. 225, § 1º, inciso IV). Importa realçar que com estes mecanismos se pretendeu exigir, na forma de lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação ambiental, a obrigatoriedade de estudo prévio de impacto ambiental ao qual se deveria dar a devida

publicidade e o estudo deveria oferecer alternativas e apontar as razões de confiabilidade da solução adotada (Melo, 2010).

Inaugurada em 25 de setembro de 2001, a cidade de Nova Jaguaribara tornou-se o primeiro município cearense a ser criado com uma estrutura toda planejada. O Governo do Estado investiu R\$ 70 milhões no projeto, que contemplou os moradores da cidade antiga e do distrito de Poço Comprido, que também foi afetado pela construção da barragem do Castanhão. Aqui se pode encontrar o cerne da questão do Castanhão tendo em conta o maior impacto causado pela barragem ter sido “a inundação da cidade de Jaguaribara levando a destruição de marcos eletivos e culturais daquela população, à mudança de hábitos, à submersão de símbolos de história daquele povo” (Melo, 2010).

Ironicamente, à altura e de acordo com testemunhos, teriam sido colocadas na mesa alternativas:

uma que seria a construção do açude numa cota mais baixa, o que evitaria a inundação da cidade de Jaguaribara e outra que fossem construídas 10 pequenas barragens em lugar daquela grande, assim se distribuía melhor a água, mas eles não aceitaram. Visitamos várias áreas de barragem no Brasil. Participamos no primeiro encontro internacional dos Atingidos por Barragens (Curitiba), participamos no Tribunal Internacional da Água em Florianópolis, a barragem foi condenada por unanimidade! Mas o governo queria! O objetivo era muito político!” (Neves, 2016).

Após a decisão de se avançar com a construção do açude, assumiu-se que os representantes das comunidades locais teriam a liberdade e prerrogativa para expor as suas posições e questionar as propostas em discussão, pois, tratava-se de uma gestão participativa das ações de impacto direto nos interesses e bem estar da população.

Conseguimos fazer uma audiência pública, em Fortaleza, realizada no COEMA - Conselho Estadual do Meio Ambiente, e com a SEMACE, a Superintendência Estadual do Meio Ambiente, trouxemos a maior autoridade do Brasil em Engenharia, que veio do Rio de Janeiro, o Engº Castro Borges, que era do DNOS, conseguimos essa audiência. Quando foi para essa audiência aqueles conselheiros que nunca tinham vindo à reunião aparecerem todos para votar a favor. Ai começamos a fazer um trabalho com as comunidades e a luta começou a ser feita com duas opções, mas agora mais no sentido de se a barragem fosse feita o que é que nos tínhamos que reivindicar. Foi formado um grupo de acompanhamento, formado pelo governo e o povo e todos os meses tínhamos reuniões. O Prefeito mandava buscar os representantes do povo e as reuniões eram feitas nas várias cidades do vale: Limoeiro do Norte, Jaguaratama, Jaguaribe, Morada Nova que estavam a favor, porque eles queriam era a água, não desciam na profundidade do problema. Depois conseguimos concentrar as reuniões mais em Jaguaribara. Antes era assim: quando as reuniões começavam o pessoal do governo apresentava os estudos, os projetos e etc. e depois o povo tinha alguns minutos para falar. Com a continuidade conseguimos inverter: o povo começava e depois eles davam as respostas. Foram mil e tantas reuniões! (Neves, 2016).

Pretendia-se que a construção do Castanhão fosse um elemento indutor de transformação da realidade de pobreza existente, forçando a inclusão da população atingida pela sua construção, no grupo social beneficiado com a apropriação das oportunidades oferecidas pela nova realidade decorrente da Barragem (Araújo; Vieira, 1999). Recomendava-se que este modelo de participação e de debate com a sociedade fosse seguido por outros empreendimentos do género da área dos Recursos Hídricos.

A compreensão, vivenciada na própria pele, de que um dos maiores impactos socioambientais da construção de barragens diz respeito ao desenraizamento das próprias populações situadas na bacia do açude do local onde vivem, residem e trabalham, fez com que se reivindicasse constar no diagnóstico ambiental do meio socioeconômico: “todos os aspectos referentes à relação sócio-afectivo-historico-cultural e religiosa das comunidades com o seu meio (Melo, 2010).

A Associação dos Moradores de Jaguaribara, em carta datada de 1992, dirigida ao Governador do Estado, relatava desta forma aquilo que considerava serem alguns dos impactos desta obra:

Um outro motivo que nos leva a resistir, diz respeito à nossa sobrevivência cultural. Até quando os nossos valores, as nossas tradições, as nossas raízes, enfim, serão desrespeitados pelos senhores que nos governam? (...) Com a implementação do projeto sofreremos muitos impactos.; Queremos lembrar alguns: a destruição dos sentimentos que unem os moradores à sua terra natal; a destruição dos laços de amizade e vizinhança construídos durante vários anos; a destruição dos diversos símbolos culturais e religiosos, que são ponto de referencia da memória e da historia da comunidade de Jaguaribara (Associação dos moradores de Jaguaribara, 1992).

E a Irmã Bernardete (Neves, 2016) argumenta:

“Os moradores preferiam estar na antiga cidade, e isso são as raízes culturais, familiares. O cemitério teve que abrir todos os túmulos, retirar os restos mortais, botaram naquelas urnas e trouxeram para a cidade nova e isso foi muito doloroso. Aconteceu em três cemitérios e isso foi dramático. Houve pessoas que chegaram na cidade nova e pouco tempo depois morreram e nós pensamos que foi de emoção, de sentimento, porque você já pensou uma pessoa nasce e se cria a vida inteira num lugar e de repente você vê aquilo tudo debaixo de água, parece que você perde o referencial. O povo gostava demais de lá, sabe porquê? o rio era um lugar de confraternização. Ia todo o mundo para tomar banho, para lavar a roupa. Lá o rio era alimentado pelo Orós, corria todo o tempo. Tinha uma pessoa, que agente ria muito com ela, que dizia: ó povo tolo, dizer que quem inventou o bikini foi o Rio de Janeiro, quem inventou fomos nós aqui em Jaguaribara que agente lava a roupa só de calcinha!”.

A questão do “reassentamento involuntário” do povo de Jaguaribara, de acordo com os testemunhos, é marcada por um processo que passou por etapas distintas: ameaça, resistência, insegurança, aceitação dinâmica e negocial e a chegada na nova terra. Posicionaram-se dois blocos: os atores sociais que se colocaram na posição de defensores na cidade, dispostos a impedir a sua realocação, designadamente a Associação de Moradores de Jaguaribara (AMJ), apoiados pelo Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB), o Grupo Multiparticipativo do Castanhão, o Instituto

da Memória do Povo Cearense (Imopec), o Movimento de Educação de Base (MEB), a Cáritas, o Centro de Estudos do Trabalho e de Acessória ao Trabalhador (Cetra), alguns profissionais liberais (técnicos, advogados, geógrafos) e políticos. Do outro lado, posicionava-se o Estado, representado pela Secretaria de Infra-Estrutura do Estado do Ceará (Seinfra), pelo Instituto do Desenvolvimento Agrário do Ceará (Idace), pela Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH) e da Secretaria da Agricultura Irrigada (Seagri), e encarregados da organização dos assentamentos rurais, pelo órgão federal DNOCS e pelo Centro Industrial do Ceará (CIC).

Todavia, vingou o entendimento do lado do DNOCS, do projeto original que inundaria Jaguaribara, tendo as reivindicações das comunidades, as suas propostas de medidas e a sua participação no projeto servido de acordo com o apurado, para direcionar unicamente a aprovação do projeto proposto.

Com a execução da barragem do Castanhão e a formação do seu reservatório, a cidade de Jaguaribara submergiu, dando lugar ao açude que surgiu numa localidade a 50 km do antigo sítio, no tabuleiro sedimentar, na margem esquerda do Rio Jaguaribe.

Em finais de Julho de 2001 teve início o processo de mudança da cidade que durou até setembro, dando-se inauguração oficial, no dia 25 de Setembro de 2001. No ano de 2003, a barragem foi concluída. Em 2004, já foi preciso abrir as comportas e mesmo assim, em algumas comunidades, pessoas foram retiradas de helicóptero, porque o reassentamento rural não se deu no tempo devido, apesar de todo o esforço de organização (Neves, 2016).

Quanto ao sistema de realocação, o método de permuta elaborado foi tratado pelo governo e pela imprensa como um dos maiores benefícios alcançados com a realocação da cidade. A Irmã Bernardete relata:

Fomos fazendo o levantamento das exigências: ninguém queria indenização de casa, que era baixa, preferia permuta. Fizemos todo um planeamento da cidade, o povo de Jaguaribara escolheu o local onde queria ficar na nova cidade, cada morador escolheu onde queria ser reassentado. Quem tinha uma casa ia receber outra casa, de acordo com a dimensão da casa que tinham. Tinha seis tamanhos de casa, de acordo com o que tinham na cidade antiga receberam na nova, mas tinha um padrão médio onde o mais pobre teve o mesmo direito do mais rico. Uma pessoa tinha um casebre de taipa, recebeu uma casa de 50 m², dois quatinhos de alvenaria, a pia inox na cozinha, mas o piso em cimento, o padrão era o mesmo (...) (Neves, 2016)

Na verdade, o trabalho de campo permitiu-nos verificar que a população participou das decisões relativas a todo o processo do reassentamento, desde a escolha da localização da cidade, aos tipos de habitação, à fiscalização das construções, tipo de cemitério, entre outros. Pode-se afirmar que a organização da sociedade civil, via Associação de Moradores e o Grupo Multiparticipativo de Acompanhamento no Castanhão constituiu uma grande conquista do povo jaguaribarense tendo cumprido a função de informar e mediar os conflitos envolvendo as principais questões relativas à construção do Complexo Castanhão, especialmente o reassentamento. Por outro lado, a Associação dos Moradores de Jaguaribara desempenhou um importante papel na condução da defesa dos interesses da população, inicialmente, contra a construção, e depois, nas negociações entre governo e atingidos. Outras questões

relevantes ressaltadas pela população foram a melhoria das condições habitacionais e da infraestrutura da cidade nova e a melhoria dos serviços de educação e saúde. Como aspectos negativos foram ressaltados a não estruturação da cidade em termos de oferta de emprego especialmente para a juventude, a perda de espaços de lazer para a população e, principalmente, o aumento do uso de drogas e criminalidade. Como frisa a irmã Bernardete, conseguiu-se muita coisa, mas ficaram várias pendências que, até hoje, não foram resolvidas. Apesar da luta, muitas ações mitigadoras nunca foram iniciadas, outras arrastaram-se no tempo e outras perderem o prazo já não sendo mais possível iniciá-las.

Apesar das situações denunciadas, sobretudo em audiências públicas havidas, estas não foram levadas em conta pelas autoridades. A solução encontrada permaneceu até hoje sem a confiabilidade necessária e as populações atingidas pela barragem do Castanhão continuam a lutar por uma alternativa sem, no entanto, sacrificar os mais justos sentimentos e desejos dessa comunidade. A ideia de conquista e de direito se faz presente até hoje e revela-se nos dados obtidos bem como no desejo de reparação de perdas que continua atual. Os atingidos comentam que perderam principalmente o seu modo de vida, seja ele econômico, cultural, social e material (Melo, 2010).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A necessidade de água como um bem vital e econômico é mais evidente numa região semiárida. Os açudes, que funcionam como reservatórios de água, guardando as águas das chuvas para serem utilizadas no período seco, são extremamente estratégicos. Todavia apresentam impactos negativos, sobretudo para as populações atingidas que não vêm resguardados muitos dos seus direitos. As questões sociais precisam ser resolvidas e estabelecidas antes do início da obra e, para que isto ocorra, é essencial que haja participação das comunidades atingidas nas etapas decisórias e no planejamento da obra, considerando-se a sua posição, inclusive o veto ao projeto, assim como o acesso permanente, facilitado e direto a todas as informações e documentos relativos à construção. A consulta pública e a participação e o acesso a informação são requisitos essenciais para o desenvolvimento destes projetos. As comunidades afetadas devem estar a par dos riscos e das conseqüências associadas para que se possam proteger eficazmente os seus direitos.

O deslocamento compulsório de populações por barragens está extremamente relacionado com a participação das populações nos processos decisórios. Apesar das soluções encontradas para o reassentamento das populações, de processos mais ou menos participativos, como o que detalhámos neste artigo, o caso do Castanhão, o que se verifica é que até hoje as soluções encontradas não têm a confiabilidade necessária e as populações atingidas pelas barragens continuam a lutar por uma alternativa por uma melhor qualidade de vida e pelo respeito pelos seus anseios e expectativas. Afigura-se-nos importante realçar que a concepção de gestão de recursos hídricos deve ser vista para além de um conjunto de medidas burocráticas/institucionais, devendo significar uma necessária mudança de mentalidade, de comportamentos e atitudes decorrente de concepções e práticas conservadoras.

Cumpre-nos sublinhar que as características físicas e naturais da região semiárida fazem com que o planejamento e gerenciamento participativo de um grande açude como o Castanhão se tenha destacado como elemento positivo e inovador na experiência de gestão das águas no semiárido. O fato de, atualmente, os usuários e

a sociedade local, através de Comitês de Bacias ou Conselhos Gestores de Açude, terem o poder de deliberar sobre a gestão de grandes reservatórios, decidindo anualmente as vazões de água a serem liberadas, assim como as suas regras de uso e preservação tem resultado, na prática, não apenas na gestão mais eficiente da água, mas no verdadeiro exercício da cidadania que precisa ser conhecido e disseminado. As características físicas e naturais da região semiárida fazem com que o planejamento e o gerenciamento participativo de grandes açudes públicos implementados se tenham destacado como elemento positivo e inovador na recente experiência de gestão das águas no semiárido, experiência que, cremos, pode permitir antever cenários de negociação e participação e avançar com questionamentos que, porventura, se irão colocar e enfrentar em Cabo Verde com as barragens recentemente construídas cujos impactos são já evidentes.

7. REFERÊNCIAS

Alexandre, D. M. B. (2012). *Gestão de pequenos sistemas hídricos no semiárido nordestino* (Doctoral dissertation).

Araújo, J. C. de (2006). As barragens de contenção de sedimentos para conservação de solo e água no semi-árido. *Tecnologias Apropriadas para Terras Secas*, 157-166.

Araújo *et al.* (2005). Custo de disponibilização e distribuição da água por diversas fontes no Ceará. *Revista Económica do Nordeste*, 281-307

Araújo, J. A. (1982). *Barragens no Nordeste do Brasil - Experiência do DNOCS em barragens na região semi-árida*. Fortaleza: Ministério do Interior – DNOCS.

Araújo, J. C.; Medeiros, P. H. (2013). *Impact of dense reservoir networks on water resources in semiarid environments*. *Australian Journal of Water Resources*, 17(1).

Araújo, M. Z.; Vieira, V. P. (1999). *As Dificuldades encontradas para implantação da Barragem do Castanhão e o acompanhamento de ações mitigadoras dos seus impactos ambientais*. *XXIV Seminário Nacional de Grandes Barragens* (pp. 117-129). Belo Horizonte: Anais.

Banco Mundial. (2001). *Manual Operacional do Banco Mundial. Políticas operacionais*. Banco Mundial.

Campos, J. N. (2014). *Secas e Políticas Públicas no Semiárido: ideias, pensadores e períodos*. *Estudos Avançados*, 65-88.

Cardoso, F. H. (2008). *Avança, Brasil: proposta de Governo*. Obtido em 29 de novembro de 2016, de Google Books PT: <https://books.google.pt/>

Fernandes, J. L. (2008). *Implantação de projectos de desenvolvimento, desterritorialização e vulnerabilidade das populações: o caso da construção de barragens*. Em U. d. Málaga (Ed.), *Cuarto Encuentro Internacional sobre Pobreza, Convergencia y Desarrollo* (pp. 1-15). Málaga: Eumed.Net.

Melo, J. A. (2010). *O Castanhão e a Luta Sócio-Jurídico-Ambiental*. Em J. A. Melo, *Direito Ambiental, Luta Social e Ecossocialismo* (pp. 104-107). Fortaleza: Fundação Demócrito Rocha.

Silva, R. M. (2003). *Entre dois paradigmas: combate à seca e convivência com o semiárido*. Sociedade e Estado, 361-385.

Souza, M.; Lima, V. (2014). *Agroecology in semi-arid regions: practices and lessons for food and nutrition security*. Reflections from the FAO Symposium, *Agroecology in Practice* (pp. 383-387). Rome: FAO.

Entrevistas:

Araújo, J.C. (29 de Novembro de 2016). (E Coutinho, Entrevistador)

Garjulli, R. (10 de Dezembro de 2016). (E. Coutinho, Entrevistador)

Melo, J. A. (10 de Novembro de 2016). (E. Coutinho, Entrevistador)

Neves, B. (30 de Novembro de 2016). Açude do Castanhão. (E. Coutinho, Entrevistador)

Tupinambá, S. V. (11 de Novembro de 2016). (E. Coutinho, Entrevistador)

A INSUSTENTABILIDADE DA CADEIA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS PLÁSTICOS INDUSTRIAIS NO AMAZONAS

Vanessa Kerolin Araújo Meireles

Universidade Federal do Amazonas

vanessa_kerol@hotmail.com

Kássia Valéria Oliveira Borges

Universidade Federal do Amazonas

RESUMO

O polo industrial de Manaus (PIM) é uma das principais fontes de geração de resíduos plásticos na região amazônica e estes resíduos, quando destinados à reciclagem representam uma cadeia de valor que gera empreendimentos e oportunidades de negócios, que podem dar solução para milhares de toneladas de resíduos produzidos anualmente, que por muitas vezes, não recebem um tratamento eficiente e ecologicamente correto, impactando a qualidade socioambiental de aglomerados urbanos. Os ganhos ambientais da reciclagem de resíduos plásticos são amplamente conhecidos, porém, por se tratar de um processo industrial em um livre mercado é preciso conhecer as peculiaridades e os fatores de influência de cada região para promover paralelamente a sustentabilidade ambiental e empresarial deste processo. Com um forte mercado de reciclagem sistematizado para geração de nova matéria prima, evita-se a perda econômica e danos ao meio ambiente por disposição inadequada de resíduos, impedindo a extração de novos recursos naturais. Para o desenvolvimento deste estudo de caso foram utilizados dados secundários dos sindicatos, associações e organizações nacionais que regulam e fazem a gestão do mercado de resinas plásticas (virgens e recicladas), assim como informações e dados locais obtidos em campo. Como instrumento de análise foi utilizado a matriz de *SWOT*, desenvolvida com o objetivo de identificar os fatores positivos e negativos que influenciam e promovem a competitividade de mercados ou organizações. A descontinuidade das informações sobre a gestão de resíduos sólidos do PIM foi uma das principais limitações encontradas quanto ao histórico de evolução da geração e destinação de resíduos plásticos, assim como a falta de políticas públicas, fiscalização e de incentivos para gestão de resíduos de forma sustentável, o que tem deixado uma lacuna quanto de avaliação do desempenho e de informações sobre essa problemática ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Resinas plásticas, Gestão de resíduos, Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

A poluição gerada pelos resíduos sólidos é um problema ambiental global que afeta tanto os fatores ambientais, quanto sociais e econômicos do desenvolvimento urbano, causando sérios danos à saúde e qualidade de vida humana. A geração de resíduos é intrínseca as atividades humanas, sendo diretamente influenciada pela produção industrial em larga escala, pelo crescimento populacional e pelo consumo de bens não duráveis, entre outros, o que vem gerando um passivo ambiental a nível mundial insustentável.

Segundo a Agenda 21 (1995), diretrizes em favor da sustentabilidade ambiental, desenvolvida em 1992 durante a Conferência das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, “[...] o manejo ambientalmente saudável dos resíduos

se encontra entre as questões mais importantes para a manutenção da qualidade do meio ambiente na Terra e, principalmente, para alcançar um desenvolvimento sustentável e ambientalmente saudável em todos os países”.

O correto gerenciamento dos resíduos sólidos, além dos benefícios ambientais gera oportunidades de emprego e desenvolvimento socioeconômico, ao mesmo passo que dá destino adequado à milhares de toneladas de resíduos produzidos anualmente, que por muitas vezes, não recebem um tratamento eficiente e ecologicamente correto impactando a qualidade socioambiental da região.

Dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada divulgado no Ministério do Meio Ambiente em 2010 (IPEA, 2010) apontam que o Brasil perde cerca de R\$ 8 bilhões por ano quando deixa de reciclar todo resíduo reciclável que é encaminhado para aterros e lixões nas cidades brasileiras.

Percebendo o real impacto ambiental provocado pelos resíduos sólidos em nível de alterações negativas do meio ambiente, após amplas discussões internacionais e transculturais, foram desenvolvidas diretrizes para o manejo adequado dos resíduos sólidos. Segundo Simião (2011), os Sistemas de Gerenciamento de Resíduos (SGR) foram criados com o intuito de diminuir os impactos ambientais inerentes ao volume e a grande quantidade de resíduos descartados inadequadamente, principalmente industriais, objetivando sistematizar as etapas desde a geração até o tratamento ou destinação final dos mesmos, de maneira a identificar, controlar, e minimizar, os impactos ambientais causados pela geração de resíduos industriais.

Dentre as diversas tecnologias disponíveis para o tratamento adequado dos resíduos sólidos, uma das alternativas consideradas mais ambientalmente adequada é a reciclagem. Em particular para o plástico, material com grande capacidade de reciclagem, porém, é de extrema importância deixar claro que nem todos os resíduos sólidos podem ser tratados pela reciclagem, e que mesmo os plásticos recicláveis, parte é desqualificada por contaminação.

Reciclagem é o reprocessamento, em um novo processo de produção, dos resíduos de materiais, para o fim inicial ou para outros fins, mas não incluindo a revalorização energética e a orgânica. O processo de reciclagem é a conversão de embalagens pós-consumo e/ou aparas de conversão industrial, separadas e coletadas, em um produto ou matéria-prima secundária.

Segundo a Política Nacional de resíduos Sólidos:

Reciclagem é o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos. Sendo uma das alternativas para diminuir o impacto ambiental do excesso de resíduos (BRASIL, 2010).

O tratamento de resíduos sólidos através do processo de reciclagem favorece a sustentabilidade tanto do ponto de vista ambiental quanto econômico e social. Além de reprocessar o resíduo transformando-o em matéria-prima, a reciclagem movimentada a economia e a geração de empregos.

O Compromisso Empresarial para Reciclagem aponta que, em 2013, a coleta, triagem e o processamento dos materiais em indústrias recicladoras geraram um faturamento de mais de R\$10 bilhões (CEMPRE, 2015).

Entre os resíduos recicláveis, o resíduo plástico devido suas características físico-químicas e diversas utilidades, são considerados subprodutos dos processos industriais, pois possuem valor econômico agregado e uma cadeia de produção através da reciclagem.

O plástico entrou no cotidiano da população em geral pós-revolução industrial, depois de inúmeras descobertas e melhorias. Progressivamente passou a substituir outros materiais tradicionais como vidro, madeira, algodão, celulose e metais, facilitando a vida das pessoas com melhorias de forma, ergonomia, peso e utilidade dos objetos. Hoje em dia o plástico é essencial para o progresso da humanidade e principalmente para o desenvolvimento industrial.

As resinas plásticas são produzidas a partir da nafta, um petroquímico obtido pelo processo de refino do petróleo ou do gás natural, utilizada como matéria-prima para a obtenção da chamada primeira geração petroquímica: eteno, benzeno, propeno e isopropeno, tolueno, orto/para-xileno, xileno misto, buteno, butadieno e outros petroquímicos básicos (Gomes, 2016).

Segundo Gomes (2016), os polímeros constituem a segunda geração petroquímica, e o processamento dessas resinas para a geração de produtos plásticos industrializados é considerado a terceira geração petroquímica. Estes polímeros estão divididos em duas categorias: termoplásticos (não sofrem reações químicas quando submetidos ao calor) e termofixos (alteram sua composição sob aquecimento).

Os polímeros mais utilizados no Brasil como *commodities*¹ são: polietileno (PE), polipropileno (PP), poliestireno (PS), poliuretano (PU), policloreto de vinila (PVC) e poliéster (SINDIPLAST, 2011). Outros polímeros são fabricados em menor escala, por terem aplicações específicas são denominados plásticos de engenharia ou especialidades.

A principal matéria-prima para a fabricação dos plásticos são combustíveis fósseis, sendo que 4% da produção mundial de petróleo e gás são usadas como matéria-prima para a produção de plásticos, e outros 3 a 4% são usados como energia no seu processo de fabricação. Por ser dependente de um recurso natural finito a produção do plástico é diretamente dependente do uso racional e sustentável, do petróleo mundial.

A produção e o consumo de petróleo e seus derivados são uma das principais fontes de poluição atmosférica com a emissão de: monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxido de enxofre, óxido de nitrogênio e materiais particulados. A base energética nacional ainda está diretamente atrelada ao uso de combustíveis fósseis e os impactos desse padrão refletem-se também nas mudanças climáticas. O que reitera a necessidade econômica, social e ambiental de reinserir o resíduo plástico (derivado de petróleo) em um constante processo de reciclagem.

¹ São produtos essenciais ao desenvolvimento humano e que são negociados diariamente numa escala global, e por serem de importância fundamental e mundial, seu preço é normalmente determinado pelo mercado internacional, e varia de acordo com a oferta e a demanda.

O processo de reciclagem do plástico industrial e a reinserção das mesmas no mercado local é um fator para promover a sustentabilidade da Amazônia assim como a sustentabilidade empresarial da reciclagem.

O PIM é um grande gerador de resíduos plásticos e conhecer o processo de destinação destes resíduos é uma oportunidade de melhoria para o sistema de gestão de resíduos sólidos de Manaus. Além de identificar as falhas operacionais dos processos de gestão, a proposta deste trabalho foi avaliar os sistemas de gestão e tratamento dos resíduos plásticos, assim como propor alternativas que possam reduzir os impactos deste resíduo ao ambiente. As informações aqui obtidas se apresentam como instrumento do conhecimento para que entes públicos, privados e atores envolvidos na gestão ambiental do Município possam conhecer com maior detalhamento como funciona a destinação de resíduos plásticos e suas influências.

2. METODOLOGIA

Para descrição do sistema de gestão de resíduos plásticos do PIM foi analisado o mercado de reciclagem de resíduos plásticos de origem industrial de Manaus, utilizando dados secundários dos sindicatos, associações e organizações nacionais que regulam e fazem a gestão do mercado de resinas plásticas (virgens e recicladas), assim como informações e dados locais obtidos na SUFRAMA, órgão que sistematiza os inventários de resíduos sólidos industriais do PIM e coleta de dados primários em empresas de tratamento de resíduos plásticos.

Como instrumento de análise foi utilizado a matriz de SWOT, identifica os pontos fortes (Strengths) e fracos (Weaknesses) da atividade de reciclagem e as iminentes ameaças (Threats) e oportunidades (Opportunities), permitindo ao pesquisador descrever o cenário atual de uma organização e avaliar os pontos de melhoria que necessitam de atenção especial para o desenvolvimento organizacional (Azevedo, 2001).

Após a análise do mercado foram sugeridas tecnologias e alternativas sustentáveis que podem amenizar os impactos e melhorar a gestão de resíduos industriais do Polo Industrial de Manaus.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Pólo Industrial de Manaus (PIM) criado, através da Zona Franca pelo Governo Federal do Brasil em 1967, por meio do Decreto-lei N.º 288. É uma política de desenvolvimento regional adotada pelo governo brasileiro com o objetivo de viabilizar uma base econômica de forma sustentável para a Amazônia, promovendo o desenvolvimento no interior da Amazônia Ocidental e gerando empregos e receita.

O PIM é formado por 555 empresas nacionais e multinacionais que atuam em segmentos como eletroeletrônico, duas rodas, termoplástico, químico, entre outros e recebem incentivos fiscais para atuar na região (SUFRAMA, 2014). Empresas essas que tem grande demanda por resinas plásticas, e também, conseqüentemente, tem nos resíduos plásticos um dos principais resíduos oriundos dos seus processos produtivos.

A Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA) e o Instituto de Proteção Ambiental da Amazônia (IPAAM) órgão ambiental do estado, são os responsáveis pela coleta e sistematização dos dados dos Inventários de Resíduos Sólidos das indústrias do PIM, imposto pela resolução CONAMA nº 313 (2002), a qual exige das

empresas brasileiras um inventário de seus resíduos industriais que deve ser entregue a cada ano ao órgão ambiental competente, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). As empresas devem descrever não só a quantidade e a natureza dos resíduos que são gerados, mas também a forma de armazenamento, transporte, destinação final e outras informações.

Manaus possui uma refinaria de petróleo que processa petróleo cru e gás natural vindos do interior do estado do Amazonas e de outras localidades, produzindo entre seus derivados a nafta, matéria prima para produção de resinas plásticas.

Por ser um material não biodegradável, de grande consumo em escalas domésticas e industriais, o plástico, após o descarte torna-se um problema ambiental em potencial, se não for destinado adequadamente. Devido à imensa variedade de plásticos existentes no mercado e do grande volume descartado pelas indústrias, a gestão de resíduos plásticos é complexa, e a destinação escolhida irá depender de diversos fatores entre eles: tecnologias disponíveis, qualidade de segregação do resíduo, logística, custos e outros.

As resinas plásticas recicláveis, são classificadas em 7 categorias numéricas que utilizam uma simbologia padrão para demonstrar sua capacidade de submissão a reciclagem (Sindiplast, 2016):

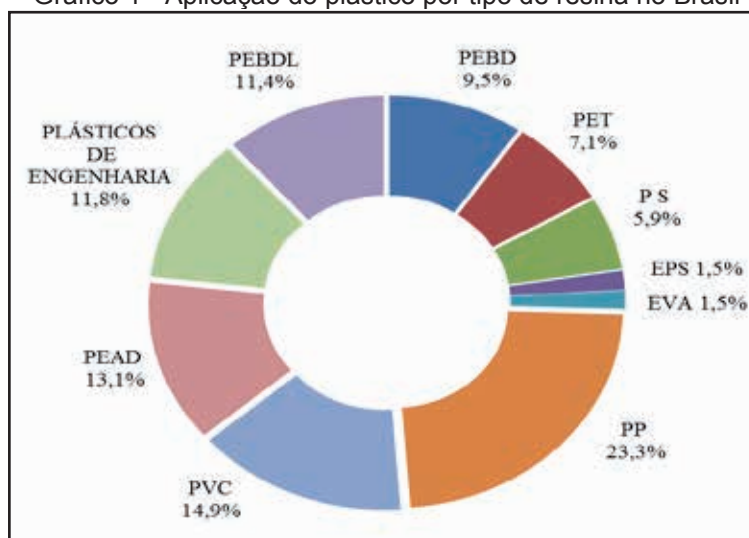
- Politereftalato de Etileno (PET) - plásticos transparentes, inquebráveis, impermeáveis e leves. O PET é utilizado principalmente da fabricação de embalagens de produtos alimentícios como água, bebidas, óleos e sucos e materiais e produtos de limpeza cosméticos e farmacêuticos;
- Polietileno de Alta Densidade (PEAD) - material resistente a baixas temperaturas, leve, impermeável, rígido e com resistência química e mecânica. É utilizado para fabricação de embalagens de alimentos, cosméticos, tampas de refrigerante, potes para freezer, brinquedos, engradados;
- Policloreto de Vinila (PVC) - Possui características como rigidez, impermeabilidade e resistência a temperatura são utilizados principalmente em tubos, conexões, cabos elétricos e material de construção como janelas, portas e esquadrias;
- Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) E Polietileno Linear de Baixa Densidade (PELBD) - São flexíveis, leves e transparentes. O PEBD é utilizado na produção de filmes termoencolhíveis como fios e cabos para televisores e telefones, filmes de uso em geral, sacaria industrial, tubos para irrigação, mangueiras, embalagens flexíveis, impermeabilização de papel, camada selante de embalagens tetra-Pack; O PELBD é aplicado na produção de embalagens de alimentos, fraldas descartáveis, absorventes higiênicos e sacaria industrial;
- Polipropileno (PP) - material resistente à mudança de temperatura, rígido e brilhante. Embalagens para alimentos, copos descartáveis, garrações de água mineral, material têxtil, produtos hospitalares descartáveis, tubos para água quente, autopeças e tecido de rafia;
- Poliestireno (PS) - material rígido e leve, utilizado na fabricação de copos descartáveis, eletrodomésticos, produtos de construção civil, autopeças, potes de iogurte. O PS expandido também ser representando em pratos, tampas, barbeadores e brinquedos;

- Demais plásticos – nessa categoria estão incluídos todos os demais plásticos não classificados em *commodities*, plásticos especiais e plásticos não recicláveis.

A indústria de transformação de plásticos é a sétima maior da economia nacional, com influência em praticamente todas as cadeias produtivas. O plástico está presente na maioria dos produtos industrializados utilizados pela sociedade contemporânea, é utilizado em praticamente todos os setores da economia (ABIPLAST, 2011),

O gráfico 1, elaborado pela ABIPLAST (2011), representada a distribuição das resinas plásticas mais consumidas no mercado brasileiro, e conseqüentemente as principais *commodities* para reciclagem.

Gráfico 1 - Aplicação do plástico por tipo de resina no Brasil



(Fonte: Adaptado de ABIPLAST, 2014)

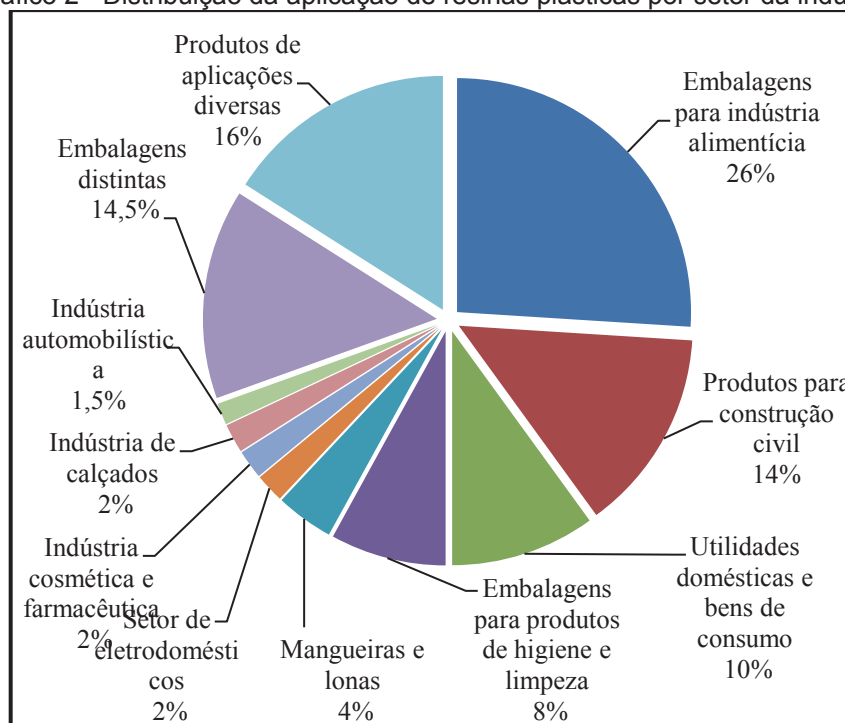
O consumo brasileiro de plástico em 2011 foi em torno de 6,2 milhões de toneladas e cresce em média de 5% ao ano, mundialmente representa 2,7% da produção e possui significativa relevância no abastecimento da América Latina.

A ABIPLAST aponta que, a indústria de transformação de plásticos é o quarto maior empregador da indústria de transformação brasileira, ficando atrás dos setores de confecção de vestuário e acessórios, abate e fabricação de carnes e fabricação de outros produtos alimentícios. As mais de 11.590 indústrias de transformação de plásticos empregam aproximadamente 352.249 empregados, com as mais diversas qualificações. As 127 indústrias do Amazonas absorvem mais de 10.187 funcionários.

Presente nas mais variadas linhas de produção, o consumo de resinas plásticas no Brasil está diretamente ligado à produção industrial nacional, o gráfico 2 representa a distribuição do uso de resinas plásticas nas principais atividades industriais brasileiras.

A maior concentração de empresas e de empregados do setor de transformação de plástico está localizada nas regiões Sudeste e Sul do país. O fator geográfico influencia relevantemente na instalação dessas indústrias, devido à necessidade de atender ao mercado e os custos com logística e transporte do produto até o consumidor.

Gráfico 2 - Distribuição da aplicação de resinas plásticas por setor da indústria



(Fonte: Adaptado de ABIPLAST, 2011)

O desenvolvimento da cadeia de reciclagem do plástico no Brasil vem acompanhando a crescente demanda por resinas plásticas e concorre com a oferta de matéria prima virgem. A necessidade de consumo de resina plástica nas indústrias brasileiras tem movimentado esse mercado e crescido junto com o mercado de resina virgem. As empresas recicladoras são os principais consumidores de resíduo plástico, essas empresas reprocessam o material, fazendo-o voltar como matéria-prima para a fabricação de novos produtos ou o mesmo produto originário. Além dos ganhos ambientais com a manutenção de uma matéria prima na cadeia de produção, são reconhecidos os ganhos sociais e econômicos com a reciclagem, segundo Barros (2013) é possível economizar até 50% de energia com o uso de plástico reciclado.

Com a queda mundial do preço do petróleo, o preço das resinas virgens também se torna menor, a ponto de serem mais baratas que as recicladas, representando um risco ao mercado de resinas recicladas o que pode resultar na inviabilidade das unidades recicladoras (PLÁSTICO EM REVISTA, 2016). O rotineiro consumo de resinas de virgens e de primeira linha, incentiva a exploração de petróleo e seu processamento.

Segundo o diretor da ABIPLAST José Ricardo Roriz Coelho, a variação de custos da produção das indústrias de plástico desorganiza toda a cadeia produtiva. "O Brasil não tem investido em inovações tecnológicas na produção de matéria-prima. O mercado brasileiro não exerce concorrência a outros mercados, e mesmo internamente não temos oferta, embora exista demanda (ABIPLAST, 2016)". A estabilidade do mercado brasileiro não estimula a competitividade e, tão pouco, a melhoria de qualidade de produtos ou a redução de preços. No cenário de 2017, com a alta do dólar a exportação é um atrativo para a produção brasileira, mas por outro lado, para atender ao mercado interno é necessário superar a alta carga tributária, o aumento da energia, do transporte, e do custo com a produção e mão de obra.

Cada região do país possui acesso diferenciado a tecnologias e inovações, o papel das universidades, sindicatos, associações e centros de pesquisa também é primordial para o desenvolvimento de novas opções, mais sustentáveis, para a destinação de resíduos. Por se tratar de um resíduo com alto valor agregado e uma ampla cadeia de reciclagem, o poder público também deve incentivar através de políticas de incentivo a criação e atração de empresas que absorvam esses resíduos em sua cadeia produtiva para o Amazonas.

No PIM em 2011, segundo a SUFRAMA (2012), foram gerados 152.759,56 ton. de resíduos sólidos. (44 inventários). Só de resíduos de plásticos foram geradas 20.399,96 ton/ano (considerando resíduos de: plástico polimerizado em processo, bombonas de plástico não contaminado, isopor e filmes e pequenas embalagens de plástico).

Tabela 01 - Geração de resíduos plásticos produzidos no PIM

Ano	Empresas	Inventário	Geração de resíduos (Ton.)	Resíduos plásticos (Ton.)
2011	435	44	152.759,56	20.399,96
2013	555	63	818.930,23	93.946,49

Fonte: SUFRAMA 2012 e 2014.

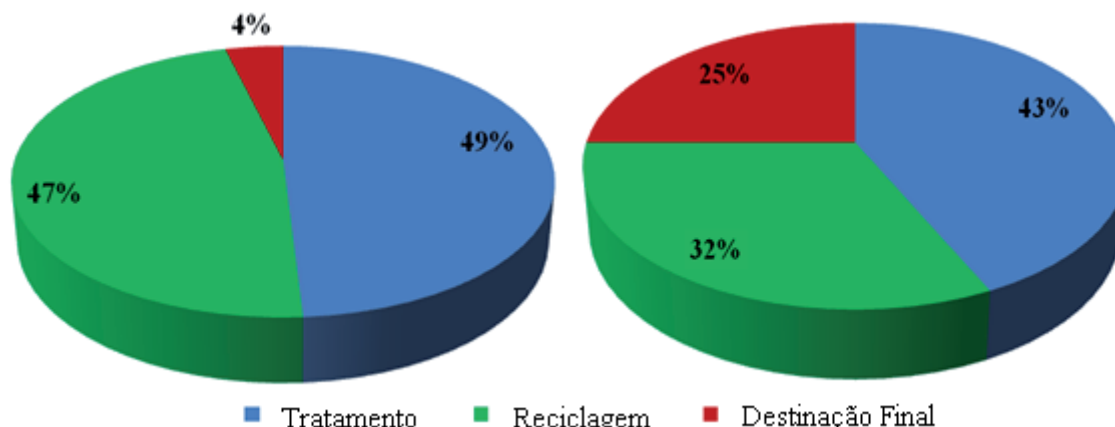
O inventário referente à 2011 aponta que das 435 empresas licenciadas apenas 44 entregaram os inventários de resíduos, um universo de apenas 10%, mas com grande representatividade, considerando que as maiores geradoras do polo de duas rodas e do polo de eletroeletrônicos estão entre os 44 inventários.

O gráfico 3, apontam que dos resíduos industriais gerados pelo Polo Industrial de Manaus 49% recebe tratamento, 47% é reciclado e 4% vai para disposição final.

Em Manaus mesmo passível de reciclagem, parte do resíduo plástico produzido pelo PIM não é reciclado, sendo destinado ao aterro controlado ou a incineração, contribuindo pra intensificar os impactos ao meio ambiente.

Gráfico 3 - Destinação de resíduos do PIM em 2011

Gráfico 4 - Destinação de resíduos do PIM em 2013



Fonte: (Suframa, 2012, 2014)

Dados do inventário de resíduos referente ao ano de 2013 (SUFRAMA, 2014) (gráfico 4), consolidado por meio das 63 indústrias que enviaram os seus inventários de resíduos para a SUFRAMA, foram geradas 819 mil toneladas de resíduos dos quais aproximadamente 94 mil toneladas eram de resíduos plásticos, 43% dos resíduos industriais gerados pelo PIM foram tratados, 32% foram reciclados e 25% foram encaminhados para destinação final.

A redução no tratamento e reciclagem dos resíduos sólidos industriais abre precedentes para geração de passivo ambiental no aterro do município, o que representa um impacto significativo à vida útil do aterro (que é responsável por receber todo o resíduo sólido urbano da cidade). O envio de 25% dos resíduos sólidos do PIM para o aterro municipal demonstra a falta de alternativas economicamente viáveis para a destinação de resíduos sólidos em Manaus e que a gestão de resíduos das indústrias não tem sido suficientemente eficiente para garantir a reciclagem.

Em Manaus uma considerável parcela dos plásticos recicláveis produzidos pelo PIM, é destinada ao aterro, ou à incineração devido às dificuldades das recicladoras absorverem os resíduos de plástico doméstico com baixa qualidade de segregação. O resíduo plástico com presença de matéria orgânica, areia, misturado com papel, ou sujo com outras substâncias, não são bem aceitos pelas recicladoras.

As dificuldades logísticas da cidade de Manaus também influenciam no tratamento do resíduo, a distância da cidade de outros grandes centros comerciais e a dependência do sistema de transporte aéreo e fluvial encarecem a logística reversa. O mercado de tratamento de resíduos é totalmente dependente das empresas instaladas em Manaus, com baixa viabilidade econômica para o envio de resíduo às empresas de outras regiões, devido aos altos custos de transporte.

Com a dependência do mercado interno de Manaus, os custos praticados são manipulados por um grupo de empresas, que dominam o tratamento de resíduos industriais do PIM, formando uma competição imperfeita no mercado nacional de resinas. O que é fortalecido pelas exigências da legislação e das necessidades do mercado que só esse grupo consegue atender, inviabilizando a inserção de empresas de menor porte ou cooperativas nesse mercado.

Como mecanismo para identificar os pontos positivos e negativos foi realizado através da metodologia da avaliação de *SWOT* o levantamento pertinente ao cenário amazonense de reciclagem de plásticos. A tabela 2, a seguir, descreve as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças do atual mercado segundo a ferramenta de análise.

Tabela 02 - Matriz de SWOT do mercado de resinas plásticas em Manaus.

Fatores Internos	Strengths (Forças)	Weaknesses (Fraquezas)
	<ul style="list-style-type: none"> • Benefícios fiscais; • Demanda do Polo Industrial que necessita de resinas plásticas; • Grande número de indústrias de transformação plástica; • Indústrias com certificação ISO 9.001 e ISO 14.001; • Commodities; • Intensa geração de resíduos plásticos; • Minimização dos impactos da geração de resíduos plásticos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de sistematização de dados nos órgãos de regulação; • Falta de estrutura e fiscalização; • Mercado local dependente do mercado internacional; • Baixa eficiência na reciclagem de plásticos domésticos gerados nas indústrias; • Desperdício de resíduo reciclável; • Falta de concorrência para atender as indústrias do PIM; • Consumo de energia e água. • Técnicas rudimentares.
Fatores Externos	Opportunities (Oportunidades)	Threats (Ameaças)
	<ul style="list-style-type: none"> • Matéria prima disponível; • Mercado pouco explorado; • Tecnologias de separação e recuperação de resinas mais modernas; • Bolsa de resíduos; • Pesquisas técnicas e científicas. • Apelo da sustentabilidade da Amazônia. • Incentivo de indústrias do PIM a centros de P&D. 	<ul style="list-style-type: none"> • Variação dos preços das resinas virgens; • Pressão de mercados internacionais; • Externalidades; • Dificuldades e custos logísticos; • Restrições de qualidade do produto final.

Fonte: Autores, 2016.

Com a análise da Matriz de SWOT foi possível identificar as falhas de mercado da reciclagem de plásticos e perceber que os fatores internos tem se sobreposto aos fatores externos. O desenvolvimento da cadeia de reciclagem de plásticos em Manaus depende do desenvolvimento do mercado, através da oferta e demanda e resinas plásticas que tende a crescer, e concomitantemente de uma reestruturação desse mercado local com a participação de outros agentes (recicladoras, Estado, tecnologias e outros) que possam incentivar o livre comércio da reciclagem de resíduos plásticos.

4. CONCLUSÕES

Os plásticos são resultado da exploração, processamento e consumo de um recurso natural proveniente de combustíveis fósseis, o consumo de produtos à base de

petróleo são fatores de incentivo a extração desse recurso. O processamento de petróleo extremamente nocivo ao meio ambiente gera além de combustível, produtos com uma pequena vida útil (descartáveis) e muitos danos ao meio ambiente.

Os resíduos plásticos são resultados direto dos processos industriais e do consumo humano diário nas mais diversas áreas. E a reinserção desses resíduos nos processos industriais através da reciclagem representa uma produção mais limpa, e impactos ambientais evitados. O mercado local depende de resinas plásticas para manter sua produção constante, mas não vê na reciclagem de plástico uma alternativa de manter a constante demanda. O desenvolvimento do mercado interno para o consumo de resinas recicladas e o fortalecimento das empresas de reciclagem é possível, se forem tomadas medidas cruciais para que os resíduos plásticos torem-se para além de um resíduo sólido, um fator de desenvolvimento econômico.

A manutenção da sustentabilidade do mercado de resinas plásticas recicladas no Brasil é um promissor modo de evitar o impacto ambiental do consumo de petróleo e do descarte do resíduo final do plástico. Ações eu representam atualmente um fator de impacto ligado diretamente a emissão de gases de efeito estufa e impactos globais quanto as mudanças climáticas.

5. REFERÊNCIAS

Abiplast. (2011). Associação Brasileira da Indústria do Plástico. Perfil 2011. São Paulo, Brasil.

Abiplast. (2015). *Em seminário de competitividade, Roriz critica impostos e convida empresários a “pensarem fora da caixa*. Disponível em: www.abiplast.org.br/noticias/em-seminario-de-competitividade-roriz-critica-impostos-e-convida-empresarios-a-pensarem-fora-da-caixa/20150929100721_Y_485. Acessado em 10 de janeiro de. 2016. Brasil.

Azevedo, M; Costa, H. (2001). *Métodos para avaliação da postura estratégica*. Caderno de pesquisa em administração. Volume 08. Nº 2. São Paulo, Brasil.

Barros, R. M. (2013). *Tratamento de resíduos sólidos: Gestão, uso e sustentabilidade*. Editora Interciência. Rio de Janeiro, Brasil.

Brasil, Ministério do Meio Ambiente. *Política nacional de resíduos sólidos*. Lei nº 12.305. Brasília, Brasil.

CEMPRE Review. Compromisso Empresarial para Reciclagem. (2013). *Panorama da reciclagem de embalagens pós-consumo no Brasil*. Disponível em: <http://www.cempre.org.br/>. Acessado em: 18 de junho de 2016.

Conama, Conselho Nacional de Meio Ambiente. (2002). *Inventário nacional de resíduos sólidos industriais*, Resolução Conama Nº 313. Brasília, Brasil.

Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (1995). *Agenda 21* - Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações. Disponível em: <http://bd.camara.gov.br>.

Gomes, G.; Dvorsak, P.; Heil, T. (2005). *Indústria petroquímica brasileira: situação atual e perspectivas*. BNDES. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>. Acessado em 26 de janeiro de 2016.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. (2010) *Sustentabilidade Ambiental no Brasil: biodiversidade, economia e bem estar humano*. Livro 7. Brasília, Brasil.

Plástico em Revista (2016). *Menos sustos nos custos*. *Sustentabilidade*. Edição 622; 2016. Disponível em: http://plasticosemrevista.com.br/category/edicoes/_edicao-622-fevereiro-2016. Acessado em: 18 de Abril de 2016. Brasil.

Simião, J. (2013). *Gerenciamento de resíduos sólidos industriais em numa empresa de usinagem sobre o enfoque da produção mais limpa*. Dissertação apresentada a engenharia de escola de São Carlos da Universidade de São Paulo para a obtenção de título de mestre em hidráulica e saneamento, São Carlos, 2011.

SINDIPLAST, Sindicato Indústria Material Plástico Estado São Paulo. (2011). *Guia ambiental da indústria de transformação e reciclagem de materiais plásticos*. – Elaboração Técnica: Gilmar do Amaral et al.; Colaboradores: Botto, A. H. C. e Souza et al.. CETESB; SINDIPLAST. São Paulo, Brasil.

Sindiplast. Sindicato das Indústrias de Material Plástico de Manaus, www.sindicatodaindustria.com.br. Acessado em 08 de fevereiro de 2016.

Suframa. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (2014). *Inventário anual de resíduos sólidos industriais do polo industrial de Manaus*. Manaus: Grupo de gestão de resíduos industriais. Manaus, Brasil.

Suframa. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (2012). *Inventário anual de resíduos sólidos industriais 2012 (dados de 2011) - pólo industrial de Manaus*. – Manaus: Grupo de gestão de resíduos industriais. Manaus, Brasil.

Suframa. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (2014). *Inventário anual de resíduos sólidos industriais do pólo industrial de Manaus – Manaus*: Grupo de gestão de resíduos industriais. Manaus, Brasil.

A PROBLEMÁTICA DA DESERTIFICAÇÃO NO BRASIL E CABO VERDE

Maria Losângela Martins de Sousa
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
losangelaufc@gmail.com

Vlândia Pinto Vidal de Oliveira
Universidade Federal do Ceará

Sónia Maria Duarte Melo Silva Victória
Universidade de Cabo Verde

RESUMO

O presente artigo faz parte da tese de Doutorado intitulada: Susceptibilidade à degradação/desertificação na sub-bacia hidrográfica do Riacho Feiticeiro Ceará/Brasil) e na microbacia da Ribeira Grande (Santiago/Cabo Verde). O principal objetivo é avaliar a susceptibilidade à degradação/desertificação nas áreas estudadas através dos indicadores geobiofísicos e socioeconômicos de desertificação. A pesquisa foi desenvolvida através levantamento bibliográfico e geocartográfico, interpretação de imagens de satélite e trabalhos de campo. Como principais resultados verificou que tanto na sub-bacia do Feiticeiro quanto na microbacia da Ribeira Grande os indicadores biofísicos e socioeconômicos demonstraram alta susceptibilidade à desertificação.

Palavras-chave: Indicadores de desertificação; Bacia hidrográfica; Semiárido.

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo faz parte da tese de Doutorado intitulada: Susceptibilidade à degradação/desertificação na sub-bacia hidrográfica do Riacho Feiticeiro (Ceará/Brasil) e na microbacia da Ribeira Grande (Santiago/Cabo Verde) de Sousa (2016). A pesquisa teve como recorte espacial a sub-bacia hidrográfica do Feiticeiro, localizada no município de Jaguaribe, Ceará, Brasil, e a microbacia da Ribeira Grande, localizada no arquipélago de Cabo Verde, na Ilha de Santiago, região saheliana da África.

A sub-bacia hidrográfica do Riacho Feiticeiro localiza-se entre as coordenadas 39°00'00" W e 6°10'00" S e 38°40'00" W e 5°40'00" S, possui aproximadamente 315 km², constitui-se como um afluente do Médio Jaguaribe e apresenta três sistemas ambientais: Maciço Residual do Condado, Depressão Sertaneja e Planícies Fluviais.

A microbacia da Ribeira Grande está localizada ao Sul da Ilha de Santiago, entre as coordenadas 23°38'00" e 23°34'00" W e 15°02'00" e 14°54'00" N. Possui aproximadamente 15 km², nasce no complexo montanhoso do Pico da Antônia e deságua na planície litorânea da Cidade Velha e possui os seguintes sistemas ambientais: Maciço Residual do Pico da Antônia, Cristas Residuais, Achadas (Patamares) Parcialmente Dissecadas, Cones Vulcânicos, Planícies Fluviais, Planície Litorânea. Drena parcialmente dois conselhos municipais da Ilha, São Domingos e

Ribeira Grande de Santiago e possui quatro núcleos populacionais: Cidade Velha da Ribeira Grande de Santiago, Calabaceira, Salineiro e Achada Loura, com aproximadamente 632 famílias e 3.096 habitantes, segundo o Censo (2010) do INE.

Os estudos sobre a desertificação datam da década de 1940 e se apresentam como produto das discussões internacionais que foram realizadas a partir de então. Diversos encontros nacionais e internacionais foram realizados entre os quais podemos destacar a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, em 1992 (Rio-92). Naquele encontro foi definido o conceito de desertificação e elaborada a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD). Desta feita, o conceito de desertificação foi definido oficialmente e publicado na Agenda 21 como “a degradação das terras nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, como resultado da ação de fatores diversos, com destaque para as variações climáticas e as atividades humanas” (Brasil, 2004 p. 23). Quanto a UNCCD, os países que fazem parte dessa convenção elaboraram o Programa de Ação Nacional de combate à Desertificação, conhecido como PAN, como principal estratégia de luta contra a desertificação. Nesse contexto, Cabo Verde se destaca sendo o primeiro país africano e o segundo no mundo a assinar e ratificar a Convenção de luta contra a desertificação. O seu Plano Nacional foi elaborado em 1998 e aprovado em 2000 (Rocha, 2006).

No caso do Brasil, o PAN foi publicado em 2004 e partir daí os estados comprometidos com a problemática passaram a ter o compromisso de elaborar seus Planos estaduais (PAE).

2. A DESERTIFICAÇÃO NO BRASIL

Conforme o conceito de desertificação publicado na agenda 21 é consenso entre a maioria dos pesquisadores da temática que o processo ocorre no Nordeste, especialmente nas áreas semiáridas e subúmidas secas (Matallo Júnior, 2000). Assim, pode abranger parte significativa dos estados do Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e norte de Minas Gerais (Brasil, 2004).

Em algumas partes do sertão cearense, a degradação já atinge condições irreversíveis, exibindo marcas nítidas de desertificação. De acordo com o Programa Estadual de Combate à Desertificação (PAE-CE) (Ceará, 2010), grande parte do estado está susceptível ao processo, o qual vem ocorrendo em diversos níveis e se configuram em três núcleos, a saber Irauçuba/Centro Norte, Inhamuns e Médio Jaguaribe.

Entre os principais autores que tratam da desertificação no Nordeste brasileiro estão Vasconcelos Sobrinho, como o pioneiro, a partir da década de 1970, Ab'Saber (1977), Nimer (1980, 1988) e Conti (1995). Para esses autores, a vulnerabilidade ambiental, associada à história de ocupação da região, são responsáveis diretos pela degradação ambiental e conseqüentemente pela desertificação.

Considerando a complexidade conceitual da problemática verifica-se que as fortes pressões exercidas sobre os recursos naturais evidenciam ainda mais a degradação ambiental. Para Nascimento *et al.* (2007), a degradação ambiental na região está mais associada a questões humanas do que às questões de vulnerabilidade ambiental advinda das condições climáticas.

Oliveira (2006) entende que a degradação dos recursos naturais renováveis é um dos mais sérios problemas que afeta o quadro socioambiental do Nordeste brasileiro. Na concepção da autora alguns fatores são determinantes para que a degradação ambiental aconteça de forma tão vigorosa nessa região, entre eles estão as práticas humanas inadequadas como a pecuária extensiva, a agricultura mal manejada e o desmatamento indiscriminado.

Souza (2006) atribui a degradação ambiental no Ceará ao reflexo de atividades inadequadas como o extrativismo vegetal indiscriminado, a pecuária extensiva e a agricultura praticada com tecnologias rudimentares, alterando significativamente a vegetação da caatinga.

3. A DESERTIFICAÇÃO EM CABO VERDE

A desertificação se constitui como o principal problema ambiental da atualidade em Cabo Verde (Semedo, 2010). Em conformidade com o conceito da ONU, a desertificação naquele país possui duas causas principais: os efeitos das secas e as ações humanas. Estas, podem ser traduzidas no desmatamento para a produção de lenha para energia doméstica; na pastagem para alimentar os rebanhos, especialmente caprinos; e no uso inadequado dos solos para a prática da agricultura extensiva (Rocha, 2006).

Nesta perspectiva, a desertificação é considerada um fenômeno que

manifesta-se em todo o país, de forma diferente e de acordo com as características físicas das ilhas do arquipélago: por exemplo, no Sal, Boa Vista e Maio, ilhas planas e arenosas, a desertificação manifesta-se, sobretudo pelo desaparecimento quase total do coberto vegetal e por erosão eólica intensiva (Rocha, 2006, p.15).

Conforme Rocha (op. cit.), as principais obrigações do país perante a luta contra a desertificação se referem a diminuição dos efeitos das secas, concebendo recursos suficientes de acordo com as condições do país; estabelecimento de estratégias no quadro dos planos e das políticas de desenvolvimento; ataque as causas da desertificação, dispensando atenção especial aos fatores socioeconômicos que contribuem para o fenômeno; sensibilização das populações locais buscando sua participação com apoio das ONGs; além de criar um ambiente adequado reforçando a legislação e elaborando novas políticas a longo prazo e novos programas de ação.

De acordo com Rocha (2006), a luta contra a desertificação em Cabo Verde pode ser dividida em dois momentos. O primeiro ocorre entre 1975 (ano de sua independência) e 1995 e o segundo a partir de 1995. No primeiro, o governo buscou ações que visava a redução da pobreza, através da criação de empregos e diminuição do êxodo rural. Dessa forma, obteve-se resultados consideráveis, como maior conscientização nacional sobre o problema, a formação de técnicos e camponeses, construção de infraestrutura hidráulica como poços, furos e cisternas. Além de medidas de contenção dos processos erosivos. No segundo momento, o governo buscou desenvolver estratégias favorecendo a descentralização dos serviços técnicos, a privatização das atividades de proteção e gestão dos recursos naturais, e a participação ativa e responsável das populações.

O PAN-Cabo Verde se apresenta como um processo longo que teve início com a realização do I Fórum Nacional, em novembro de 1995. A partir dessas e de outras discussões, foi acordado que cada município deveria desenvolver um Programa Municipal de Combate à Desertificação. Para tanto, os municípios realizaram um diagnóstico participativo e prepararam um relatório que descreve a situação socioeconômica das diferentes áreas e propostas das comunidades na luta contra a desertificação (Cap Vert, 2000).

Semedo (2010), tratando da desertificação na Ilha de Santiago, em Cabo Verde, apresenta as modalidades de manifestação desse fenômeno nas diferentes unidades de paisagem da ilha. Assim, nas Achadas litorâneas, a desertificação se manifesta através do sobre pastoreio e da exposição dos solos degradados.

Nas planícies fluviais, ocorre a salinização dos solos e das águas dos poços devido à infiltração das águas marinhas advinda da sobre-exploração das águas doces.

Nos maciços residuais montanhosos a desertificação se manifesta através dos ravinamentos, dos deslizamentos de solo, da erosão acelerada e do desaparecimento da cobertura vegetal original.

Nos planaltos interiores, a erosão acelerada, o desaparecimento da cobertura vegetal e a regressão da fauna silvestre também dão sinais da problemática em voga.

É importante considerar que a desertificação em Cabo Verde se dá através das consequências de atividades humanas discrepantes com as fragilidades dos sistemas ambientais do território insular e saheliano. Para Semedo (2010), o modelo da sociedade escravocrata e as atividades econômicas desenvolvidas ao longo do processo de ocupação promoveram sérios problemas de degradação ambiental nas terras caboverdianas.

4. INDICADORES DE DESERTIFICAÇÃO

Segundo Abraham, Montaña e Torres (2006) um indicador de desertificação é considerado uma descrição simplificada da realidade na busca de identificar o estado e a tendência do processo e assim possuir condições de tomada de decisão na luta contra a desertificação. Para os referidos autores um indicador ou uma somatória de indicadores podem não trazer resultados adequados. Deve-se encontrar parâmetros que satisfaçam as condições para fornecer informações relevantes e adequadas.

De acordo com Mattalo Júnior (2001) a primeira tentativa de formulação de um sistema de indicadores de desertificação é antiga, data da década de 1970 e a partir daí muitos trabalhos nacionais, internacionais e regionais reuniram esforços para a formulação do sistema de indicadores.

Quanto aos esforços regionais o autor supracitado indica que se destacaram a América Latina e Caribe, sendo desenvolvida metodologias minimamente padronizadas. Brasil, Argentina, Bolívia, Chile e Peru desenvolveram um programa de trabalho baseado na definição de uma metodologia de indicadores, no teste e validação desta metodologia, treinamento de equipes em cada país e realização de estudos e monitoramento em cada país. Este projeto se constituiu como uma importante atividade de discussão e proposta sobre o tema.

Como resultado foi selecionado um conjunto de indicadores, os quais foram divididos em físicos, biológicos e socioeconômicos, que juntamente com os resultados dos outros países foi enviado a FAO. Este documento, embora de suma importância não

formula uma metodologia unificada, devido ser uma grande quantidade de indicadores (52), o que gera dificuldade operacional e metodológica.

Para Matallo Júnior (2001) as principais contribuições relacionadas as metodologias de indicadores no Brasil são de Vasconcelos Sobrinho. O pesquisador além da sua contribuição relacionada com a questão espacial (núcleos de desertificação), trabalhou com 36 indicadores divididos em 4 categorias: físicas, biológicas, agropecuárias e socioeconômicas. Os principais problemas com essa metodologia diz respeito a aplicabilidade por possuir muitas variáveis, a necessidade de uma equipe multidisciplinar especializada, a disponibilidade de dados, trabalhos de campo e a inexistência de algum tipo de ponderação entre os indicadores.

Oliveira (2012) com base no sistema de indicadores de Abraham (2006) apresenta os indicadores biofísicos de desertificação em Cabo Verde. A sua proposta elegeu 07 indicadores biofísicos, os quais foram aplicados em 10 sistemas ambientais na ilha de Santiago.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

A definição dos sistemas ambientais das áreas estudadas considerou a macrocompartimentação geoambiental da área de entorno. Sendo assim a sub-bacia do Feiticeiro considerou a contextualização ambiental do Ceará (Souza, 2000), e a microbacia hidrográfica da Ribeira Grande de Santiago se baseou em estudos realizados por Oliveira (2012). Além disso, foi realizada interpretação de imagens de satélites, levantamento geocartográfico e trabalhos de campo nas duas áreas.

Os índices de desertificação foram estabelecidos a partir dos indicadores geobiofísicos e socioeconômicos, e aplicados na sub-bacia do Riacho Feiticeiro e na microbacia da Ribeira Grande. Foram considerados 8 indicadores geobiofísicos e 11 indicadores socioeconômicos, os quais consideraram a contextualização geoambiental das duas áreas, conforme propõe Oliveira (2012).

Os indicadores foram adaptados conforme a metodologia de Abraham (2006) e Oliveira (2012). Sendo assim, varia de 1 a 5 sendo que o 1 indica o valor mínimo o que potencializa a desertificação e o 5 é o valor máximo atuando no sentido de inibir a desertificação.

Para os indicadores geobiofísicos considerou-se a geologia (IGBFD1), geomorfologia (IGBFD2), climatologia (IGBFD3), hidrologia (IGBFD4), pedologia (erosão do solo - IGBFD5 e a espessura do solo -IGBFD6). O IGBFD7 trata do padrão fisionômico da vegetação e o IGBFD8 da porcentagem de cobertura do solo.

Os indicadores socioeconômicos de desertificação (ISED) considerou dados sobre densidade demográfica (ISED1), escolaridade (ISED2), estrutura fundiária (ISED3), atividades econômicas especialmente a agricultura (ISED4), pecuária (ISED5), extrativismo vegetal (ISED6), renda familiar (ISED7), fonte de abastecimento de água (ISED8), tratamento da água (ISED9), matriz energética (ISED10) e disposição dos resíduos sólidos (ISED11).

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao analisar os indicadores geobiofísicos desertificação para a sub-bacia do Feiticeiro (Tabela 2) verificou-se que o indicador Geologia (IGBFD1) possui primazia do

embasamento cristalino no Maciço do Condado e na Depressão Sertaneja. A exceção está nos sedimentos aluviais das Planícies Fluviais.

O relevo (IGBFD2) do Feiticeiro apresenta declividade predominando entre suave ondulado na Depressão Sertaneja a plano nas Planícies Fluviais. No Maciço Residual do Condado a declividade é mais acentuada, apresentando relevo fortemente ondulado a montanhoso.

As condições climáticas (IGBFD3) influenciam diretamente na disponibilidade hídrica da sub-bacia em análise. A mesma está submetida às condições climáticas semiáridas, onde a erosão (IGBFD4) varia de muito forte, no Maciço do Condado e nas Planícies, a extremamente forte, na Depressão Sertaneja.

A primazia dos Neossolos Litólicos, que possuem baixa espessura (IGBFD5), associados às demais condições ambientais, limitam o desenvolvimento das atividades econômicas e potencializam as condições de instabilidade do meio.

A cobertura vegetal (IGBFD7) apresenta predominância do estrato herbáceo/arbustivo degradado tanto nas Planícies Fluviais quanto na Depressão Sertaneja, o que reflete diretamente na porcentagem de cobertura do solo da sub-bacia (IGBFD8) que se apresenta baixo.

Tabela 2 – Indicadores Geobiofísicos de Desertificação da sub-bacia do Feiticeiro

SISTEMA AMBIENTAL	IGBFD1	IGBFD2	IGBFD3	IGBFD4	IGBFD5	IGBFD6	IGBFD7	IGBFD8
Maciço do Condado	2	2	2	1	2	4	4	2
Depressão sertaneja	2	4	2	5	3	1	3	1
Planícies Fluviais	5	5	2	5	3	4	1	1

Alta susceptibilidade Moderada susceptibilidade Baixa susceptibilidade

IGBFD1: Geologia (permporosidade), IGBFD2: Geomorfologia (Declividade), IGBFD3: Clima, IGBFD4: Hidrologia, IGBFD5: Erosão do solo, IGBFD6: Espessura do solo, IGBFD7: estratificação da vegetação, IGBFD8: % da cobertura do solo)

Fonte: Sousa, 2016

De acordo com os dados verifica-se que as Planícies Fluviais apresentaram os maiores valores dos indicadores. A geologia, geomorfologia e hidrologia apareceram como indicadores positivos ou inibidores da desertificação. Assim apresentam baixa susceptibilidade à desertificação devido ao maior potencial das águas subterrâneas em função da maior porosidade das rochas, relevo plano e maior facilidade de acesso à água.

A Depressão Sertaneja só apresenta um valor 5, o que corresponde ao fator hidrologia. Isso se deve ao fato da grande quantidade de pequenos açudes e barramentos, constituindo alta reserva hídrica superficial. É importante considerar também que a Depressão Sertaneja é o sistema que apresentou os piores indicadores de modo geral. O IGBFD5 (grau de erosão), IGBFD6 (espessura dos solos), e o IGBFD8 (cobertura dos solos) apresentam os valores mínimos.

Nesta perspectiva, verifica-se que, considerando os índices geobiofísicos proposta pela metodologia de Oliveira (2012), a sub-bacia do riacho Feiticeiro encontra-se em situação crítica sendo que seus dois dos seus três sistemas ambientais apresenta alta

susceptibilidade à desertificação. Vale ressaltar que esse processo não compreende a totalidade espacial de todo o sistema ambiental, mas especialmente as áreas em que os solos estão expostos e a cobertura vegetal possui dificuldades severas de recuperação.

No que se refere aos indicadores socioeconômicos de desertificação aplicados à sub-bacia do Feiticeiro (Tabela 3), verificou-se que a densidade demográfica (ISED1) é baixa, de aproximadamente 11 hab./km². A maior concentração populacional está localizada no distrito de Feiticeiro, com aproximadamente 5.000 habitantes, de acordo com o Censo 2010 do IBGE.

A escolaridade da população (ISED2) é extremamente baixa. De acordo com os dados levantados, verificou-se que apenas 1% da população possui nível superior, cerca de 33% possui o Ensino Fundamental incompleto, 14% é analfabeta, e 12 % é apenas alfabetizada.

A estrutura fundiária do Feiticeiro (ISED3), é desigual. A maioria das famílias (46% e 82%,) não é proprietária de terras. A intensa prática da agricultura na sub-bacia (ISED4) é o reflexo da baixa escolaridade da sua população e, principalmente, da estrutura fundiária inadequada. Assim, essa atividade, juntamente com a pecuária (ISED5), aparecem como as principais atividades econômicas.

O extrativismo vegetal (ISED6) também se constitui como outra atividade forte na sub-bacia. O desmatamento é extremamente alto e os reflexos dessas atividades se apresentam na renda familiar (ISED7). As principais fontes de renda são as aposentadorias dos idosos, as pensões e os programas de distribuição de renda. Além disso o precário o abastecimento de água (ISED8), e o acesso a água tratada (ISED9) compromete a qualidade de vida da população local.

A matriz energética (ISED10) em que predomina o consórcio gás e lenha para cozinhar e a disposição dos resíduos sólidos(ISED11) na bacia em que a maior parte é jogado a céu aberto e/ou queimado contribui para o depauperamento da vida humana na Sub-bacia do Feiticeiro.

Tabela 3 - Indicadores socioeconômicos de desertificação da microbacia do Feiticeiro

SISTEMA AMBIENTAL	ISED1	ISED2	ISED3	ISED4	ISED5	ISED6	ISED7	ISED8	ISED9	ISED10	ISED11
Maciço do Condado	4	2	2	1	1	2	1	3	2	2	1
Depressão Sertaneja	4	2	1	1	1	2	1	3	2	2	1
Planícies Fluviais	4	2	1	1	1	2	1	3	5	4	1

Tabela 3 - Indicadores socioeconômicos de desertificação da microbacia do Feiticeiro

Alta susceptibilidade Moderada susceptibilidade Baixa susceptibilidade

ISED 1: Densidade demográfica, ISED 2: Escolaridade, ISED 3:Tamanho da propriedade, ISED 4: Agricultura, ISED 5:Pecuária, ISED 6: Extrativismo vegetal, ISED 7: Renda familiar, ISED 8: Fonte de abastecimento de água ISED 9: Tratamento da água, ISED 10: Matriz energética, ISED 11: Destino dos resíduos sólidos

Fonte: Sousa, 2016

De acordo com os dados apresentados, verifica-se que as condições socioeconômicas da sub-bacia são bastante precárias. Dos indicadores 2 ao 7

predomina as condições que potencializam a instalação e o avanço dos processos de desertificação. Ou seja, baixa escolaridade, estrutura fundiária concentrada, intensa prática da agricultura, pecuária e extrativismo vegetal, além da baixa renda familiar encontrada na sub-bacia do Feiticeiro. Com exceção do indicador 8 que apresenta moderada susceptibilidade à desertificação, os indicadores 9, 10 e 11 contribuem para o desenvolvimento da desertificação.

O valor 5 indica baixa susceptibilidade à desertificação e praticamente não aparecem na tabela. Apenas um, nas Planícies Fluviais que se refere ao tratamento da água. A população submetida às condições ora exposta enfrenta sérias dificuldade de enfrentamento à problemática.

Considerando os indicadores geobiofísicos e socioeconômicos de desertificação no riacho Feiticeiro, verifica-se que a sub-bacia encontra-se bastante comprometida. A Depressão Sertaneja apresenta os indicadores com níveis mais graves e as Planícies Fluviais as melhores situações.

Quanto aos indicadores geobiofísicos aplicados na microbacia da Ribeira Grande (Tabela 4) verificou-se que a Geologia da Ribeira Grande (IGBFD1) possui primazia de rochas do complexo eruptivo do Pico da Antónia. São rochas que apresentam alta permeabilidade, porém, ocorre baixa disponibilidade de águas subterrâneas devido ao regime pluviométrico. Sua geomorfologia (IGBFD2) apresenta predominância de terrenos ondulados e fortemente ondulados. Sendo que no Maciço do Pico da Antónia aparece relevo montanhoso.

As condições microclimáticas varia entre semiárida e subúmida, preponderando a irregularidade espaço temporal das chuvas. Seus solos (IGBFD6) variam de profundos no Maciço do Pico da Antónia e nas Cristas Dissecadas, a rasos, nas Achadas parcialmente dissecadas e moderadamente rasos nos Cones Vulcânicos e as Planícies Fluviais e Litorânea.

A percentagem de cobertura do solo da microbacia (IGBFD8) é baixa com predominância de espécies vegetais introduzidas, especialmente o *Eucalytus sp* e a *Prosópis juliflora*.

Tabela 4 - Indicadores Geobiofísicos de Desertificação da Ribeira Grande

SISTEMA AMBIENTAL	IGBFD1	IGBFD2	IGBFD3	IGBFD4	IGBFD5	IGBFD6	IGBFD7	IGBFD8
Maciço do Pico da Antónia	3	1	4	1	1	4	4	2
Cristas Residuais	3	2	4	1	1	4	4	2
Achadas parcialmente Dissecadas	3	3	3	2	2	2	1	1
Cones Vulcânicos	2	2	4	1	1	3	4	1
Planícies Fluviais	5	5	2	3	3	3	1	1
Planície Litorânea	5	5	2	1	1	3	1	1

Alta susceptibilidade
 Moderada susceptibilidade
 Baixa susceptibilidade

IGBFD1: Geologia (permeabilidade), IGBFD2: Geomorfologia (Declividade), IGBFD3: Clima, IGBFD4: Hidrologia, IGBFD5: Erosão do solo, IGBFD6: Espessura do solo, IGBFD7: estratificação da vegetação, IGBFD8:% da cobertura do solo)

Fonte: Sousa, 2016

De acordo com a Tabela acima, verifica-se que os maiores índices biogeofísicos foram encontrados nas Planícies Fluviais e na Planície Litorânea, referindo-se aos indicadores geologia e geomorfologia. Nesses dois sistemas ambientais a microbacia apresenta baixa susceptibilidade à desertificação.

Entretanto alguns indicadores como clima, hidrologia, erosão do solo, estratificação da vegetação e à percentagem de cobertura do solo apresentaram os piores índices na Planície Litorânea. De modo geral a susceptibilidade à desertificação na Ribeira Grande é alta em praticamente todos os sistemas ambientais.

Considerando os indicadores socioeconômicos para a Ribeira Grande (Tabela 5) verificou-se que a densidade demográfica (ISED1), de acordo com os dados do INE é de aproximadamente 194,59 hab/km².

A escolaridade da população da Ribeira Grande (ISED2) é extremamente baixa, predomina em todos os sistemas ambientais apenas o Ensino Fundamental.

As famílias não são proprietárias de terras (ISED3). A maior parte das terras pertence ao Estado, bem como a alguns moradores antigos que possuem grandes propriedades. Para usufruírem das terras, os agricultores utilizam o sistema de arrendamento.

A prática da agricultura (ISED4) na Ribeira Grande abrange todos os seus sistemas. Varia entre fraca, nas Achadas parcialmente dissecadas e nos Cones Vulcânicos; forte, no Maciço do Pico da Antónia e nas Cristas Residuais; e muito forte, nas Planícies Fluviais e Planície Litorânea.

A pecuária (ISED5) também é praticada abundantemente na microbacia. É desenvolvida mais fortemente nas Achadas parcialmente dissecadas; moderada no Pico da Antónia, nas Cristas Residuais e nos Cones Vulcânicos; e fraca nas Planícies Fluviais e Litorânea.

O extrativismo vegetal (ISED6) também se constitui como outra atividade forte na microbacia. Praticamente todos os sistemas ambientais desenvolvem essa atividade, o que se faz necessário práticas de manejo adequado.

A renda familiar da Ribeira Grande (ISED7) é extremamente baixa, em raros casos ultrapassando um salário mínimo. As principais fontes de renda também são as aposentadorias dos idosos e as pensões.

O abastecimento de água (ISED8) é bastante precário. A população da Cidade Velha é abastecida pela rede pública, enquanto as comunidades rurais são abastecidas com águas que possui baixo nível de tratamento (ISED9) fornecidas por chafarizes ou carros-pipas.

A matriz energética (ISED10) é constituída pelo consórcio lenha e gás, sendo que na Cidade Velha a maioria da população utiliza gás para cozinhar.

Os resíduos sólidos (ISED11) da Ribeira Grande são dispostos a céu aberto e, por vezes, queimados, o que repercute negativamente no ambiente, provocando degradação generalizada.

De acordo com a mesma verificou-se que melhor índice encontrado refere-se à densidade demográfica. Além das fontes de abastecimento da água nas Planícies Fluviais e Litorânea.

Tabela 5 - Indicadores socioeconômicos de Desertificação na bacia da Ribeira Grande

SISTEMA AMBIENTAL	ISED 1	ISED 2	ISED 3	ISED 4	ISED 5	ISED 6	ISED 7	ISED 8	ISED 9	ISED 10	ISED 11
Maciço do Pico da Antónia	5	-	-	2	3	2	-	-	-	-	-
Cristas Dissecadas	5	-	-	2	3	2	-	-	-	-	-
Achadas parcialmente Dissecadas	3	3	1	4	2	2	1	1	2	2	1
Cones Vulcânicos	5	-	-	4	3	3	-	-	-	-	-
Planícies Fluviais	1	3	1	1	4	2	1	5	2	4	1
Planície Litorânea	1	3	1	1	4	3	1	5	2	4	1

Alta susceptibilidade Moderada susceptibilidade Baixa susceptibilidade

ISED 1: Densidade demográfica, ISED 2: Escolaridade, ISED 3: Tamanho da propriedade, ISED 4: Agricultura, ISED 5: Pecuária, ISED 6: Extrativismo vegetal, ISED 7: Renda familiar, ISED 8: Fonte de abastecimento de água, ISED 9: Tratamento da água, ISED 10: Matriz energética, ISED 11: Destino dos resíduos sólidos

Fonte: SOUSA, 2016

Pode-se verificar que a Ribeira Grande de Santiago apresenta susceptibilidade à desertificação variada de acordo com os seus sistemas ambientais. Os indicadores geobiofísicos e socioeconômicos demonstram que na Ribeira Grande a situação é grave. Os sistemas ambientais se encontram bastante comprometidos. Apenas os Cones Vulcânicos apresentam susceptibilidade moderada. Os demais possuem alta susceptibilidade à desertificação.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A desertificação é um problema sério que acomete os recursos naturais, especialmente das áreas submetidas às condições climáticas específicas. O poder de depauperação dos geoambientes contidos nessas ecozonas climáticas e a dificuldade de reversibilidade chamam a atenção para este fenômeno. A problemática está fortemente associada às atividades humanas e não pode ser confundida com qualquer processo de degradação ambiental.

Os indicadores geobiofísicos e socioeconômicos de desertificação presentes no Riacho Feiticeiro demonstram que a sub-bacia apresenta alta susceptibilidade no Maciço Residual do Condado e na Depressão Sertaneja e baixa susceptibilidade nas Planícies Fluviais.

Os indicadores geobiofísicos e socioeconômicos presentes na Ribeira Grande indicam que a microbacia apresenta alta susceptibilidade em todos os seus sistemas ambientais, com exceção das Planícies Fluviais, que apresentam susceptibilidade moderada.

8. REFERÊNCIAS

Ab'Sáber, A. N. (1977). A problemática da desertificação e da savanização no Brasil. In: *Geomorfologia*, n° 53. USP: São Paulo, 20p.

Abraham E. M.; Beekman, G. B. (2006). *Indicadores de la Desertificación para América del Sur*. Editorial Martín Fierro. Mendoza.

Abraham. E. M.; Montaña E.; Torres, L. (2006). Procedimiento y marco metodológico para la obtención de indicadores de desertificación en forma Participativa. IN: Abraham E. M.; Beekman, G. B. *Indicadores de la Desertificación para América del Sur*. Editorial Martín Fierro. Mendoza.

Brasil. (2004). Ministério do Meio Ambiente. *Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca*. PAN-BRASIL. Brasília: Edições MMA.

Cabo Verde. (2010). Instituto Nacional de Estatística. *IV Recenseamento Geral da População e de Habitação - CENSO 2010*.

Cap Vert. (2000). *Programme D'action National De Lutte Contre La Desertification*.

Ceará. (2010). Secretaria dos Recursos Hídricos. *Programa de Ação Estadual de Combate a Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca*. PAE-CE. Fortaleza, 372 p.

Conti, J. B. (1995). *Desertificação nos trópicos*. Proposta de metodologia de estudo aplicada ao Nordeste Brasileiro. 1995. Tese (Livre Docência). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, São Paulo.

Matallo Júnior, H. (2001) *Indicadores de Desertificação: histórico e perspectivas*. – Brasília: UNESCO, 80p.

_____. (2000). A Desertificação no Brasil. In: Oliveira, T. S. de.; Assis Júnior, R. N.; Romero, R. E.; Silva, J. R. C. *Agricultura, Sustentabilidade e o Semi-árido*. Fortaleza: UFC, Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2000. p. 89 - 113.

Nascimento, F. R. do; Cunha, S. B. da; Rosa, M. F. (2007). Desertificação em bacias hidrográficas semi-áridas no Nordeste brasileiro – Estado do Ceará. In: Bezerra, A. C. A; Gonçalves, C. U; Nascimento, F. R. do; Arraias, T. A. (Orgs.) *Itinerários Geográficos*. Niterói: EdUFF, 2007. Pág. 281 – 310.

Nimer, E. (1998). *Desertificação: mito ou realidade*. Rio de Janeiro: Ver. Brasileira de Geografia. IBGE. V. 50, n.1., p. 7-39.

_____. (1980). Subsídios ao Plano de Ação Mundial para Combater a Desertificação – Programa das Nações Unidas Para o Meio Ambiente (PNUMA). *Revista do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)*. V.42 (2 e 3). IBGE/SPREN, p. 612 – 637.

Oliveira, V. P. V. de; Gomes, G. I.; Baptista, I.; Rabelo, L. S. (Orgs). (2012). *Cabo Verde: Análise socioambiental e perspectivas para o desenvolvimento sustentável em áreas semiáridas*. Fortaleza, Ed UFC.

Oliveira, V. P. V. de. (2006). Problemática da Degradação dos Recursos Naturais dos Sertões Secos do Estado do Ceará- Brasil. In: Silva, J. B. da; Dantas, E. W. C.; Zanella, M. E.; Meireles, A. J. A. (Orgs). *Litoral e Sertão: Natureza e Sociedade no Nordeste Brasileiro*. Fortaleza: Expressão Gráfica, p. 209 - 232.

Rocha, C. Y. (2006). *Relatório do perfil temático na área Desertificação/Degradação das terras em Cabo Verde*. Praia: 76p.

Semedo, J. M. M. (2010). A Ilha de Santiago (Cabo Verde) – Paisagem Natural, Uso de Recursos Naturais e Riscos de Desertificação. In: Moreira, E; Targino, I. *Desertificação, desenvolvimento Sustentável e agricultura familiar: Recortes no Brasil, em Portugal e na África*. Editora Universitária, João Pessoa: p.29-46.

Sousa, M. L. M. de (2016). *Susceptibilidade à Degradação/Desertificação na Sub-Bacia Hidrográfica do Riacho Feiticeiro (Ceará/Brasil) e na Microbacia da Ribeira Grande (Santiago/Cabo Verde)*. 2016. 215f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

Souza, M. J. N. de (2006). Panorama da Degradação Ambiental e Entraves ao Desenvolvimento Sustentável do Ceará. In: Pinheiro, D. R. de C. (Org.). *Desenvolvimento Sustentável: Desafios e Discussões*. Fortaleza: ABC, p.33-55.

_____. (2000) Bases Geoambientais e Esboço do Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará. In: Lima, L. C. (Org.) *Compartimentação Territorial e Gestão Regional do Ceará*. Fortaleza: FUNECE, p. 06 -103.

A RELAÇÃO ENTRE A OCORRÊNCIA DE TUBERCULOSE E ELEMENTOS ATMOSFÉRICOS EM MARACANAÚ-CE

Edson Minarete Pacheco de Mesquita

Universidade Federal do Ceará

edson.minarete@hotmail.com

Marta Celina Linhares Sales

Universidade Federal do Ceará

RESUMO

O objetivo deste artigo é o de relacionar incidência de tuberculose na população de Maracanaú com alguns elementos atmosféricos. Adotou-se como metodologia de pesquisa a revisão bibliográfica sobre o tema, assim como a elaboração e interpretação de mapas com o auxílio do software livre Qgis 2.10.1 Pisa, somado a criação de gráficos e de testes estatísticos de correlação linear (coeficiente de correlação de Pearson) entre as variáveis em ambiente computacional Microsoft Excel 2010 e Biostat. Os cálculos de correlações mensais apontaram correlações significativas entre as internações por tuberculose com as variáveis de temperatura média mínima e precipitação.

1. INTRODUÇÃO

Maracanaú está situado na porção norte do estado do Ceará, faz divisa com os municípios de Caucaia e Fortaleza ao norte, Pacatuba ao sul e leste e Maranguape a oeste, conforme o mapa de localização abaixo (Figura 1). Compõe a Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) e localiza-se a 3°52'36" de latitude sul e a 38°37'32" de longitude a oeste de Greenwich.

De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Maracanaú possui uma população de 209.748 habitantes, a zona urbana é a mais povoada com 99,69% do total (IBGE, 2010). O município é dividido em dois distritos: o de Maracanaú (Distrito Sede) e distrito de Pajuçara. Existe também outra subdivisão realizada pela prefeitura no sentido de aperfeiçoar o planejamento urbano, baseada na Lei de Diretrizes Orçamentárias (Lei nº 557,26/05/1997) as Áreas de Desenvolvimento Local (ADL) totalizam seis áreas que abarcam localidades e bairros.

O topônimo Maracanaú, notadamente de origem indígena (tupi-guarani) significa "lugar onde bebem as maracanãs" refere-se a lagoa ao redor da qual se desenvolveu a primeira aglomeração populacional. Em 1882 o território até então ocupado pelos índios Pitaguary, Mucunã, Jaçanaú e Cágado é elevado á condição de vila do Município de Maranguape sob o nome de "Vila de Santo Antônio do Pitaguary". A construção da estrada de ferro que liga Fortaleza e Maranguape em 1875 é determinante no estímulo ao crescimento da população fixada ao redor da lagoa de Maracanaú.



Figura 1: Localização de Maracanaú,
(Fonte: Elaborado pelo autor)

Nas proximidades da estação do trem um fluxo de pessoas e mercadorias dinamiza o local atraindo novos moradores. Assim o trem impulsiona o crescimento dos primeiros aglomerados populacionais. A instalação de alguns equipamentos públicos é fundamental para desenvolvimento econômico e fortalece e a influência política de Maracanaú no contexto estadual e regional. O primeiro estabelecimento foi o Hospital de Dermatologia Sanitária Antônio Justa em 1942. Este hospital especializado no tratamento da hanseníase era mais conhecido como Colônia Antônio Justa. Em 1952 o Sanatório de Maracanaú dedicado ao tratamento da tuberculose é inaugurado, o funcionamento destes dois equipamentos muda a rotina do local dinamizando fluxos, fixando estradas redes de energia elétrica água e esgoto. (Pereira, 2011).

A partir da década de 1970 uma série de transformações ocorre no município em função da expansão desordenada da malha urbana. Intervenções públicas induzem esse crescimento guiado pelo processo de industrialização fomentado pelo projeto de desenvolvimento industrial do Estado do então governador Virgílio Távora.

Maracanaú passa a abrigar o Distrito Industrial destinando as arrecadações para Maranguape. Os interesses econômicos e políticos sob o DI gera alguns conflitos políticos entre Maracanaú e Maranguape que culminaram com a emancipação do distrito em 1983.

A construção dos conjuntos habitacionais na periferia do Distrito Industrial a partir de 1979 ocorre em função dos financiamentos do Banco Nacional da Habitação (BNH) e atende a uma demanda crescente por moradia. A velocidade de ocupação do entorno dos empreendimentos industriais alterou, substancialmente, a dinâmica social e ambiental da cidade gerando mudanças na paisagem e no modo de vida da população. (Cajazeiras, 2012)

O repentino crescimento populacional, associado à atividade industrial, contribui pra significativas alterações no equilíbrio entre a superfície terrestre e a atmosfera subjacente de modo a modificar as condições climáticas em variadas escalas. Os efeitos do clima sobre a população podem ser analisados sob a perspectiva de suas condições de saúde, ou seja, novos padrões de distribuição de doenças que podem emergir como resultado das mudanças no clima e no ambiente.

As enfermidades do aparelho respiratório ganham destaque nas pesquisas que as relacionam com condições climáticas (Cajazeiras, 2012). Algumas doenças respiratórias ocorrem com maior frequência em determinados períodos do ano, quando os vetores de sua propagação encontram melhores condições de disseminação, fazemos destaque neste trabalho para a tuberculose.

A tuberculose (TB) é uma doença infecciosa que afeta, inicialmente, o parênquima pulmonar e que pode se disseminar para outras partes do corpo, inclusive meninge, ossos, rins e linfócitos. O principal agente infeccioso é o *Mycobacterium tuberculosis*, também conhecido como bacilo de Koch.

No Brasil, a tuberculose é um problema de saúde prioritário, de acordo com a OMS o Brasil compõe um grupo de 22 países em desenvolvimento que concentram 80% dos casos. No Ceará 3.417 novos casos foram registrado em 2015, 209 óbitos por TB ocorreram naquele ano. Dados do boletim epidemiológico de tuberculose do governo do Estado do Ceará de 2016 indicam que entre 2001 e 2015 houve um discreto declínio na incidência de tuberculose, também apontam Fortaleza, Caucaia e Maracanaú como os municípios que concentram os maiores números de novos casos e óbitos por TB em todo o Estado.

A tuberculose é um desafio para a saúde pública. Trata-se de uma doença antiga, estigmatizada e de grande vulnerabilidade que continua causando mortalidade e demandas do sistema de saúde. Apesar de curável e possuir tratamento gratuito, o controle e erradicação da tuberculose ainda não é uma realidade, já que esta doença é um reflexo de condições sociais desiguais, pois também está associada a péssimas condições de moradia e pessoas que moram rua.

É necessário reconhecer a diversidade de fatores que influenciam na disseminação da tuberculose, que é transmissível de pessoa para pessoas e disseminada pelo ar. O modelo explicativo baseado na unicausalidade atribui apenas a um fator específico, um agente determinante para cada doença, no caso da tuberculose o bacilo de Koch (BK) como é popularmente conhecida a bactéria *Microbacterium tuberculosis* seria o agente causador desta doença infecciosa.

A transmissão ocorre por meio do contato com pessoas infectadas que ao tossir, espirrar ou falar, acabam por lançar no ar gotículas contendo o bacilo. Os sintomas. Uma pessoa sadia pode desenvolver a infecção tuberculosa ao inalar essas gotículas, sendo assim o isolamento das pessoas acometidas pela enfermidade era uma prática bastante comum na prevenção da propagação da bactéria.

A ausência de um diagnóstico geral dos casos e a não adesão completa ao tratamento constituem um desafio. O combate à doença nas suas formas resistente e multirresistente é bastante difícil, envolve o uso de várias drogas que são prescritas de acordo com a sensibilidade dos bacilos. Nestes casos o tratamento pode ser mais longo o que requer muita atenção e dedicação do paciente e da equipe que o assiste. Pessoas desempregadas, alcoólatras e usuários de drogas com frequência oferecem resistência ao tratamento completo constituindo um fator importante para não erradicação da doença.

A tuberculose é conhecida pela proliferação mais acentuada em áreas de grande concentração humana, desprovidas de saneamento básico e com moradias precárias. As condições de vida das populações tem uma relação direta com a propagação da doença, que de um ponto de vista mais abrangente pode ser vista como um reflexo das desigualdades sociais, um sintoma do acesso desigual ao solo urbano.

Sendo assim procuramos enfatizar com este estudo a possível relação entre as condições socioambientais e a ocorrência de tuberculose com foco especial nas condições climáticas e socioeconômicas como aspectos relevantes para a propagação da doença.

O objetivo deste artigo é o de relacionar aspectos do clima com a incidência de tuberculose na população de Maracanaú. Neste sentido se faz necessário compreender a distribuição populacional da cidade e caracterizar os elementos climáticos de Maracanaú com destaque para os aspectos relacionados á temperatura média máxima, temperatura média mínima, amplitude térmica e precipitação. Os dados referentes aos elementos da atmosfera foram coletados junto ao INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) estão compreendidos entres os anos de 2010 e 2014, para o mesmo período foram selecionados os dados de incidência mensal de tuberculose junto ao banco de dados do DATASUS do Ministério da Saúde através do Sistema de Informação de Agravos de Notificação – SINAN.

Para se alcançar o objetivo proposto adotou-se como metodologia de pesquisa a revisão bibliográfica sobre o tema, em teses dissertações e artigos. Assim como a elaboração e interpretação de mapas com o auxílio do software livre Qgis 2.10.1 Pisa. No intuito de estabelecer uma possível relação entre os elementos do clima e incidência de casos de tuberculose foram elaborados gráficos que caracterizam os elementos atmosféricos e testes estatísticos de correlação linear entre as variáveis (coeficiente de correlação de Pearson) em ambiente computacional Microsoft Excel 2010.

2. ASPECTOS CLIMÁTICOS DE MARACANÁU

Mudanças climáticas locais podem ser verificadas a partir dos impactos ambientais decorrentes da atividade industrial que são percebidos pela população diretamente, a poluição atmosférica é um destaque no tocante a degradação ambiental. Alguns conjuntos habitacionais foram construídos a oeste do distrito industrial exatamente para onde preferencialmente se dirigem os ventos da RMF (de leste para oeste), assim a dispersão dos odores, poeiras, gases tóxicos e fumaça se concentra justamente nos conjuntos Acaracuzinho, Novo Oriente e Maracanaú e nos bairros Jenipapeiro, Santo Sátiro e Vila Buriti e outros (Figura 1)

Tendo em vista que, apesar do intenso fluxo de automóveis, as principais poluidoras são as indústrias, devem-se levar em consideração as consequências da atividade industrial para a saúde da população. Os efeitos de um ambiente poluído se traduzem na forma de diversas doenças respiratórias, transtornos mentais, náuseas, cefaleias, irritações nos olhos e alergias. No tocante a este aspecto os conflitos socioambientais entre os conjuntos habitacionais e as principais indústrias poluidoras são evidenciados por ROSA (2008) que destaca a relação entre a saúde da população e a intensa atividade industrial. A pesquisa faz um registro da luta dos moradores dos principais conjuntos prejudicados pela poluição por melhores condições de vida, o impasse reside na impossibilidade de remobilização dessas comunidades para outro lugar e a resistência das indústrias em mudar de locação ou até mesmo de adotar novas tecnologias menos poluentes.



Figura 2 - Dispersão da poluição sobre os conjuntos habitacionais
(Fonte: Almeida, 2005)

A relação entre clima e saúde em Maracanaú destaca a possibilidade de se relacionar aspectos do clima com incidência de doenças respiratórias. De acordo com Cajazeiras (2012) os casos de morbidade por doenças respiratórias apresentam uma significativa sazonalidade, o maior número de internações ocorreu entre os meses de maio e setembro, final de outono e inverno no período analisado. Contudo não se pode estabelecer uma correlação direta entre as internações por doenças respiratórias e a poluição do ar.

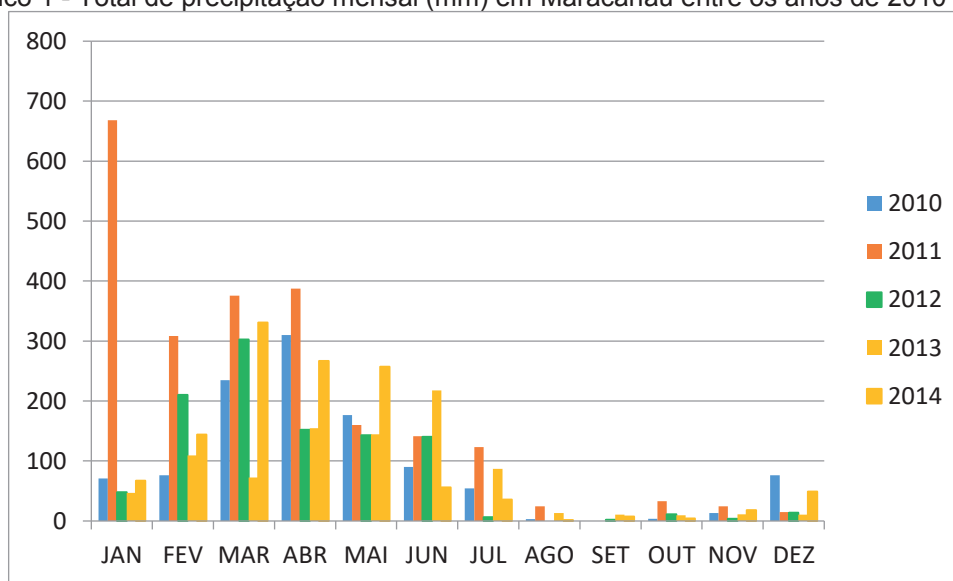
Os dados relativos aos aspectos climáticos foram obtidos junto ao INMET através da estação automática de Fortaleza, foram selecionados os dados de precipitação, temperatura máxima média e temperatura mínima média. Após a coleta dos dados houve o tratamento geoestatístico dos mesmos que foram organizados e analisados em ambiente computacional Microsoft Excel, no sentido de estabelecer uma padronização do banco de dados adquirido e de se elaborar gráficos que apresentam as condições climáticas de Maracanaú.

As características climáticas de Maracanaú correspondem a um clima subúmido, com precipitações sazonais e temperaturas mínimas próximas de 19°C e máximas em torno de 29°C, correspondendo um total de precipitação pluviométrica anual de 1.400 milímetros (Paiva; Estevão, 2015). As chuvas concentram-se, principalmente, nos meses de fevereiro/março/abril/maio, correspondendo à quadra chuvosa, quando o Estado está sob a influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), principal sistema atmosférico causador de precipitações. Os Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS), as Linhas de Instabilidade, os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs) e as Ondas de Leste, são sistemas sinóticos responsáveis por gerar chuvas na região. (Zanella, 2005 *apud* Magalhães; Zanella, 2011).

No período analisado pode se observar certa sazonalidade dos eventos pluviométricos, com ocorrências concentradas na quadra chuvosa. Um destaque deve ser feito para o ano de 2011, apenas no mês de janeiro é registrado um total pluviométrico de 668,3mm o que representa 29,5% do total precipitado durante aquele ano. De acordo com o gráfico de precipitação mensal é possível perceber que as precipitações sofrem um declínio a partir de junho e julho, apesar de serem registrados níveis importantes de precipitação.

Os meses de setembro/outubro/ novembro marcam o período seco, com baixos índices de chuva ou sem registro de eventos chuvosos como ocorreram no mês de setembro dos anos de 2010 e 2011. Durante este período os sistemas atmosféricos atuam com menor intensidade na região.

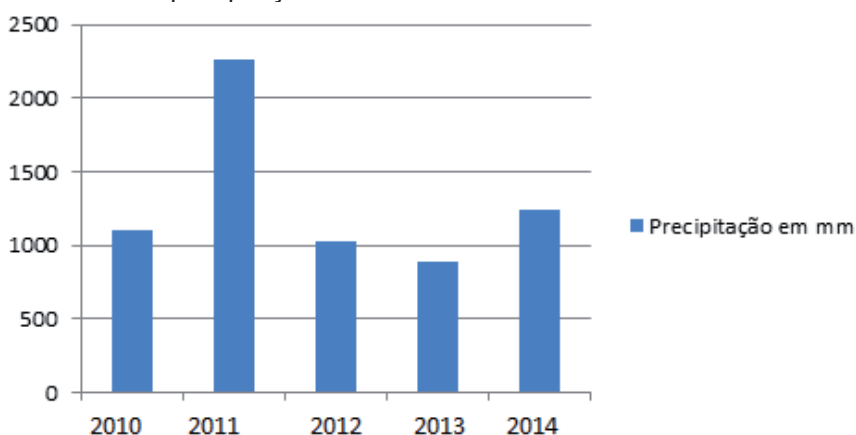
Gráfico 1 - Total de precipitação mensal (mm) em Maracanaú entre os anos de 2010 e 2014



Fonte: INMET, organizado pelo autor.

Notadamente o ano de 2011 é ano que apresenta os maiores índices de precipitação anual, contabilizando um total de 2260.9 mm de modo a ser classificado como um ano muito chuvoso, com precipitação superior 1.355,6 mm (Xavier, 2001) Os demais anos da série analisada podem ser classificados como anos habituais ou normais já que os totais de precipitação estão entre 1.121,5 mm e 798,3 mm de acordo com a classificação proposta por Xavier (2001).

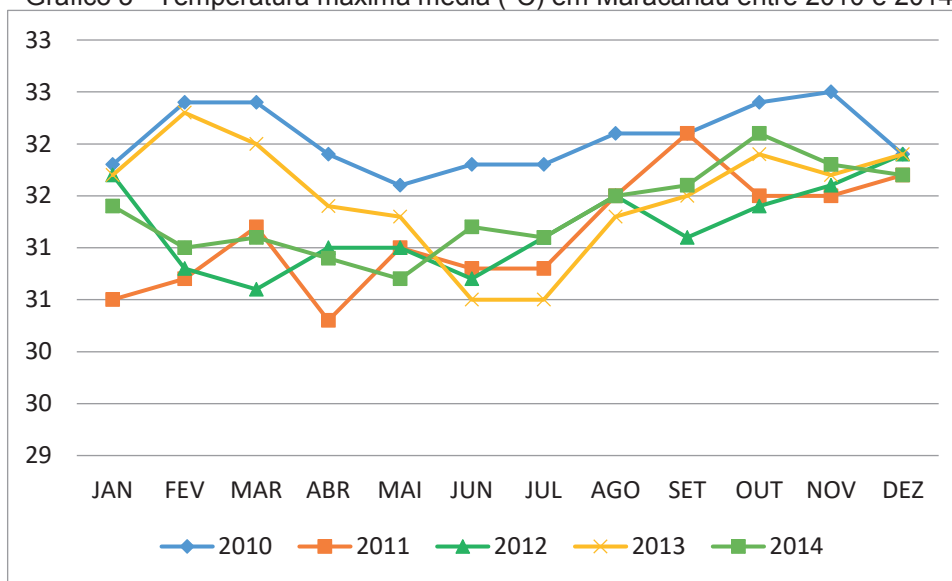
Gráfico 2 - Total de precipitação anual em Maracanaú entre os anos de 2010 e 2014



Fonte: INMET, organizado pelo autor.

No que diz respeito às temperaturas máximas médias os maiores valores foram observados nos meses de novembro e fevereiro de 2010 (32,5°C e 32,4°C respectivamente) e os menores valores nos meses de janeiro e abril de 2011 (30,3°C e 30,5°C respectivamente). A diferença térmica mensal indica uma variação 1,8°C para o mês de março e de 0,2°C para o mês de dezembro. O gráfico abaixo indica as flutuações das temperaturas médias máximas ao longo dos meses.

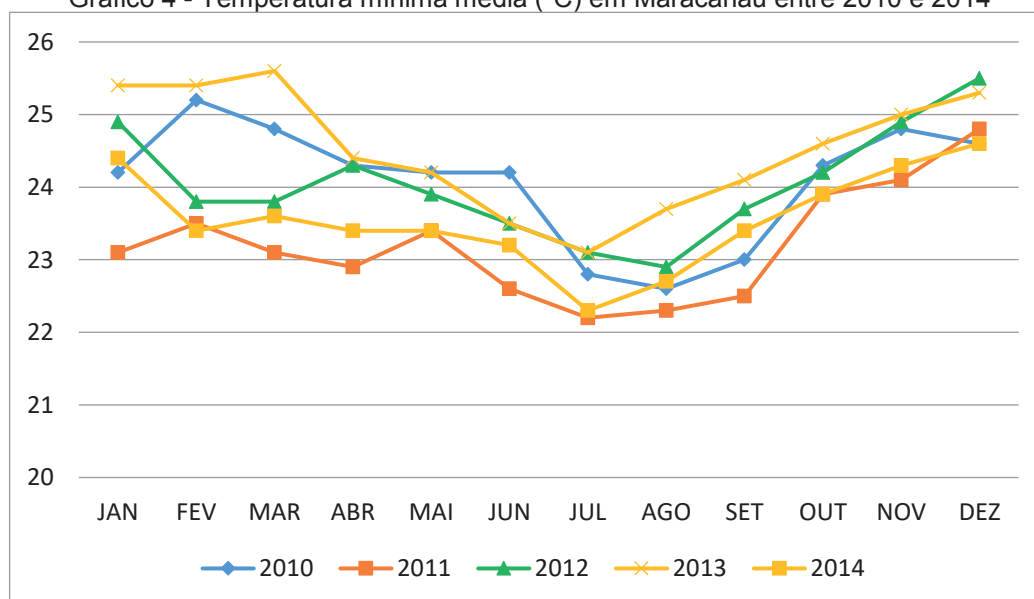
Gráfico 3 - Temperatura máxima média (°C) em Maracanaú entre 2010 e 2014



Fonte: INMET, organizado pelo autor.

O registro das temperaturas médias mínimas indica que os maiores valores foram verificados no ano de 2013 nos meses de janeiro e março (25,4°C e 25,6°C respectivamente) e os menores valores de temperatura do ar no ano de 2011 nos meses de julho e agosto (22,2°C e 22,3°C respectivamente). A diferença térmica mensal aponta uma variação da ordem de 2,5°C para o mês de março e de 0,7°C para os meses de outubro e novembro. De acordo com o gráfico abaixo podemos verificar estas variações mensais das temperaturas médias mínimas.

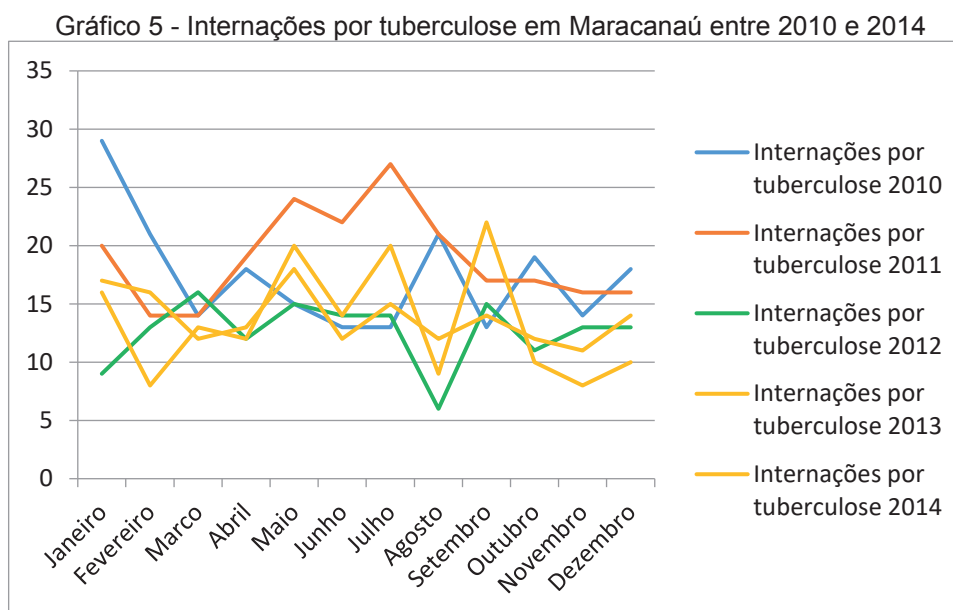
Gráfico 4 - Temperatura mínima média (°C) em Maracanaú entre 2010 e 2014



Fonte: INMET, organizado pelo autor.

3. INCIDÊNCIA DE TUBERCULOSE E CORRELÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS

No período analisado o DATASUS registrou um total de 823 internações por tuberculose em Maracanaú, o ano de 2011 foi o que apresentou o maior número de internações para toda série analisada, 207 no total. O gráfico abaixo indica a variação mensal das internações que oscila entre 6 e 29 internações por mês.



Fonte: DATASUS/SISNAN, organizado pelo autor.

Resta saber se existe alguma relação entre o número de internações e as variáveis climáticas apresentadas acima, para isso foram realizados testes estatísticos nos quais se procura medir a intensidade de relação entre duas variáveis. O coeficiente de correlação de Karl Pearson, conhecido como r , foi o adotado, ele é uma medida, em forma de um índice, para indicar o grau de associação linear entre variáveis com dados na escala de intervalo ou de razão. O coeficiente de correlação pode variar entre +1 e -1. Ele é positivo se, com valores crescentes de x os valores de y aumentam também e negativo, se com crescentes valores de x os valores de y diminuem. Assim, $r = +1$ indica uma perfeita associação positiva, $r = -1$ uma associação negativa. Se $r = 0$ não temos correlação entre as duas variáveis. (Gerardi; Silva, 1981)

Foram realizadas correlações mensais pareadas para cada ano, relacionando o número de internações por tuberculose com os valores de temperatura média máxima, temperatura média mínima e precipitação. Os testes foram feitos ao nível de significância de 5%.

Os cálculos de correlações mensais apontaram correlações significativas entre as internações por tuberculose com as variáveis de temperatura média mínima e precipitação. Observa-se que, de acordo com os dados, estatisticamente, não se pode comprovar qualquer relação entre as internações por tuberculose e as temperaturas médias máximas.

O ano de 2011 apresentou uma correlação negativa moderada (-0,552), com as temperaturas médias mínimas. Este resultado indica que as variáveis são

inversamente proporcionais, em outras palavras, na medida em que há um crescimento de uma variável se verifica a diminuição da outra. O ano de 2012 apontou uma correlação positiva (+0,4499) entre as internações por tuberculose e precipitação mensal. Apesar de não ser o ano mais chuvoso da série analisada, os dados apontam que pra aquele ano, na proporção em que há um acréscimo nas precipitações se verifica, também, um aumento no número de internações.

As tabelas abaixo apresentam os dados obtidos com os testes de correlação, destacam os valores do índice de correlação de Pearson r e os resultados de significância, cabe destacar que os cálculos foram realizados com o auxílio do software Biostat.

Tabela 1 - Testes de correlações temperatura média máxima mensal / internações por tuberculose

2010	$r = - 0,0302$	Sig: 0,0510
2011	$r = +0,1418$	Sig:0,1904
2012	$r = - 0,1650$	Sig:0,1242
2013	$r = - 0,0180$	Sig:0,0456
2014	$r = + 0,1733$	Sig:0,1298

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 2 - Testes de correlações temperatura média mínima mensal / internações por tuberculose.

2010	$r = + 0,1267$	Sig:0,1004
2011	$r = - 0,5521$	Sig:0,5867
2012	$r = +0,0342$	Sig:0,0528
2013	$r = + 0,0852$	Sig:0,0775
2014	$r = - 0,3420$	Sig:0,2822

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 3-Testes de correlações Precipitação mensal / internações por tuberculose

2010	$r = - 0,0927$	Sig:0,0815
2011	$r = - 0,0533$	Sig:0,0618
2012	$r = +0,4499$	Sig:0,4242
2013	$r = + 0,2051$	Sig:0,1526
2014	$r = + 0,0797$	Sig:0,747

Fonte: Elaborado pelo autor

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, fica patente que as variáveis climáticas de temperatura média mínima e precipitação, exercem importante papel na explicação do aumento no número de internações por tuberculose.

Os cálculos de correlações mensais apontaram correlações moderadas entre as internações por tuberculose com as variáveis de temperatura média mínima (correlação negativa) e precipitação (correlação positiva).

Tendo em vista que a análise a partir de correlação indica qual o relacionamento matemático que pode haver entre as variáveis, não se trata apenas de uma busca por uma causalidade direta, pois se faz necessário ir além das poucas variáveis envolvidas e buscar por outros fatores que expliquem a associação. Como por exemplo, os indicadores sociais e as condições de moradia.

5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Almeida, L, Q, de. (2005). *Análise Geoambiental como subsídio ao planejamento territorial do município de Maracanaú, CE*, (Dissertação de Mestrado Acadêmico de Geografia), Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Brasil.

Carvalho, K. B. de (2009). *Territórios produtivos: estudo geográfico do I Distrito Industrial do Ceará*. (Dissertação de Mestrado Acadêmico de Geografia), Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Brasil.

Cajazeira, A. A. (2012). *Geografia, Ambiente e Saúde: correlações entre clima e doenças respiratórias em Maracanaú/CE*. (Dissertação de Mestrado) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil.

Gerardil, L. H. de O.; Silva, B. C. N. (1981). *Quantificação em Geografia*. Difel, São Paulo, Brasil.

Gonçalves, S. H. (2000). *A tuberculose ao longo dos tempos*. História, Ciências, Saúde, v. 7 n° 2, p. 303-25. Manguinhos, Brasil.

Governo do Estado do Ceará (2016). Secretaria da Saúde, *Boletim epidemiológico de tuberculose*. Fortaleza, Brasil.

Magalhães, G. B. Zanella, M. E. (2011). *Comportamento climático da Região Metropolitana de Fortaleza*. Mercator. 10, n° 23, p.129-145. Fortaleza, Brasil

Paiva, J. P. M.; Estevão, G. de S. (2015) Estudo do campo térmico na região metropolitana de Fortaleza/Ce a partir de estações fixas e sensoriamento remoto. In.: Zanella, M. E.; Sales, M. C. L. *Clima e recursos hídricos no Ceará na perspectiva geográfica*. Expressão Gráfica. Fortaleza, Brasil

Rosa, I, F. (2008) “O nosso medidor somos nós, que sentimos e gritamos”: *conflito socioambiental no entorno de uma fábrica de agrotóxicos do Ceará* (Dissertação Mestrado Saúde Pública) – Departamento de Saúde Comunitária, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil.

Xavier, T. de M. B. S. (2001). *Tempo e chuva – estudos climáticos e previsão para o Ceará e o Nordeste Setentrional*. ABC Editora, Fortaleza, Brasil.

A SUPEREXPLORAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS

Jerferson Nepumuceno Caldas

Universidade Federal do Amazonas
jerfeson.caldas@gmail.com

Roberta Monique da Silva Santos

Universidade Federal do Amazonas

Elizany Monteiro Moreira

Universidade Federal do Amazonas

Angeline Ugarte Amorim

Universidade Federal do Amazonas

Leonardo Sampaio Brito

Universidade Federal do Amazonas

RESUMO

O ambiente oferece recursos naturais ao homem desde os tempos mais remotos. Porém o homem passou a utilizá-los para além de sua subsistência, tendo como ápice deste processo de modificação, o desenvolvimento industrial. Porém, devido sua finitude, muitos recursos estão à beira de um colapso, podendo deixar de existir. É necessária, portanto, uma mudança de atitude com relação à forma de extração e utilização, buscando alternativas mais sustentáveis. Com base nisso, este artigo teve como objetivo buscar, nas bibliografias disponíveis, uma base teórica sobre o tema.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Mercado; Industrialização; Exploração.

1. INTRODUÇÃO

A sociedade atual está alicerçada na industrialização, processo que trouxe consigo mudanças nas relações de trabalho, forma de produção e principalmente na do homem com a natureza. Houve a intensificação da extração de matérias-primas, fundamentais para a alimentação do processo produtivo das grandes indústrias, fomentadas para o atendimento de necessidades humanas e principalmente do mercado.

Para Salati (2006), uma área superexplorada é aquela que apresenta um determinado recurso de interesse para um mercado que foi estabelecido, quando o recurso se esgota, buscam-se novas áreas para a exploração, constituindo um processo cíclico destrutivo.

A extração dos recursos naturais traz efeitos cumulativos incalculáveis, em virtude da exploração ser cada vez mais intensiva, acabando com um sistema insubstituível de recursos naturais (Santos, 2006).

Portanto, o objetivo deste artigo é realizar uma abordagem teórica com base na bibliografia disponível sobre o tema.

2. SUPEREXPLORAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS

Segundo Portugal (1992) recurso significa algo a que se possa recorrer para a obtenção de alguma coisa. Consistem, portanto, em todo o material, insumo ou elemento utilizado com o fim de satisfazer uma determinada necessidade do homem (alimentação, transporte, energia, por exemplo). “O homem recorre aos recursos naturais, isto é, aqueles que estão na Natureza, para satisfazer suas necessidades” (Dulley, 2004).

Segundo Dulley (2004), os recursos naturais podem ser renováveis ou não renováveis. Se após seu uso podem ser renovados, isto é, voltarem a estar disponíveis, são renováveis, caso contrário são não renováveis.

A exploração de recursos naturais data dos tempos do homem primitivo que necessitava da caça e da pesca, por exemplo para subsistência. Porém, com o aumento populacional e industrialização, as necessidades de sobrevivência do homem foram acrescidas das necessidades do mercado (Drumond, 2003; Cortez, 2009).

Para Santos (2006) o meio ambiente mundial está em crise e grande parte dos cientistas estima que cerca de 2/3 dos recursos naturais já foram usados pelas diversas atividades econômicas, o que leva a afirmar que é urgente a mudança de paradigmas por parte da economia.

Os recursos naturais da Terra estão sendo utilizados mais depressa do que o planeta pode renová-los. Calcula-se que a demanda começou a superar a oferta de recursos há cerca de 20 anos. Os cientistas concluíram que há 40 anos, a humanidade utilizou 70% da capacidade da biosfera da Terra. Desde 1999, a economia está absorvendo 120% da capacidade produtiva do planeta (BBC, 2002).

Esse uso desordenado dos produtos encontrados na natureza, que constituem parte da diversidade biológica global vai contra o regime de práticas instituídas pelas comunidades tradicionais, que são realizadas de forma sustentável, que por exemplo colhem de acordo com os recursos disponíveis deixando na natureza sementes para a renovação da floresta (Arruda, 1999). Os recursos naturais, altamente explorados, poderão esgotar-se. O Quadro 1 ilustra dados organizados por Greco e Barros (2016).

O imperialismo faz com que os recursos naturais sejam explorados bem longe de onde estão localizados. Os recursos naturais não necessariamente trazem riquezas. Alguns países que são ricos em recursos naturais apresentam altas taxas de mortalidade infantil; crise na educação e desnutrição. Podemos associar a pobreza versus riquezas naturais, como uma relação de paradoxo (Santos, 2006).

Quadro 1: Situação atual e futura de alguns recursos naturais.

Recurso Natural	Situação atual	Projeção
Água	Mais de 1 bilhão de pessoas (18% da população mundial) não têm acesso a uma quantidade mínima de água para consumo.	Em 2025, dois terços da população do planeta (5,5 bilhões de pessoas) poderão ter dificuldades de acesso à água potável. Em 2050, o número pode chegar a 75% da humanidade.
Alimentos	1 em cada 6 habitantes do planeta passa fome, quase 1 bilhão de pessoas.	Estimativas indicam que para alimentar a população humana em 2050 – até lá seremos 9,1 bilhões de terráqueos – a quantidade de alimentos produzidos no planeta deve aumentar em 70%.
Carvão	Atualmente, mais de 100 países têm em seu solo reservas comprovadas. As maiores estão nos Estados Unidos, Rússia, China, Índia e Austrália.	Se esgotará daqui a exatos 119 anos, se o consumo continuar na velocidade atual.
Cobre	O cobre é um dos metais mais utilizados pelo homem e deu início à Idade dos Metais. Está presente em cabos elétricos, equipamentos eletrônicos, joias, entre outros. Ao contrário de outros materiais não renováveis, o cobre é reciclável.	O aumento de seu uso nos últimos anos, porém, tem sido estrondoso e chegará a um patamar em que a capacidade humana de extraí-lo do solo será menor que a demanda por ele. Pesquisadores da Universidade de Yale, nos Estados Unidos, calcularam que isso irá acontecer em 2100.
Gás natural	Utilizado em indústrias e por automóveis, o gás natural é um importante combustível fóssil.	Fim previsto para daqui a 45,7 anos.
Petróleo	Combustível fóssil amplamente utilizado. A matriz energética planetária ainda é pesadamente dependente de combustíveis fósseis, onde o Petróleo é fonte importante.	Estimativas indicam que a produção de petróleo deve atingir seu pico por volta de 2035.

Fonte: Baseado em Greco e Barros (2016).

A preservação ambiental é a prática de zelar e proteger o meio ambiente, feita para beneficiar o homem e a natureza. São dotadas medidas utilizadas para preservação em oposição às pressões por recursos naturais. Desde o início do século XXI,

governos e organizações do mundo inteiro vem trabalhando de forma colaborativa, firmando acordos com o propósito de preservar o meio ambiente, com a intenção de melhorar as condições do planeta para as próximas gerações, no entanto essas tentativas não são bem sucedidas (Freitas, 2016). Essas ações se pautam por meio de Tratados Internacionais sobre alguns fatores que incitam o interesse do Direito Internacional, entre eles: as altas taxas de crescimento da população mundial; condições sanitárias; desenvolvimento das ciências médicas; uso excessivo dos recursos ambientais; destruição de ecossistemas; esgotamento de recursos biológicos e energéticos, entre outros (Varella, 2009).

No mundo a Organização das Nações Unidas com o apoio e colaboração de organismos internacionais responde pela liderança das ações de preservação do meio ambiente, realizando eventos internacionais onde, os mesmos promovem a pactuação de acordos de interesse para o meio ambiente, como exemplo as conferências de Estocolmo, Kyoto e do Rio de Janeiro (Rossato; Cardoso, 2014). No Brasil a proteção jurídica foi criada para proteger o meio ambiente e reduzir ao mínimo as consequências de ações devastadoras, das ações físicas ou jurídicas, sendo uma das mais completas e avançadas do mundo. A Lei 9.605/1998 – Lei de crimes ambientais, que reordena a legislação ambiental e criminaliza ocorrências de crimes ambientais e a Lei 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), alterando Lei 9.605 de 1998 – Estabelece diretrizes à gestão integrada e ao gerenciamento ambiental adequado dos resíduos sólidos, incluindo a destinação final e sujeição do infrator em seu descumprimento, inclusive de prisão. Essas são consideradas as duas principais leis ambientais em vigor no Brasil (Ganen, 2015).

3. POLÍTICAS PÚBLICAS RELACIONADAS AO USO DE RECURSOS NATURAIS

A expansão econômico-industrial internacional e os já constatados efeitos negativos da intervenção humana no meio ambiente fez com que a sociedade se mobilizasse exigindo dos poderes constituídos respostas a problemas como aquecimento global, emissão excessiva de CO², desertificação, desmatamento, extinção de espécies, derretimento das calotas polares, contaminação de fontes d'água entre outros (Hayashi, 2015).

No Brasil a origem das políticas voltadas a questão ambiental nasceu em um contexto político em que não se dava importância ao bem estar da maioria da população. Foi na Era Vargas que surgiu a preocupação com as questões ambientais sobretudo nas áreas de proteção, conservação e uso dos recursos ambientais. Em 1934 foram promulgados o Código Florestal, e em 1937, a criação do Parque Nacional de Itatiaia e da legislação de proteção ao patrimônio histórico cultural e artístico cultural.

Eram ações que estavam vinculadas diretamente ao Estado, que sempre foi marcado por uma economia predominantemente exploratória de seus recursos naturais, baseando sua economia na produção de produtos primários de modo agressivo e predatório. Importante mencionar que neste contexto o Estado estava centrado em um projeto de industrialização nacional e o crescimento a qualquer custo estava acima da preocupação com a proteção do meio ambiente.

O marco norteador fundamental da elaboração, organização, instrumentalização e implementação das políticas públicas ambientais no Brasil foi a promulgação da lei n° 6.938/1981, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) trazendo uma série de princípios e objetivos para as questões ambientais, o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) entre

outros que passaram a guiar a política nacional ambiental, envolvendo a preocupação com os aspectos econômicos, sociais, culturais entre outros aspectos (Salheb et. al., 2017).

A Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA representou um marco no campo das questões ambientais já que foi resultado, sobretudo, da pressão da sociedade civil organizada, e não foi levada ao ostracismo diante da pressão econômica dos grandes empresários. Nesse sentido a questão ambiental passou a ser um ponto crucial de discussão e fator fundamental pra o estabelecimento de planos, programas e políticas de desenvolvimento nacional, regional e local no país, respeitando os limites dos nossos recursos naturais.

4. CONCLUSÃO

Após a Revolução Industrial intensificou-se a exploração dos recursos naturais tendo em vista o aumento da produção. Considerando a importância dos mercados, o homem prioriza o atendimento à este e ignora, muitas das vezes, a capacidade que o ambiente tem em fornecer esses recursos. Porém, é necessário reavaliar o sistema atual de extração para garantir a manutenção de recursos naturais para as futuras gerações, pois estes são finitos e poderão desaparecer.

5. REFERÊNCIAS

Axelrod, R. *The Evolution of Cooperation*. New York: Basic Books. (1984). ISBN 0-465-02121-2.

Arruda, R. (1999). “Populações tradicionais” e a proteção dos recursos naturais em unidades de conservação. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 79-92.

BBC. Recursos naturais do planeta estão acabando. http://www.bbc.com/portuguese/ciencia/020625_recursos.shtml. Acesso em: 05.05.017

Brasil (1998). *Lei N° 9.605 de 02 de 1998* – Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de lei de crimes ambientais, condutas e atividades lesivas ao meio ambiente (Lei dos Crimes Ambientais).

Brasil (2010). *Lei N° 12.305 de 02 de agosto de 2010* - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Cortez, A. T. C.; Ortigoza, S. A. G. (Orgs.). (2009) *Da produção ao consumo: impactos socioambientais no espaço urbano*. [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica. 146 p. ISBN 978-85-7983-007-5.

Drummond, A. (2003). *Novos estudos sobre a sustentabilidade da exploração de recursos naturais brasileiros: aspectos produtivos, ambientais e sociais*. Sociedade e Estado, Brasília, v. 18, n. 1/2, p. 395-400.

Dulley, R. D. (2004). Noção de natureza, ambiente, meio ambiente, recursos ambientais e recursos naturais. *Agric. São Paulo*, São Paulo, v. 51, n. 2, p. 15-26.

Freitas, A. G. A. (2016) proteção internacional do meio ambiente. jus.com.br [Internet]. São Paulo (SP). Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/49926/a-protecao-internacional-do-meio-ambiente>. Acesso em 6 mai 2017.

Ganen, R. S. (2015). Legislação brasileira sobre meio ambiente [recurso eletrônico] : biodiversidade / organização: Roseli Senna Ganem; texto: Roseli Senna Ganem, Maurício Schneider. – Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara. – (Série legislação; n. 183). Disponível em: [file:///C:/Users/User/Downloads/legislacao_biodiversidade_ganen%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/legislacao_biodiversidade_ganen%20(1).pdf). Acesso em 6 mai 2017.

Hayashi, C. (2015). Instrumentos de Políticas Públicas em Gestão Ambiental e Sustentabilidade no Brasil. *Periódico Eletrônico*, volume 11, número 07.

Junior, J. H. S.; Dantas, L. M.; Araújo, L. F. S.; Farias, I. P. (2012). *As conferências Internacionais sobre Meio Ambiente e a RIO+20*. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7. Palmas. Anais eletrônicos...Palmas, 2012. Disponível em <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/3773/1704>> . Acesso em 6 mai. 2017.

Nascimento, E. P. do. (2012). Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. *Estudos avançados*, v. 26, n. 74, p. 51-64.

Ostrom, E.; Joana, B.; Christopher, B.; Field, R. B; Norgaard, David, P. (1999): Revisiting the Commons: Local Lessons, Global Challenges, in: *Science*, Vol. 284, 9 April, pp. 278–282.

Rossato, C. Z; CardoS, W.M. (2014). *Conferências Mundiais sobre o Direito Ambiental*. In: SEMANA ACADÊMICA: Fadisma Entrementes, 11. Santa Maria. Anais eletrônicos... Santa Maria, 2014. Disponível em <<http://sites.fadisma.com.br/entrementes/anais/wp-content/uploads/2015/05/conferencias-mundias-sobre-o-direito-ambiental.pdf>>. Acesso em 6 mai. 2017.

Santos, M. T. L. F. dos. A economia perversa: o impacto dos mercados sobre o meio ambiente. *Prim@facie* – ano 5, n. 9, jul./dez. 2006, pp. 106-125.

Salati, E.; Santos, A.A. dos; Klabin, I. (2006). Temas ambientais relevantes. *Estud. av.*, São Paulo, v. 20, n. 56, p. 107-127.

Salheb, G. J. M. *et. al.* (2009). Políticas Públicas e Meio Ambiente: Reflexões Preliminares. *Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas*, n. 1.

Greco, A.; Barros, D. (2016). *Esgotamento dos Recursos Naturais*. Disponível em: <<http://super.abril.com.br/ciencia/esgotamento-dos-recursos-naturais/>>. Acesso em: 22/05/2017.

Varella, M. D. (2009). O surgimento e a evolução do direito internacional do meio ambiente: da proteção da natureza ao desenvolvimento sustentável. In: Varella, M. D; Barros-Platiau, A. F. (orgs). *Proteção Internacional do meio ambiente*. Brasília: Unitar, UniCEUB e UnB, p. 7-25.

A TRIBUTAÇÃO MUNICIPAL AMBIENTAL E O PLANEJAMENTO NA CONSTRUÇÃO DE CIDADES SUSTENTÁVEIS FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Jane Weyne Ferreira de Menezes

Instituto Brasileiro de Estudos Tributários

jweyne@hotmail.com

Magda Cristina de Sousa

Universidade Federal Rural do Semi-Árido

RESUMO

Esta pesquisa teve por objetivo verificar a influência da tributação municipal ambiental e do planejamento na construção das cidades sustentáveis frente às mudanças climáticas. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica, feita a partir de fontes primárias e secundárias, tais como Constituição Federal de 1988, legislação infraconstitucional, jurisprudências e bibliografias pertinentes à temática. Constaram-se, com isso, caminhos que levam à construção de cidades sustentáveis, como diretriz da política urbana, através de condutas sustentáveis induzidas pelos tributos municipais com fins ambientalmente orientados, combatendo o agravamento das mudanças climáticas, fim buscado pela política nacional sobre mudança climática. Por fim, o estudo mostrou a necessidade de participação social e de governança no planejamento municipal na construção dessas cidades.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Política urbana; Mudança climática; Tributos municipais; Governança.

1. INTRODUÇÃO

A ideia de sustentabilidade, no mundo contemporâneo, requer a compatibilização do fenômeno socioambiental com o desenvolvimento econômico, priorizando-se o bem-estar humano, sendo imperativa a preocupação com a proteção da qualidade de vida e o equilíbrio ecológico.

Neste quadro, as cidades, vistas como lugar de busca pelo ilimitado desenvolvimento econômico, são tidas como espaços nocivos ao futuro do meio ambiente. E, diante dessa nova ordem mundial, voltada ao desenvolvimento sustentável, os modelos citadinos devem se adequar à necessidade premente da construção de cidades sustentáveis diante das mudanças climáticas globais.

No âmbito nacional, a Constituição Federal de 1988 constitucionalizou a proteção ambiental, em seu art. 225, assegurando o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado para as presentes e futuras gerações. Desse modo, direcionou toda e qualquer atuação pública à promoção da sustentabilidade, inclusive no que tange aos efeitos do aquecimento global.

De forma sistêmica, o sistema jurídico nacional promoveu a interligação entre tributação, meio ambiente e urbanismo, na medida em que tributos municipais podem

voltar-se à finalidade urbano-ambiental. Estabelecendo, ainda, a participação democrática na gestão urbana sustentável, para a construção de cidades sustentáveis.

Nesse contexto, o presente estudo objetiva analisar a política urbana, com foco na diretriz geral de garantia do direito a cidades sustentáveis. Com isso abordaremos a possibilidade de compatibilidade entre cidade e sustentabilidade, bem como a influência da tributação municipal ambiental na construção dessas cidades e o consequente combate ao agravamento das mudanças climáticas. Ao final, faz-se uma abordagem crítica da necessidade de participação social e da governança no planejamento municipal, com fins de garantir a construção da cidade sustentável.

Para essa pesquisa utilizou-se do estudo exploratório a partir da tipologia de pesquisa bibliográfica, recorrendo-se a fontes documentais diretas, tais como: constituição federal de 1988, legislação infraconstitucional, e outras fontes doutrinárias e jurisprudenciais, como também literaturas pertinentes ao tema.

2. A GARANTIA DO DIREITO A CIDADES SUSTENTÁVEIS

A preocupação com o espaço urbano recebeu contornos constitucionais, a partir da Carta Magna de 1988, em seus artigos 182 e 183, que estabeleceu a política urbana como uma proteção específica derivada da previsão do meio ambiente ecologicamente equilibrado, constante do artigo 225 do texto constitucional.

O objetivo da política de desenvolvimento urbano é ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes, devendo ser executada pelo Poder Público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, estando diretamente ligada à busca pela sadia qualidade de vida e valores como dignidade humana e a própria vida.

A Constituição Federal, em seu art. 183, § 1º, elegeu como instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana o plano diretor, instituto de extrema importância na gestão democrática da urbe e da promoção da qualidade de vida. O plano diretor integra o processo de planejamento municipal, orientando a elaboração do plano plurianual, das diretrizes orçamentárias e do orçamento anual, enquanto instrumentos da política urbana (arts. 4º, inciso III e 40, §1º, Estatuto da Cidade).

Vê-se que compete ao município o dever de fixar as exigências de ordenação na promoção da qualidade de vida das cidades, uma vez que compete a este ente promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano, nos termos do art. 30, inciso VIII, da CF/88.

O texto constitucional foi regulamentado pela Lei Federal nº 10.257/2001, conhecida como Estatuto da Cidade, que estabeleceu diretrizes gerais para a execução da política urbana e normas de ordem pública e de interesse social voltado para a coletividade, a segurança e o bem-estar dos cidadãos, prevalecendo o equilíbrio ambiental sobre o uso da propriedade urbana, realizando, assim, a sua função social, vinculada às exigências do plano diretor (art. 182, § 2º, CF/88).

Dentre as diretrizes gerais da política urbana, o Estatuto da Cidade (art. 2º, inciso I) inovou ao garantir o direito a cidades sustentáveis, definido pelo próprio dispositivo legal como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à

infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações.

Diante disto, pode-se perceber que a política urbana se afina com a Política Nacional sobre Mudança Climática – PNMC, instituída pela Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, na medida em que busca “medidas de adaptação para reduzir os efeitos adversos da mudança do clima e a vulnerabilidade dos sistemas ambiental, social e econômico” (Art. 5º, inciso III), o que se reflete na construção das cidades sustentáveis.

2.1. Cidade e Sustentabilidade, Conjugação Possível?

O Brasil, país essencialmente agrícola até meados do século XX, em razão do modelo econômico, teve alterada sua configuração espaço-social, na qual se verificou um crescimento vertiginoso e constante, o que levou, diante do contexto da sociedade de risco global, a mudanças de paradigmas no âmbito socioambiental, inclusive no urbanístico e, no contexto global, a perigosas alterações climáticas.

A partir daí, trazendo as lições de Lefebvre (2001, p. 106) ao contexto brasileiro, seria “impossível considerar a hipótese de reconstituição da cidade antiga; possível apenas encarar a construção de uma nova cidade, sobre novas bases, numa outra escala, em outras condições, numa outra sociedade”.

É no Estatuto da Cidade, que se encontra a previsão do espaço urbano, que corresponde a ideia de cidade do período pós Constituição de 1988, aquela que requer “direito à vida urbana, transformada, renovada” (Lefebvre, 2001, p. 118), em atenção às necessidades sociais, econômicas e políticas, um novo incremento, o da sustentabilidade, segundo Fiorillo (2011, p. 537-538), no qual a urbe passa a ter natureza jurídica ambiental.

Isso porque, a partir de 1988 a cidade passa a ser percebida com base no que preceitua os art. 225 combinado com os arts. 182 e 183 da Carta Magna, de acordo com as necessidades do final do século XX e início do século XXI.

O relatório Brundtland foi o primeiro documento a tratar do conceito de desenvolvimento sustentável em debate público e político, que “migrou de um conceito puramente ambiental-natural para se transformar em tópico do Direito Urbanístico, propondo-se a encontrar a solução para os problemas das cidades” (Séguin, 2005, p.59), bem como buscando satisfazer as necessidades humanas.

Sob a ótica da sustentabilidade, ainda há muita divergência doutrinária quanto ao conceito de sustentabilidade, principalmente em razão de sua complexidade, que requerer, por isso, “novas vias de transformação do conhecimento através do diálogo e da hibridação de saberes” (Leff, 2003, p. 17).

Impende destacar, ainda, que, para Freitas (2012, p. 41 e 113), a sustentabilidade é um princípio cogente multidimensional, nos moldes do texto constitucional, que orienta todo o Direito, não só o Ambiental, apresentando-se como princípio ético-jurídico, valor constitucional supremo e objetivo fundamental da República. Nesse sentido, adota-se o conceito por ele proposto, no qual interliga o cunho social, econômico e ambiental à dimensão ética e jurídico-política:

Nesse diapasão, pode-se compatibilizar cidade e sustentabilidade, concebendo como cidades sustentáveis os espaços urbanos em que se busca garantir o direito ao bem-estar, no presente e no futuro, a partir da redução de riscos ambientais e do aumento

do uso de práticas sustentáveis que consideram os efeitos antrópicos e climáticos, bem como um desenvolvimento econômico pautado na justiça social, no ambiente limpo e saudável, com resultados justos e obtidos através de meios idôneos e com vistas a uma dimensão ética, já que “desenvolvimento sustentável é a condição para enfrentar as alterações climáticas e conciliar o atendimento às necessidades comuns e particulares das populações e comunidades que vivem no território nacional” (Lei nº 12.187/2009, art. 3º, IV).

Acrescente-se, ainda, o fator jurídico-político, pautado na gestão democrática, em que “seus próprios cidadãos foram chamados a opinar sobre o futuro de seu traçado, sobre as medidas urbanísticas corretivas necessárias, sobre os equipamentos e serviços públicos desejados, ou ainda, sobre as políticas futuras” (Silva, 2013, p. 02), em que atuam como responsáveis solidários o Estado e a sociedade.

Portanto, a conjugação cidade e sustentabilidade é possível, sob as perspectivas constitucional, ambiental e urbanística, culminando na garantia do direito a cidades sustentáveis e a consequente redução dos impactos causados pelo aquecimento global.

2.2. Tributação Municipal Ambiental na Construção das Cidades Sustentáveis: instrumentos tributários da Política Urbana e da Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC

Tanto a Política Urbana como a Política Nacional sobre Mudança do Clima tem, dentre outros, como instrumentos medidas tributárias e financeiras que atuam na consecução de seus fins. Com relação àquela, o município é o ente competente, já no que tange a esta, o ente municipal deve atuar de forma conjunta com os outros entes, podendo se valer do seu sistema jurídico tributário na promoção da cidade sustentável e da redução da poluição.

A Constituição Federal delinea a repartição das competências tributárias, compondo o Sistema Tributário Nacional os tributos federais, estaduais e municipais.

No que tange ao município, este é composto por três impostos privativos, nos termos do art. 156, incisos I a III: imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana – IPTU, imposto sobre transmissão *inter vivos* - ITBI, imposto sobre serviços de qualquer natureza - ISSQN; bem como, as taxas e contribuições de melhoria, previstas nos arts. 145, II e III, que decorrem da realização de serviços e obras públicas por parte do município; ainda, as contribuições previdenciárias para custeio da previdência pública (§1º do art. 149) e a contribuição para custeio da iluminação pública (art. 149-A) (Harada, 2012, p. 89).

Tais tributos podem ser vistos pela ótica fiscal, na qual a finalidade é arrecadar recursos aos cofres públicos; ou extrafiscal, cujo objetivo é regular condutas. Nesse sentido, a política urbana utilizou-se da extra fiscalidade para promover a construção de cidades sustentáveis. Para tal desiderato, o Estatuto da Cidade, no art. 4º, incisos I a VI, elencou diversos instrumentos, dentre eles, destacam-se os institutos tributários e financeiros: IPTU; contribuição de melhoria; e, incentivos e benefícios fiscais e financeiros.

Porém, necessário, antes de analisá-los, discorrer sobre a tributação municipal e a possibilidade desta se apresentar com fins urbano-ambientais.

A fiscalidade e a extra fiscalidade são características dos tributos, entendendo-se estas como complementares, em que varia a predominância do caráter extrafiscal de acordo com a finalidade urbano-ambiental. “Na construção jurídica de todos e de cada tributo, nunca mais estará ausente o finalismo extrafiscal, nem será esquecido o fiscal” (Becker, 2013, p. 640), ou seja, sempre coexistirão o finalismo fiscal com o extrafiscal em cada tributo.

Também é assente a este entendimento Carvalho (2013, p. 234) quando aduz:

Há tributos que se prestam, admiravelmente, para a introdução de expedientes extrafiscais. Outros, no entanto, inclinam-se mais ao setor da fiscalidade. Não existe, porém, entidade tributária que se possa dizer pura, no sentido de realizar tão só a fiscalidade, ou, unicamente, a extrafiscalidade. Os dois objetivos convivem, harmônicos, na mesma figura impositiva, sendo apenas lícito verificar que, por vezes, um predomina sobre o outro.

Porém, ainda é polêmica a questão do conceito dos tributos ambientais, já que grande parte entende que o caráter ambiental do tributo é definido pela hipótese de incidência, integrante do antecedente da norma jurídica; de outra banda, que a finalidade é que informa se o tributo é ou não ambiental; e, ainda, existem os que analisam a feição ambiental dos tributos somente pela nomenclatura.

Entende-se que a definição da natureza ou do conceito de tributo ambiental é obtida pela sua finalidade, pois “o que deve qualificar o tributo é a produção de seus efeitos na proteção ambiental” (Cavalcante, 2012, p. 104). Com isso, não exige um regime jurídico diferenciado, mas a observância às normas do próprio sistema jurídico-tributário e dos parâmetros constitucionais.

Embora, entenda-se que caiba a todo e qualquer tributo municipal a feição ambiental, foca-se na análise dos impostos e incentivos e benefícios fiscais.

Quanto aos impostos municipais, percebe-se que os mesmos podem se revestir da feição urbano-ambiental para atingir tal finalidade, auxiliando na construção das cidades sustentáveis e na persecução pela adaptação às mudanças climáticas. Isso porque se acredita que a tributação ambiental tem um papel fundamental na promoção da sustentabilidade no âmbito da cidade, em especial a municipal, por estar mais próxima à realidade local e permitir uma participação social mais efetiva, lembrando que as questões locais refletem diretamente nas demandas globais, como as causas climáticas.

A integração das diretrizes fiscais e urbano-ambientais é imprescindível em virtude da exigência global de redirecionamento do a um novo critério, o da sustentabilidade, já que “não se trata de uma espécie nova, mas sim de uma nova motivação” (Cavalcante, 2012, p. 108), ou seja, de uma nova produção de sentido dos tributos municipais.

Nesse diapasão, o ISSQN pode realizar uma função ambiental na medida em que o município incentive condutas ambientalmente sustentáveis no perímetro urbano, por exemplo, reduzindo a alíquota (dentro do limite legal - 2 a 5%) incidente sobre a prestação de serviços que elejam condutas pautadas na sustentabilidade, como no caso das construções verdes (Pacobahyba; Belchior, 2012, p.195), dos serviços de assistência social, dos serviços culturais e voltados à conservação do patrimônio histórico, bem como serviços de transporte intramunicipal que possuam níveis de

poluição reduzido, uma vez que o uso do transporte contribui de modo considerável com o aumento de emissão de gases poluentes e com o aquecimento do planeta.

OITBI também se afigura possível produzir efeitos urbano-ambientais, tendo em vista seu alto potencial de efetividade da função socioambiental da propriedade, por exemplo: a obtenção de descontos no valor do imposto ao se transferir um imóvel ao se comprovar, através de certidão de órgãos municipais a sua funcionalidade “verde” ou “social”, em que o contribuinte seja de baixa renda ou participante de programas de governo nesse sentido ou que utilize eficiência energética ou resuso e aproveitamento de água, tendo em vista que os recursos hídricos são um ponto nevrálgico na questão climática.

Quanto a este imposto, vale ressaltar que o Supremo Tribunal Federal entendeu ser inconstitucional a utilização da progressividade para o cumprimento da função social da propriedade, editando a Súmula 656, em razão de o princípio da capacidade contributiva não se aplicar aos impostos reais. Tal súmula aduz: “é inconstitucional a lei que estabelece alíquotas progressivas para o imposto de transmissão ‘inter vivos’ de bens imóveis – ITBI, com base no valor venal do imóvel”.

Porém, o Supremo Tribunal, no julgado do Recurso Extraordinário (RE) nº 562045/RS, que trata do imposto de transmissão causa mortis e doação - ITCMD, de competência estadual, mudou seu entendimento pela constitucionalidade da aplicabilidade da progressividade a este imposto, já que a capacidade contributiva é aplicável a todos os impostos reais, refletindo no entendimento quanto ao ITBI.

No que tange ao IPTU, já inserido constitucionalmente como importante instrumento da política urbana, a sua extra fiscalidade se dá por meio da progressividade da alíquota, por até cinco anos seguidos, incidente sobre os imóveis que não estejam cumprindo sua função social, com limite máximo de 15% (quinze por cento) do valor venal do imóvel, em atenção ao princípio do poluidor pagador, o qual objetiva “obrigar o agente econômico a arcar com os custos da diminuição ou afastamento dos danos causados” (Gabriel Filho, 2014, p. 80), não podendo figurar como uma permissão para poluir nem como sanção a ato ilícito.

Apesar de ser um importante instrumento, entende-se ser necessária a concessão de mais incentivos, ao invés do aumento da carga tributária, uma vez que o contribuinte já vem sendo penalizado pela atual conjuntura que assola o país e, em especial, a situação de escassez dos municípios brasileiros. Até porque será mais vantajoso ao ente municipal o recebimento de créditos menores à inadimplência de quantias vultosas que, de certo modo, “estaria alcançando a promoção do desenvolvimento sustentável e, simultaneamente, sendo vitorioso em políticas públicas ambientais que poderiam ser extremamente onerosas” (Pacobahyba; Belchior, 2012, p.197).

Nesse sentido, premente é o incentivo à adoção de práticas urbanísticas sustentáveis, privilegiando o princípio do protetor recebedor, ou seja, aquele que protege o meio ambiente “deve receber uma compensação financeira como incentivo pelo serviço prestado”. Este princípio tem uma natureza jurídica de instrumento econômico, amoldando-se no conceito de função promocional do direito, trabalhado por Norberto Bobbio e desenvolvido por Augusto Becker” (Gabriel Filho, 2014, p. 83-85).

Na construção das cidades sustentáveis, que engloba a redução da emissão de gases do efeito estufa, deve-se incentivar mais que penalizar. Isto porque “com a sanção positiva ou premial busca-se tornar mais atrativa a operação, assegurando a quem a realiza a obtenção de uma vantagem ou a supressão de uma desvantagem” (Yatsuda

apud Montero, 2014, p. 182). Pode-se citar o exemplo dos incentivos fiscais que atuam como prêmio a uma prática sustentável.

Seguindo essa linha de raciocínio, outros instrumentos bastante utilizados pela política urbana e pela PMNC são os benefícios e incentivos fiscais. Ocorre que há, ainda, muita divergência conceitual, há quem os entenda como sinônimos, como espécies de um mesmo gênero, ou mesmo, que um é o gênero e o outro é espécie.

Porém, há uma certeza, a de que “sempre revelarão uma redução na carga tributária ou mesmo a desoneração do dever de pagar determinado tributo”, como leciona Grupenmacher (2012, p. 14-18). A referida autora faz a diferença entre incentivos e benefícios (ambos espécies), enquanto desonerações (gênero) totais ou parciais do pagamento do tributo, a partir de uma vinculação de contrapartida ou não por parte do contribuinte relativa à desoneração respectiva, para fazer jus ao não pagamento, seja de forma total ou parcial.

Assim, os incentivos fiscais são as exonerações tributárias que exigem do contribuinte uma contrapartida, ou seja, para que seja este desonerado do pagamento do tributo, integral ou parcial, é necessário que o contribuinte atenda a algumas condições impostas legalmente, a exemplo das isenções, créditos presumidos, reduções de base de cálculo e alíquota. Já os benefícios fiscais não necessitam desta contraprestação, “sendo hipóteses de favorecimento extraordinário de alguns contribuintes, com propósitos extrafiscais, preponderantemente” (Grupenmacher, 2012, p. 16-17).

Frise-se, nestes casos, que é dever do ente municipal, em atenção ao art. 14 da Lei de Responsabilidade Fiscal (Lei Complementar nº 101/2000), a previsão dos efeitos afetos à questão ambiental juntamente com o relatório da renúncia de receita, afim de se evitar um desequilíbrio fiscal.

Empiricamente, práticas e condutas que podem ensejar a aplicação da tributação ambiental, dando-se preferência ao direito premial, são: construções que adotem posturas sustentáveis, tais como telhado com cobertura vegetal, uso de placas solares, sistema de reuso de água, ou captação da água da chuva, enquadramento nas normas do plano diretor, separação seletiva dos resíduos sólidos; uso de transportes não poluentes; acessibilidade etc.

Muitos municípios adotam legislações que já inserem em suas normas incentivos fiscais nesse sentido, como os citados por Gabriel Filho (2014, p. 143-145), dentre eles, Fortaleza/CE, Guarulhos/SP, Domingos Martins/ES, entre outros, que concedem descontos de 5% a 10% no IPTU, em razão da separação dos resíduos sólidos. Acrescenta-se o exemplo do município de Mossoró que, contempla, em seu Código Tributário Municipal (Lei Complementar Municipal nº 096/2013), no art. 32, IV, isenção parcial de 50% do valor do imposto para o imóvel construído sob os princípios da sustentabilidade ambiental e estabelece os requisitos para a configuração desta, como eficiência energética, gestão de resíduos sólidos, acessibilidade, entre outros.

Por outro lado, muitas cidades já intencionam a redução da emissão de dióxido de carbono até 2020, através de estímulo ao uso de energia renovável e aumento da eficiência energética, por exemplo. Dentre elas, podem-se destacar São Paulo, Porto Alegre, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, entre outras.

Nesse sentido, para a aplicação dos tributos municipais com fins urbano-sustentáveis, além de respeito aos ditames constitucionais e legais, é necessário que o poder público municipal crie condições concretas para a eficácia de normas jurídicas neste sentido, regulamentando-as e viabilizando administrativamente o trâmite dos

processos de fiscalização por parte de seus agentes e dos processos de requerimento de desonerações dos contribuintes. Além disso, imprescindível é a gestão democrática, com a participação social na regulamentação das necessidades urbano-ambientais locais.

Com isso, percebe-se o quanto é possível a utilização da tributação municipal como meio de promover a construção das cidades sustentáveis, que objetiva, dentre outros quesitos, a redução dos gases do efeito estufa e das consequências naturais e socioeconômicas decorrentes do aquecimento global, primando-se pela observância ao regime jurídico-tributário que deve se pautar por uma nova motivação, a da sustentabilidade, fio condutor da nova era.

3. PLANEJAMENTO MUNICIPAL E GOVERNANÇA NA CRIAÇÃO DAS CIDADES SUSTENTÁVEIS?

O Poder Público Municipal recebeu competência para promover a melhoria da qualidade de vida da população, através do atendimento às demandas socioambientais a partir do planejamento público, como já explicitado anteriormente.

Nesse sentido, a Constituição Federal e o Estatuto da Cidade deram elevada importância para a prática do planejamento. Menezes; Jannuzzi (2009, p. 72), afirmam que “o Estatuto da Cidade se caracteriza principalmente por uma orientação ética de forte posicionamento social, viabilizando intervenções no direito de propriedade do solo urbano por motivação do bem coletivo e social”.

Em consonância com o conceito adotado de sustentabilidade, que interliga o cunho social, econômico e ambiental à dimensão ética e jurídico-política, o Poder público deve se pautar por essas dimensões no planejamento de suas ações no que tange à construção de cidades sustentáveis. Bromley (1982, p. 71) ensina:

Compete aos municípios manter programas de educação, prestar serviços de atendimento à saúde, promover o adequado ordenamento territorial, mediante planejamento, e promover a proteção do patrimônio histórico e cultural local.

Para realizar tais ações, o município conta como instrumentos, além dos tributários e financeiros, o planejamento municipal, em especial, o plano diretor, que disciplina o parcelamento, o uso e a ocupação do solo, zoneamento ambiental, plano plurianual, diretrizes orçamentárias e orçamento anual, gestão orçamentária participativa, planos, programas e projetos setoriais, plano de desenvolvimento econômico e social (Lei nº 10.257/2001, art. 4º, inciso III, alíneas *ausqueh*).

Esses instrumentos, juntamente com a dimensão ética, devem nortear a gestão municipal quando da elaboração do planejamento. Gledson et al. (2012) afirmam que o planejamento em nível local se torna peça absolutamente necessária no acompanhamento dos direitos econômicos e dos direitos sociais, corroborando com o caráter municipalista das políticas urbano ambientais.

O âmbito local também é importante na busca por “estratégias integradas de mitigação e adaptação à mudança do clima” (Lei nº 12.187/2009, art. 5º, IV), enquanto diretriz do PNMC. Isso porque a proximidade do *inter-espaco* propicia condições reais de interpelações mais eficientes e mais duradouras entre o poder público e a sociedade, em que esta pode nortear e orientar aquele acerca das necessidades mais urgentes

para a concretização da construção das cidades sustentáveis e da redução dos riscos climáticos e da vulnerabilidade.

Neste cenário, as demandas dos cidadãos e stakeholders fazem toda diferença, quando a boa governança legitima os princípios da responsabilidade e da transparência dos atos da gestão compartilhada, na persecução de medidas de adaptação à mudança global do clima. Para isso, aplica-se governança pública ou governança propriamente dita, que “cuida da aquisição e distribuição de poder pela sociedade” (Mello, 2006, p.11), diferentemente da governança do setor privado, já que a governança aplicada ao setor público se refere a inúmeras responsabilidades que este tem com o Parlamento e com os contribuintes (Barret, 2001, p. 06).

Além disso, é urgente a participação social na regulamentação das leis tributárias e ambientais, voltadas à indução a condutas sustentáveis pelos tributos municipais. Como se propõe, a participação e a boa governança devem permear o planejamento municipal, seja na organização, execução e controle das receitas e despesas que compõem o orçamento público municipal, intervindo democraticamente na política urbana e na PNMC.

Portanto, efetivando-se a gestão compartilhada entre o ente público e o cidadão, direcionada às necessidades da qualidade de vida no ambiente urbano garante, juntamente com a política tributário-ambiental, incentiva-se a construção das cidades sustentáveis e a adaptação destas às mudanças climáticas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como resultado da pesquisa, constata-se que os tributos municipais podem ser ambientalmente orientados como instrumentos de efetivação da política urbana e da PNMC, incentivando e propiciando condições à possibilidade de desenvolvimento das cidades de forma sustentável frente à elevação das temperaturas médias globais e diversas alterações climáticas.

Diante desse contexto, o que se propõe é a utilização, não só dos instrumentos tributários e financeiros elencados no Estatuto da Cidade e no PNMC, mas do próprio sistema tributário municipal como um todo, sob a ótica de uma nova motivação, a da sustentabilidade, em que tributos e incentivos fiscais, estejam integrados às políticas urbano-ambientais.

Acrescente-se a isso a participação social na tomada de decisões sobre as políticas urbana, tributária e ambiental, bem como a boa governança, no planejamento urbano municipal, uma vez que as questões locais acerca da sustentabilidade refletem diretamente nas demandas globais. Tudo isto, em busca de promover a sadia qualidade de vida não só dos habitantes da cidade, mas, de forma global, a preservação dos ecossistemas por meio da redução dos gases do efeito estufa.

Desta feita, com a utilização dos tributos municipais e incentivos ambientalmente orientados, somados ao planejamento urbano pautado na participação e na boa governança, é possível impulsionar a construção de cidades sustentáveis, reduzindo o agravamento das consequências da elevação da temperatura global, e, conseqüentemente, realizando os fins buscados pela política urbana e pelo PNMC.

5. REFERÊNCIAS

Barret, P. (2001). *Corporate governance in the public sector contexto*. Canberra. Disponível em <<http://www.governança\corporate%20in20public>>. Acesso em 08/07/2017.

Becker, A. A. (2013). *Teoria geral do direito tributário*. Noeses, São Paulo, Brasil.

Brasil. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em 05/07/2017.

Brasil. Estatuto da Cidade (2001). *Lei 10.257/2001*. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257>.htm. Acesso em 05/07/2017.

Brasil. Lei de Responsabilidade Fiscal. *Lei Complementar 101/2000*. Estabelece normas de finanças públicas voltadas para a responsabilidade na gestão fiscal e dá outras providências. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LCP/Lcp101.htm>. Acesso em 05/07/2017.

Brasil. Plano Nacional sobre Mudança Climática (2009). *Lei 12.187/2009*. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm>. Acesso em 05/07/2017.

Brasil. (2013) Supremo Tribunal Federal. Recurso Extraordinário nº 562045/RS – Rio Grande do Sul. Relator Ministro Ricardo Lewandowski. Pesquisa de Jurisprudência, Acórdãos, 06 fevereiro 2013. Disponível em: <<http://www.stf.jus.br/portal/processo/verProcessoAndamento.asp?numero=562045&classe=RE&origem=AP&recurso=0&tipoJulgamento=M>>. Acesso em: 02/07/2017.

Brasil. Supremo Tribunal Federal. Súmula nº 656. Pesquisa de jurisprudência, Súmulas. Disponível em <http://www.stf.jus.br/portal/cms/verTexto.asp?servico=jurisprudenciaSumula&pagina=sumula_601_700>. Acesso em 02/05/2017.

Bromley, R. (1982). O processo do planejamento: lições do passado e um modelo para o futuro. In: Bromley, R. (org.). *Política x técnica no planejamento, perspectivas críticas*. Brasiliense, Brasília, Brasil.

Carvalho, P. de B. (2013) *Curso de direito tributário*. Saraiva, São Paulo, Brasil.

Cavalcante, D. L. (2012). Sustentabilidade financeira em prol da sustentabilidade ambiental. In: Cavalcante, D. L.; Grupenmacher, B. T.; Queiroz, M. E.; Ribeiro, M. F. *Novos horizontes da tributação: um diálogo luso-brasileiro*. Cadernos IDEFF Internacional, n. 2. Almedina, Coimbra, Portugal.

Cavalcante, D. L. (2012). *Tributação ambiental: por uma remodelação ecológica dos tributos*. Revista NOMOS, v. 32, n. 2, p. 101-115, Fortaleza, Brasil. Disponível em <<http://www.periodicos.ufc.br/nomos/article/view/353/335>>. Acesso em 12/06/2017.

Fiorillo, C. A. P. (2011). *Curso de direito ambiental brasileiro*. Sraiva, São Paulo, Brasil.

Freitas, J. (2012) *Sustentabilidade: direito ao futuro*. Fórum, Belo Horizonte, Brasil.

Gabriel Filho, P. S. M. (2014) *Curso de direito tributário ambiental*. CRV, Curitiba, Brasil.

Gledson et al. (2012). Diagnóstico ambiental participativo: a busca de uma gestão comunitária. In: Gorayeb, A.; Silva, E. V. (Orgs.) *Agroecologia e educação ambiental aplicados ao desenvolvimento comunitário*. UFC, Fortaleza, Brasil.

Gruppenmacher, B. T. (2012). Das exonerações tributárias: incentivos e benefícios fiscais. In: Cavalcante, D. L.; Gruppenmacher, B. T.; Queiroz, M. E.; Ribeiro, M. F. *Novos horizontes da tributação: um diálogo luso-brasileiro*. Almedina, Coimbra, Portugal.

Harada, K. (2012) *Direito tributário municipal: sistema tributário municipal*. Atlas, São Paulo, Brasil.

Iclei. Mapa do caminho dos governos locais pelo clima (2010). Disponível em: <http://archive.iclei.org/fileadmin/user_upload/documents/LACS/Portugues/Programas/Cidades_pela_protecao_climatica/Project_Final_Report_21June2010_Final_Portuguese_.pdf>. Acesso em: 06/07/2017.

Lefebvre, H. (2001) *O direito à cidade*. Tradução de Rubens Eduardo Frias. Centauro, São Paulo, Brasil. Disponível em <https://monoskop.org/images/f/fc/Lefebvre_Henri_O_direito_a_cidade.pdf>. Acesso em 02/07/2017.

Leff, H. (2003). Pensar a complexidade ambiental. In: Leff, Henrique (Coord.). *A complexidade ambiental*. Tradução de Eliete Wolff. Cortez. São Paulo, Brasil.

Mello, G. R. de. (2006). *Governança corporativa no setor público federal brasileiro*. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12136/tde-28072006-093658/>>. Acesso em: 02-09-2017.

Menezes, L. C. A; J, P. de M. (2009). Planejamento nos municípios brasileiros: um diagnóstico de sua institucionalização e seu grau de efetividade. In: Vitte, C. de C. S.; Keinert, T. M. M. (Orgs.). *Qualidade de vida, planejamento e gestão urbana: discussões teórico-metodológico*. Bertrand, Rio de Janeiro, Brasil.

Montero, C. E. P. (2014) *Tributação ambiental: reflexões sobre a introdução da variável ambiental no sistema tributário*. Saraiva, São Paulo, Brasil.

Mossoró (Município) (2013). Código Tributário de Mossoró. Lei Complementar n. 096/2013. Institui o Código Tributário do Município de Mossoró e dá outras

providências. Disponível em:
<<http://www.prefeiturademossoro.com.br/jom/jom231.pdf>>. Acesso em 06/07/2017.

Pachobahyba, F. M. O. M. C.; Belchior, G. P. (2013). O ISS como instrumento de indução para as construções verdes. In: Cavalcante, D. L. (Coord.); Melo, A. J. M. (Org.) *Tributação ambiental: reflexos na construção civil*. CRV, Curitiba, Brasil.

Séguin, E. (2005). *Estatuto da cidade*. Forense, Rio de Janeiro, Brasil.

Silva, C. S. G. (2013). Política urbana brasileira: em busca de cidades sustentáveis. *Revista Jus Navigandi*, ano 18, n. 3532, Teresina, Brasil. Disponível em <<https://jus.com.br/artigos/23856>>. Acesso em 02/07/2017.

ANÁLISE DA FISIONOMIA DA COBERTURA VEGETAL, DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA E DOS ASPECTOS ECONÔMICOS, EM PIRACURUCA (PI), NORDESTE DO BRASIL

Francílio de Amorim dos Santos

Instituto Federal do Piauí
francilio.amorim@ifpi.edu.br.

RESUMO

A pesquisa ora apresentada teve como objetivos: i) analisar o comportamento da cobertura vegetal atual em Piracuruca (PI), por meio do índice de vegetação ajustado ao solo (SAVI) associado à variação espacial da precipitação pluviométrica, considerando o ano de 2015; ii) realizar análise dos aspectos econômicos do município estudado, considerando o ano em questão, relacionando-os aos processos de degradação ambiental. O estudo empregou metodologia quanti-qualitativa, para o qual foram utilizadas 2 (duas) cenas do satélite *Landsat 8 OLI*, considerando-se o ano de 2015, sendo as mesmas refinadas via *QGIS*, versão 2.14, e empregadas na Equação do SAVI. Os dados de precipitação foram adquiridos por meio das planilhas de 8 (oito) postos pluviométricos da Agência Nacional de Águas (ANA), cujas falhas foram corrigidas por meio do programa FALHAS e técnica de Ponderação Regional. Os dados relacionados às atividades econômicas (agropecuária e extração vegetal) foram extraídos do bando de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O SAVI permitiu identificar que predomina na área a classe de baixa atividade fotossintética, que se distribui por 73,87% (1.750,29 km²) da área e, está representada pelas lavouras permanentes e vegetação nativa do tipo caatinga arbustiva. O predomínio dessa classe de vegetação pode ser resultado dos totais pluviométricos situados entre 840 a 940 mm, encontrado em 93,9% de área, no ano de 2015. Nesse ano, no município de Piracuruca predominaram o plantio permanente de cajueiro para aproveitamento da castanha e a produção temporária de soja. Os efetivos dos rebanhos (bovino, ovino e caprino) totalizaram 44.379 cabeças, em 2015. Em relação à extração vegetal identificou-se a produção do pó de cera de carnaúba, produção de carvão vegetal e lenha. Nesse sentido, deve-se buscar aliar as atividades econômicas à conservação da vegetação e proteção dos solos, a partir de adequadas técnicas de manejo.

Palavras-chave: Índice de Vegetação; Chuvas; Atividades Econômicas; Degradação/Conservação

1. INTRODUÇÃO

O homem no intuito de desenvolver suas atividades, seja para subsistência ou reprodução do capital, tem suprimido parcial ou totalmente a cobertura vegetal em determinadas áreas do planeta, resultando em exposição das terras aos processos de degradação. Desse modo, é essencial realizar monitoramento da cobertura vegetal frente às atividades humanas, tomando como base as imagens obtidas via satélite associando-as às ao processamento digital, como forma de promover o conhecimento do estado de conservação/degradação da cobertura da vegetação.

Nesse cenário, destaca-se que a presença da cobertura vegetal é fundamental para a proteção das terras, posto que diminua a energia cinética das gotas das chuvas, reduza a velocidade dos ventos, evite processos de lixiviação e laterização, etc. Nessa ótica, sua conservação é de grande valia para o equilíbrio dinâmico dos elementos da paisagem. De acordo com Ross (2009), a cobertura vegetal compõe a base da cadeia trófica, visto que a energia da radiação solar interfere de maneira diferente nos níveis da baixa atmosfera, na parte área da vegetação, na superfície do solo e na parte superior da litosfera.

Nessa perspectiva, tornou-se oportuna a utilização de índices de vegetação para análise da fisionomia da cobertura vegetal, que tem sido cada vez mais são empregados para produção de informações úteis e monitoramento ambiental. O presente estudo utilizou-se do índice de vegetação ajustado ao solo (SAVI) que, conforme asseveram Braz *et al.* (2015) e Viganó *et al.* (2011), apresenta resultados confiáveis se comparado a outros índices, pois detalha melhor a vegetação. Dessa maneira, o uso do SAVI foi considerado para estudo no município de Piracuruca, setor norte do estado do Piauí, frente a importância da cobertura vegetal para a manutenção da proteção dos solos, frente às intempéries naturais.

Realce-se, ainda, que o município de Piracuruca, conforme atestam Ferreira e Mello (2005), localiza-se em área de influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que se apresenta-se como o mais importante sistema provedor de chuvas no setor norte do Nordeste do Brasil (NEB). Deve-se mencionar que a ZCIT tem sua intensidade e posição influenciada dos fenômenos oceânicos *El Niño* Oscilação Sul (ENOS) e anomalias da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) nas bacias dos Oceanos Atlântico e Pacífico.

Para execução da pesquisa tomou-se o ano de 2015 como base para aquisição dos dados cartográficos. Desse modo, foram obtidos dados de precipitações pluviométricas de 8 (oito) postos, junto ao *site* da Agência Nacional de Águas (ANA), cujas correções das falhas foram executadas via programa FALHAS, pertencente ao pacote de programas USUAIS (Oliveira; Sales, 2016). Foram, também, adquiridas 2 (duas) imagens via satélite *Landsat 8 OLI*, junto ao *site* do Serviço Geológico dos Estados Unidos (*USGS - United States Geological Service*). Por sua vez, as informações acerca das atividades econômicas foram extraídas do banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivos: i) analisar o comportamento da cobertura vegetal atual em Piracuruca (PI), por meio do índice de vegetação ajustado ao solo (SAVI) associado à variação espacial da precipitação pluviométrica, considerando o ano de 2015; ii) realizar análise dos aspectos econômicos do município estudado, considerando o ano em questão, relacionando-os aos processos de degradação ambiental.

2. METODOLOGIA

2.1. Localização e caracterização da área em estudo

Piracuruca foi desmembrada do município de Parnaíba e elevado à categoria de cidade por meio do Decreto nº 01, de 28 de dezembro de 1889. A área estudada possui 2.369,5 km² e uma população estimada em 2016 Piracuruca possuía 28.242 habitantes, portanto, densidade demográfica de 11,9 hab./km² (IBGE, 2017).

Piracuruca localiza-se na Macrorregião do Meio-Norte, Território do Desenvolvimento dos Cocais (Piauí, 2006).

Piracuruca possui os seguintes limites municipais: ao norte limita-se com Cocal e Caraúbas do Piauí; ao sul com Brasileira, Batalha e São João da Fronteira; a oeste com Batalha, São José do Divino e Caraúbas do Piauí; e a leste com Cocal dos Alves e São João da Fronteira (Figura 1). A sede desse município situa-se às Coordenadas Geográficas 03° 55' 41" S e 41° 42' 33" O e dista cerca de 196 km de Teresina, capital do estado do Piauí (Aguiar; Gomes, 2004; IBGE, 2017).

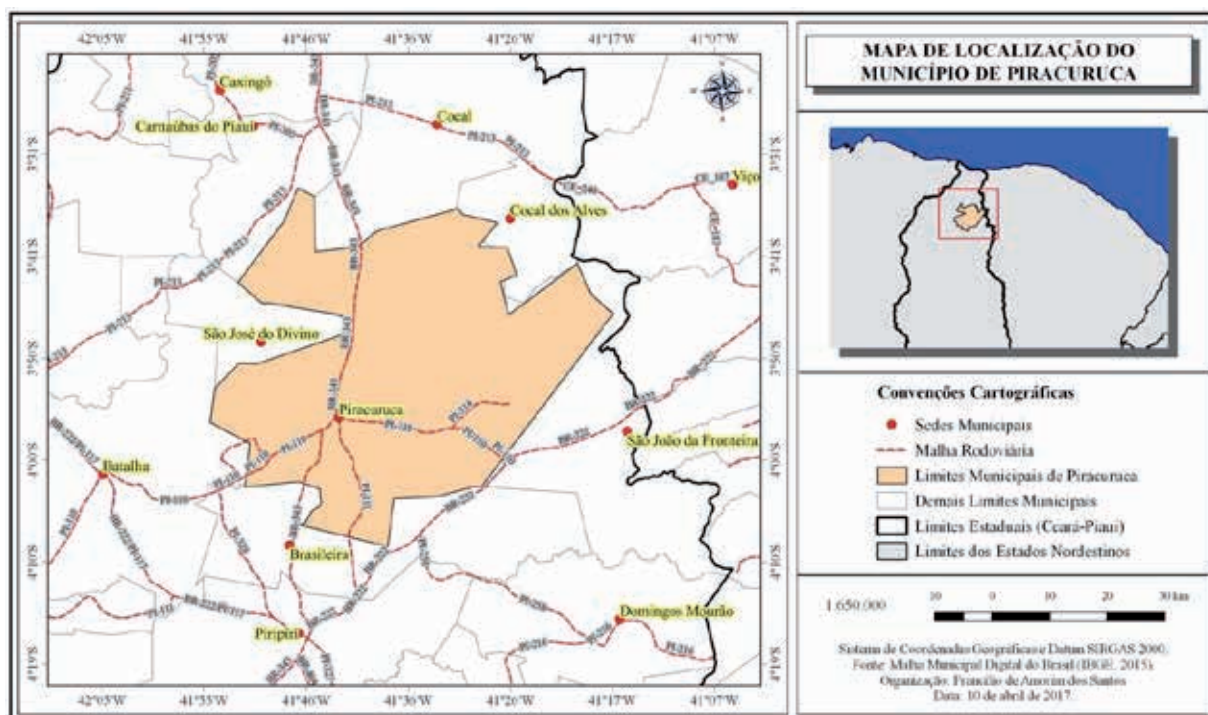


Figura 1 – Localização do município de Piracuruca, localizado no Nordeste do Brasil (Fonte: IBGE, 2015)

Piracuruca está assentada sobre formações geológicas predominantemente sedimentares, a saber: os Depósitos Colúvio-Eluviais, sedimentos mais recentes, formados por areia, argila, cascalho e laterito; formação Sardinha, tendo a presença de basalto como característica principal; formação Cabeças que é composta por arenito, conglomerado e siltito; formação Pimenteiras que compreende arenito, siltito e folhelho; e o Grupo Serra Grande, unidade geológica mais antiga, que abrange conglomerado, arenito e intercalações de siltito e folhelho. O relevo apresenta formas superfícies tabulares reelaboradas e declividades planas, com maiores altitudes ligadas à formação Serra Grande (Aguiar; Gomes, 2004).

Por sua vez, as temperaturas médias anuais são de 32°C, característica de clima quente tropical, precipitações pluviométricas médias anuais concentradas em 5 a 6 meses. Seus solos compreendem os planossolos eutróficos, com caatinga hipoxerófila associada; hidromórficos; gleizados; aluviais, com transição vegetal caatinga/cerrado caducifólio e floresta ciliar de carnaúba/caatinga de várzea; e solos arenosos, com transição de caatinga hiperxerófila e/ou cerrado e/ou carrasco. Os principais cursos d'água que drenam o município são os rios Piracuruca e seus afluentes Jacaraí e Catarina (Aguiar; Gomes, 2004).

2.2. Procedimentos metodológicos

O estudo possui metodologia quanti-qualitativa e natureza explicativa, pois se buscou analisar de modo temporal a fisionomia da cobertura vegetal, precipitações pluviométricas e aspectos econômicos, no município de Piracuruca.

Inicialmente, foram adquiridas 2 (duas) cenas do satélite *Landsat 8 OLI*, junto ao *site* do Serviço Geológico dos Estados Unidos (*USGS - United States Geological Service*), com resolução espacial de 30 metros, tendo as seguintes características: órbita/ponto 218/063 e data de passagem 18/10/2015; órbita/ponto 219/063 e data de passagem 25/10/2015. As cenas passaram por pré-processamento e sofreram ajuste para reflectância de superfície e correção atmosférica, por meio do *Semi-Automatic Classification Plugin (SCP)*, ferramenta ligada ao Sistema de Informação Geográfica *QuantumGIS (QGIS)*, versão 2.14 - Essen.

Realizada a etapa de pré-processamento, procedeu-se à aplicação da equação 1, referente ao SAVI, conforme proposta de Boratto e Gomide (2013).

$$SAVI = \left(\frac{NIR - R}{NIR + R + L} \right) \times (1 + L) \quad (1)$$

Onde: L corresponde a uma constante chamada de fator de ajuste do índice SAVI, que nesse estudo assumiu o valor de 0,5, aplicado à vegetação com densidade intermediária.

A operação de fatiamento das classes e layout final do mapa do SAVI, para os três anos analisado, foi realizado por meio do QGIS. As classes e intervalos do SAVI estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 – Classes e intervalos do SAVI delimitadas para o município de Piracuruca

Classes	Intervalos
Corpos hídricos	< 0
Solo exposto	> 0 a 0,1
Vegetação com muito baixa atividade fotossintética	> 0,1 a 0,3
Vegetação com baixa atividade fotossintética	> 0,3 a 0,5
Vegetação com média atividade fotossintética	> 0,5 a 0,7
Vegetação com alta atividade fotossintética	> 0,7

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Em relação aos dados de precipitação pluviométrica, a priori realizou-se triagem dos postos com informações para o ano de 2015, junto ao *site* da Agência Nacional de Águas (ANA, 2017). O levantamento possibilitou a identificação de 8 (oito) postos com dados referentes ao ano mencionado, acima, sendo 2 (dois) no interior do município de Piracuruca e 6 (seis) postos de municípios do entorno, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Características dos postos pluviométricos utilizados no estudo

Posto	Município/Estado	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Tianguá	Tianguá (CE)	-03 44 0.00	-40 59 0.00	795
Fazenda Chafariz	Cocal (PI)	-03 44 0.00	-41 25 0.00	230
Esperantina	Esperantina (PI)	-03 54 1.20	-42 13 4.60	61
Olho D'Água Grande	Pedro II (PI)	-04 15 0.00	-41 17 0.00	330
Pedro II	Pedro II (PI)	-04 25 0.00	-41 28 0.00	580
Piracuruca	Piracuruca (PI)	-03 56 0.00	-41 43 0.00	70
Tinguis	Piracuruca (PI)	-03 43 2.40	-41 58 3.20	55
Piripiri	Piripiri (PI)	-04 17 0.00	-41 47 0.00	160

Fonte: ANA (2017).

Após levantamento e aquisição de dados, procedeu-se à correção das falhas dos dados de precipitação pluviométrica, por meio do programa FALHAS pertencente ao pacote de programas USUAIS, conforme proposta metodológica de Oliveira e Sales (2016), associado à utilização da técnica de Ponderação Regional proposta por Tucci (1993). Posteriormente, os dados foram organizados em planilhas eletrônicas e utilizados para espacialização via SIG QGIS, tomando como base a técnica de interpolação IDW (peso pelo inverso da distância).

Por sua vez, os dados relacionados às atividades econômicas foram adquiridos no bando de dados disponível no *site* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017). As variáveis utilizadas estiveram relacionadas aos aspectos agrícola, pecuária e extrativismo vegetal.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Análise do índice de vegetação ajustado ao solo (SAVI)

O manuseio das cenas do satélite *Landsat 8*, sensor OLI, e reclassificação via SIG QGIS possibilitou delimitar 6 (seis) classes para o SAVI (Figura 2), quando considerado o ano de 2015. Nesse sentido, foi possível observar que predomina no município de Piracuruca a classe de fisionomia de vegetação com baixa atividade fotossintética.

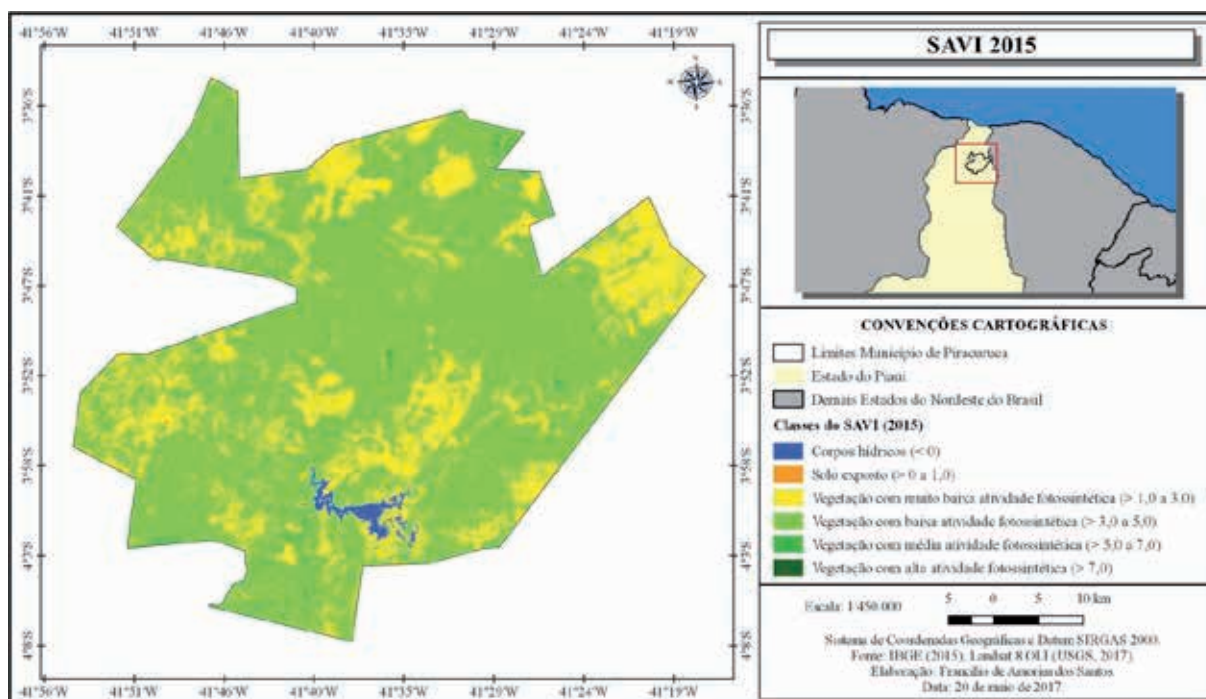


Figura 2 - Índice de vegetação ajustado ao solo (SAVI) do município de Piracuruca, ano de 2015
(Fonte: IBGE, 2015; USGS, 2017)

O corpo hídrico identificado está relacionada ao reservatório da Barragem de Piracuruca, cuja classe abrange 0,83% (19,75 km²) da área do município estudado. Por sua vez, a classe de solo exposto foi encontrada em apenas 0,13% (2,97 km²) da área estudada. Enquanto isso, a classe de vegetação com muito baixa atividade fotossintética distribuiu-se por 23,47% (556,12 km²) do município de Piracuruca, que está atrelada às lavouras temporárias, o que pode ser observado principalmente no setor norte desse município, além de vegetação do tipo caatinga arbustiva.

Como mencionado anteriormente, a classe de fisionomia da cobertura vegetal que predomina na área é aquela classificada de baixa atividade fotossintética, que foi identificada por 73,87% (1.750,29 km²) da área, estando essa ligada às lavouras permanentes, além da vegetação nativa do tipo caatinga arbórea. As duas classes de maior atividade fotossintética (média e alta) somaram apenas 1,70% (40,36 km²), o que pode ser aliado principalmente à vegetação do tipo cerrado.

3.2. Espacialização das precipitações pluviométricas

Para o ano de 2015, os dados de precipitação pluviométrica da ANA (2017) indicam que predominou o intervalo de 840 a 940 mm, em 93,9% de área estudada, enquanto o intervalo de 740 a 840 mm ocorreu em apenas 6,1% do município estudado (Figura 3). Deve-se ressaltar que esse volume pluviométrico esteve bem abaixo da média histórica de 1.200 mm anuais (Aguiar; Gomes, 2004). Pode-se associar esse fato à manifestação do fenômeno oceânico forte El Niño de intensidade forte que ocorreu no referido ano (NOAA, 2017).

É de fundamental importância mencionar que o volume de precipitações pluviométricas tem relação direta com o padrão de proteção da cobertura vegetal. Pois uma menor quantidade de água disponível no sistema, para realização do processo fotossintético, resulta em redução na taxa de crescimento das plantas. Diga-se, também, que a dinâmica climática, particularmente os totais de precipitação

pluviométrica, pode promover a redução das atividades econômicas, notadamente das culturas temporárias ou permanentes.

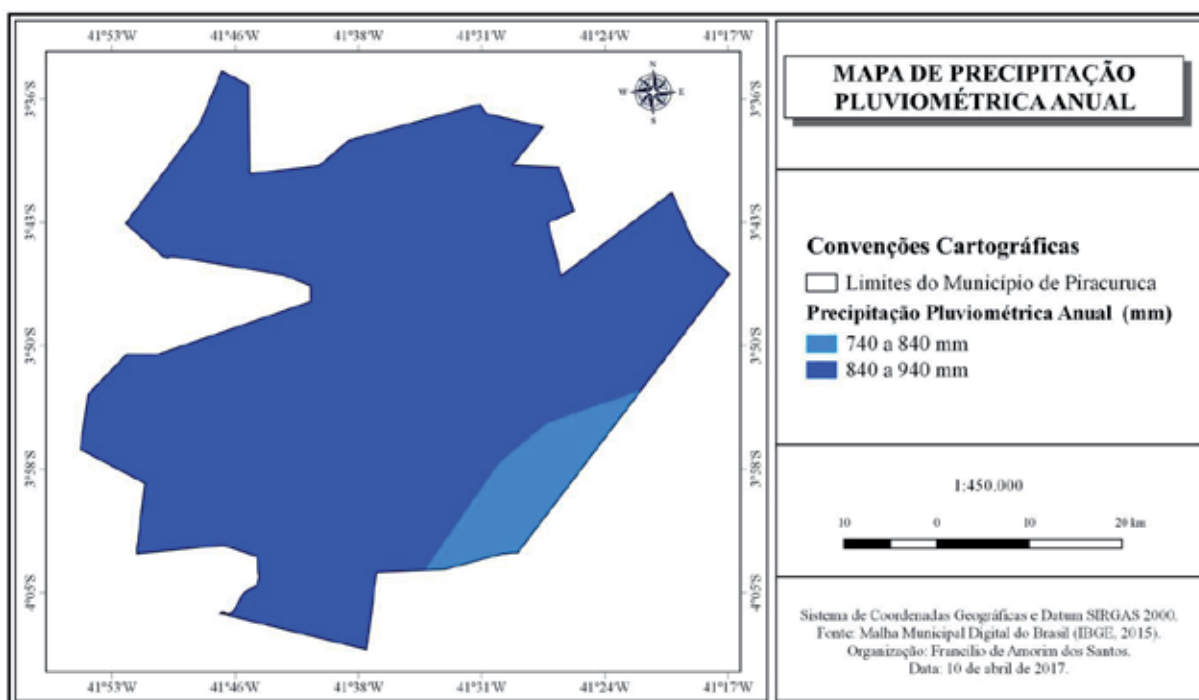


Figura 3 - Espacialização da precipitação pluviométrica anual média (P) do município de Piracuruca para o ano de 2015
(Fonte: IBGE, 2015; ANA, 2017)

3.3. Aspectos econômicos (agropecuários e extrações vegetais)

Os dados dos cultivos temporários e permanentes, pecuária e extração vegetal, obtidos junto ao banco de dados do IBGE foram organizados e tabelados para análise e correlacionados às informações provenientes da análise do SAVI.

Em relação aos cultivos permanentes, o município destaca-se na atuação em 3 (três) culturas (Tabela 2), particularmente plantio de cajueiro para aproveitamento da castanha, cuja área plantada em 2015 foi 1.950 ha, que resultou na produção de 62 toneladas do referido fruto (IBGE, 2017). As outras duas culturas permanentes têm ganhado destaque, quais sejam: coco-da-baía, com 9 ha plantas e 72 mil frutos colhidos; e a manga, que teve 10 ha plantada e produziu 45 mil frutos (IBGE, 2017).

Tabela 2 – Produção agrícola municipal (lavoura permanente) do Município de Piracuruca para o ano de 2015

Cultura	Quant. produzida	Área destinada à colheita (ha)	Área colhida (ha)
Castanha de caju	62*	1.950	1.950
Coco-da-baía	72**	9	9
Manga	45**	10	10

*toneladas; **mil frutos.
Fonte: IBGE (2017).

No que tange à produção agrícola temporária, em 2015, o município de Piracuruca produziu 1.808 toneladas em 4.370 hectares (Tabela 3). Destaca-se a produção de soja (em grão), com 1.350 toneladas produzidas em 1.500 ha. A segunda cultura mais expressiva foi a de feijão (em grão) com 102 toneladas, em 980 ha. Essas culturas são seguidas pelas culturas de milho (em grão), mandioca e arroz (em casca) que resultaram na produção de 238, 65 e 53 toneladas, respectivamente (IBGE, 2017).

Tabela 3 – Produção agrícola municipal (lavoura temporária) do município de Piracuruca para o ano de 2015

Cultura	Quant. Produzida (ton.)	Área destinada à colheita (ha)	Área colhida (ha)
Arroz (em casca)	53	360	360
Feijão (em grão)	102	980	980
Mandioca	65	60	60
Milho (em grão)	238	1.470	1.470
Soja (em grão)	1.350	1.500	1.500
Total	1.808	4.370	4.370

Fonte: IBGE (2017).

Os efetivos dos rebanhos bovino, ovino e caprino totalizaram 44.379 cabeças, em 2015, no município de Piracuruca (Tabela 4). Dentre eles, destaca-se o rebanho caprino com 18.774 cabeças, o que se deve possível a maior resistência desse animal a climas secos. Por sua vez, os rebanhos bovino e ovino exibiram, respectivamente, 14.472 e 11.133 cabeças, em 2015 (IBGE, 2017).

TABELA 4 – EFETIVO DOS REBANHOS (BOVINO, OVINO E CAPRINO) NO MUNICÍPIO DE PIRACURUCA PARA O ANO DE 2015

Rebanhos				
Cabeças	Bovino (B)	Ovino (O)	Caprino (C)	Totais (B + O + C)
	14.472	11.133	18.774	44.379

Fonte: IBGE (2017).

No município estudado, em 2015, três atividades estiveram vinculadas à extração vegetal em Piracuruca, são elas: produção do pó de cera de carnaúba, extração de madeira para a produção de carvão vegetal e lenha (Tabela 5). No referido ano foram produzidos 820 toneladas de cera de carnaúba (pó) e 158 toneladas de carvão vegetal, ao passo que 7.924 metros cúbicos de lenha foram retirados (IBGE, 2017).

TABELA 5 – EXTRAÇÃO VEGETAL NO MUNICÍPIO DE PIRACURUCA PARA O ANO DE 2015

Produtos			
Quantidade	Ceras de carnaúba (pó)	Carvão vegetal	Lenha

	820*	158*	7.924**
--	------	------	---------

*toneladas; **metros cúbicos.

Fonte: IBGE (2017).

Deve-se atentar para a questão ambiental, particularmente, quando fala-se em conservação da cobertura vegetal e manutenção da proteção aos solos, isto é, o aumento da retirada da vegetação sem o devido manejo, notadamente reflorestamento, poderá levar a inúmeros impactos negativos ao meio ambiente local, tais como: assoreamento dos rios, lixiviação, extinção de espécies, etc.

4. CONCLUSÕES

Os dados aqui apresentados foram sumamente importantes, visto que possibilitaram identificar as classes de fisionomia da cobertura vegetal e sua relação com a pluviometria e as atividades econômicas desenvolvidas no município de Piracuruca. Foi possível, ainda, associar os dados encontrados a possíveis processos de degradação ambiental, vinculados ao uso das terras.

O uso do índice de vegetação ajustado ao solo (SAVI) foi satisfatório, posto que tenha permitido identificar que em 2015 predominou na área estudada a classe de baixa atividade fotossintética, que abrange 73,87% (1.750,29 km²) da área. Essa classe pode ser aliada às lavouras permanentes e vegetação nativa do tipo caatinga arbustiva. Por sua vez, em 2015 os totais pluviométricos estiveram abaixo da média histórica para o município, pois preponderou precipitação entre 840 a 940 mm, identificada em 93,9% de área.

No município de Piracuruca, em 2015, destacaram-se a lavoura permanente de cajueiro, para aproveitamento da castanha, e a produção temporária de soja. Enquanto os três efetivos dos rebanhos (bovino, ovino e caprino) totalizaram 44.379 cabeças, em 2015. Por sua vez, a extração vegetal esteve voltada para a produção do pó de cera de carnaúba, de carvão vegetal e lenha.

Diante do exposto, cabe salientar a importância do desenvolvimento equilibrado entre a prática das citadas atividades econômicas e a conservação da vegetação e, por conseguinte, proteção dos solos. Sendo importante para tal fim a aplicação de adequadas técnicas de manejo, notadamente com a implementação da prática do reflorestamento.

5. REFERÊNCIAS

Aguiar, R. B.; Gomes, J. R. C. (Org.). (2004). *Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí: diagnóstico do município de Piracuruca*. – Fortaleza: CPRM - Serviço Geológico do Brasil.

ANA - Agência Nacional de Águas. (2017). *Hidro Web - Sistema de Informações Hidrológicas. Séries históricas – ano de 1998, 2006 e 2016*. Disponível em <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em 10/04/2017.

Boratto, I. M. P.; Gomide, R. L. (2013). *Aplicação dos índices de vegetação NDVI, SAVI e IAF na caracterização da cobertura vegetativa da região Norte de Minas Gerais*. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XVI, Foz do Iguaçu - PR. Anais... Foz do Iguaçu: p.7.345-7.352.

Braz, A. M.; Andrade Águas, T.; Garcia, P. H. M. (2015). *Análise de índices de vegetação NDVI e SAVI e Índice de Área Folear (IAF) para a comparação da cobertura vegetal na bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho, município de Selvíria-MS*. Revista Percurso, v. 7, n. 2, p.5-22, Maringá, Paraná.

Ferreira, A. G.; Mello, N. G. S. (2005). *Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região*. In: Revista Brasileira de Climatologia, vol. 1, n. 1, p.15-28, Curitiba, Paraná.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2015). *Banco de dados. Cidades - 2015*. Disponível em <<http://www.cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em 10/04/2017.

_____. (2015). *Malha municipal digital do Brasil: situação em 2015*. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em <ftp://geoftp.ibge.gov.br/malhas_digitais/>. Acesso em 10/04/2017.

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration. (2017). *Climate Prediction Center. Historical El Nino / La Nina episodes (1989-2016)*. Disponível em <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml>. Acesso em 27/03/2017.

Oliveira, J. G. B.; Sales, M. C. L. (2016). *Usuais: programas para uso em análise ambiental*. Revista Equador (UFPI), vol. 5, n. 2, p.36-60, Janeiro/Junho, Teresina, Piauí.

Piauí. Gabinete do Governador. (2006). Palácio de Karnak. *Projeto de Lei Complementar nº 004, de 14 de fevereiro de 2006*. Estabelece o Planejamento Participativo Territorial para o Desenvolvimento Sustentável do estado do Piauí e dá outras providências.

Ross, J. L. S. (2009). *Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental*. -- São Paulo: Oficina de Textos.

Tucci, C. E. M. (1993). *Hidrologia: ciência e aplicação*. Porto Alegre: Eds. da UFRGS e da USP.

USGS - United States Geological Service (Serviço Geológico dos Estados Unidos). (2017). *Earth Explorer - Collection - Landsat Archive*. Disponível em <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em 10/04/2017.

Viganó, H. A.; Borges, E. F.; Rocha, W. J. S. F. (2011). *Análise do desempenho dos Índices de Vegetação NDVI e SAVI a partir de imagem Aster*. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XV, Curitiba - PR. Anais... Curitiba: p.1.828-1.834.

ANÁLISE DO PROJETO ORLA DO MUNICÍPIO DE FORTALEZA - CE: UNIDADE DE PAISAGEM DA MARGEM ESQUERDA DA FOZ DO RIO PACOTI À FOZ DO RIO COCÓ

Airton Mota Bastos

Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará
airton.mota@sema.ce.gov.br

Fábio Perdigão Vasconcelos

Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará

Luana Karla Bezerra

Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará

Francisco Leorne de Sousa Cavalcante

Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará

Renata do Nascimento Martins

Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará

RESUMO

Fortaleza, metrópole cearense, a qual realizou no ano de 2006 o seu Plano de Gestão Integrada da Orla Marítima – PGI, encontra-se totalmente urbanizada, possui concentração populacional de 2.452.185 habitantes, com diferença acentuada para o segundo maior município, que é Caucaia, com 325.441 habitantes IBGE (2010). Para a vivência do cotidiano da área a ser estudada, bem como para a apreensão de forma complexa do espaço vivido pelas pessoas do lugar, a fim de observar elementos como o desenvolvimento socioeconômico local, a participação da comunidade, a gestão participativa ou integrada, utilizamos a Pesquisa Social, como uma das ferramentas de análise. Para a fundamentação teórica foram utilizados, dentre outros autores, Vasconcelos e Meireles (2009), para a fundamentação teórico-metodológica. Além dos preceitos da Gestão Integrada da Zona Costeira – GIZC UNESCO (2016) e os Manuais do Projeto Orla MMA (2006). Este trabalho fez uma análise do Plano de Gestão Integrada da Orla Marítima de Fortaleza a partir da Unidade da Sabiaguaba (o Parque Natural Municipal das Dunas de Sabiaguaba e a APA de Sabiaguaba) e seu entorno. Desta análise, as unidades geoambientais e os principais ecossistemas da área foram identificados, bem como suas potencialidades e fragilidades. Foram levantados os principais impactos ambientais ocorrentes na área e, por fim, propostas algumas medidas de gestão e manejo com vistas à conservação da natureza e dos recursos ambientais para o usufruto desta e das próximas gerações. Foram constatados alguns problemas como o acúmulo de lixo e esgoto a céu aberto em áreas de APP, mineração indiscriminada de areias do campo de dunas e construções irregulares. Assim sendo, percebeu-se que a legislação ambiental brasileira não é obedecida e a população local ainda não tem uma educação ambiental suficiente para continuar exigindo uma gestão participativa.

Palavras-chave: Gestão Costeira, Desenvolvimento Sustentável, Participação Comunitária e Gestão Ambiental

1. INTRODUÇÃO

Fortaleza, metrópole cearense, que se encontra totalmente urbanizada, possui concentração populacional de 2.452.185 habitantes, com diferença acentuada para o segundo maior município, que é Caucaia, com 325.441 habitantes IBGE (2010). A capital é fortemente marcada por processos de desenvolvimento desigual, diferenciação nas respostas às demandas, concentração de investimentos públicos em áreas de interesse do capital e produção de espaços periféricos, cada vez mais distantes do centro. A incorporação de novos espaços à malha urbana estende as dimensões da metrópole, produzindo vazios urbanos, áreas deprimidas e cria problemas de mobilidade da população. A metrópole consolida-se como núcleo receptor do turismo nacional, conta com razoável equipamento de meios de hospedagens, de restauração e espaços de lazer, concentrados em áreas turistificadas, em especial na orla leste. Esse crescimento expande-se em direção a leste, área ocupada por comunidades tradicionais de pescadores artesanais de baixo poder aquisitivo, com ocupações irregulares em dunas, margens dos rios e manguezais, que sofrem intensa pressão do mercado imobiliário crescente em sua direção, inclusive gerando risco de desacordo com a legislação ambiental que definem as áreas ambientalmente protegidas (Área de Preservação Permanente e Unidades de Conservação). A orla leste ocupada por famílias de trabalhadores passa por reestruturações, com remoção de parte da ocupação, para abertura de eixo viário com ampliação da Avenida Beira Mar. A alocação de empreendimentos turísticos na área, considerada de grande atrativo natural pela presença de Rio Cocó, manguezais e praias, cresce de modo acelerado.



Figura 1 – Localização do bairro Sabiaguaba no litoral de Fortaleza e suas limitações
(Fonte: Elaboração Dr.Fábio Perdigão Vasconcelos,2016)

A reprodução da metrópole se realiza enquanto explosão da cidade, como extensão do tecido urbano pela generalização da urbanização revelada enquanto prática na vida cotidiana. No contexto neoliberal, como política pública, é bastante contraditória, pois se diz liberal, mas, em relação às empresas, aplica medidas protecionistas,

produz a estrutura a elas necessária; por outro lado, mantém empresas estatais, privatiza alguns órgãos públicos e, em relação às questões sociais, posiciona-se como neoliberal, deixando os problemas sociais sob a tutela da sociedade, ou seja, é interventor ou liberal, de acordo com as conveniências da sua concepção política. Grande parte das mudanças, que ocorrem na orla da metrópole cearense, principalmente com relação à infraestrutura, deve-se aos novos padrões globais de competitividade das cidades e das empresas, sobretudo, dos serviços turísticos. O processo de transformação estabelece nova divisão espacial do trabalho com emergência de setores especializados, como bairros gastronômicos como o da Varjota e hoteleiros de padrão internacional na Beira Mar.

A exigência de novas atividades, que especializam, ao mesmo tempo, que privatizam espaços, intensifica o processo de urbanização da orla fortalezense. Estando o espaço privatizado, toda intervenção, mesmo por meio de políticas públicas, tende a passar pelo mercado, pois a propriedade privada é condição de existência para sociedades capitalistas. A partir daí eclodem conflitos de classes pelo uso e ocupação da terra e a contradição se instala, pois o Estado, enquanto mediador entre sociedade e mercado, prioriza o crescimento econômico de setores específicos, estratégicos para obtenção de lucro, o que acaba envolvendo estratégias que vão para além da política e da ética. Estamos diante da produção do espaço pela sociedade, e que, sob a égide do Estado, esta produção ganha um caráter estratégico. O Estado regulador impõe as relações de produção enquanto modo de dominação do espaço, imbricando espaços dominados/dominantes para assegurar a reprodução da sociedade existente.

Conflitos e contradições decorrentes do uso e ocupação da terra envolvem interesses tanto da sociedade civil, que materializa o direito à propriedade privada, quanto do Estado, no exercício do poder público de normatização do espaço. Mas a contradição entre a produção e reprodução social do espaço e a apropriação privada está no entendimento do espaço como mercadoria por parte de uma sociedade fundada na troca. Deste modo, a base física na qual se desdobram as relações sociais, tida como condição material inexorável ao desenvolvimento das atividades humanas, toma cada vez mais a forma de mercadoria, sofrendo interferências, readaptando usos e funções, para servir às necessidades da acumulação. Nesse contexto, a orla fortalezense, transformada para atender ao mercado, entra no circuito da troca e atrai investimentos que se espriam pelo espaço, criando novas atividades produtivas, que entram em contradição com as que eram exercidas pelas comunidades tradicionais dos lugares cooptados.

As empresas capitalistas (notadamente da indústria e do turismo) avançam pela periferia da metrópole, com infraestrutura e urbanização necessárias, sem serviços básicos e infraestrutura para a população, que continua carente em quantidade e em qualidade de atendimento cotidiano das necessidades básicas. A produção do espaço, no contexto do turismo de sol e praia, realiza-se, pela apropriação privada do solo vendido em lotes, onde a segmentação espacial favorece a negociação comercial da orla e a conseqüente desagregação das relações de vizinhança. Assim, as possibilidades de ocupação se redefinem opondo, paradoxalmente, a carência de terra para uns e a aquisição abundante via mercado imobiliário para outros. O processo de reprodução do espaço na metrópole apresenta como tendência a destruição dos referenciais urbanos, isto porque a busca do incessantemente novo - como imagem do progresso e do moderno - transforma a cidade em um instantâneo, onde novas formas urbanas se constroem sobre outras, com profundas transformações na morfologia, o que revela uma paisagem em constante

transformação. Nesse contexto, as práticas urbanas são invadidas/paralisadas, ou mesmo cooptadas, por relações conflituosas que geram, contraditoriamente, estranhamento e identidade, como decorrência da destruição dos referenciais individuais e coletivos que produzem a fragmentação do espaço (realizando plenamente a propriedade privada do solo urbano) e, com ele, da identidade, enquanto perda da memória social, uma vez que os elementos conhecidos e reconhecidos, impressos na paisagem da metrópole, se esfumam no processo de construção incessante de novas formas urbanas. Esses conflitos explicam ações de grupos de resistência, como a apropriação de espaços públicos, ou mesmo privados por políticas alternativas, executadas por comunidades para autoprovimento daquilo que, em regra, de e ser garantido pelo Estado. As políticas públicas, que deveriam ser realizadas em atendimento à população, também beneficiam grandes empreendimentos.

Parte da população desassistida, por necessidade, cria estratégias de sobrevivência e políticas alternativas de habitação que, muitas vezes, divergem das leis de uso e ocupação do solo, tais como as favelas, políticas de trabalho como biscateiros e vendedores ambulantes. Nos lugares apropriados pelas políticas alternativas instalam-se residências precárias, comércios e locais de lazer. Essa lógica de apropriação do espaço reproduz-se nos interstícios das leis e ordenações espaciais de planos diretores. São resistências sociais com relação ao processo de cooptação espacial por grupos empresariais, com uso e ocupação visivelmente distintos com relação ao restante da orla marítima.

2. METODOLOGIA

A zona costeira pode ser definida através do ponto de vista espacial e da gestão. O primeiro corresponde a uma estreita faixa de transição entre o continente e o oceano. E o segundo, consiste num palco onde se acentuam os conflitos de uso, se aceleram as perdas de recursos e se verificam os maiores impactos ambientais devido a grande concentração demográfica e aos crescentes interesses econômicos e pressões antrópicas.

De acordo com o Projeto Orla MMA (2006), a orla marítima é definida como “unidade geográfica inclusa na zona costeira, delimitada pela faixa de interface entre a terra firme e do mar”. Sendo que os seus limites encontram-se delimitados em zona marinha e área terrestre.

A Resolução CONAMA nº 306, de 5 de julho de 2002 no anexo I, define gestão ambiental como: “condução, direção e controle do uso dos recursos naturais, dos riscos ambientais e das emissões para o meio ambiente, por intermédio da implementação do sistema de gestão ambiental”. Portanto, a gestão ambiental tem um importante papel no manejo e gerenciamento de Áreas de Proteção Ambiental.

A criação da APA no território nacional brasileiro tem sido utilizada com um instrumento de correção e contenção da degradação ambiental. Portanto, o fato de transformar uma área em APA não é suficiente para controlar o processo de degradação já iniciado, necessitando exercer sobre o espaço um conjunto de ações de planejamento e gestão ambiental.

Atualmente são grandes as preocupações a nível global sobre a relação dos seres humanos com seu meio ambiente. Para Camargo (2003), o mundo encontra-se numa crise ambiental complexa, e que se está chegando a um momento decisivo para os

indivíduos, a sociedade e para a civilização em geral. “Há sinais evidentes de uma crise de insustentabilidade ecológica e social que se arma em todo planeta”, que é consequência do modo de produção/consumo iniciado com a Revolução Industrial, premeditadamente acentuado pelos capitalistas após a Segunda Guerra Mundial, e que se destaca entre as suas limitações “o fato de ele atender às necessidades humanas apenas de forma parcial e ainda degenerar sua base de recursos.”

Os limites da natureza com relação à atual gestão dos seus recursos, empreendido pela sociedade contemporânea é considerado por muitos pesquisadores como insustentável. Segundo Odum (2007), a conceituação de sustentabilidade deve ser diretamente relacionada com a concepção de capacidade de suporte. “O termo sustentabilidade é cada vez mais usado como um guia para futuro desenvolvimento, pois muito do que os humanos estão hoje fazendo na área de gestão de consumo e ambiente é obviamente insustentável”. Desta forma, para que se seja sustentável é necessário não comprometer a capacidade de suporte dos recursos naturais do planeta, ou seja, que a humanidade respeite os limites da natureza na atualidade e para o futuro. Conforme Drew (1986), o homem “vem procurando, em ritmo acelerado, modificar o ambiente para se contentar a si mesmo, em vez de mudar seus hábitos para melhor se adaptar ao ambiente”, daí a relevância de conceitos como o do uso sustentável.

A concepção de desenvolvimento sustentável surge durante a década de 1980, como consequência de intensas discussões e de críticas referentes ao modelo de crescimento econômico vigente. Ainda de acordo com Camargo (2003), essa nascente concepção “revelou-se uma nova maneira de perceber as soluções para os problemas globais, que não se reduzem apenas à degradação ambiental, mas incorporam também dimensões sociais, políticas e culturais”. Enquanto conceito, o desenvolvimento sustentável tem evoluído, desde o seu aparecimento, de maneira a abranger em si todas as questões que envolvem a relação desenvolvimento humano e meio ambiente. O desenvolvimento sustentável possui a dimensão crítica da necessidade de coexistência e coevolução dos seres humanos e entre si e com as demais formas de vida do planeta. Como sinônimo usa-se também o termo ecodesenvolvimento em diversos países latino-americanos, europeus e asiáticos, podendo igualmente ser definido como o desenvolvimento socialmente desejável, economicamente viável e ecologicamente prudente.

O conhecimento sobre o contexto socioambiental de uma área e dos impactos a esta relacionada são essenciais, pois segundo Meireles (2009), “deverão ser sistematizados de modo a assegurar ações que elevem a diversidade biológica, o manejo das unidades de conservação e a qualidade ambiental das áreas protegidas, aliada às necessidades socioeconômicas e culturais da população local”.

A partir das considerações que foram apresentadas, o projeto de pesquisa que tem como objeto de estudo a Gestão Ambiental e o Ordenamento Territorial da Zona Costeira com a implementação do Projeto Orla no município de Fortaleza-CE, mais especificamente na Unidade de Paisagem que vai da margem esquerda do Rio Pacoti até a Foz do Rio Cocó, pretende analisar as condições ambientais e socioeconômicas do local e uma análise quanto ao seu uso sustentável e ordenamento territorial. Para isso conta com o apoio institucional de órgãos como a Prefeitura Municipal Fortaleza, a Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE, a Secretaria Estadual do Meio Ambiente – SEMA, o Ministério do Planejamento através da Secretaria do Patrimônio da União-SPU, do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, e o Ministério do Meio Ambiente. Ainda merecendo ser

destacado o compromisso existente de atuação direta da Prefeitura, da SEMACE, do SEMA e dos diferentes segmentos da sociedade civil na viabilização dos trabalhos necessários ao estudo da questão.

3. CONTEXTUALIZAÇÃO

Em todo o litoral brasileiro, essa problemática se faz presente tendo em vista que a valorização acelerada de certos lugares no litoral parece ter escapado a todo tipo de orientação e controle, suscitando conflitos de interesse, destruição de paisagens e desequilíbrios ecológicos, fomentados pela ação social no espaço.

O Projeto Orla é o instrumento para resolução dos problemas relacionados ao ordenamento territorial da zona costeira, os conflitos fundiários existentes, sobretudo pela expansão das áreas turísticas nas regiões litorâneas e os consequentes impactos socioambientais e culturais, mas, principalmente, oferecendo a oportunidade de diálogo entre todas as partes envolvidas na busca de uma pactuação nas decisões tomadas coletivamente, embora não exista unanimidade em todas as questões. Hoje as visitas periódicas ao litoral de Fortaleza, em busca da sua principal atração, que é o seu patrimônio ambiental e cultural, vem ocorrendo sem o manejo apropriado, necessário para prevenir e mitigar possíveis impactos que advenham do uso turístico destes recursos naturais. Daí a emergência do ordenamento territorial e da conservação deste patrimônio pertencente a todos os brasileiros, que pode sim, ser usufruído turisticamente de forma adequada, através de um projeto de uso sustentável, e contemplando a dimensão holística desta importante concepção, que possibilite a inclusão da comunidade local, gerando para estes um real desenvolvimento sustentável, que seja economicamente viável, socialmente justo e ambientalmente correto.

Esse trabalho fomenta a gestão integrada da orla marítima do município de Fortaleza-CE, através da implementação do Projeto Orla, com foco na sua principal questão: a gestão ambiental e o ordenamento territorial – na preservação do ambiente do Estuário do Rio Cocó e das Dunas de Sabiaguaba e verificar a efetividade da proposta de uso sustentável desta área, ancorado principalmente na gestão participativa e sustentável, sendo desenvolvido pela comunidade local, tendo como base este projeto de pesquisa de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UECE – ProPGeo e contando com o envolvimento de instituições governamentais fundamentais, que tem manifestado interesse nesta ação como a Prefeitura Municipal de Fortaleza – PMF, através da Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente – SEUMA, a Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE, a Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará – SEMA, o Ministério do Planejamento através da Superintendência do Patrimônio da União – SPU/CE, o Ministério do Meio Ambiente (MMA), o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio e toda a sociedade civil envolvida.

O presente trabalho busca fazer uma análise do Projeto Orla no litoral de Fortaleza-CE, através de uma reflexão sobre os desafios que envolvem a gestão da zona costeira no Ceará, tendo como foco o Município de Fortaleza, um território apropriado pelo turismo de massa, característica do turismo litorâneo, onde a sustentabilidade ambiental e as questões relacionadas aos conflitos socioambientais e territoriais são emergentes. Tendo em vista que em torno da relação homem x natureza e na tentativa de se compreender os processos, notadamente nos casos em que o turismo é

protagonista e desencadeador, e nos quais estruturam a produção dos espaços em que a natureza é urbanizada e integrada aos espaços construídos.

Tais processos expressam não somente as formas reais de apropriação pelas quais a natureza é transformada, mas também as formas simbólicas – o pensamento sobre estas apropriações e transformações.

Compreender estes processos passa também pelo pressuposto que os problemas referentes à natureza também dizem respeito às relações dos homens entre si, em suas relações sociais e culturais, observando a existência e as contradições dessas classes sociais as quais se relacionam diretamente às formas como o homem em sociedade se apropria da natureza gerando impactos.

Para esse propósito, elegeu-se como estudo um dos destinos turísticos mais famosos do Estado do Ceará, a zona costeira do município de Fortaleza, onde a dinâmica dos processos naturais e as transformações espaciais promovidas pela sociedade eclodem em um território em conflito.

Entender como se dá a relação entre a gestão costeira, a participação comunitária e a gestão ambiental de unidades de conservação no município de Fortaleza-CE e quais os conflitos socioambientais decorrentes dessa relação é o objetivo maior deste estudo. O propósito maior da pesquisa não se limita a identificar os conflitos socioambientais, mas explicar a origem desses conflitos e sugerir possíveis soluções. Entende-se por metodologia o caminho do pensamento e a prática exercida na abordagem da realidade. É articulação de conteúdos e pensamentos, incluindo concepções teóricas de abordagem, conjunto de técnicas utilizado e o potencial investigativo do pesquisador. Teoria e metodologia caminham juntas, intrincavelmente inseparáveis. Os principais conceitos a serem utilizados são os de zona costeira (orla marítima), gestão ambiental, unidades de conservação e desenvolvimento sustentável. Além dos preceitos da Gestão Integrada da Zona Costeira – GIZC, UNESCO (2016) e os Manuais do Projeto Orla MMA (2006).

A metodologia a ser adotada nessa pesquisa pretende estar calcada nos conceitos da Geografia Crítica e fazer um esforço em tentar eliminar a dicotomia entre Geografia Física e Geografia Humana, uma vez que se entende que o físico não tem sua razão de ser sem o humano e vice-versa.

A relação entre os aspectos sociais e do espaço será trabalhada a partir da totalidade, da análise das partes, do todo e das diferentes relações existentes entre o todo e a parte a partir da complexidade das relações.

É de fundamental importância o estudo da natureza de forma integrada. Baseado nessa compreensão, utilizaremos a Teoria Geral dos Sistemas, servindo de referencial para posterior surgimento das definições de geossistemas que hoje é fundamento para os estudos do espaço geográfico.

A Teoria da Complexidade pode ser vista como um método que não se propõe a elaborar fórmulas ideais para o entendimento dessas relações complexas que ocorrem entre o homem e a natureza.

Para a vivência do cotidiano da área a ser estudada, bem como para a apreensão de forma complexa do espaço vivido pelas pessoas do lugar, a fim de observar elementos como o desenvolvimento socioeconômico local, a participação da comunidade, a gestão participativa ou integrada, utilizaremos a Pesquisa Social, como uma das ferramentas de análise.

A pesquisa qualitativa dá respostas a questões muito particulares, com um nível de realidade que não pode ser quantificado, mas sim percebido.

Entre as diversas formas que pretendemos fazer a abordagem técnica do trabalho de campo, destacaremos nesta pesquisa a entrevista e a observação participante.

Nesta empreitada incluiu-se também a utilização da importante ferramenta do geoprocessamento, desenvolvendo mapas em escala 1:50.000 para uma análise mais apropriada da área, com temáticas como geologia, geomorfologia, drenagem, uso e ocupação do solo. Todo este arcabouço para subsidiar teoricamente a tentativa de concretizar uma proposta local de ordenamento territorial e do desenvolvimento sustentável no litoral cearense.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Além da legitimação do Plano de Gestão Integrada da Orla e dos mecanismos de envolvimento na implementação de suas ações, é de fundamental importância a participação dos agentes governamentais (municipal, estadual e federal) na compatibilização das políticas públicas incidentes na orla. A área apresenta as seguintes unidades de conservação: Parque Natural Municipal das Dunas de Sabiaguaba e Área de Proteção Ambiental de Sabiaguaba. Caracteriza-se por um complexo costeiro conservado, com poucas intervenções urbanísticas. O trecho, de excelente potencial aquífero subterrâneo e fauna e flora resistentes, abriga o principal campo de dunas fixas e móveis da cidade, apresentando ainda dunas semifixas. Verificam-se problemas ambientais promovidos pelo tráfego de veículos de tração (*off road*) e bugues, loteamentos inadequados e pela mineração clandestina e irregular em dunas móveis e fixas. Com a instituição do Parque Natural Municipal das Dunas de Sabiaguaba, seria inviabilizada a especulação imobiliária em áreas de preservação permanente (dunas fixas e móveis, lagoas interdunares e costeiras e a praia) que poderia ser induzida com a construção da ponte sobre o rio Cocó. Deve haver acesso ao parque para atividades de educação ambiental e pesquisa, sem impactos de veículos. O adensamento das barracas na faixa de praia em áreas de preservação ambiental deveria ser impedido. De uma maneira geral é possível perceber que o Plano de Gestão Integrada de Fortaleza não foi na prática efetivado em sua totalidade, sobretudo nas áreas ambientais mais relevantes para a cidade, como o Parque Municipal das Dunas da Sabiaguaba. Foram analisados, primeiramente, os dados referentes aos questionários aplicados aos professores, gestores, às ONGs e aos envolvidos diretamente com a pesquisa em gestão ambiental. Em outro momento, é apresentado o resultado das questões aplicadas aos atores do lugar, onde o público aponta os principais problemas que enfrentam diariamente e a opinião do morador local frente ao poder público. Este trabalho fez uma análise do Plano de Gestão Integrada da Orla Marítima de Fortaleza a partir da Unidade da Sabiaguaba (o Parque Natural Municipal das Dunas de Sabiaguaba e a APA de Sabiaguaba) e seu entorno. Desta análise, as unidades geoambientais e os principais ecossistemas da área foram identificados, bem como suas potencialidades e fragilidades. Foram levantados os principais impactos ambientais ocorrentes na área e, por fim, propostas algumas medidas de gestão e manejo com vistas à conservação da natureza e dos recursos ambientais para o usufruto desta e das próximas gerações. Foram constatados alguns problemas como o acúmulo de lixo e esgoto a céu aberto em áreas de APP, mineração indiscriminada de areias do campo de dunas e construções irregulares. Assim sendo, percebeu-se que a legislação ambiental brasileira não é obedecida e a população local

ainda não tem uma educação ambiental suficiente para continuar exigindo uma gestão participativa.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Constituição (1988). *Constituição*: República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. Brasília: Senado Federal, 1988.

_____. *Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (1988)*. Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988. Brasília, Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 1988.

_____. *Política Nacional de Meio Ambiente (1981)*. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 1981.

_____. *Plano Nacional de Turismo 2007/2010: uma viagem de inclusão*. Ministério do Turismo. Brasília, 2007.

_____. Ministério do Meio Ambiente. *Manuais do Projeto Orla (2006)*. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.

Camargo, A. L. B (2003). *Desenvolvimento Sustentável: dimensões e desafios*. Campinas, SP: Papyrus.

_____. *Resolução n. 306/02 – CONAMA, de 05 de Julho de 2002*. Estabelece os requisitos mínimos e o termo de referência para realização de auditorias ambientais. Disponível em: <<http://goo.gl/HTZksR>>. Acesso em: 23 abr. 2016.

Drew, D. (1986). *Processos Interativos Homem-Meio Ambiente*. DIFEL, S. São Paulo.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2016). *Fortaleza-CE – Perfil Básico do Municipal*. Governo do Estado do Ceará. Secretaria de Planejamento e Gestão. Fortaleza, CE.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2010). *Atlas geográfico das zonas costeiras e oceânicas do Brasil*. Diretoria de geociências. Rio de Janeiro: IBGE.

_____. *Censo 2010*. Disponível em: <<http://goo.gl/0XOAIU>>. Acesso em: 25 fev. 2016.

Leff, E. (2001). *Saber ambiental: Sustentabilidade, Racionalidade, Complexidade, Poder*. Editora Vozes, Petrópolis, RJ.

Odum, E. P.; Barrett, G. W. (2007). *Fundamentos de Ecologia* [Tradução da 5ª edição americana (2004)], Thompson Learning ed., São Paulo.

UNESCO (2016). *Methodological guide to integrated coastal zone management*. Intergovernmental Oceanographic Commission. Paris, 1997. 47. Disponível em: <<https://goo.gl/S6BycK>>. Acesso em: 02 out.

Vasconcelos, F. P.; Meireles, A. J. de A. (2009). Privatização de espaços públicos pelo turismo e desterritorialização na praia do Cumbuco, Ceará – Brasil. 12º Encuentro de Geógrafos de América Latina. *Anais Egal*.

ANÁLISE MICROCLIMÁTICA COM APOIO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL: ESTUDO DE CASO DO PARQUE URBANO E VIVENCIAL DO GAMA, DISTRITO FEDERAL

Bárbara Gomes Silva

Universidade de Brasília
barbarag.arquitetura@gmail.com

Caio Frederico e Silva

Universidade de Brasília

RESUMO

As áreas verdes urbanas são essenciais para a interação social e o desenvolvimento de atividades físicas, além de contribuir para a preservação ambiental e a estabilização do microclima. Neste sentido, os parques urbanos são espaços com presença de elementos naturais, principalmente vegetação, e são destinados à recreação. Este estudo tem como objetivo apresentar a análise microclimática da área destinada ao Parque Urbano e Vivencial do Gama considerando a situação atual do parque e simulando a implantação do projeto proposto à área, verificando se esta implantação proporcionará melhorias no contexto microclimático da região. Utiliza-se o programa ENVI-met 4.0 para criar o modelo tridimensional das duas situações apresentadas e simular a alteração do microclima na área selecionada gerando mapas de temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos que são utilizados como base para a análise microclimática. O resultado obtido apresenta as melhorias que a implantação do Parque Urbano e Vivencial do Gama proporcionará no contexto microclimático do espaço urbano em que está situado.

Palavras-chave: Parque urbano; Gama; Simulação computacional; ENVI-met.

1. INTRODUÇÃO

Para Oliveira *et al.* (2012) o conceito de sustentabilidade é impreciso e no mercado ainda é, em sua maioria, voltado para a questão econômica, sendo que o lado ambiental só veio à tona quando o problema afetou diretamente os meios de produção, surgindo então discussões em torno do termo “ecoeficiência”.

Diante disso chegamos ao conceito do Triple Bottom Line, conhecido como 3P (People, Planet e Profit), ou seja, Pessoas, Planeta e Lucro. Este conceito nos remete às três dimensões da sustentabilidade, que segundo Elkington (1994, p.75) resumem-se em

Econômico, cujo propósito é a criação de empreendimentos; Ambiental, cujo objetivo é analisar a interação de processos com o meio ambiente sem lhe causar danos permanentes; e Social, que se preocupa com o estabelecimento de ações justas para trabalhadores, parceiros e sociedade.

Nascimento (2012) questiona se apenas três dimensões são suficientes, considerando o fato de que decisões políticas interferem nos padrões de produção e que “não será possível haver mudança no padrão de consumo e no estilo de vida se não ocorrer uma mudança de valores e comportamentos” (Nascimento, 2012, p. 57), considerando a possibilidade de existência das dimensões política e cultural, ou seja, a existência de cinco dimensões. O fato é que as dimensões devem estar conectadas entre si para que o produto final seja eficiente social, ecológica e economicamente.

Neste contexto, os parques urbanos são “espaços públicos com dimensões significativas e predominância de elementos naturais, principalmente de cobertura vegetal, destinados à recreação” (Kliass, 1993, p. 19). Estes espaços têm como propósito promover aos moradores da região um local adequado à prática de esportes, lazer, eventos culturais e interação social, melhorando assim a qualidade de vida da população, buscando o bem-estar psicológico e físico dos indivíduos, além de objetivar a preservação, restauração e recuperação dos bens naturais da região. Quanto ao espaço físico urbano, os espaços verdes contribuem para que se tenha um microclima confortável, melhoram a qualidade do ar e tornam a cidade mais agradável visualmente.

Desse modo, o presente trabalho tem como objetivo apresentar a análise microclimática da área destinada ao Parque Urbano e Vivencial do Gama a partir de mapas climáticos gerados com apoio de simulações computacionais referentes à área para verificar se a implantação proporcionará melhorias ao microclima da região.

2. PARQUE URBANO E VIVENCIAL DO GAMA

O Gama, Região Administrativa II - RAI do Distrito Federal, localiza-se a apenas 33 km do centro de Brasília e possui 141.911 habitantes de acordo com Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios - PDAD 2013/2015 e uma área de 276,30 km² de acordo com o Anuário do DF 2012, sendo que 5,78 km² correspondem à área dos três parques existentes na cidade, sendo assim, considerando apenas as áreas verdes de parques, desconsiderando praças, jardins públicos e privados, a cidade apresenta 40,74m² de área verde per capita. A Organização Mundial de Saúde - OMS recomenda que as áreas urbanas tenham no mínimo 12 m² de área verde por habitante, a metragem encontrada na RA II é significativamente superior ao recomendado.

O objeto deste estudo, o Parque Urbano e Vivencial do Gama - PUVG possui 0,56 km², sendo o menor parque existente na cidade e o único completamente inserido no espaço urbano, sendo que todas as suas arestas são delimitadas por setores residenciais, especificamente os setores Norte, Oeste e o Núcleo Rural Ponte Alta Norte.

O PUVG foi criado em 1998 através da Lei nº 1.959 com o intuito de proporcionar lazer aos moradores da região administrativa através de eventos culturais e esporte. O espaço de implantação foi determinado levando em consideração a existência de lençol freático e área de manancial, sendo assim, as quadras 1 e 2 do setor norte, anteriormente destinadas a residências, tiveram suas diretrizes alteradas dando origem ao parque.

Ainda hoje, 19 anos depois de sua criação, o local não possui a infraestrutura adequada para que as atividades propostas inicialmente sejam desenvolvidas. Uma questão que agrava a situação do parque e sua implantação são as invasões que

surgiram como consequência desta falta de uso e infraestrutura. Dentro da poligonal encontramos vinte famílias de chacareiros, uma Igreja, uma Loja Maçônica e o Lar dos Idosos, o que contribuiu para a degradação da vegetação nativa e das nascentes existentes. O espaço público deve ser agradável ao uso com instalações adequadas e paisagismo com função tanto estética quanto climática, além de ser um atrativo à fauna local. No caso do PUVG no estado atual deixa a desejar em todos os pontos, ambiental, estético e social.

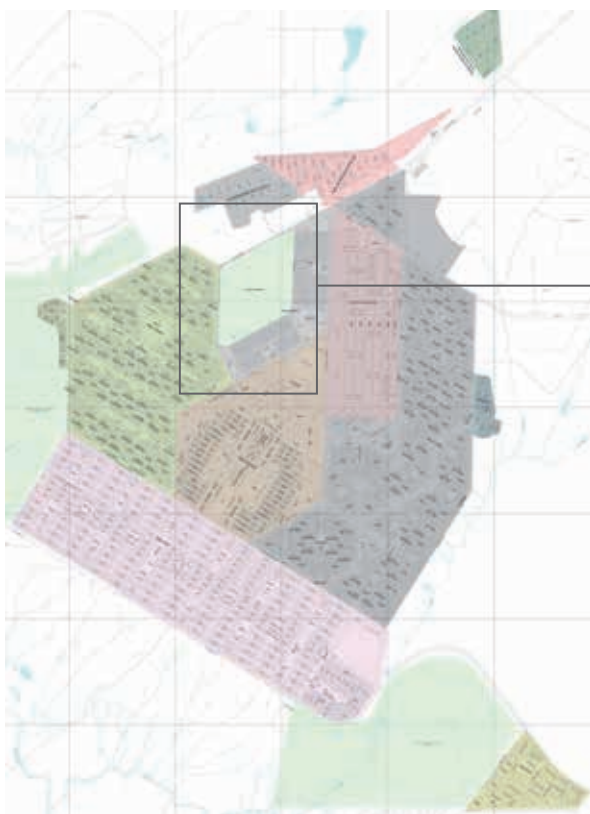


Figura 1 - RA II - Gama



Figura 2 - Parque Urbano e Vivencial do Gama

(Fonte: Portal da Secretaria de Estado de Gestão do Território e Habitação – SEGETH)

Em 2012, a Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação - SEDHAB, com o apoio do Instituto de Arquitetos do Brasil - Departamento do Distrito Federal - IAB/DF promoveu um concurso público para seleção de projeto para o PUVG, cujo projeto vencedor pode-se ver na Figura 3. Além de espaços públicos amplos e conectados, foi proposta a recuperação das áreas verdes com a utilização de espécies nativas do cerrado. O projeto não possui previsão de implantação.



Figura 3 - Proposta de implantação geral do PUVG
(Fonte: Portal de Concursos da SEDHAB)

3. MÉTODO

Foi utilizado o programa de simulação computacional ENVI-met para gerar os mapas que serviram de objeto de análise deste trabalho. O programa foi criado em 1994 por Michel Bruse e é capaz de calcular a dinâmica do microclima durante o ciclo definido pelo usuário utilizando leis fundamentais da dinâmica de fluidos e da termodinâmica. Segundo Bruse et al. (2003, p. 403)

As principais variáveis prognósticas do programa são a velocidade e direção do vento, temperatura e umidade do ar, turbulência, fluxos radiativos, bioclimatologia e dispersão de gás e partículas.²

O software considera características simplificadas do modelo a ser estudado, como tipo de solo (asfalto, concreto, água, areia, etc.), espécies vegetais, altura das edificações, características climáticas da região dentre outros, para gerar informações sobre as características climáticas da área selecionada em um intervalo de horas determinado previamente pelo usuário. O levantamento destes dados foi feito por meio de coleta de dados in loco e com o apoio de imagens de satélite. Os dados físicos citados acima são adicionados em uma malha e como resultado têm-se modelos tridimensionais, enquanto os dados climáticos geram o arquivo climático base para a simulação.

3.1. Modelagem da área de estudo

² Tradução feita pela autora

Quando o programa é iniciado abre-se a opção “spaces” localizado na aba “Edit”, onde é feita a modelagem. Primeiramente deverá ser aberta a configuração inicial “Basic Settings, New Area” para que seja indicado o tamanho da malha que será utilizada na modelagem, sendo que neste estudo utilizou-se uma malha correspondente a 100x100x35 grids, na versão gratuita esta é a maior malha permitida. A amostra de estudo da área do PUVG selecionada corresponde a 400x400 metros, inserindo a área na malha definida entende-se que cada grid corresponde a 4 metros, para o eixo z foi definido que 1 grid corresponde a 1 metro, como veremos na Figura 4. Em seguida configura-se o local onde a modelagem está inserida, indicando latitude, longitude, grau de rotação do norte e fuso horário. O programa possui cidades pré-definidas para escolha, caso a cidade onde o objeto de estudo situa-se não estiver especificada nestas opções configura-se manualmente a latitude e longitude de acordo com a localização desejada, utiliza-se neste trabalho as informações geográficas do Gama. As configurações utilizadas no estudo de caso podem ser vistas na Figura 4.

Figura 4 – Configurações: Basic Settings, New Area

(Fonte: Imagem extraída do ENVI-met)

O PUVG encontra-se rodeado por residências, sendo que a amostra selecionada abrange quase que igualmente a mesma quantidade de área de parque e área residencial, cuja delimitação é feita por meio de uma via coletora em asfalto, existente em todo o contorno do parque. As quadras residenciais são modulares e conectadas por vias locais também asfaltadas que dão acesso as residências, além de pequenas praças locadas no centro do quadrilátero com vegetação e pavimentação em

concreto. Para o estudo de caso apresentado foi adotada a altura média das residências equivalente a 5 metros, este valor é inserido na opção “Top of building or facade element in m” na aba “buildings” do programa.

Duas situações foram modeladas neste estudo: a primeira, denominada área 01, com a situação atual do parque representada abaixo na Figura 5, e a segunda, denominada área 02, com o parque implantado conforme projeto ganhador de concurso como se pode ver na Figura 7. Segundo o projeto vencedor, a área 02 apresenta um circuito de ciclovias, o centro sócio ecumênico, estacionamento de veículos arborizado, área de brejo com plantio de buritis, reflorestamento de mata com alta densidade e campos de murundus, enquanto na área 01, encontra-se um campo de futebol, uma igreja, o lar dos idosos, uma maçonaria e gramado. As informações de solo e vegetação são inseridas considerando o material disponível no programa que mais se aproxima do existente, sendo que na modelagem apresentada utiliza-se asfalto, pavimento em concreto cinza em calçadas, solo natural onde se encontram as construções, default para locais onde há vegetação e água. Para modelagem da vegetação utiliza-se grama e árvores com 10 metros de copa.



Figura 5 – Vista aérea da área 01
(Fonte: Google Maps)



Figura 6 – Modelagem da área 01
(Fonte: Imagem extraída do ENVI-met em maio/2017)



Figura 7 – Vista aérea da área 02
(Fonte: Elaborado pela autora em maio/2017)



Figura 8 – Modelagem da área 02
(Fonte: Imagem extraída do ENVI-met em maio/2017)

3.2. Simulação do microclima

Para que seja feita a simulação do modelo cria-se o arquivo climático do período e local a ser analisado, sendo que neste estudo utilizou-se os dados climáticos de Brasília para o mês de setembro, período quente-seco que apresenta os menores índices de umidade relativa do ar no ano segundo Braga e Amorim (2004), como apresentado no Quadro 1, colhidos no portal do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, no portal Projeteee elaborado pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC e no portal do Departamento de Ciências Atmosféricas da Universidade de Wyoming.

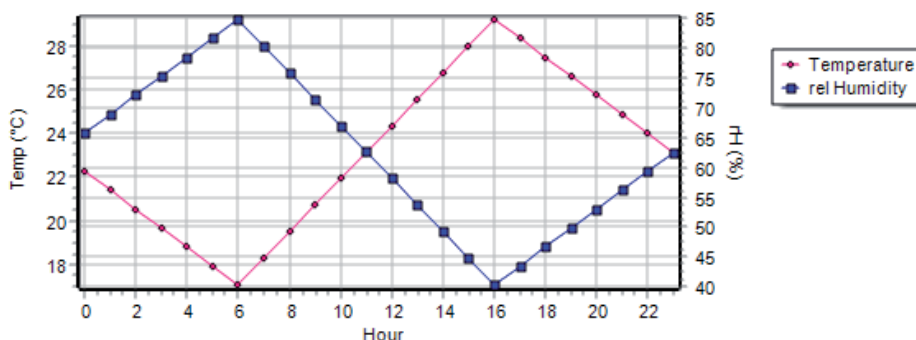
Quadro 1 – Dados utilizados para simulação

Data	21 de setembro de 2016
Horário de início da simulação	07:00
Horas totais simuladas	24 hrs
Velocidade do vento (10m)	3,0 m/s
Direção do vento (orientação)	90°
Umidade atmosférica (2.500m)	5,05 g/Kg
Umidade relativa (2m)	17 %

Fonte: Elaborado pela autora em maio/2017

Para as simulações de temperatura do ar e umidade relativa do ar foi utilizada a configuração “Simple Forcing”, onde são inseridos dados específicos de temperatura e umidade mínima e máxima, com isso o programa gera a possível variação desses valores durante o período definido, como mostra o Gráfico 1. Para o mês de setembro, utilizam-se os valores de temperatura mínima igual a 17,07°C e máxima de 29,9°C, já para umidade foram utilizados 40,3% e 84,83% como mínima e máxima, respectivamente, sendo que esses são valores médios anuais para setembro.

Gráfico 1 – Variação de temperatura e umidade para as Áreas 01 e 02



Fonte: Gráfico extraído do ENVI-met em maio/2017

A etapa seguinte consiste em iniciar o ENVI-met Version 100x100x40 onde o arquivo da carta climática é inserido e dá-se início à simulação. Esta etapa prolonga-se durante um tempo que varia de acordo com as configurações do computador e a complexidade da modelagem, sendo que quanto mais detalhado o modelo, mais tempo o programa demandará para concluir a simulação. A simulação do estudo de

caso levou cerca de 48 horas para ser concluído, sendo que as simulações foram refeitas 4 vezes para correção de dados climáticos e modelagem.

Com os dados gerados a partir do ENVI-met foi feita a análise microclimática das duas áreas e a comparação dos resultados obtidos para que fossem apresentadas as alterações de temperatura do ar e umidade relativa do ar consequentes da implantação do projeto do Parque Urbano e Vivencial do Gama verificando se essas alterações foram positivas ou negativas para o microclima da área.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

Nos mapas gerados, apresentam-se os dados referentes à temperatura e umidade das áreas 01 e 02 em três horários distintos durante o dia simulado, sendo estes às 09, 15 e 21 horas. As Tabelas 1 e 2 mostram as temperaturas mínimas e máximas nos horários analisados.

Tabela 1 – Temperatura mínima e máxima na área 01

Área 01	09:00	15:00	21:00
Temperatura mínima (°C)	21,01	27,47	23,29
Temperatura máxima (°C)	24,26	29,97	24,95

Fonte: Elaborado pela autora em abril/2017

Tabela 2 – Temperatura mínima e máxima na área 02

Área 02	09:00	15:00	21:00
Temperatura mínima (°C)	20,26	25,88	23,15
Temperatura máxima (°C)	24,14	30,43	24,83

Fonte: Elaborado pela autora em abril/2017

Observa-se que a temperatura aumenta gradativamente nas duas situações simuladas até às 15 horas, quando volta a cair. A diferença entre as temperaturas chega a aproximadamente 1,6 °C neste horário, onde se tem 27,47 °C na área 01 e 25,88 °C na área 02. A temperatura máxima apresenta pouca diferença nas duas situações, com exceção às 15 horas, onde a área 02 apresenta temperatura cerca de 0,5 °C acima da área 01.

A temperatura manteve-se alta em alguns pontos, como se vê no Quadro 2, incluindo os arborizados. Isso se justifica pela dificuldade de saída de calor onde há presença de árvores, pois são locais onde a velocidade do vento é menor em consequência do bloqueio físico causado pela vegetação, como vemos nas Figuras 9 e 10 que mostram a velocidade do vento na área 01 e 02.

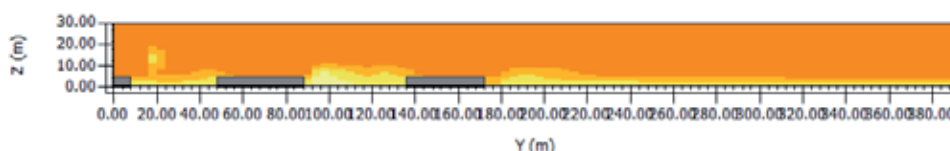


Figura 9 – Velocidade do vento na área 01

(Fonte: Imagem extraída do ENVI-met)

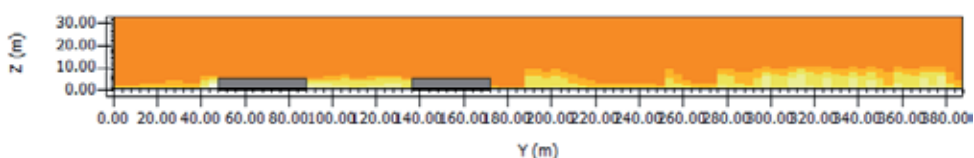


Figura 10 – Velocidade do vento na área 02

(Fonte: Imagem extraída do ENVI-met)

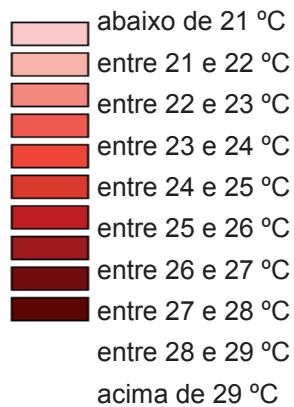


Percebe-se que na área 02 a velocidade do vento até aproximadamente 10 metros de altura fica entre 0,5 e 1,5 m/s, enquanto na área 01 a velocidade permanece quase que por completo acima dos 2 m/s devido a inexistência de árvores, tendo apenas gramado em sua extensão, ou seja, sem barreiras físicas que impediriam a saída do calor gerado pela radiação solar.

Quadro 2 - Variação de temperatura por área e horário

Horário	Área 01	Área 02
09:00		
15:00		
21:00		

Fonte: Elaborado pela autora em abril/2017



É perceptível que as menores temperaturas estão situadas principalmente em áreas com presença de vegetação, enquanto as temperaturas máximas encontram-se próximas às construções, como mostram as imagens sobrepostas, Figura 11 e 12, da área 01 e 02 com seus respectivos mapas de temperatura às 09 horas.



Figura 11 – Mapa de temperatura da área 01
(Fonte: Elaborado pela autora em abril/2017)



Figura 12 – Mapa de temperatura da área 02
(Fonte: Elaborado pela autora em abril/2017)

Quanto à umidade relativa do ar, as áreas com presença de vegetação possuem valores mais altos durante o dia nas duas situações analisadas, enquanto espaços que possuem pavimentação têm umidade mais baixa, como vemos nas Figuras 13 e 14, que representam a umidade relativa do ar às 09 horas.



Figura 13 – Mapa de umidade da área 01
(Fonte: Elaborado pela autora em abril/2017)



Figura 14 – Mapa de umidade da área 02
(Fonte: Elaborado pela autora em abril/2017)

Se comparado à área 01, percebe-se um pequeno aumento nos valores de umidade relativa do ar na área 02, com exceção da umidade máxima às 15 horas. A maior variação ocorreu às 21 horas sendo cerca de 2% maior na área 02 em relação à área 01, como vemos nas Tabelas 1 e 2 que mostram os valores de umidade mínima e máxima nos horários analisados e no Quadro 3 onde vê-se a variação de umidade por área e horário.

Tabela 1 – Umidade mínima e máxima na área 01

Área 01	09:00	15:00	21:00
Umidade mínima (%)	55,76	37,32	49,29
Umidade máxima (%)	78,84	51,14	58,39

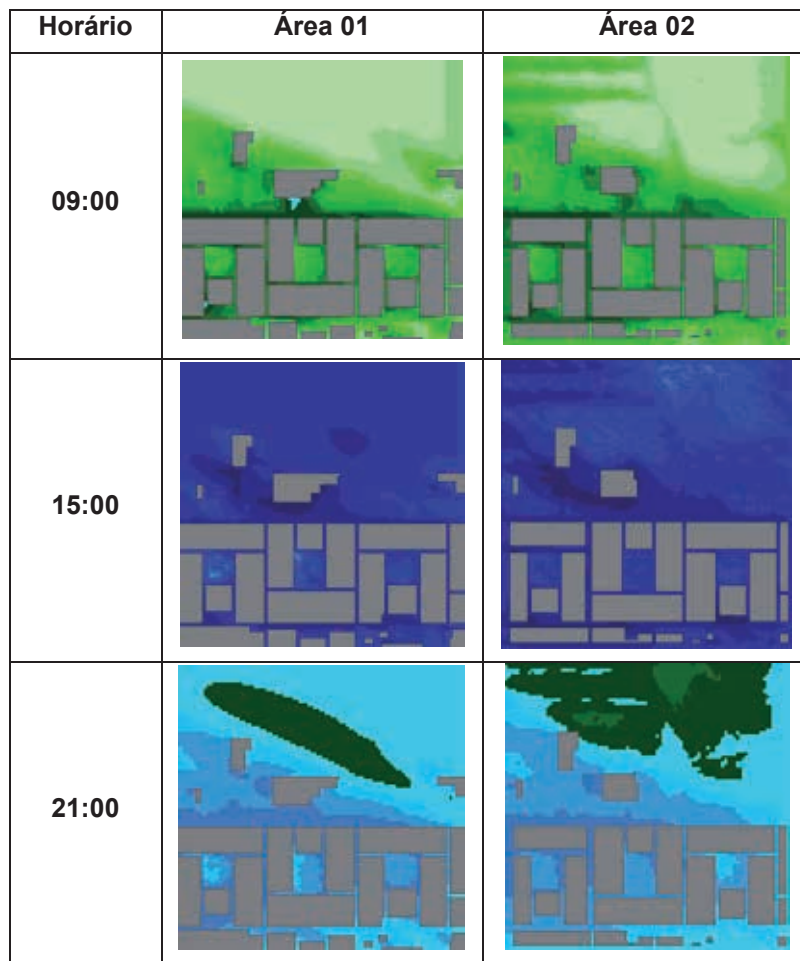
Fonte: Elaborado pela autora em abril/2017

Tabela 2 – Umidade mínima e máxima na área 02

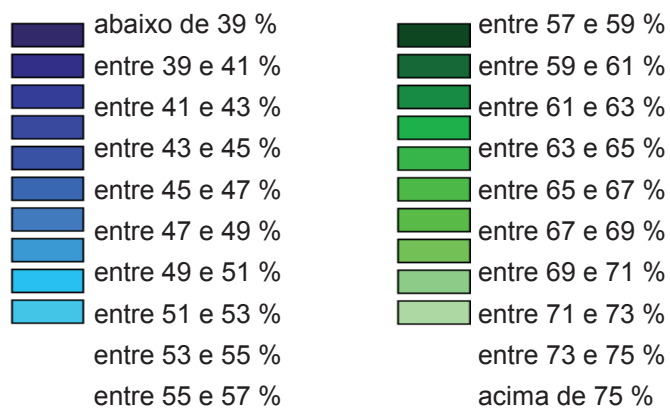
Área 02	09:00	15:00	21:00
Umidade mínima (%)	57,31	37,51	49,43
Umidade máxima (%)	79,14	48,36	60,47

Fonte: Elaborado pela autora em abril/2017

Quadro 3 - Variação de umidade por área e horário



Fonte: Elaborado pela autora em abril/2017



A presença de estacionamentos e caminhos pavimentados fez com que a umidade em alguns espaços fosse menor em relação à área 01, porém é preciso observar o fato de que a simulação realizada neste trabalho não abrange as demais áreas do parque em que é proposta, no projeto vencedor de concurso, a revegetação dos espaços em que atualmente encontram-se invasões e descampados.

A simulação microclimática realizada com o apoio do software ENVI-met transcorreu como o esperado acompanhando o comportamento físico dos modelos simulados. As

variações de umidade e temperatura foram coerentes com as situações reais, sem variações com grandes intervalos e valores insensatos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O programa apresentou problemas de execução no momento das simulações, porém puderam ser facilmente solucionados visto que o próprio software sugere quais pontos devem ser alterados para que a simulação seja concluída com sucesso. Ademais, o ENVI-met é um programa com funções amplas e possui extensas áreas de aplicação, tendo sido eficiente no estudo de caso apresentado neste trabalho, auxiliando no embasamento que ajuda a perceber a importância da implantação do Parque Urbano e Vivencial do Gama como sugerido em concurso público.

O projeto vencedor do concurso da SEDHAB para o PUVG mostrou-se eficiente ao proporcionar quedas de temperatura de aproximadamente 1,6 °C na região, incluindo em áreas no entorno do parque, por meio da arborização de espaços onde antes existia apenas gramado.

A sugestão de revegetação da área com espécies nativas mostra-se eficiente, apenas com a ressalva de que não se deve fazer o uso excessivo de espécies com copas densas para que o calor resultante da radiação solar possa dissipar-se e não ficar retido próximo à superfície impedindo que a temperatura volte a cair a noite.

As alterações quanto à umidade relativa do ar foram pequenas tendo em vista a dimensão da revegetação proposta para a área, porém não significa que a implantação do parque não trará melhorias neste contexto. A área do projeto definida para análise abrangeu cerca de metade da área destinada a estacionamentos de veículos sendo que neste espaço considerou-se que a cobertura da superfície seria asfalto. Para que seja possível gerar conclusões precisas a respeito da umidade relativa do ar sugere-se realizar um estudo considerando toda a área do parque, visto que o espaço destinado aos estacionamentos, comparado com a dimensão do parque, é pequeno e que a área arborizada está bastante presente na proposta do projeto vencedor. Apesar disso, houve aumento na umidade relativa do ar em determinados momentos do dia e em áreas específicas, com valores cerca de 2% maiores com o parque implantado.

Nesse sentido, conclui-se que a implantação do projeto vencedor do concurso para o Parque Urbano e Vivencial do Gama proporcionará melhorias no contexto climático à região ocasionando quedas de temperatura e aumento da umidade relativa do ar no parque e no entorno.

6. REFERÊNCIAS

Barros, J. R. (2003). *A chuva no Distrito Federal: o regime e as excepcionalidades do ritmo*. Dissertação de mestrado. p. 221. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, Brasil. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/86531>>. Data de acesso: 20 abr. 2017.

Braga, D. K.; Amorim, C. N. D. (2004). *Conforto Térmico em Edifícios Residenciais do Plano Piloto de Brasília*. I Conferência Latino-Americana de Construção. p. 16. São Paulo, Brasil.

Brasil, Distrito Federal. (1998). *Lei Nº 1.959, de 08 de junho de 1998. Dispõe sobre a*

criação do Parque Urbano e Vivencial do Gama. Brasília, Brasil. Disponível em <http://www.tc.df.gov.br/SINJ/Arquivo.ashx?id_norma_consolidado=49918>. Data de acesso: 22 mar. 2017.

Bruse, M.; Brazel, A. J.; Crewe, K.; Ozkeresteci, I. (2013). *Use and Evaluation of the Envi-met Model for Enviromental Design and Planning: An Experiment on Linear Parks*. 21º International Cartographic Conference. p. 402-409. Durban, Africa do Sul.

Elkington, J. (1994). *Triple bottom line revolution: reporting for the third millennium*. Australian CPA. v.69, p. 75. Victoria, Austrália.

Kliass, R. G. (1993). *Os parques urbanos de São Paulo*. Editora Pini. p. 211. São Paulo, Brasil.

Nascimento, E. P. (2012). *Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico*. Estudos Avançados. v.26, nº 74. Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

Oliveira, L.R.; Medeiros, R.M.; Terra, P.B.; Quelhas, O. L. G. (2012). *Sustentabilidade: da evolução dos conceitos à implementação como estratégia nas organizações*. Production. v.22, nº 1, p. 70-82. Associação Brasileira de Engenharia de Produção, São Paulo, Brasil.

Portal CODEPLAN. (2017). *Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios - PDAD 2013/2015*. Companhia de Planejamento do Distrito Federal, Brasília, Brasil. Disponível em <http://www.codeplan.df.gov.br/images/CODEPLAN/PDF/pesquisa_socioeconomica/pdad/2015/Apresentacao_PDAD_Gama.pdf>. Data de acesso: 02 abr. 2017.

Portal Concursos SEDHAB. (2011). *Brasília: Território e Paisagem*. Secretaria de Habitação, Regularização e Desenvolvimento Urbano do Distrito Federal, Brasília, Brasil. Disponível em <<http://www.concursossedhab.com.br/puvg/>>. Data de acesso: 10 abr. 2017.

Portal Projeteee. (2014). *DF – Brasília > Dados Climáticos*. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. Disponível em <<http://150.162.76.139/graficos/>>. Data de acesso: 13 de mai. de 2017.

Ruscheinsky, A. (2003). *No Conflito das Interpretações: O Enredo da Sustentabilidade*. Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental. v.10, p. 39-50. Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, Brasil.

Portal SITURB. (2013). *Mapa da Região Administrativa do Gama*. Sistema de Informação Territorial e Urbana do DF, Brasília, Brasil. Disponível em <<http://www.segeth.df.gov.br/images/Mapas/gama.jpg>>. Data de acesso: 18 de abr. 2017.

Szeremeta, B.; Zannin, P. H.T. (2013). *A Importância dos Parques Urbanos e Áreas Verdes na Promoção da Qualidade de Vida em Cidades*. Ra'e Ga: O Espaço Geográfico em Análise. v.29, p. 177-193. Curitiba, Brasil.

ANÁLISE PRELIMINAR DAS CORRELAÇÕES ENTRE OS ELEMENTOS DO CLIMA E AS INTERNAÇÕES POR PNEUMONIA EM CRIANÇAS DE FORTALEZA-CE

Dáviney Sales de Freitas Júnior

Universidade Federal do Ceará

davineysfj@gmail.com

Marta Celina Linhares Sales

Universidade Federal do Ceará

RESUMO

Analisa a relação entre o clima e a pneumonia para o município de Fortaleza-CE, com dados, adquiridos da estação meteorológica do Pici (UFC), de temperatura média, médias máximas, médias mínimas, umidade relativa do ar e amplitude térmica entre os anos de 1998-2016. Correlaciona os dados meteorológicos com os de internações de crianças de faixa etária de 1 a 4 anos (SIH/DATASUS), decorrentes da pneumonia, por meio dos coeficientes de correlação de Pearson (R) e de determinação (R^2). Alguns dos resultados mostraram fortes graus de correlação com destaque para as temperaturas médias mínimas principalmente no segundo semestre, tendo o segundo semestre de 2005 com $R = -0,95$ e 91% de determinação destas sobre as internações. Aponta que a maior correlação da série temporal se deu com a amplitude térmica, com $R = 0,99$ e 98% de significância de determinação sobre as internações. Com a temperatura média e a umidade relativa do ar, as correlações se deram em menor frequência, porém se evidenciaram, respectivamente, com $R = -0,92$ (85%) e $R = 0,93$ nos anos de 2005 e 2006. Evidencia que correlações das internações com as temperaturas máximas médias não foram significativas na série histórica, exceto no segundo semestre de 2005, com $R = -0,8$ (66%) de determinação. Saliencia que as correlações foram maiores quando feitas por semestre e não por ano. Mostra que mais estudos devem ser feitos nesse viés, pois além do clima, outros fatores são fundamentais no desenvolvimento da doença.

Palavras-chave: Clima; Correlações; Internações de crianças; Pneumonia

1. INTRODUÇÃO

Desde as últimas décadas do século XX, as cidades vêm produzindo um clima próprio ainda mais evidente, sobretudo por conta da intensa urbanização, aumento da infraestrutura urbana e crescente aumento demográfico nelas. A população, à medida em que se apropria do espaço, transformando-o de acordo com suas necessidades, acaba por se tornar dependente destes ambientes transformados, sujeitando-se aos fenômenos ocorridos resultantes (Silva; Mendes, 2012).

E tais fenômenos provenientes no meio, em específico àqueles relacionados aos ambientes urbanos, produtores de um clima próprio, influenciam na qualidade de vida das populações, principalmente, na saúde delas.

Os estudos com relação entre o clima e saúde vêm ganhando proporções globais, onde as pesquisas têm tido foco em morbidade e mortalidade, considerando as populações consideradas mais vulneráveis – crianças e idosos. A maioria desses estudos mostrou interação entre fatores do clima ou conforto térmico influenciando na saúde humana.

O clima pode interferir de duas maneiras sobre a saúde das pessoas: pelo meio biológico – devido às variabilidades climáticas atuantes em um determinado ambiente, provocando doenças respiratórias e até amenizando-as, por exemplo; e pelos eventos climáticos e meteorológicos extremos, os quais, eventualmente, provocam chuvas intensas e possíveis enchentes e outros perigos e riscos em áreas mais vulneráveis nas cidades, causando traumas e acidentes nos envolvidos (Confalonieri, 2003).

No entanto, este artigo de estudo preliminar, enfatizará a primeira premissa, dando ênfase a possíveis relações do clima com a proliferação de doenças do aparelho respiratório, especificamente nas metrópoles, sendo mais particular, no ambiente urbano de Fortaleza-CE. No caso, a pneumonia será a doença em ponto.

A pneumonia, segundo os dados processados pelo portal do Ministério da Saúde, DATASUS, é a doença que mais causa internações, dentro das faixas etárias de crianças (principalmente as de menos um ano e de um a quatro anos), tanto a nível nacional, regional, estadual e municipal. Assim, os registros nos hospitais públicos, assistidos pelo Sistema Único de Saúde, tem a pneumonia como principal doença nos prontuários das crianças.

Deve-se ressaltar que não é porque uma determinada área do espaço urbano tenha mais risco e vulnerabilidade para uma doença proliferar, que todos ou a maioria tenham de manifestá-las (Mendonça, 2005). É bem verdade que as pessoas de baixa renda, vivendo locais de péssimas condições de moradia e saneamento básico, tendem a estarem mais vulneráveis aos efeitos do clima e da própria sociedade excludente. Daí a sua preocupação em fazer que os estudos destas temáticas envolvendo clima e saúde não caiam num determinismo geográfico e climático.

Portanto, com a finalidade de correlacionar o clima e seus principais elementos com a pneumonia, tem este trabalho sua importância. Apesar de haver estudos relacionados ao clima urbano e a epidemiologia, produzidos pelos geógrafos cearenses e de outros estados, a proposta de inter-relação entre os elementos supracitados, na perspectiva geográfica, ainda é incipiente em Fortaleza.

2. ALGUNS ESTUDOS ENVOLVENDO A INTERAÇÃO ENTRE CLIMA E DOENÇAS DO APARELHO RESPIRATÓRIO

Para fundamentar o presente artigo, fez-se a necessárias bibliografias envolvendo a climatologia urbana e geográfica, a geografia da saúde e estudos mostrando a relação clima e doenças do aparelho respiratório, inclusive a Pneumonia.

Existem vários estudos que buscaram relacionar as ciências da Geografia e da Saúde, como o de Souza e Sant'Anna Neto (2008), que intentou inter-relacionar a geografia da saúde com a climatologia médica, focando-se para a correlação de clima e vulnerabilidade.

Tais autores supracitados convergem como Cajazeira (2012) quando datam a Geografia Médica ou da Saúde à antiguidade clássica (Grécia Antiga – 480 a.C.), em conjunto com a história da medicina, a partir da obra “dos ares, das águas e dos

lugares” de Hipócrates. Este tinha a ideia de que o médico, em sua investigação da origem das enfermidades, deveria considerar o ambiente de vida do homem (Cajazeira, 2012, p.25).

Considerando isto, Sant’Anna Neto (2008, p.119) menciona que:

Deve-se, a Hipócrates, a primeira tentativa de eliminar as causas sobrenaturais sob as doenças, atribuindo, assim, uma causa natural. A saúde resultaria de equilíbrios de elementos da natureza, que, na época, era contemplada por meio da combinação de quatro elementos - a terra, a água, o fogo e o ar - delineando suas propriedades: seco, úmido, quente e frio. Segundo o teórico, a doença dever-se-ia ao desequilíbrio dos mesmos elementos.

Pode-se depreender que, apesar de Hipócrates considerar o “natural” como principal elemento responsável pela disseminação de doenças, o mesmo autor enquanto “pai da medicina”, também considera a maneira como as pessoas vivem e se relacionam entre si e no meio (Cajazeira, 2012, p. 26).

E esse desequilíbrio entre os elementos da natureza, de base hipocrática, remete-se às anomalias do clima, em especial o urbano, que é resultante também da forma como as sociedades se apropriam do espaço em que estão inseridas. Lacaz (1972, p. 24) *apud* Murara e Amorim (2010, p.80) destacam que os “elementos climáticos interferem de forma marcante no aparecimento e na manutenção de determinadas doenças”. Murara e Amorim (2010) mencionam que as variações do clima e de seus elementos vão contribuir para que as doenças se proliferem ou não. Ainda salientam que:

Determinadas doenças manifestam-se, surgem ou desenvolvem-se devido às variações (naturais ou antrópicas) periódicas dos elementos climáticos. O clima e os diferentes tipos de tempo (ondas de calor, períodos de estiagem, variações súbitas das temperaturas), são entendidos como um fator ambiental que influencia no organismo humano, não com um caráter determinista, mas como um elemento que pode contribuir de maneira benéfica ou maléfica para a saúde humana (Murara e Amorim, 2010, p.80).

O clima, enquanto fator ambiental que pode interferir na saúde humana, nesse sentido, não é determinista, pois há uma série de elementos no espaço natural e humanizado, bem como a forma como as relações socioambientais se dão, as quais são fundamentais para com o nível de qualidade de vida das populações.

Gomes *et al* (2013) procuraram associar as infecções respiratórias agudas (IRA) em crianças ao clima das capitais da região Nordeste, utilizando-se por dados do Sistema Único de Saúde e dados das mensais de temperatura, umidade e precipitação do Instituto Nacional de Meteorologia entre 2000 e 2011. Em suas análises, verificaram que a região central do Nordeste Brasileiro (menos ou quase não chuvosa) apresentou menos índices de internações, se comparados aos maiores casos no litoral da região (mais chuvosa). Porém, nem sempre o clima é determinante nesses casos, onde “sinalizando influências distintas do clima nas doenças do aparelho respiratório humano” (Gomes et al, 2013, p.1302).

Na linha das Ciências Médicas, Gomes (2002) fez uma relação entre o meio ambiente e o pulmão, destacando a poluição atmosférica enquanto elemento principal para as doenças respiratórias, em conjunto com as condições climáticas, as quais podem intensificar a concentração de partículas.

A autora completa também que além das partículas de poluentes no ar, provenientes da intensa urbanização, pode-se inalar elementos químicos a partir da alimentação e da água. Isso é bem comum em regiões com problemas de saneamento básico e infraestrutura, embora as doenças respiratórias se deem em locais de alto ou baixo índice de vulnerabilidade socioambiental.

Para o município de Maracanaú-CE, Cajazeira (2012) fez correlações estatísticas entre os elementos climáticos (temperatura, precipitação e umidade relativa) e os casos de morbidade hospitalar decorrentes das doenças do aparelho respiratório (DAR), bem como especializou os casos supracitados por meio de mapas graduados pelo software *ArcGis*.

Nascimento *et al* (2006) fizeram um estudo relacionando a poluição atmosférica de São José dos Campos-SP, com a saúde infantil das crianças. Para tanto, os autores verificaram o aumento das internações por pneumonia em crianças e buscaram associar tais morbidades com o aumento dos poluentes atmosféricos (SO₂, O₃ e PM₁₀). Daí, constataram que os poluentes atmosféricos na saúde das populações podem ser detectados em cidades de médio porte e não somente em grandes metrópoles, tendo as crianças uma maior susceptibilidade aos efeitos das exposições dos contaminantes atmosféricos.

Para Campina Grande – PB se destacam dois trabalhos na linha da associação entre clima e DAR: o de Moura (2009), que procurou verificar a associação entre urbanização, a incidência de doenças do aparelho respiratório e os elementos climáticos (temperatura, pluviosidade e umidade relativa do ar), dando ênfase aos grupos populacionais de maior vulnerabilidade: crianças e idosos.

Já o segundo se atribui à tese de doutorado de Gomes (2016), que buscou analisar as condições climáticas e socioambientais e suas relações com as internações por pneumonia em crianças de 0 a 5 anos de idade. A autora procurou fazer correlações de Pearson e testes *t-student* entre os elementos climáticos e casos de internação, bem como também, espacializou os casos de morbidade por pneumonia no município, relacionando com mapas de uso e ocupação e temperatura da superfície de Campina Grande – PB.

Ocadaque (2015) na linha das Ciências da Saúde, fez uma associação dos aspectos clínicos e epidemiológicos de pneumonias infantis associadas aos quatro tipos de vírus parainfluenza, para Fortaleza-CE. Para tanto, pegou um espaço amostral de crianças (de até cinco anos de idade) atendidas pelo hospital Albert Sabin, a fim de caracterizar os perfis das pneumonias associadas aos quatro tipos de vírus parainfluenza.

A pneumonia é a doença que mais causa internações no município de Fortaleza e a nível de Brasil, estando entre as patologias mais mortais do globo. Aleixo e Sant'Anna Neto (2014) reforçam que, mais do que os idosos, as crianças de idades iniciais são os maiores portadores da pneumonia. Assim:

[...] as crianças até dois anos aproximadamente, também apresentam maior susceptibilidade à pneumonia devido à incompleta constituição do aparelho

respiratório, o que não se associa a influência dos fatores ambientais sobre a ocorrência da doença, sendo mais difícil evidenciar o papel do clima e dos tipos de tempo nos agravos. (Aleixo; Sant'Anna Neto, 2014, p.8)

Além das Ciências Médicas, aquelas mais próximas da Epidemiologia, a Geografia vem se preocupando, dentro da Climatologia da Saúde, em compreender a relação e até que ponto o clima corrobora com a saúde das populações, porém, sempre associando com outros elementos (sociais, ambientais e econômicos, por exemplo).

3. PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

3.1. Área de estudo

A cidade de Fortaleza está localizada no litoral norte do estado do Ceará dentro de uma área territorial de 313,8 Km² (IPECE, 2016), com uma população absoluta de 2.452.185 habitantes e densidade demográfica de 7.786,44 habitantes por Km² (IBGE, 2016). Enquanto metrópole, com seus bairros mais urbanizados e com maior atenção dos investimentos públicos, em conjunto com seus bairros periféricos, em geral com problemas de infraestrutura e descaso das autoridades competentes, Fortaleza com uma população crescente e bem densa nas zonas distantes do centro, encontra-se com muitos problemas socioambientais e de saúde humana.

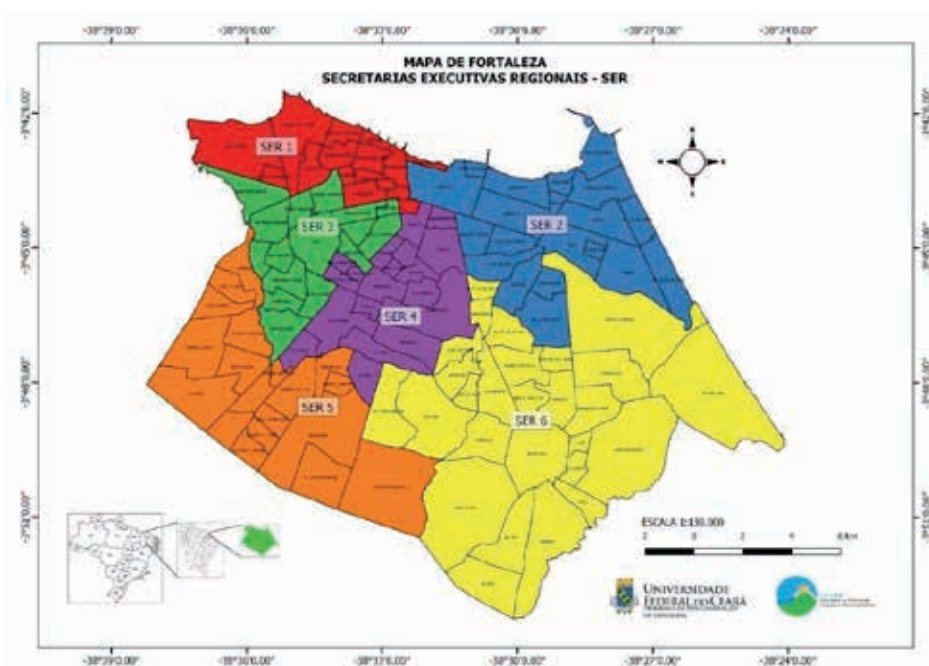


Figura 1 – Mapa da área de estudo, município de Fortaleza, especificando os bairros por regionais
(Fonte: dados da Prefeitura Municipal de Fortaleza. Mapa: elaborado pelo autor)

3.2. Coleta e caracterização dos dados meteorológicos e das doenças

Os dados das internações por Pneumonia foram coletados por meio do Sistema de Informações Hospitalares (SIH) da plataforma online (DATASUS) e das secretarias de saúde do município de Fortaleza (SMS) e do Estado do Ceará (SESA), as quais forneceram os dados de morbidade (internações) por bairro e por faixa etária.

As DAR são organizadas de acordo com uma classificação internacional – a Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde, dentro de seu décimo capítulo – CID-10. Cada doença respiratória tem um código próprio e está dentro de um grupo específico. A Pneumonia não especificada foi a doença considerada neste trabalho, tendo como código J18.9.

O grupo de faixa etária considerado neste trabalho fora o de crianças entre um e quatro anos de idade, visto que é o que mais apresenta números de internações por pneumonia.

Quanto aos dados meteorológicos, utilizou-se aqueles adquiridos por meio da Estação Agrometeorológica do Pici (Universidade Federal do Ceará), mais precisamente os relacionados às médias climatológicas do município de Fortaleza – temperaturas (médias, médias máximas e médias mínimas); a partir destas, calculou-se a amplitude térmica (considerada nas correlações); e a umidade relativa do ar.

Os dados foram adquiridos dentro da série histórica entre os anos de 1998 e 2016³. Com isso, construiu-se tabelas e gráficos de dispersão, a fim de analisá-los e verificar se ocorreram correlações positivas, negativas ou nulas entre as variáveis meteorológicas e as internações.

Os recursos da estatística descritiva, com base nos estudos de Galvani (2011) e Gerardi e Silva (1981), se deram pela correlação de Pearson (R) e pelo coeficiente de determinação (R²) com a regressão linear. A construção das tabelas, dos gráficos e dos cálculos de correlação e regressão (equação da reta e R²) foram feitos por meio dos softwares *Microsoft Excel 2016* e *BioEstat 5.0*.

Conforme Galvani (2011) a fórmula do Coeficiente de Correlação de Pearson é a seguinte:

$$R = \frac{\sum X.Y - \frac{\sum X \sum Y}{n}}{\sqrt{\left[\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}\right] \left[\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}\right]}} \quad (1)$$

O coeficiente de correlação de Pearson (R) é utilizado para “medir a intensidade da relação entre duas variáveis” (Gerardi & Silva, 1981, p.99). Segundo as autoras, este é o coeficiente de correlação produto-momento, sendo “[...] uma medida, em forma de

³Optou-se por esta série histórica porque, para relacioná-los com as internações, fora necessário adequá-los aos dados de Pneumonia, dentro da CID-10, que teve sua última renovação em 1996, mas com dados mais validados em 1998.

índice, para indicar o grau de associação linear entre as variáveis com dados na escala de intervalo ou de razão”.

Para as autoras, o valor do coeficiente de correlação (R) varia entre +1 e -1, sendo r = 0 (correlação nula), r = -1 (perfeita associação negativa), r = +1 (perfeita associação positiva).

Na regressão linear, a equação da reta descrita dessa forma: $y = a + bx$.

E, conforme Galvani (2011), para encontrar os valores de a e b, utilizam-se as expressões:

$$b = \frac{\sum X.Y - \frac{\sum X \sum Y}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}} \quad (2)$$

$$a = Y - b.X \quad (3)$$

Na análise de regressão, representa-se graficamente (plano cartesiano) as duas variáveis (x e y), tendo como resultado muitas vezes, o diagrama de dispersão, onde pontos (dados pelos pares de coordenadas) estão dispersos ou não da linha de tendência. O coeficiente de determinação (R²) mede em que percentual a variável independente “x” explica a variável dependente “y”.

Estabeleceram-se a correlações para cada ano da série histórica proposta, bem como por cada semestre, uma vez que em Fortaleza, um corresponde a uma estação chuvosa (primeiro semestre) e o seguinte à estação seca.

4. RESULTADOS PRELIMINARES

As correlações feitas com as amostras anuais se mostraram, em geral, nulas e baixas, com exceção para alguns anos como o de 2005, as quais se mostraram fortes com relação às temperaturas médias, às mínimas médias e às amplitudes térmicas para com as internações (morbidades) por pneumonia em crianças de 1 a 4 anos.

Tabela 1 – Testes de correlação e determinação entre internações por pneumonia (1-4 anos) e temperaturas média, média máxima, média mínima, umidade e amplitude térmica em 2005

2005	Tm x Pnm	TmaxxPnm	Tmín x Pnm	UR x Pnm	AT x Pnm
R	-0.826	-0.557	-0.913	0.068	0.859
R²	68%	0.310	83%	0.005	74%

Fonte: SIH/DATASUS; Estação Meteorológica do Pici; Organização: Freitas Jr (2017)

As temperaturas médias, temperaturas mínimas médias e a amplitude térmica tiveram significância em 68%, 83% e 74% nas internações por pneumonia. Vale destacar que foi o único ano que apresentou uma correlação forte tanto anual quanto para os dois

semestres, das temperaturas mínimas médias, temperaturas médias (exceto o primeiro semestre) e amplitude térmica.

Tabela 2 – Testes de correlação e determinação entre internações por pneumonia (1-4 anos) e temperaturas média, média máxima, média mínima, umidade e amplitude térmica para os dois semestres de 2005

2005.1	Tm x Pnm	Tmax x Pnm	Tmín x Pnm	UR x Pnm	AT x Pnm
R	-0,721	-0,410	-0,857	0,613	0,903
R ²	52%	17%	73%	38%	81%
2005.2	Tm x Pnm	Tmax x Pnm	Tmín x Pnm	UR x Pnm	AT x Pnm
R	-0,924	-0,814	-0,952	0,525	0,826
R ²	85%	66%	91%	28%	68%

Fonte: SIH/DATASUS; Estação Meteorológica do Pici. Organização: Freitas Jr (2017)

Para os demais anos, ocorreram algumas correlações fortes, com R² significativo, tendo novamente, destaque para as temperaturas médias mínimas, temperaturas médias e amplitude térmica para com os casos de internações por pneumonia. A tabela abaixo mostra as melhores correlações entre temperaturas mínimas e internações (pneumonia) nas crianças, dentro da série temporal:

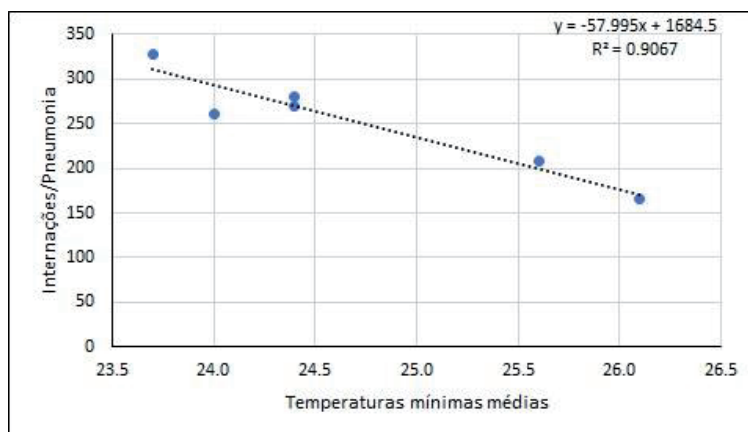
Tabela 3 – Testes de correlação e determinação entre internações por pneumonia (1-4 anos) e temperaturas média mínima para Fortaleza-CE para os anos selecionados

1999.1	Tmín x Pnm	2000.2	Tmín x Pnm	2005	Tmín x Pnm	2005.1	Tmín x Pnm	2005.2	Tmín x Pnm
R	-0.843	R	-0.864	R	-0.913	R	-0.857	R	-0.952
R ²	71%	R ²	75%	R ²	83%	R ²	73%	R ²	91%
2006.1	Tmín x Pnm	2008.1	Tmín x Pnm	2009.1	Tmín x Pnm	2013.2	Tmín x Pnm	2014.2	Tmín x Pnm
R	-0.931	R	-0.886	R	-0.851	R	0.876	R	0.9
R ²	87%	R ²	78%	R ²	72%	R ²	77%	R ²	81%

Fonte: SIH/DATASUS; Estação Meteorológica do Pici. Organização: Freitas Jr (2017)

O gráfico 1 do segundo semestre de 2005 mostra a forte correlação linear de Pearson entre temperatura mínima média e internações/pneumonia. Percebe-se que quanto mais a temperatura mínima sobe, diminui-se o número de internações, e a correlação forte e negativa entre os elementos evidencia isso, bem como a determinação (R²).

Gráfico 1 – dispersão das variáveis temperaturas mínimas médias e internações/pneumonia(1-4 anos) para o segundo semestre de 2005



Fonte: SIH/DATASUS; Estação Meteorológica do Pici. Organização: Freitas Jr (2017)

As amplitudes térmicas correlacionadas com as internações também mostraram forte significância, sobretudo no segundo semestre dos anos abaixo, conforme a tabela mostra. Destaca-se o ano de 2002, na estação seca, com correlação perfeita positiva, mostrando que a amplitude térmica determinou em 98% dos casos de internações por pneumonia nas crianças de 1 a 4 anos.

Tabela 4 – Testes de correlação e determinação entre internações por pneumonia (1-4 anos) e amplitude térmica, para Fortaleza-CE, para anos/semestres selecionados

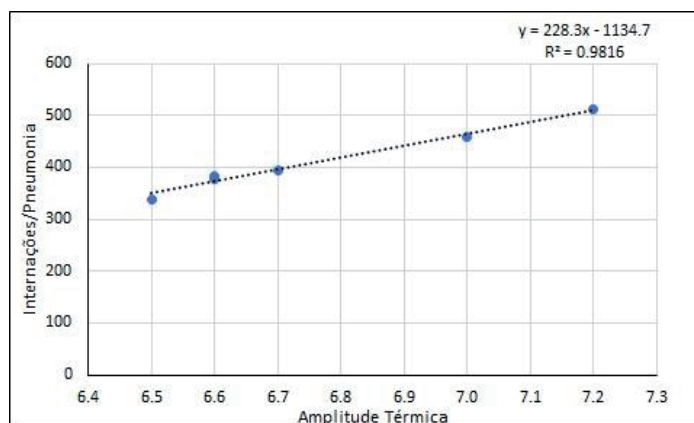
2000.2	AT x Pnm	2003.2	AT x Pnm	2005	AT x Pnm	2005.1	AT x Pnm	2005.2	AT x Pnm
R	0.991	R	0.906	R	0.859	R	0.903	R	0.826
R ²	98%	R ²	82%	R ²	74%	R ²	81%	R ²	68%
2006.1	AT x Pnm	2009.1	AT x Pnm	2013.2	AT x Pnm	2014.2	AT x Pnm		
R	0.908	R	0.829	R	-0.813	R	-0.922		
R ²	82%	R ²	69%	R ²	66%	R ²	85%		

Fonte: SIH/DATASUS; Estação Meteorológica do Pici. Organização: Freitas Jr (2017)

No ano 2000, em seu segundo semestre, marcado pela estação seca, a correlação foi muito forte e positiva, mostrando que a amplitude térmica determinou 98% nas internações/pneumonia nas crianças em Fortaleza. Isto é evidenciado no gráfico 2, evidenciando que quanto maior a amplitude térmica, maior o número de internações/pneumonia.

É importante ressaltar que as fortes correlações se mostraram negativas apenas nos segundos semestres dos anos de 2013 e 2014, sendo que nos demais, as correlações fortes foram positivas.

Gráfico 2 – dispersão das amplitudes térmicas e internações/pneumonia(1-4 anos) para o segundo semestre de 2002



Fonte: SIH/DATASUS; Estação Meteorológica do Pici. Organização: Freitas Jr (2017)

A umidade relativa do ar e a temperatura média também tiveram correlações fortes com as internações. As correlações entre as variáveis se deram mais significativas quando seccionadas por semestre. As tabelas 5 e 6 mostram, respectivamente, as correlações entre umidade x internações e temperaturas médias e internações:

Tabela 5 – Testes de correlação e determinação entre internações por pneumonia (1-4 anos) e umidade relativa do ar em Fortaleza-CE para os anos selecionados

2002.1	UR x Pnm	2006.2	UR x Pnm	2016.1	UR x Pnm
R	0.847	R	0.937	R	-0.802
R ²	72%	R ²	88%	R ²	64%

Fonte: SIH/DATASUS; Estação Meteorológica do Pici. Organização: Freitas Jr (2017)

Tabela 6 – Testes de correlação e determinação entre internações por pneumonia (1-4 anos) e temperatura média em Fortaleza-CE, para os anos selecionados

1999.1	Tm x Pnm	2005	Tm x Pnm	2005.2	Tm x Pnm
R	-0.815	R	-0.826	R	-0.924
R ²	66%	R ²	68%	R ²	85%
2006.1	Tm x Pnm	2013.2	Tm x Pnm	2014.2	Tm x Pnm
R	-0.876	R	0.887	R	0.813
R ²	77%	R ²	79%	R ²	66%

Fonte: SIH/DATASUS; Estação Meteorológica do Pici. Organização: Freitas Jr (2017)

As correlações mais fortes foram mais evidentes na primeira década da série, entre as variáveis climáticas (exceto temperatura média máxima) e as variáveis de internações por pneumonia. Já a partir da segunda década (não completa), entre 2008 e 2016, o número de correlações foi menor. Entretanto, em todas, as mais frequentes se destacaram pela influência das temperaturas mínimas médias e amplitude térmica.

As temperaturas máximas médias não apresentaram correlações tão expressivas, exceto para o ano de 2005, com $R = -0,814$ e $R^2 = 66\%$.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista que este trabalho tem caráter preliminar, estes foram os primeiros resultados de uma pesquisa em andamento. Percebeu-se que os elementos do clima de Fortaleza tiveram de considerável à ótima significância nos números de internações de crianças das faixas etárias de 1 a 4 anos, por meio dos testes estatísticos de Pearson (R) e coeficiente de determinação R^2 , sobretudo com as temperaturas mínimas médias e a amplitude térmica.

As correlações lineares de Pearson se deram de fortes a muito fortes em alguns anos.

O ano 2000, por exemplo, apresentou uma correlação perfeita positiva no seu segundo semestre, entre as variáveis amplitude térmica e internações ($R = 0,99$; $R^2 = 98\%$).

Vale salientar que não é porque uma correlação deu nula ou fraca (negativa ou positiva) que as variáveis não podem estar associadas. Até porque quando se observa um diagrama de dispersão, percebe-se os valores extremos, que acabam por influenciar na distribuição das variáveis, tornando-se “mascarada” a realidade. Gerardi e Silva (1981, p.102) já diziam que: [...] um coeficiente de correlação zero não indica necessariamente que não há relação entre as duas variáveis. É possível que se trate de um outro tipo de correlação que não seja linear.

Os demais anos apresentaram correlações bem mais significativas quando os dados foram organizados por semestre de cada ano, uma vez que, em suma, as intensidades se davam de nula a fraca.

Esta pesquisa se encontra em andamento, no processo de desenvolvimento de uma dissertação de mestrado, a qual, também, irá tratar com mais detalhes a relação entre os elementos climáticos de Fortaleza-CE e as internações, na tentativa de preencher algumas lacunas com elementos sociais, econômicos e políticos. A espacialização dos casos de pneumonia em Fortaleza, por bairros, também está em andamento, para verificar aqueles bairros e ou locais com mais densidade demográfica, por exemplo, podem acarretar ou não no desenvolvimento da pneumonia.

Os estudos da Geografia da Saúde, envolvendo a Climatologia Geográfica, apesar de estarem crescendo no estado do Ceará, ainda são ínfimos se comparados a outras regiões (Sudeste e Sul). Por isso se faz importante tais estudos para que órgãos competentes e planejadores, não só do espaço urbano, mas da própria medicina e áreas da saúde, criem políticas públicas mais efetivas, a fim de que a população tenha mais conhecimento das patologias e de como o meio pode interferir em sua saúde.

6. REFERÊNCIAS

Aleixo, N. C. R.; Sant’Anna Neto, J. L. (2014). *Condicionantes climáticas e internações por pneumonia: estudo de caso em Ribeirão Preto/SP*. Revista do Departamento de Geografia USP, v.27, p. 1-20.

Bonfim, C; Zulma, M. (2008). *Epidemiologia e Geografia: dos primórdios ao geoprocessamento*. Revista Espaço para a Saúde, Londrina, v. 10, n. 1, p. 53-62, dez.

Cajazeira, A. A. (2013). *Geografia, ambiente e saúde: correlações entre o clima e a incidência de doenças respiratórias em Maracanaú/Ce*. 2013. 150 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Departamento de Geografia, Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil.

Confalonieri, U. E. C. (2003). *Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil*. Terra Livre. Ano 19, v. 1, n. 20, p. 193-204, jan./jul. São Paulo, Brasil.

DATASUS. Ministério da Saúde. *Informações epidemiológicas e de Morbidade*. Disponível em: <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0203>>. Acesso em 25/03/2017.

Galvani, E. (2011). Estatística descritiva em sala de aula. In: Venturi, A. B. (Org.). *Geografia: práticas de campo, laboratório e sala de aula*. p. 470-482. Sarandi, São Paulo, Brasil.

Gerardi, L. H. O.; Silva, B. M. N. (1981). *Quantificação em Geografia*. DIFEL, São Paulo, Brasil.

Gomes, A. C. S. et al. (2013). *Clima e doença: análise dos elementos meteorológicos e infecções respiratórias agudas nas capitais do nordeste brasileiro*. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 6, n. 5, p. 1069-1061. Recife, Brasil.

Gomes, M. J. M. (2002). *Ambiente e pulmão*. Jornal de Pneumologia. v. 28, n. 5, p. 261-269, set./out. Brasília, Distrito Federal.

Gomes, L. C. F. (2016). *Comportamento espaço-temporal da pneumonia e suas relações com os elementos climáticos e sociais em Campina Grande-PB*. Tese de Doutorado – Universidade Federal do Ceará, 152f. Fortaleza, Brasil.

IBGE. Cidades. *Informações sobre a estimativa populacional de Fortaleza em 2015*. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=2304400>>. Acesso em 30/03/2016.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ – IPECE. *Perfil básico municipal 2015: Fortaleza*. (2016). Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, Brasil. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm-2015/Fortaleza.pdf>. Acesso em 30/03/2016.

Mendonça, F. (2005). *Clima, tropicalidade e saúde: uma perspectiva a partir da intensificação do aquecimento global*. Revista Brasileira de Climatologia. v.1, n. 1, p. 100-112. Curitiba, Brasil.

Nascimento, L. F.; Pereira, L. A.; Braga, A. L.; Módolo, M. C.; Carvalho Júnior, J. A. (2006). *Effectsofairpollutiononchildren'shealth in a city in SoutheasternBrazil* [Article in Portuguese]. RevSaude Publica.p.40(1):77-82. São Paulo, Brasil. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102006000100013>>. Acesso em 22/03/2016.

Moura, M. A. C. de. (2009). *A Urbanização em Campina Grande e suas relações com a incidência de doenças respiratórias no município e o clima local, UFCG. Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais*. Campina Grande, Brasil.

Murara, P. G.; Amorim, M. C. C. T. (2010). *Clima e saúde: variações atmosféricas e óbitos por doenças circulatórias*. Revista Brasileira de Climatologia. Ano 6, v. 6, p. 79-92. Curitiba, Brasil.

Silva, R. E.; Mendes, P. C. (2012). *O clima e as doenças respiratórias em Patrocínio/MG*. OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia, Uberlândia, v. 4, n. 11, p.123-137. Disponível em:<<http://www.observatorium.ig.ufu.br/pdfs/4edicao/n11/08.pdf>>. Acesso em 25/03 2016.

Souza, C. G.; Santanna Neto, J. L. (2008). *Geografia da saúde e climatologia médica: ensaios sobre a relação clima e vulnerabilidade*. HYGEIA: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde. v. 3, n. 6, p. 116-126. Uberlândia, Brasil.

AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS COMO FERRAMENTA DE MITIGAÇÃO DOS EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Francisco Leorne de Sousa Cavalcante

Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará
leornecavalcante@gmail.com

Luana Karla Bezerra Ferreira

Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará

Airton Mota Bastos

Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará

Renata do Nascimento Martins

Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará

Nelci Gadelha de Almeida

Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará

RESUMO

O Ministério do Meio Ambiente tomou a iniciativa de estabelecer alguns elementos conceituais da Avaliação Ambiental Estratégica com o propósito de orientar seu emprego nos processos de planejamento nos setores governamentais do Brasil. Em 2012, a regionalização para gestão de resíduos no Ceará, dividiu o Estado em 14 regiões para a gestão integrada de resíduos sólidos. Em junho de 2016, foi aprovada a Nova Política Estadual de Resíduos Sólidos, Lei N.º 16.032/2016, que reuniu o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações, que isoladamente ou em regime de cooperação com outros entes da Federação, com seus Municípios ou com particulares, objetivam a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos. Ainda mais, a Secretaria de Meio Ambiente, elaborou o Plano Estadual de Resíduos Sólidos, cujos objetivos principais são: desativar e recuperar as áreas degradadas pelos lixões; implantar a coleta seletiva em todas as regiões de gestão integrada de resíduos sólidos; implantar a logística reversa; implantar a compostagem dos resíduos orgânicos; incluir os catadores de materiais recicláveis na responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida. A pesquisa identificou 3 fatores críticos de decisão: produção de resíduos sólidos, disposição final ambientalmente adequada e reciclagem. Como proposição, recomendou-se as seguintes iniciativas para a área em questão: Estruturar a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos nos Municípios e Regionais; Fortalecimento institucional municipal para a gestão de resíduos sólidos; Elaborar/Revisar os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e de Planos Intermunicipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos que incluam soluções tecnológicas para o seu tratamento e utilização; Apoio à organização da cadeia de reciclagem e reuso e de logísticas reversas integradas, bem como a coleta seletiva com inclusão social de catadores, com estímulo à comercialização de materiais recicláveis e à compostagem; Implementar e acompanhar os consórcios e implantação dos respectivos aterros.

Palavras-chave: Avaliação ambiental estratégica; resíduos sólidos; política pública.

1. INTRODUÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO

1.1. Avaliação Ambiental Estratégica

O Ministério do Meio Ambiente tomou a iniciativa de estudar e estabelecer alguns elementos conceituais da Avaliação Ambiental Estratégica, com o propósito de orientar seu emprego nos processos de planejamento dos principais setores governamentais do Brasil. Os resultados dos estudos e das discussões com a comunidade ambientalista derivados dessa iniciativa foram expressos na publicação denominada Avaliação Ambiental Estratégica. (MMA, 2002)

Trata-se de um procedimento sistemático e contínuo de avaliação da qualidade do meio ambiente e das consequências ambientais decorrentes de visões e intenções de alternativas de desenvolvimento, incorporada em iniciativas tais como a formulação de políticas, planos e programas, de modo a assegurar a integração efetiva dos aspectos econômicos, sociais, biofísicos e políticos, o mais cedo possível, aos processos públicos de planejamento e tomada de decisão. (MMA, 2002)

Os resultados visam subsidiar as decisões, a serem tomadas pelos dirigentes e gestores públicos. A abordagem de avaliação ambiental estratégica, considerada como a mais eficiente em face de seus objetivos é a de natureza estratégica, na qual o objetivo é integrar as questões ambientais o mais cedo possível no ciclo de planejamento, discutir e avaliar as possíveis opções de desenvolvimento e manter um acompanhamento interativo, para auxiliar a decisão na escolha das opções que melhor permitam atingir os objetivos setoriais, ambientais e de sustentabilidade. (Sadler; Verheem, 1996)

A incorporação destes novos objetivos, apesar de representar um grande desafio em termos de desenho operacional, justifica-se pela necessidade de tornar os avanços sustentáveis do ponto de vista social e ambiental.

1.2. Política Estadual de Resíduos Sólidos

Considerando o modelo de gestão do Estado do Ceará focado em resultados, é de fundamental importância o conhecimento da eficácia dos programas e projetos desenvolvidos, especificamente com o foco no manejo de resíduos sólidos.

Desta forma, são primordiais estudos analíticos e estratégicos para elaboração de Avaliação Ambiental Estratégica das políticas e programas do Estado do Ceará, especialmente na área de gestão integrada de resíduos sólidos, com o objetivo de oferecer aos tomadores de decisões, subsídios técnicos adequados, fundamentados em quadro de referência estratégica, cenários futuros e alternativas estratégicas para resolução de problemas sociais, econômicos e ambientais.

A política de resíduos sólidos implementada no Ceará remonta à segunda metade dos anos 2000, a partir da realização de um estudo cujo objetivo era propor uma solução quanto à destinação final dos resíduos, apontando a necessidade de organizar os 184 municípios em 30 consórcios, restritos à construção e à operação compartilhada de aterros sanitários regionais.

Uma nova regionalização do Estado para este tema foi concluída em 2012 pelo Conselho de Políticas e Gestão do Meio Ambiente, hoje Secretaria Estadual do Meio Ambiente, a partir da qual passaram a existir 14 regiões para a gestão integrada de resíduos sólidos, estas mais adequadas à Política Nacional de Resíduos Sólidos, conforme Figura 1.

Em junho de 2016, foi aprovada e publicada a Nova Política Estadual de Resíduos Sólidos, Lei N.º 16.032/2016, que reuniu o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo Governo Estadual, isoladamente ou em regime de cooperação com outros entes da Federação, com seus Municípios ou com particulares, objetivando à gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos.

Ainda mais, o Estado do Ceará, por meio de sua Secretaria de Meio Ambiente, elaborou o Plano Estadual de Resíduos Sólidos, cujos objetivos principais são: desativar e recuperar as áreas degradadas pelos lixões; implantar a coleta seletiva em todas as regiões de gestão integrada de resíduos sólidos; implantar a logística reversa; implantar a compostagem dos resíduos orgânicos; incluir os catadores de materiais recicláveis na responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e realizar a capacitação continuada para gestão de resíduos sólidos.

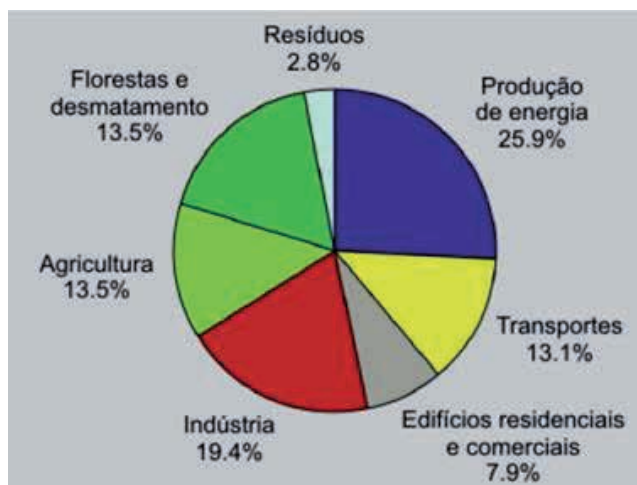


Figura 1 - Mapa de Regionalização da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
(Fonte: Ceará, 2016)

1.3 Mudanças Climáticas e Resíduos Sólidos

As emissões antrópicas originam-se de diversas atividades econômicas. O gráfico 1, mostra a participação dos principais setores da economia mundial nas emissões globais de gases de efeito estufa em 2004. Para o Brasil, segundo levantamento realizado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo o setor de resíduos contribui com 1,9% das emissões de gases do efeito estufa em 2005. (ABRELPE, 2012)

Gráfico 1 – Participação dos principais setores da economia mundial nas emissões globais de gases de efeito estufa em 2004



Fonte: IPCC, AR4, WG3

Tendo em vista sua operacionalização, foram elaborados estudos para o planejamento da política de regionalização da gestão integrada de resíduos sólidos, visando soluções integradas e consorciadas. O estudo foi realizado tendo como subsídio as diretrizes das Políticas Nacional de Saneamento, Mudanças Climáticas e Resíduos Sólidos e a busca da otimização no uso das unidades de aterros sanitários em fase de projeto ou existentes. (Ceará, 2016).

2. METODOLOGIA

Na pesquisa, seguiu-se o modelo de abordagem política que confere uma natureza estratégica e contínua, permitindo que os procedimentos se integrem mais facilmente aos processos de decisão e às práticas de formulação de política e de planejamento.

Nos estudos analíticos buscou-se sintetizar dados e informações disponíveis sobre a geração, coleta e disposição de resíduos sólidos urbanos, sobre a capacidade dos municípios para gestão destes serviços e situação atual de implementação de aterros sanitários em consórcios; reciclagem e demais soluções, conforme prevê o Plano Estadual de Resíduos Sólidos.

Estas informações foram especializadas e sobrepostas, o que permitiu identificar regularidades espaciais e regiões nas quais a gestão de resíduos assume especial relevância, dando lastro para posteriores análises em cenários de curto, médio e longo prazo, com o intuito de avaliar o direcionamento das ações e investimentos visando o melhor resultado da implementação da política de resíduos sólidos.

A primeira etapa de trabalho teve por objetivo conhecer o contexto governamental e institucional do Ceará. Para tanto, foi necessário compreender como se dá a gestão dos resíduos sólidos; quais os programas, planos e arcabouço legal relacionados; quais as instituições públicas envolvidas; e, quais associações civis e processos participativos envolvidos. O pormenor da informação e dos resultados não ultrapassaram o pormenor dos respectivos planos e programas estudados.

Dessa forma, foi composto por dados secundários e primários advindos da pesquisa em órgãos públicos estaduais e 5 Oficinas Técnicas com as equipes de técnicos estaduais, principais órgãos responsáveis pelo tópico em questão.

Esta análise foi condensada na identificação dos processos ambientais mais relevantes ao contexto culminando na identificação das variáveis essenciais que foram trabalhadas ao longo do estudo.

Dessas variáveis foram definidas quais delas seriam consideradas fatores críticos à decisão, cuja análise de repercussão/tendência frente às ações previstas no Ceará deve proporcionar espaço para contribuições dos pontos de vista de potencializar as interferências positivas e minimizar as negativas.

Foram realizadas análises das possíveis interações dos fatores críticos para a decisão e das relações de causa e efeito dos problemas identificados e suas intervenções na política ambiental do estado, principalmente nas áreas intervenientes na política de saneamento ambiental; análise dos aspectos ambientais, sociais e econômicos do estado, a partir de dados secundários e estudos existentes, com vistas à caracterização das relações de causa e efeitos referentes aos principais problemas ambientais encontrados.

Com base nos estudos foram definidos os fatores críticos à decisão para que se possa avaliar o comportamento deles na atualidade. A análise dos fatores críticos para a decisão foi realizada a partir da definição e da análise da dinâmica temporal dos processos ambientais mais importantes de cada um deles.

A leitura do contexto atual e o exercício de antever as repercussões futuras possibilitaram o planejamento de ações futuras, para o qual se impõem decisões de curto, médio e longo prazo, os quais foram consubstanciados em Recomendações e Decisões Estratégicas.

Cada um dos Fatores Críticos de Decisão foi analisado, considerando o quadro atual e futuro, da seguinte forma:

1. Justificativa: causas que o tornam crítico no contexto de interesse
2. Resultados das Análises: histórico e contexto atual e análise das repercussões.
3. Proposição de recomendações e decisões estratégicas

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Justificativa

A Lei no 12.305/10 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, apresentando instrumentos para o enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos, colocando o Brasil em patamar de igualdade aos principais países desenvolvidos no que concerne ao marco legal e à inovação.

Entre outros aspectos, instituiu a responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos, quais sejam, fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, o cidadão e titulares de serviços de manejo dos resíduos sólidos urbanos na logística reversa dos resíduos e embalagens pós-consumo (MMA, 2016).

Contudo, em que pese este avanço no que se refere ao marco legal, a prevenção e a redução de geração de resíduos, assim como sua adequada destinação e disposição, ainda se encontram em um patamar muito incipiente no Brasil.

O descarte inadequado de resíduos como sendo um dos exemplos dos impactos ambientais que ameaçam a sustentabilidade global dentro da categoria de poluição. (Sawyer, 2001). Juntamente com emissões e congestionamentos, representam o reflexo adverso do desenvolvimento sobre o meio ambiente (Seidel, 2010).

Como consequência, tem-se elevados custos socioambientais e monetários, decorrentes seja dos graves problemas de saúde pública, seja dos custos crescentes para a captação e para o tratamento de água para abastecimento humano, afora, evidentemente, os graves custos sociais e individuais decorrentes da prática de coleta de resíduos que podem ser reutilizados ou reciclados, em ruas das cidades ou em lixões, atividade ainda disseminada no território brasileiro e realizada de forma absolutamente inadequada e indigna.

As características dos resíduos sólidos ou lixo variam em função dos aspectos sociais, econômicos, culturais, geográficos e climáticos, uma vez que esses fatores também diferenciam as comunidades entre si e as próprias cidades, conforme Figura 2.

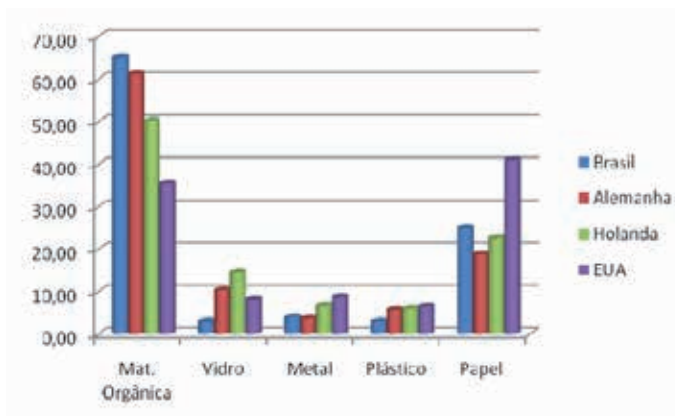


Figura 2 – Composição Gravimétrica do lixo: Brasil, Alemanha, Holanda e Estados Unidos (Fonte: Ceará, 2016)

O que se verifica no resultado apresentado, é um potencial expressivo no Brasil de geração de compostos orgânicos, energia e de reciclagem de material, especialmente papel, que ainda é pouco explorado.

As questões relativas aos resíduos sólidos urbanos, quais sejam, geração, aproveitamento e destinação final, ganham relevância crescente, notadamente nos centros urbanos dos países como o Brasil, nos quais há uma tendência crescente de urbanização, de consumo e, conseqüentemente, de geração de resíduos.

Esta preocupação com a gestão de resíduos está presente também em documentos elaborados no âmbito dos Comitês de Bacias Hidrográficas do Ceará, nos quais o tema relativo à disposição de resíduos é analisado, sendo assinaladas recomendações para implantação de aterros sanitários, coleta seletiva e usinas de triagem, incluindo-se este tema em Programas de Proteção de Mananciais e de Educação Ambiental, confirmando sua importância para a gestão dos recursos hídricos do Estado do Ceará. (Ceará, 2010)

Este planejamento é o primeiro passo para a resolução dos problemas de gestão de resíduos no Estado, ainda em início de implementação. Contudo, em que pese este avanço no que se refere ao marco legal, a prevenção e a redução de geração de resíduos, assim como sua adequada destinação e disposição, ainda se encontram em um patamar muito incipiente no Brasil.

3.2. Resultados das Análises dos Fatores Críticos de Decisão

3.2.1. Fator Crítico de Decisão 1 - Produção de Resíduos

Ainda que com certa imprecisão de dados relativos a volumes gerados, de acordo com diferentes fontes, importa observar que há variações espaciais significativas e diferentes níveis de criticidade nas diversas regiões, no que se refere a este tema, para as quais diferentes ações prioritárias devem ser direcionadas.

Este aspecto se evidencia ao se analisar dados disponíveis por regional definida para a gestão de resíduos sólidos, em que se verificam grandes variações em termos de geração de resíduos sólidos, conforme Tabela 1.

Conforme se observa, é produzido o correspondente a 7.095,42 t/dia, na Regional Metropolitana - A, que compreende os municípios de Fortaleza, Aquiraz, Caucaia e Eusébio. Segue-se a Regional do Cariri, com 1.831,31 t/dia e a Regional Metropolitana - B, que inclui nove municípios, com uma geração de 958,48 t/dia.

Já entre as regiões com menor geração, tem-se o Maciço do Baturité e Região dos Inhamuns com, respectivamente, 175,87 t/dia e 118,03 t/dia (Diário do Nordeste, 2016).

TABELA 1 - GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS POR REGIONAL

REGIONAL	GERAÇÃO DE RESÍDUOS (t/dia)
Regional Metropolitana de Fortaleza (RMF) A	7.095,42
Cariri	1.831,31
Regional Metropolitana de Fortaleza (RMF) B	958,48
Sertão Norte	763,82
Sertão Centro Sul	689,3
Médio Jaguaribe	640,29
Litoral Leste	486,12
Litoral Oeste	388,57
Sertão Central	378,09
Chapada da Ibiapaba	357,89
Sertão Crateús	350,31
Maciço de Baturité	175,87
Região dos Inhamuns	118,03

Fonte: Diário do Nordeste (2016)

Tendo em vista a espacialização dos quantitativos estimados de geração de resíduos sólidos por município e por Regional, de maneira a ter um quadro mais detalhado destas variações, buscou-se dados relativos à produção destes por habitante por dia.

De acordo com a ABRELPE (2014), a quantidade de resíduos sólidos urbanos gerados no Estado do Ceará em 2014 correspondeu a 9.711 t/dia, o que representa em média 1,2 t/dia por habitante de áreas urbanas. Os dados apontam aumento de geração de resíduos em 3,4% em relação ao ano anterior de 2013 e aumento de coleta de 4% em relação ao ano anterior, o que representa uma pequena melhora neste serviço.

Já de acordo com o Plano Estadual de Resíduos Sólidos (CEARA, 2016), tem-se a geração per capita média de 1,46 kg/hab./dia, considerando uma produção anual de 14.440,88 toneladas de RSU em 2014, e um total populacional de 9.901.616 habitantes.

Finalmente, têm-se os dados do SNIS, que estabelece uma relação entre o tamanho da população e geração de resíduos por habitante, de acordo com o material coletado, conforme Tabela 2.

TABELA 2- MASSA DE RESÍDUOS COLETADOS POR HABITANTE, POR DIA, DE ACORDO COM A FAIXA POPULACIONAL

Faixa populacional	Intervalo da Faixa de População (hab)	Geração média de resíduos (kg/hab/dia)
1	até 30.000	0,72
2	de 30.001 a 100.000	0,87
3	de 100.001 a 250.000	0,88
4	de 250.001 a 1.000.000	0,99
5	de 1.000.001 a 3.000.000	1,28
6	acima de 3.000.001	1,29

Fonte: SNIS, 2016

As variações de dados são esperadas, dependendo da fonte e critérios adotados, e não divergem significativamente.

3.2.2. Fator Crítico de Decisão 2 - Áreas de Destinação dos Resíduos Sólidos

A coleta e destinação final de resíduos teve um ligeiro aumento em relação ao ano anterior (ABRELPE, 2015), o que se observa na Figura 3. Observa-se também um aumento de disposição em aterros sanitários, embora ainda se mantenha a destinação para “aterros controlados” e para lixões, denotando a manutenção da situação de precariedade deste serviço. De fato, de acordo com AESBE (2016), o Nordeste concentra ainda o maior número de lixões no País, totalizando 1.598, dos quais, cerca de 280 a 300 encontram-se no Ceará, uma média de quase dois para cada um dos 184 municípios.

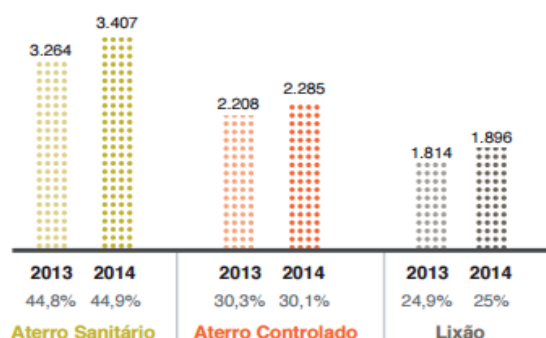


FIGURA 3 – DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO ESTADO DO CEARÁ (T/DIA)

(Fonte: ABRELPE, 2015)

Verifica-se que quase a totalidade dos municípios possui lixões, com alguns apresentando vários, sendo um "principal" e os demais como lixões "distritais".

Ainda que possa ocorrer alguma imprecisão de localização, verificam-se maiores concentrações destes locais de disposição de resíduos de forma irregular nos terrenos

drenados pelas bacias do rio Salgado, com cerca de 20 lixões, Alto e Médio Jaguaribe, respectivamente com aproximadamente 22 e 14 lixões, Bacias Metropolitanas, com cerca de 19 lixões, bem como na faixa litorânea, nas bacias do Acaraú e Coreaú.

Quanto aos locais de destinação final de resíduos, o estado brasileiro que concentra a maioria dos consórcios públicos para resíduos é o Ceará, com 26 (vinte e seis) experiências cadastradas. Estes consórcios contemplam 176 municípios e atendem, considerando a população urbana, cerca de 4,5 milhões de habitantes (IPEA, 2012).

Este é um aspecto que contribui consideravelmente para o equacionamento da gestão dos resíduos sólidos e a erradicação de lixões. A construção de aterros sanitários é um projeto em andamento no Estado do Ceará, iniciado em 2005/2006 sob a supervisão da Secretaria das Cidades, com estudos para implantação de consórcios.

3.2.3. Fator Crítico de Decisão 3 - Reciclagem

No que concerne à reciclagem, a fonte de geração encontra-se dispersa em todo o território cearense, assim como sua disposição, a infraestrutura de transformação desses resíduos está concentrada, principalmente, na Regional Metropolitana de Fortaleza, e, em segundo lugar, na Regional do Cariri, no caso Juazeiro do Norte, embora em outros municípios já seja observada algum tipo de organização de catadores (CEARÁ, 2016).

Enquanto a fonte de geração encontra-se dispersa em todo o território cearense, assim como sua disposição, a infraestrutura de transformação desses resíduos está concentrada, principalmente, na Regional Metropolitana de Fortaleza, e, em segundo lugar, na Regional do Cariri, no caso Juazeiro do Norte, embora em outros municípios já seja observada algum tipo de organização de catadores (TRAMITTY, 2012, *apud* Ceará, 2016).

Salienta-se, neste sentido, o reaproveitamento dos resíduos industriais no Ceará, entre os quais se destacam e borra casca da castanha de caju, resíduos de frutas e de cana de açúcar, processo que permite reaproveitar até cerca de 80% de resíduos energéticos e uso dessa energia nos processos internos da organização.

Já os Resíduos sólidos urbanos têm menor potencial, em torno de 70% de possibilidade de reaproveitamento, entretanto, o processo de reciclagem ainda está aquém deste potencial e há ainda precariedade de organização e estrutura como escassez de galpões de triagem para a segregação de resíduos pelos catadores e informalidade muito alta entre as organizações (Ceará, 2016).

Dezoito municípios, abrangendo nove das 14 regionais, de acordo com dados do Plano Estadual de Resíduos Sólidos, contam com galpões de triagem e em diversos municípios (dezessete) são desenvolvidos trabalhos sociais com os catadores. (Ceará, 2016).

3.3. Proposição de recomendações e decisões estratégicas

Na pesquisa, conseguiu-se vislumbrar e propor 6 (seis) diretrizes; decisões ou recomendações estratégicas :Estabelecer prioridade de ação para a implementação da gestão de resíduos sólidos por município, regional de gestão de resíduos sólidos ou bacia hidrográfica; Estruturar a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos nos Municípios e Regionais; Fortalecimento institucional municipal para a gestão de resíduos sólidos; Elaborar/Revisar os Planos Municipais de Gestão Integrada de

Resíduos Sólidos (PMGIRS) e de Planos Intermunicipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PIGIRS) que incluam soluções tecnológicas para o seu tratamento e utilização; Apoio à organização da cadeia de reciclagem e reuso e de logísticas reversas integradas, bem como a coleta seletiva com inclusão social de catadores, com estímulo à comercialização de materiais recicláveis e à compostagem; e Implementar e acompanhar os consórcios e implantação dos respectivos aterros.

4. CONCLUSÕES

A Avaliação Ambiental Estratégica tem como um dos principais objetivos contribuir para a tomada de decisão dos órgãos públicos e instituições intervenientes, propondo decisões estratégicas que levam em consideração os aspectos trabalhados em cada Fator Crítico de Decisão.

A solução desenvolvida pelo Estado do Ceará foi a constituição de consórcios, bem como a elaboração de Plano Estadual de Resíduos Sólidos, visando a erradicação de lixões e a implantação de aterros sanitários e de coleta seletiva; reciclagem, reuso e reaproveitamento de resíduos, dentro de uma visão de gestão integrada dos resíduos sólidos, sustentabilidade e de inclusão social, por meio de uma série de ações previstas em 14 regionais delimitadas para a gestão dos resíduos.

Diante disso, é importante que o poder público esteja atento para as regionais Litoral Oeste, Litoral Leste, Maciço do Baturité, RMF A e RMF B e BH do Salgado, priorizando nestas regionais a implementação das ações do Plano Estadual de Resíduos Sólidos.

Há um esforço grande para solucionar os problemas de disposição de resíduos sólidos no Estado do Ceará, sendo o Plano Estadual de Resíduos Sólidos, elaborado pelo governo estadual, bastante objetivo e pragmático, embora sua implementação esteja ainda em sua fase inicial.

Na situação atual, tem-se ainda perto de 300 lixões distribuídos por todo o território do Estado e os poucos aterros sanitários em operação encontram-se no final de sua vida útil.

O estudo de regionalização para a gestão dos resíduos sólidos do Ceará já apresenta as ações necessárias, por regional, no que se refere à implantação de uma gestão integrada, considerando não apenas a construção de aterros, mas também estruturas como LEV - Locais de Entrega Voluntária para Resíduos Recicláveis e dispositivos de recebimento de recicláveis, e PEV – Pontos de Entrega Voluntária para Resíduos de Construção Civil (RCC) e Resíduos Volumosos, para acumulação temporária de resíduos da coleta seletiva e resíduos com logística reversa, conforme previsto na NBR 15.112/2004. Considera ainda galpões de triagem de recicláveis secos, pátios de compostagem de orgânicos e ATTs - Áreas de Triagem, Reciclagem e Transbordo de RCC, Volumosos e resíduos com logística reversa, de acordo com as necessidades e características de cada regional, considerando a população estimada para 2032 e a estimativa da geração de resíduos de RSD (resíduos domésticos), RCC (construção civil) e RSS (serviço de saúde) (t/dia) para o mesmo período, calculados conforme orientação do Modelo do Ministério do Meio Ambiente.

Não há, contudo, cronograma de implantação, ainda que a meta prevista para a desativação de lixões esteja expressa para 2014, o que não ocorreu. Note-se que, para viabilizar essa desativação é necessário que os investimentos nos aterros sanitários se concretizem, bem como investimentos em outros equipamentos para manejo de resíduos, de forma a viabilizar, ainda que regionalmente, a redução,

reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada (art. 9 da Lei nº 12.305/2010)

De maneira similar, o Plano Estadual de Resíduos Sólidos (Ceará, 2016), que tem por base o estudo de regionalização, adota a estrutura de consórcios para as 14 Regiões, como forma de organizar os municípios para gestão compartilhada dos resíduos sólidos. Prevê implantação de aterros, coleta seletiva, reciclagem e educação ambiental em um horizonte de até 20 anos, considerando uma projeção populacional até 2034.

Com a regionalização e a formação de consórcios em que um único aterro é utilizado por diversos municípios, é possível compartilhar serviços, infraestruturas e utilizar melhor os recursos financeiros pelo aproveitamento da economia de escala, com encargos financeiros menores em relação à solução individualizada.

O potencial de aproveitamento econômico também foi considerado, planejando-se sistemas de coleta seletiva uma vez que estes resultam, entre outros aspectos, em inclusão de catadores que passam a trabalhar em cooperativas ou associações em condições salubres. Resultam também, em aumento da vida útil dos aterros sanitários, além de ganhos econômicos advindos da reciclagem e reuso.

Neste sentido, o Plano Estadual de Resíduos Sólidos prevê o desenvolvimento de ações, considerando como estrutura programática: Projeto de Sustentabilidade da Gestão de Resíduos Sólidos, contendo 28 metas e Projeto de Capacitação e Educação Ambiental para a Gestão de Resíduos Sólidos, contendo 8 metas, que estão previstas para serem implementadas em curto, médio e longo prazo, respectivamente, até 4 anos, até 12 anos e até 20 anos, e envolvem tanto a sustentabilidade da gestão de resíduos sólidos de modo geral, quanto aos resíduos sólidos urbanos (RSU), resíduos sólidos de serviços de saúde (RSS), de construção civil (RCC) e industriais, além de agrossilvopastoris dentre outros.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE (2012). *Caderno Informativo: Resíduos Sólidos Urbanos. Recuperação energética*. Disponível em: http://www.abrelpe.org.br/recuperacao_energetica.cfm. Acesso em 25/10/2016.

ABRELPE (2014). *Panorama dos Resíduos Sólidos do Brasil 2014*. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf>. Acesso em 25/10/2016.

ABRELPE (2015). *Panorama dos Resíduos Sólidos do Brasil 2015*. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>. Acesso em 25/10/2016.

AESBE (2016). Disponível em: <http://www.aesbe.org.br/conteudo/impressao/5917>. Acesso em 22/10/2016.

Ceará (2010). *Plano de gerenciamento das águas da bacia do Coreaú*. Secretaria de Recursos Hídricos. Companhia de gestão dos recursos hídricos.

Ceará (2016). Secretaria do Meio Ambiente – SEMA. *Plano Estadual de Resíduos Sólidos*. Disponível em: <http://www.sema.ce.gov.br/attachments/article/44259/Plano%20Completo.pdf>. Acesso em 26/10/2016.

Diário do Nordeste (2016). Disponível em: <http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/cidade/sem-planos-de-gestao-ceara-gera-por-dia-14-mil-toneladas-de-lixo-1.846716>. Acesso em 25/10/2016.

IPEA (2012). *Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos*. Relatório de Pesquisa. Brasília, 2012. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009_relatorio_residuos_solidos_urbanos.pdf. Acesso em 25/10/2016.

MMA. (2002). MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (SQA). *Avaliação Ambiental Estratégica*. Brasília, MMA, 2002.

MMA (2016). MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Política Nacional de Resíduos Sólidos*. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos%C3%B3lidos>. Acesso em 24/10/2016.

Sadler, B.; Verheem, R. (1996). *Strategic environmental assessment: status, challenges and future directions*. Zoetermeer, Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environmental of the Netherlands.

Sawyer, D. (2001). Consumption Patterns and Environmental Impacts in a Global Socioecosystemic Perspective. In: Hogan, D.J.; Tolmasquim, M.T. (orgs.) *Human Dimensions of Global Environmental Change – Brazilian Perspectives*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências.

SEIDEL, J.M. (2010) *Um Problema Urbano - Gerenciamento de Resíduos Sólidos e as Mudanças Ambientais Globais*. V Encontro Nacional da ANPPAS 4 a 7 de outubro de 2010 Florianópolis - SC – Brasil.

SNIS. (2016). Serviço Nacional de Informações sobre Saneamento. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/>. Acesso em 24/10/2016.

AVALIAÇÃO DAS ORGANIZAÇÕES DE CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO/BRASIL

Liséte Celina Lange

Universidade Federal de Minas Gerais

lisete@desa.ufmg.br

Maria Claudia Lima Couto

Faculdades Integradas Espírito-santenses

Luciana Alves Rodrigues Macedo

Universidade Federal de Minas Gerais

Renato Ribeiro Siman

Universidade Federal do Espírito Santo

Renato Meira de Sousa Dutra

Universidade Federal do Espírito Santo

RESUMO

O gerenciamento adequado dos resíduos sólidos tem uma relação direta com os impactos climáticos, desde o processo de produção, passando pelo consumo, até o descarte dos resíduos. Os impactos climáticos podem ser positivos e negativos, pois embora haja emissões liberadas através do tratamento e destinação, a prevenção e recuperação de resíduos, seja pela reciclagem ou recuperação energética, evitam emissões em outros setores da economia. A coleta seletiva é a primeira etapa que garante uma qualidade ao resíduo para ser recuperado. No entanto, na maior parte das cidades brasileiras são realizadas atividades de coleta de resíduos sólidos recicláveis de forma totalmente desconectada dos sistemas municipais de coleta seletiva (SMCS). No Brasil, a Lei 12.305/2010 exige que os catadores de materiais recicláveis sejam incorporados aos SMCS e também em Sistema de Logística Reversa (SLR), principalmente os de embalagens em geral. O grande desafio, no entanto, é profissionalizar e melhorar a eficiência dos Centros de Triagem (CT) já operados por catadores, com ou sem parcerias das prefeituras municipais, ou mesmo criar novas organizações de catadores, de forma a absorver os resíduos coletados seletivamente pelo município ou pelos operadores dos SLR. Neste trabalho foi realizado um levantamento de dados quantitativos sobre as Organizações de Catadores de Materiais Recicláveis (OCMR) que operam CT no estado do Espírito Santo. Foram identificadas 54 OCMR que se encontravam em operação em 2015. Verificou-se que a produtividade das OCMR é em média de 85,2 kg/catador.dia ou 1.745,23 kg/catador.mês e renda média mensal de R\$767,30/catador.mês, com valores máximos e mínimo de R\$1.625,00 e R\$80,00, respectivamente. Observa-se também que há uma diferença entre os valores médios de venda praticados pelas OCMR do ES e valores médios nacionais. Esta diferença chega a 50,5 % para a embalagem "Tetrapack", 16,8% para o Plástico tipo PET e 49,9% para o vidro.

Palavras chaves: Resíduos Sólidos; Coleta seletiva; Catadores de Materiais recicláveis; Centrais de triagem.

1. INTRODUÇÃO

O setor de gerenciamento de resíduos está em uma posição única, pois pode passar de ser uma fonte comparativamente de emissões globais de Gases de Efeito Estufa (GEE) para se tornar um contribuidor importante para reduzir as estas emissões. Embora os níveis menores de emissões sejam liberados através do tratamento e eliminação de resíduos, a prevenção e recuperação de resíduos (ou seja, materiais secundários ou energia) evitam emissões em outros setores da economia. Um relatório recente da EPA dos EUA estima que 42% das emissões totais de GEE nos EUA estão associadas ao gerenciamento de materiais (US EPA 2009).

Neste contexto, uma das atividades que podem contribuir para a ampliação da redução das emissões de GEE é a reciclagem de resíduos. Pois, por um lado, reduz quantidade de resíduos dispostos em aterro, e por outro reduz a demanda por matérias primas virgens, o que impacta em toda cadeia de produção em relação à emissões de GEE.

Na maior parte das cidades brasileiras são realizadas atividades de coleta de resíduos sólidos recicláveis de forma totalmente desconectada dos sistemas públicos. São atividades organizadas por sucateiros, proprietários de depósitos de materiais recicláveis que concentram seus negócios em aparas de papel, papelão, latinhas de alumínio, embalagens de Pet, etc. Geralmente, esses materiais são de alto valor agregado

As operações de coleta realizadas pelos depósitos são feitas diretamente nas grandes fontes geradoras dos resíduos, quando os resíduos nelas produzidos são homogêneos, ou são feitas em pontos de concentração dos resíduos, coletados por catadores de materiais recicláveis a eles vinculados informalmente, ou ainda em pequenos sucateiros que atuam como atravessadores dos materiais recicláveis garimpados por catadores nas ruas das cidades (Couto, 2017).

Segundo o IBGE (2012), apenas uma pequena parte dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) produzidos no País é seletivamente coletada, a maior parte da coleta é feita por catadores, autônomos ou associados em cooperativas, que retiram do RSU os materiais de mais alto valor, em condições de trabalho precárias e com baixa remuneração.

No contexto brasileiro existe a previsão legal, a partir da Lei 12.305/2010 de que os catadores de materiais recicláveis sejam incorporados aos SMCS e SLR, principalmente de embalagens em geral (Brasil, 2010). As Organizações de Catadores de Materiais Recicláveis (OCMR) geralmente possuem infraestrutura e equipamentos para a pesagem, triagem, prensagem e armazenamento, sendo que algumas realizam coleta e transporte. Os materiais recicláveis geralmente comercializados são o papel, papelão, plástico, vidro, materiais ferrosos e não ferrosos, entre outros (Couto, 2017).

Neste trabalho foi realizada uma para levantamento de dados quantitativos sobre as OCMR que operam centros de triagem no Espírito Santos, como o objetivo de avaliar a fonte e tipo de material triado e comercializado, a eficiência dos Centros de Triagem (CT) e o valores obtidos com a comercialização dos materiais traídos.

1.1. Centros de Triagem

Os Centros de Triagem (CT) compõem-se de um conjunto de estruturas físicas edificadas como galpão de recepção e triagem de resíduos, galpão para armazenamento de recicláveis e unidades de apoio (escritório, almoxarifado, instalações sanitárias, vestiários, copa, cozinha, etc.), e em alguns casos, pátio de compostagem de resíduos orgânicos.

Os CT são locais onde ocorre a separação dos resíduos sólidos. Essa separação pode ser feita totalmente manual, semiautomática ou automática. O galpão de triagem normalmente é composto por uma prensa vertical, balança, esteira, fardos e empilhadeiras, sendo que todos os equipamentos devem seguir as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (Vilhena, 1999).

No entanto, com base na literatura consultada constata-se que ainda não há normas da ABNT e são poucas as recomendações técnicas para parâmetros a serem adotados em projetos de CT. O Ministério do Meio Ambiente (MMA) por meio do manual "Elementos para a organização da coleta seletiva e projeto de galpões de triagem" propôs recomendações técnicas para construção de galpões de separação de RSU (Brasil, 2011).

O MCidades ao publicar um Termo de Referência Técnico para elaboração do projeto básico e executivo completo de galpão/unidade de triagem para coleta seletiva, apresenta diretrizes gerais para seu dimensionamento (Brasil, 2008). As Unidades de Triagem (UT) são escalonadas em quatro portes, com áreas específicas e destinadas à operação dos resíduos recicláveis, de acordo com os seguintes critérios:

- UT (1) - até 0,25 t/dia – área operacional do galpão de 55 a 75 m²;
- UT (2) - de 0,25 a 0,6 t/dia – área operacional do galpão de 80 a 100 m²;
- UT (3) - de 0,6 a 1 t/dia – área operacional do galpão de 180 a 200 m²;
- UT (4) - de 1 a 2 t/dia – área operacional do galpão de 400 a 450 m².

Estudos realizados por alguns autores sobre organizações associativas de catadores mostram que a comercialização é prioritariamente realizada por meio de aparistas e atravessadores sem relação direta com a indústria. Constatam também que a organização em rede favorece a melhoria na comercialização, como apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Organização logística de comercialização de materiais recicláveis

Formas de organização logística das organizações associativas de catadores	Referências
Associação de Recicladores Esperança em Florianópolis, no ano de 2002, com apoio da prefeitura local e compradores comercializavam diretamente com aparistas, solucionando o conflito entre catadores e atravessadores e melhorando os preços da comercialização.	Bringhenti (2004)
Associações de Florianópolis organizadas em rede possuem maiores condições de comercialização diretamente para indústrias e facilidade de atendimento das exigências em relação à quantidade e qualidade de material.	Aquino, Castilho Junior e Pires (2009)
A estrutura da cadeia de reciclagem é piramidal. No topo encontram-se poucas indústrias de reciclagem, abaixo há os intermediários que articulam a rede de atravessadores e na base da pirâmide encontram-se os catadores. Quanto mais no topo da pirâmide, maior é o valor agregado ao produto.	Pepinelli (2011)
Cooperativa de Valorização de MR Catapananá em Pinhais possui o objetivo de incluir o catador na cadeia de reciclagem, pois possibilita o acúmulo de material num grande galpão, o beneficiamento para agregar valor e venda diretamente para a indústria, e consequentemente o aumento da renda.	Cerqueira, Speck e Murata (2014)

1.2. Eficiência nos Centros de Triagem

A eficiência das organizações associativas de catadores tem sido medida por meio da produtividade na triagem e beneficiamento de resíduos. Neste sentido, alguns autores têm sugerido valores para produtividade. O Sebrae (2003) indica uma produtividade que varia de 150 kg/dia a 330 kg/dia, com a média de 225 kg/dia. Brasil (2008) e Brasil (2012) adotam indicadores de produtividade para catadores em galpão por atividade realizada, sendo coleta: 160 kg/dia; triagem: 200 kg/ dia e prensagem: 600 kg/dia. Esta produtividade é adotada por e Ibam (2012) nos Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica (EVTE) para LR de embalagens.

Um estudo mais detalhado é apresentado por Damásio (2008, 2010), em pesquisa realizada em uma amostra de 83 unidades de trabalho de catadores de recicláveis distribuídas em todas as grandes regiões brasileiras, à exceção da região Norte. Os quatro degraus de eficiência identificados na pesquisa foram definidos conforme exposto a seguir.

- *Degrau 1 - alta eficiência:* grupos formalmente organizados, com prensas, balanças, carrinhos e galpões próprios, com capacidade de ampliar suas estruturas físicas e de equipamentos a fim de absorver novos catadores e criarem condições para implantar unidades industriais de reciclagem.
- *Degrau 2 - média eficiência:* grupos formalmente organizados, contando com alguns equipamentos, porém precisando de apoio financeiro para a aquisição de outros equipamentos e/ou galpões.
- *Degrau 3 - baixa eficiência:* grupos em organização, contando com poucos equipamentos, alguns de sua propriedade, precisando de apoio financeiro para a aquisição de quase todos os equipamentos necessários, além de galpões próprios.
- *Degrau 4 - baixíssima eficiência:* grupos desorganizados, em ruas ou lixões, sem possuírem quaisquer equipamentos, e frequentemente trabalhando em condições de extrema precariedade para atravessadores e donos de depósitos.

A Tabela 1 relaciona as eficiências físicas, em termo de produção mensal por catador, por degrau de eficiência segundo Damásio (2010).

Tabela 1 – Eficiência física e econômicas de organizações associativas de catadores

Produtividades relativas	Nº de organizações		Eficiência física (kg/catador.mês)		Eficiência econômica (R\$/catador.mês)	
			Média Simples	Desvio Padrão	Média Simples	Desvio Padrão
Alta eficiência	12	14%	2.311,9	490,9	855,60	209,86
Média eficiência	22	27%	1.592,1	501,7	504,55	152,68
Baixa eficiência	29	35%	957,9	326	313,68	118,81
Baixíssima	20	24%	304	240,3	115,52	95,15

FONTE: ADAPTADO DE DAMÁSIO (2010).

Observa-se que a produtividade utilizada pelos autores que tratam de dimensionamento de CT é superior a produtividade superior à média encontrada por Damásio (2010) até mesmo para a faixa de alta eficiência, pois considerando uma produção mês de 200 kg/dia em 26 dias de trabalho, teremos 5.200 kg/mês.

1.3. Custos de implantação e operação de CT

A mensuração de custos de implantação e operação de unidades de triagem no Brasil tem sido baseada em concepções definidas por Brasil (2008) e Brasil (2012) as quais indicam uma padronização em termos de área, obras, equipamentos e recursos humanos. A base de cálculo para a definição do quantitativo de resíduos processados nestas unidades tem como pressuposto taxas de geração per capita da ordem de 0,8 kg/hab./dia (Brasil, 2008; Brasil, 2012; BNDES, 2013; Ibam, 2012). A Tabela 2 e Tabela 3 apresentam os custos de implantação e operação de CT, respectivamente.

Tabela 2 - Custo de Implantação de Centrais de Triagem de Resíduos

Pop. Atendida	Área do galpão(m ²)	Capacidade (t/dia)	Custo unitário (R\$/t.dia)		Referência
			Data base do estudo	Atualizado para 2015	
20.000-30.000	300	1,00	29,615	47,75	Brasil (2008)
40.000-50.000	600	2,00	28,49	45,93	
75.000	1200	4,00	28,02	45,19	
30000	1000	1,94	64,71	83,75	Ibam (2012)
100000	1500	6,47	31,61	40,91	
250000	2500	16,19	21,15	27,38	
>30.000	-	1,00	33,00	42,71	BNDES (2013)
30.000-100.000	-	2,00	16,00	20,71	
100.000-250.000	-	16,00	17,00	22,00	
250.000-1.000.000	-	80,00	12,00	15,53	
>100.000	-	325,00	6,00	7,76	

Tabela 3 -Custo de operação de Centrais de Triagem de Resíduos

Pop atendida	Área do galpão(m ²)	Capacidade (t/dia)	Custo unitário (R\$/t.dia)		Referência
			Data base do estudo	Atualizado para 2015	
20.000-30.000	300	1,00	-	-	Brasil (2008)
40.000-50.000	600	2,00	-	-	
75.000	1200	4,00	-	-	
30.000	1000	1,94	292,39	364,03	Ibam (2012)
100.000	1500	6,47	252,59	314,48	
250.000	2500	16,19	232,38	289,33	
>30.000	-	1,00	490,00	552,27	BNDES (2013)
30.000-100.000	-	2,00	470,00	529,73	
100.000-250.000	-	16,00	500,00	563,54	
250.000-1.000.000	-	80,00	100,00	112,71	
>100.000	-	325,00	80,00	90,17	

1.4. A relação dos Resíduos e os GEE

Os benefícios de redução de GEE na reciclagem de materiais específicos, como metais, plásticos, vidro e produtos de papel, estão bem documentados (Smith *et al.*, 2001; US EPA 2006; King, Gutberlet, 2013). A magnitude das economias estimadas de GEE na reciclagem é dependente dos pressupostos de energia aplicados tanto às instalações de reprocessamento quanto às plantas onde os materiais virgens são substituídos.

A Tabela 4 compara valores aplicados em estudos do Norte da Europa, Austrália e EUA em relação as variações nas Redução de CO2 como o uso de materiais reciclados

Tabela 4: Redução de CO₂ como o uso de materiais reciclados

Material	Redução de Kg CO ₂ por Tonelada de material reciclado		
	Norte da Europa	Austrália	USA
Papel	600 – 2.500	670 – 740	838 – 937
Alumínio	10.000	17.720	4.079
Aço	2.000	400 – 440	540
Vidro	500	560 – 620	88
Plástico	0 -1.000	0 – 1.180	0 – 507

Fonte: ISWA (2009), RMIT (2009), US EPA (2006).

2. METODOLOGIA

Inicialmente foi realizado um levantamento de informações quanto à existência de OCMR junto ao Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA), Cáritas - ES, Agência de Desenvolvimento do Estado do Espírito Santo (ADERES) e Instituto Sindimicro.

Este levantamento resultou na identificação de 69 registros sobre a existência de organizações associativas de catadores localizadas em 57 dos 78 municípios do ES. Destes 69 registros, foram confirmadas que 54 operavam efetivamente em 2015.

Para as 54 associações/cooperativas de catadores que se encontravam em operação, foi elaborado um questionário para levantamento de dados quantitativos sobre resíduos coletados, triados e comercializados e sobre a infraestrutura dos galpões de triagem. O questionário foi aplicado em 35 das 54 organizações, totalizando 64,3%.

3. RESULTADOS

Foram identificadas 54 organizações associativas em operação em 2015. Do questionário aplicado, obteve-se respostas de 35 organizações (Tabela 5).

Tabela 5 - Informações sobre as organizações associativas de catadores do ES

Regiões	Central	Norte	Sul	Serrana	Metropolitana	Total
Nº de município	16	16	27	12	7	78
Nº total de associações	10	9	16	8	11	54
Nº de respondentes	7	5	11	5	7	35
Nº de associados	69	50	97	32	106	354

Nota: A Macrorregião Metropolitana está representada pela RMGV e Região Serrana.

Quanto à origem, os materiais triados pelas OCMR são originários de empresas, prefeitura, catação na rua e doações de moradores conforme se observa na Figura 1. Constatou-se também que nove OCMR recebem materiais recicláveis de outros municípios.

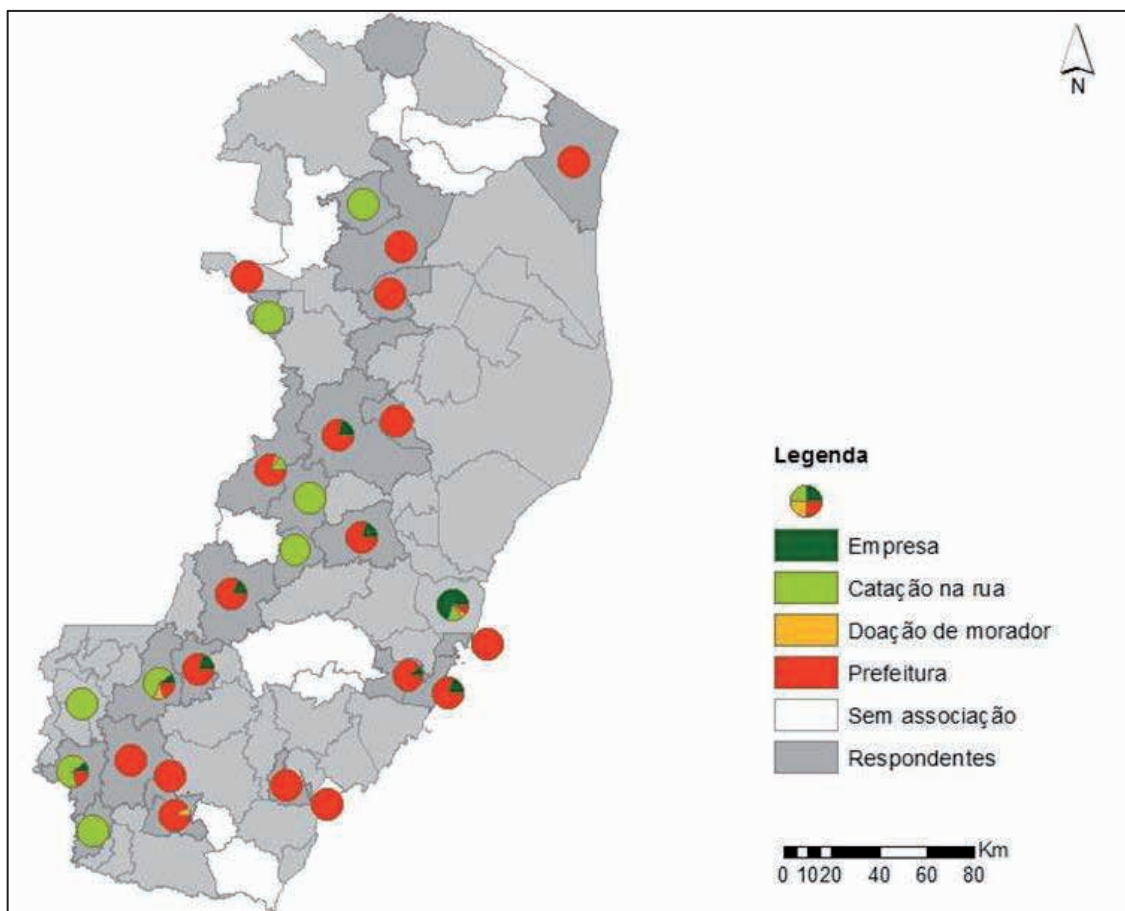


Figura 1 - Fontes dos materiais triados pelas associações de catadores no ES
(Fonte: Autoria própria)

3.1. Produtividade dos catadores

Os dados sobre a renda mensal média foi respondida de forma direta no questionário. Quanto a produtividades, os valores foram levantados em termos de quantidade de resíduos triada pelos catadores em um dia. A Tabela 5 apresenta a renda e produtividade das OCMR do ES.

Tabela 6 - Renda e produtividade das organizações associativas de catadores do ES

	Renda Mensal	Nº de catador	Dias trabalhados		Quantidade comercializada		Produtividade	
	(R\$/mês)	(cat.)	(dia/sem.)	(dia/mês)	(kg/mês)	(kg/dia)	(kg/catador. dia)	(kg/m ² . dia)
Máximo	1.625,0	28,0	7,0	30,0	54.857,8	2.493,5	427,9	6,9
Mínimo	80,0	3,0	4,0	18,0	1.958,0	89,0	9,9	0,0
Mediana	788,0	8,0	5,0	22,0	9.800,0	442,5	69,0	0,8
Média	767,3	9,9	5,3	23,0	17.010,0	690,1	85,2	1,5
Desvio Padrão	386,1	5,6	0,6	2,4	16.319,0	682,3	94,7	2,0
N	33	35	35	35	27	26	26	13

A análise da produtividade aponta para um valor médio de 85,2 kg/catador.dia ou 1.745,23 kg/catador. mês, considerando todas as associações pesquisadas. Este valor difere do valor de 200 kg/dia, apresentado por Brasil (2008), utilizado também por Ibam (2012).

Utilizando a classificação realizada por Damásio (2010), o valor da produtividade média das associações às enquadraria com média. Analisando individualmente, verifica-se que 7 associações se enquadram como sendo de alta eficiência, 9 de média, 4 como baixa e 6 como baixíssima eficiência.

3.2. Renda Média

A análise da renda dos catadores aponta para um valor médio mensal de R\$767,30/catador. mês. Deve-se, atentar para valores máximo e mínimo de R\$1.625,00 e R\$80,00. A distribuição espacial da renda dos catadores pode ser observada na Figura 2.

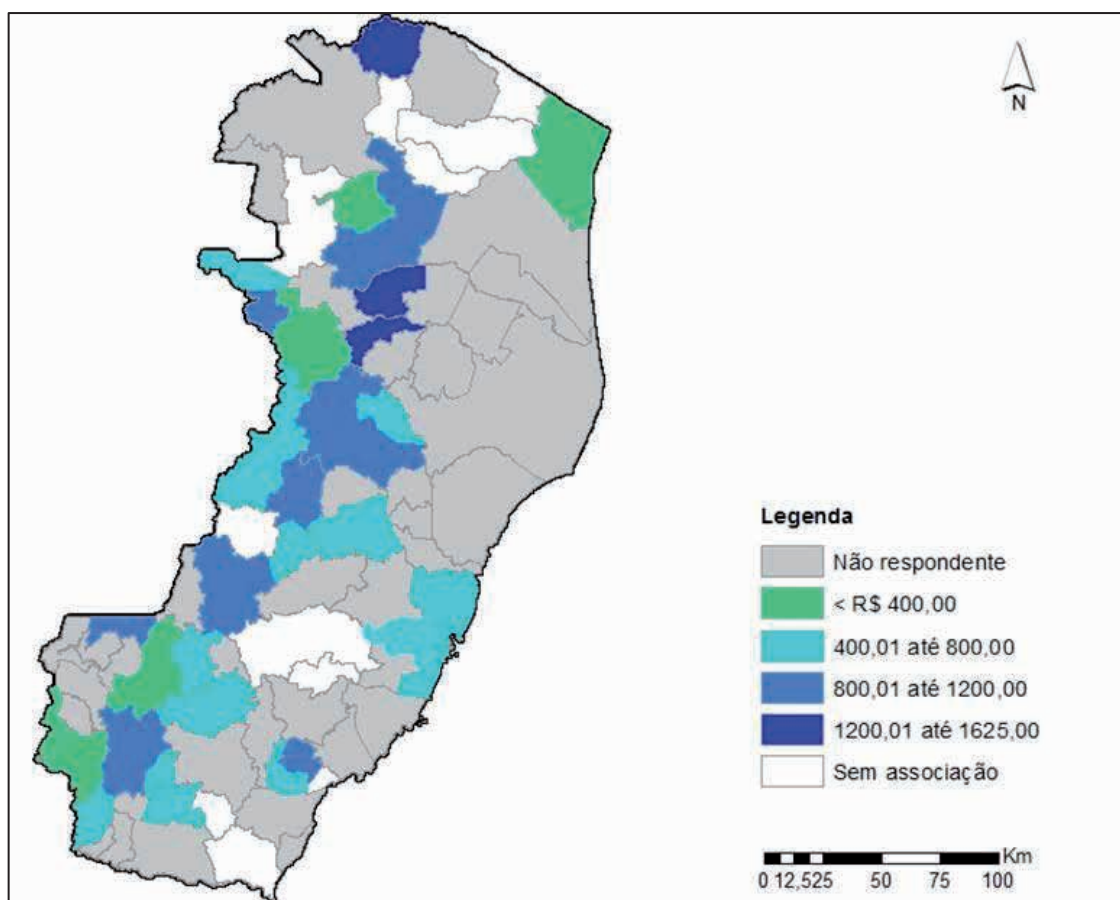


Figura 2 - Renda média das associações de catadores no ES
(Fonte: Autoria própria)

3.3. Receitas previstas com a comercialização de materiais

No questionário aplicado junto às organizações associativas de catadores do ES verificou-se que das 35 respondentes, apenas 25 registram os dados de comercialização e quatro delas tinham registros em recibos de venda ou anotações em cadernos e informaram estes dados.

Na Figura 3 pode-se observar que os papeis e os plásticos são os materiais mais comercializados. Chama atenção o fato de o vidro aparecer como material comercializado em apenas oito associações. Neste caso, as associações informaram sobre a dificuldade em comercializar o material, visto que no estado não existe

empresa recicladora de vidro ou mesmo beneficiadora, o que torna inviável a comercialização para outros estados.

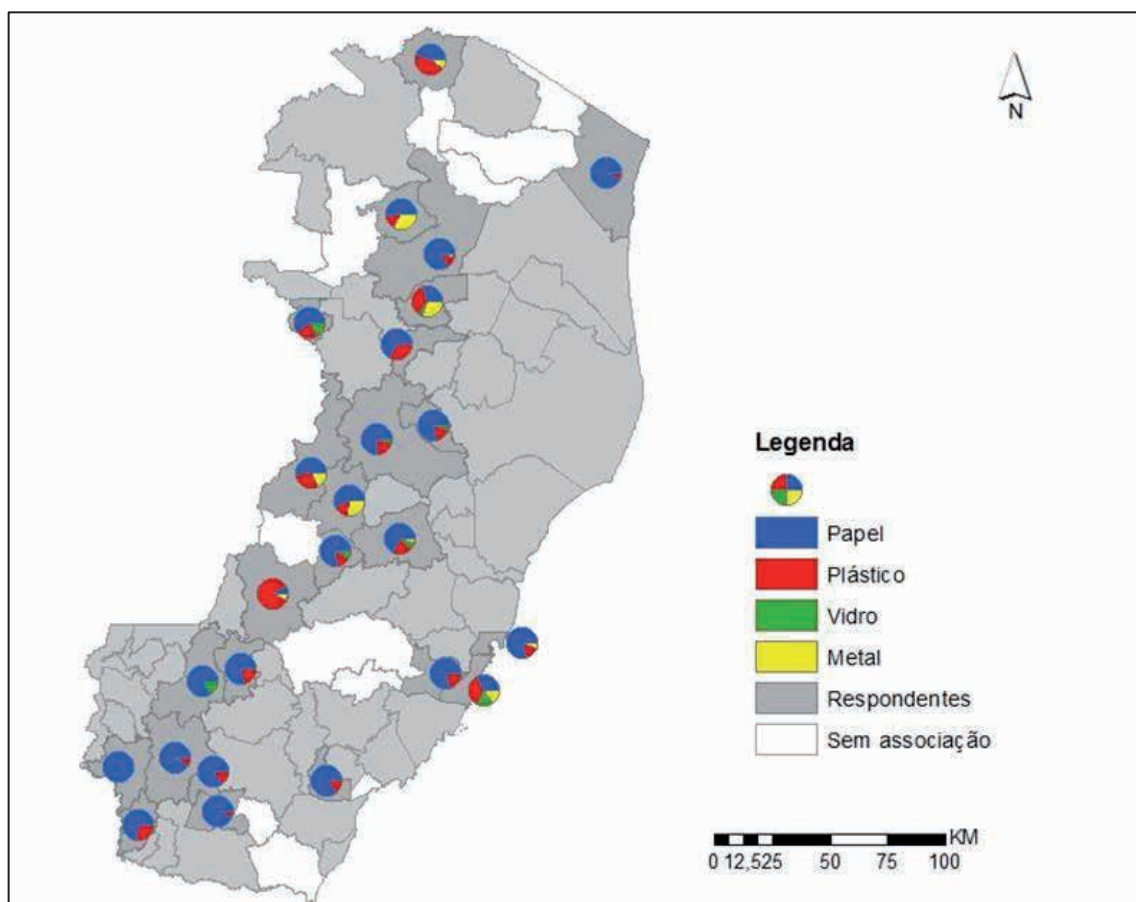


Figura 3 -Materiais comercializados pelas OCMR no ES
(Fonte: Autoria própria)

3.4. Redução nas emissões de GEE com a reciclagem

Gutberlet (2013) propõe uma calculadora de gases de efeito estufa para estimar da redução anual de emissões de CO₂-eq. alcançada por cooperativas de reciclagem. Na Tabela 7 é apresentado o cálculo da contribuição na redução de CO₂-eq com a reciclagem no ES, foi considerada a população urbana dos municípios, com uma geração per capita média de 0,82Kg/hab, com uma taxa de coleta seletiva de 22% dos RSU secos. Sendo que foi considerada que 31,9% dos RSU são secos e que os percentuais de papel, plástico, vidro e metais é de 42,1%; 19,1; 11,1 e 4,3%, respectivamente, com 22,9% de rejeito (Couto, 2017).

Tabela 7–Contribuição na redução de CO₂ equivalente com a reciclagem no ES

RSU Pop Total (t/ano)	RSU Pop urbana (t/ano)	RSU - Secos (31,9%RSU) (t/ano)	Papel (42,7%) (t/ano)	Plástico (19,1%) (t/ano)	Vidros (11,1%) (t/ano)	Metais (4,3%) (t/ano)
1184306,00	1007302,99	70692,52	30185,71	13502,27	7846,87	3039,78

Emissões de CO ₂ -eq por toneladas de recursos naturais (tCO ₂ -eq/t material)	0,898	0,828	0,935	3,872
Emissões de CO ₂ -eq por toneladas de recursos recicláveis ¹ (tCO ₂ -eq/t material)	0,323	0,183	0,922	0,154
Redução de emissões de CO ₂ -eq por toneladas de recursos recicláveis ¹ (tCO ₂ -eq/t material)	0,58	0,65	0,01	3,72
Total Redução de emissões de CO ₂ -eq no ES com a reciclagem por material (tCO ₂ -eq)	17.356,78	8.708,97	102,01	11.301,90
Total Redução de emissões de CO ₂ -eq total no ES com a reciclagem(tCO ₂ -eq)	37.469,65			

Desta forma, o total na redução de emissões de CO₂-eq total no ES com a reciclagem poderia atingir a 37.469,65 tCO₂-eq/ano.

4. CONCLUSÕES

Em 2015 foram identificadas no ES 54 OCMR, as quais foram objeto de pesquisa para levantamento de dados sobre aspectos produtivos. Do questionário aplicado, obtiveram-se respostas de 35 organizações, com um percentual 67,3% respondentes. Quanto à origem, os materiais triados pelas associações de catadores são originários de empresas, prefeitura, catação na rua e doações de moradores e existem OCMR que recebem materiais recicláveis de outros municípios diferentes de onde estão instalados. Isso indica que, o que está sendo proposto no modelo já ocorre na prática.

A produtividade das OCMR aponta para um valor médio de 85,2 kg/catador.dia ou 1.745,23 kg/catador.mês. Este valor difere do valor de 200 kg/dia, apresentado por Brasil (2008), utilizado também por Ibam (2012). Quanto à renda, a pesquisa aponta para um valor médio mensal de R\$767,30/catador.mês, com valores máximos e mínimo de R\$1.625,00 e R\$80,00, respectivamente. Quando comparado estatisticamente, não houve diferença significativa entre os valores de produtividade e renda entre as OCMR localizadas em regiões administrativas dos ES.

Com a implantação da coleta seletiva para destinação posterior à indústria recicladores podemos estimar uma redução de emissões de GEE de 37.469,65 tCO₂-eq/ano.

5. REFERÊNCIAS

Aquino, I. F.; Castilho Junior, A. B.; Pires, T. S. L. (2009). A organização em rede dos catadores de materiais recicláveis na cadeia produtiva reversa de pós-consumo da região da grande Florianópolis: uma alternativa de agregação de valor. *Revista Gestão & Produção*, São Carlos, v. 16, n. 1, p. 15-24.

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento (2013). FADE - Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade Federal de Pernambuco. *Produto 10: Relatório final de avaliação técnica, econômica e ambiental das técnicas de tratamento e destinação final dos resíduos*. Pesquisa Científica BNDES FEP N°02/2010 Contrato n° 11.2.0519.1.

Brasil. Lei nº. 12.305/2010 (2010). *Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos*. Diário Oficial da União de 03/08/2010.

Brasil (2008). Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. *Elementos para a organização da coleta seletiva e projeto de galpões de triagem*. Brasília, 2008.

Brasil (2011). Ministério do Meio Ambiente. Melhoria da Gestão Ambiental Urbana no Brasil – BRA/OEA/08/001. *Manual para implantação de compostagem e de coleta seletiva no âmbito de consórcios Públicos*. Brasília, 75 p.

Bringhenti, J. R. (2004). Programas de Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Urbanos: Aspectos Operacionais e da Participação da População. 2004. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública da USP, São Paulo.

Cerqueira, C. L.; Speck, H. G.; Murata, A. T. (2014). *A Estratégia da Integração Vertical: Estudo de Caso da Cooperativa de Valorização de Materiais Recicláveis do Paraná*. In: Encontro de Estudos sobre Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas, 2014, Goiânia. Anais VIII EGEPE.

Couto, M. C. L. (2017). Modelo logístico para localização de instalações destinadas à logística reversa de embalagens pós-consumo. Tese (Doutorado em Engenharia Sanitária e Ambiental). Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG, Minas Gerais.

Damásio, J. (Coord.) (2008). *Cadeia produtiva da reciclagem e organização de redes de cooperativas de catadores: oportunidades e elementos críticos para a construção de tecnologia social de combate à pobreza e inclusão social no estado da Bahia*. Relatório Final de Pesquisa. Bahia: FAPESB.

Damásio, J (Coord.). (2010). *Impactos socioeconômicos e ambientais do trabalho dos catadores na cadeia da reciclagem*. Relatório Final. Brasília: MDS/Pangea.

Ibam - Instituto Brasileiro de Administração Municipal (2012). *Estudo de viabilidade técnica e econômica para implantação da logística reversa por cadeia produtiva - Componente: Produtos e embalagens pós-consumo*. Disponível em: <http://www.sinir.gov.br/documents/10180/13560/EVTE_PRODUTOS_EMBALAGENS_POS_CONSUMO/>. Acesso em 13 set. 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2012) *Sinopse do Censo Demográfico 2010*. Rio de Janeiro. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>>. Acesso em 20 jun. 2016.

ISWA – International Solid Waste Association (2009). *Wasteand Climate Change – ISWA White Paper*.

King, M. F.; Gutberlet, J. (2013). Contribution of cooperative sector recycling to green house gas emissions reduction: a case study of Ribeirão Pires, Brazil. *Waste Management*, v. 33, n. 12, p. 2771-2780. Disponível em: <[http:// tinyurl.com/nr25zq4](http://tinyurl.com/nr25zq4)>.

Pepinelli, R. F. G. (2011). Empreendimentos econômicos solidários de catadores: Cadeias produtivas de resíduos, processos tecnológicos e parcerias. *Dissertação*

(Mestrado em Ciências, em tecnologias e sociedades). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

RMIT - Royal Melbourne Institute of Technology (2009). *Extended Environmental benefits of Recycling Project*.

Smith *et al.* (AEA Technology) (2001). Waste Management Options and Climate Change - Final report to the European Commission, DG Environment; and Dehoust et al (Oko-Institute.V.)

Sebrae (2003). *Cooperativa de catadores de materiais recicláveis: Guia de implantação*. Roberto Domenico Lajolo (Coord). IPT: São Paulo.

US EPA - US Environmental Protection Agency (2006). *Solid Waste Management and Greenhouse Gases - A Life-Cycle Assessment of Emissions and Sinks*, 3rd Edition.

Vilhena, A. (1999). *Guia da Coleta Seletiva de Lixo*. São Paulo, Cempre – Compromisso Empresarial para Reciclagem.

WRAP (2006). *Environmental benefits of recycling: An international review of life cycle comparisons for key materials in the UK recycling sector*.

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA PARA A SUSTENTABILIDADE INDUSTRIAL

Aline Islia Almeida de Sousa

Instituto Federal do Ceará

alineislia@gmail.com

Adeildo Cabral da Silva

Instituto Federal do Ceará

RESUMO

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma metodologia usada para avaliar os impactos do ciclo de vida dos materiais, sistemas e atividades. Essa metodologia é baseada em dois padrões internacionais, a ISO 14040 e 14044. No Brasil chamam-se ABNT NBR 14040 e 14044. A ACV está alinhada com a Gestão Ambiental, também comumente utilizada para a tomada de decisão, que aos poucos está sendo difundida nos setores industriais brasileiro. A importância da aplicação dessa metodologia no setor industrial é por causa do grande potencial de acompanhar as etapas de todo o processo produtivo de produtos desde a extração da matéria-prima, fornecedores, transporte, produção, destinação final e/ou reciclagem e reúso para amenizar os impactos ambientais, como as mudanças climáticas. Esta pesquisa visa mostrar a importância da Avaliação do Ciclo de Vida no setor industrial para a sustentabilidade, apontando algumas indústrias. Assim, foi realizado um levantamento bibliográfico de caráter exploratório, relacionando a natureza e o homem, sustentabilidade e ACV na indústria, englobando a crise ambiental e as mudanças climáticas. Observou-se que, por a metodologia ser complexa, torna-se uma limitação seu uso pela indústria, principalmente as de grande porte, porque envolve um grande fluxo de matérias-primas e fornecedores. Todavia, ACV contribui com certa porcentagem para a sustentabilidade na indústria, porque pode-se conhecer todo o ciclo de produtos e conseqüentemente seus impactos no ambiente.

Palavras-chave: Avaliação do ciclo de vida; gestão ambiental; impactos; indústria.

1. INTRODUÇÃO

O homem tem uma influência na natureza desde tempos remotos, nada obstante, nestas últimas décadas a preocupação ambiental é o foco, debate nos eventos nacionais e internacionais, já que estamos exaurindo os recursos naturais para suprir nossos desejos, que em sua maioria não são as necessidades básicas.

Para tanto, passou-se a considerar um modelo que servisse para ao menos equilibrar economia, sociedade e ambiente, conhecido como desenvolvimento sustentável.

Ultimamente, a sustentabilidade é tida como um ponto focal para desenvolver um empreendimento produzir ou confeccionar produtos e comercializá-lo, ou seja, empresas que empregam a sustentabilidade pensam no futuro, no ambiente, na sociedade e logicamente com financeiro (economia).

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é tida como um indicador da Sustentabilidade, que pode avaliar processos, produtos e atividades desde a extração da matéria-prima a disposição final, ou sistemas complexos, exemplo, como a cadeia da construção civil.

A ACV também conglomera comparativos de produtos com funções semelhantes para a tomada de decisão, além do mais, a ACV é tida como um processo de Gestão Ambiental, que se encaixa perfeitamente para as indústrias, por tratar minuciosamente dos produtos produzidos e que serão consumidos, descartados ou dispostos, e ou retornados ao ciclo (reciclagem).

A ACV no Brasil ainda é embrionária em relação à Europa, principalmente na prática industrial. Porém, na academia há bibliografias em diversas áreas do conhecimento, no entanto, não é o suficiente.

Este artigo procura explorar a avaliação do ciclo de vida para a sustentabilidade evidenciando algumas indústrias localizadas no Brasil, para isso, expondo os impactos ambientais da indústria no ambiente em relação com as mudanças climáticas.

Para alcançar este produto, 4 (quatro) elementos são lançados. O primeiro elemento a ser abordado é a apreciação sobre o homem e a natureza, depois o conceito de sustentabilidade, em terceiro o conceito da avaliação do ciclo de vida, e o quarto a combinação dos dois últimos elementos e a indústria, como minimização dos seus impactos ambientais.

2. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

2.1. Primeiro elemento: o homem e a natureza

Oliveira (2002, p. 1-2) discute o que alguns pensadores filósofos pensavam a respeito da relação homem e natureza, em que, para Kant “a natureza interior dos seres humanos compreendia suas paixões cruas, enquanto a natureza exterior era o ambiente social e físico no qual os seres humanos viviam”. Ainda assim, a autora relata que para Gonçalves (1998) o conceito de natureza não é natural, ou seja, criado pelo homem. Com René Descarte a filosofia cartesiana atribuiu ao conhecimento um caráter pragmático e este conhecimento vê a natureza como recurso, fazendo parte do pensamento moderno e contemporâneo (Oliveira, 2002).

Conforme Milton Santos (2006, p. 16) “[...] a principal forma de relação entre homem e natureza, ou melhor, entre o homem e o meio, é dada pela técnica”, técnica defendida pelo mesmo, como um conjunto de meios instrumentais e sociais, em que, o homem organiza sua vida, produz, e ao mesmo tempo cria espaço (Santos, 2006).

Para Foladori (1999), o ambiente é a inter-relação com meio abiótico e com as outras espécies vivas. Neste meio, existem ecossistemas que oferecem inúmeros benefícios para os humanos, como serviços, provisão de água, alimentos, combustíveis, recursos genéticos (Freitas; Porto, 2006).

Neste contexto, com necessidade de crescimento, o homem está exaurindo seu próprio ecossistema, todavia, torna-se mais intenso a partir da Revolução Industrial, apesar da mesma segundo Braungart e McDonough (2013) nunca ter sido planejada em sua totalidade, e sim, buscou forma aos poucos, a ponto que os envolvidos tentavam resolver alguns problemas e tirar vantagens daquilo que consideravam ser oportunidades em um período sem precedentes de mudanças massivas e velozes.

Um dos vieses para o favorecimento dessas alterações se dá pela troca dos sistemas manuais para os mecanizados (Braungart; Mcdonough, 2013),

No entanto, às práticas industriais na fabricação de produtos recorrem para uma maior eficiência de forma a obter o maior volume para o maior número de pessoas, isto se torna riscos inerentes às práticas poluidoras e destrutivas que as técnicas produzem (Acselrad, 2009). O autor ainda lembra que os agravamentos que esse modelo de produção se insere, podem não ter controle, e podem atingir qualquer ser humano.

Pós-Revolução Industrial ainda há entraves, como o crescimento populacional. Dentro desta perspectiva, cabe questionar até quando os recursos naturais serão suficientes para sustentar-nos. Nesta analogia, em parte, somos os causadores, intensificadores e vítimas dos problemas socioambientais, como fome, miséria, poluição das águas, ar e solo (Acselrad, 2009). Scruton (2016, p. 37) salienta que “[...] os problemas ambientais surgem, em grande parte por causa dos objetivos humanos”.

Em contrapartida, em determinadas literaturas a quem ressalte que o modelo capitalista é o influenciador desse paradigma de produção e marketing de consumo em massa, que em partida refere-se à Globalização e seu crescimento, que para Bonder (2003) tem sido descrita como a causa e cura para todos os males do mundo. Porto e Freitas (2006, p. 18) indagam que o “[...] crescimento não pode ser considerado, como foi até algum tempo atrás, como a solução natural de todos os nossos males sociais”.

Para Braungart e Mcdonough (2013, p. 81) expõe que o “[...] crescimento urbano e industrial é visto como um câncer, algo que cresce em benefício próprio e não em benefício do organismo em que habita”.

No que concerne crescimento⁴, o sistema capitalista proporciona um aumento não controlado do consumo de recursos naturais, induzindo-nos a consumir, porém, a preocupação com as questões ambientais vem desde os anos 70 (Lucas; Amado, 2011) com a extinção das espécies, doenças relacionadas à falta de saneamento, mudanças climáticas, problemas ambientais nas regiões e aglomerados urbano-industriais, escassez de recursos naturais básicos e matérias-primas (Freitas; Porto, 2006).

Não obstante, estudos mostram que o socialismo não é a resposta para solução dos problemas (Scruton, 2016).

Um fato é que os equilíbrios sociais e ecológicos não compreendem a mesma ideia, logo, não estão necessariamente em harmonia (Scruton, 2016).

Já em 1982, Gomes já relatava sobre a questão ecológica e interação homem-natureza, como poluição crescente do mundo orgânico e inorgânico, destruição progressiva do ecossistema e conseqüente desaparecimento de inúmeras espécies vegetais e animais, degradação do ambiente, esses fenômenos cooperando com as mudanças climáticas.

⁴Para Sachs (2004, p. 13) “O crescimento é uma condição necessária, mas de forma alguma suficiente (muito menos é um objetivo em si mesmo), para se alcançar a meta de uma vida melhor, mais feliz e mais completa para todos.”

2.2. Segundo elemento: sustentabilidade

A questão ambiental segundo Acsehrad (2009, p. 13) é “[...] vista como de ordem meramente técnica, alheia a qualquer discussão acerca dos fins pretendidos com a apropriação extensiva e intensiva do meio ambiente na escala em que hoje conhecemos”, e ainda para o autor, este termo ficou notadamente conhecido a partir da difusão do ideário neoliberal nos anos 90, em que as decisões tomadas pelo mercado se realizariam com o máximo de racionalidade. Ainda conforme Herculano (1992), o foco ambiental não é recente, remonta no século XVIII traduz como “pensamento ambientalista”.

Os problemas ambientais tão graves e globais vêm perpassando os anos e provocando reações à sociedade e dos governos para enfrentá-los. A questão do ambiente foi a outro patamar por causa das mudanças climáticas (Scruton, 2016).

De acordo com Scruton (2016, p. 39) “Os cenários mais sombrios, agora oferecidos e reavaliados diariamente, são tão completamente alarmistas que parecem desordenar todos os planos e políticas”. Enquanto isso, todavia, o escopo de compromissos e políticas ambientais vêm ampliando, para tanto, alguns eventos e documentos analisaram os rumos do crescimento e seus verdadeiros conflitos.

Sachs (2004, p. 31) sobre diz que o “crescimento rápido impulsionado por empresas modernas não reduzirá por si só a heterogeneidade inicial”. Luiz Marques (2016, p. 24) adverte que,

[...] as crises ambientais de nossos dias, desencadeadas justamente pelo êxito das sociedades industriais em multiplicar incessantemente o excedente, não apenas impõem novas formas de escassez, mas sobretudo geram ameaças mais sistêmicas à nossa segurança.

Porquanto, remontando décadas atrás sobre os problemas ambientais, em 1972 ocorreu o lançamento do estudo do Clube de Roma chamado *Limites do crescimento*. Em 1987, a comissão Brundtland desenvolveu o conceito de desenvolvimento sustentável (Bonder, 2003) que é “[...] aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades.” (Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1991, p. 46). A Rio 92 com a publicação da Agenda 21. Outros eventos importantes após a Rio 92 são as convenções internacionais sobre mudanças climáticas (Protocolo de Quioto), sobre biodiversidade (Cartagena), resíduos perigosos (Rotterdam) e sobre Poluentes Orgânicos Persistentes – POPs (Estocolmo) (Freitas; Porto, 2006).

O termo desenvolvimento⁵ sustentável passou a ser usado em vários segmentos da sociedade (Bonder, 2003).

Sachs (2004) propõe o entendimento do desenvolvimento sustentável em cinco pilares: I - social, com ênfase na equidade e justiça social do desenvolvimento

⁵Sachs (2004, p. 13) relata que “O desenvolvimento traz consigo a promessa de tudo – a modernidade inclusiva propiciada pela mudança estrutural”. Em outras palavras, vão além da multiplicação da riqueza material.

sustentável; II - ambiental, que deve levar em consideração os sistemas de sustentação da vida como provedores de recursos e como destinatário final dos resíduos, tornando-se vital considerar a capacidade de suporte e resiliência dos sistemas ambientais; III - território, que leva em consideração a distribuição espacial dos recursos, das populações e das atividades; IV - econômico, na qual a viabilidade econômica é condição primordial para o funcionamento do sistema; e V- política, frisando a necessidade de construção de dois pilares da sustentabilidade, a democracia e a participação. Destarte, os pilares mais populares são: social, ambiental e econômico (Heijungs; Huppés; Guinée, 2010).

Os pilares são modelos de organização desenvolvidos para dividir grupos no quesito social, ambiental e econômico. Heijungs, Huppese Guinée (2010, p. 423) relatam que,

Os princípios políticos e a responsabilidade corporativa exigem uma Análise de Sustentabilidade (AS) possa fazer parte da justificativa para adotar uma política, implementar uma tecnologia, comprar um produto. Os indicadores de sustentabilidade (IS) são um ingrediente importante no processo de comunicação, benchmarking e tomada de decisão.

Há o crescimento da necessidade dos Indicadores da Sustentabilidade para apoiar ou justificar decisões sobre tecnologias, políticas, porém, só as avaliações e métodos científicos podem fornecer uma base racional para decisões e argumentos, desta forma, a necessidade de incorporar os Indicadores do Desenvolvimento Sustentável com os quais eles podem ser avaliados (Heijungs; Huppés; Guinée, 2010).

2.3. Terceiro elemento: avaliação do ciclo de vida

É sabido que a matéria-prima para a fabricação de produtos vem da natureza e a ela retorna (Fenker, 2007). A preocupação com as mudanças no ambiente requer a aplicação do desenvolvimento sustentável e o mesmo demanda metodologias, instrumentos que a viabilizem (Chehebe, 1997). Rebitzer *et al.* (2004, p. 701) ressalta sobre

O Desenvolvimento sustentável demanda métodos e ferramentas para medir e comparar os impactos ambientais das atividades humanas para o fornecimento de bens e serviços (produtos). Os impactos ambientais incluem os provenientes das emissões para o meio ambiente e através do consumo de recursos, bem como outras intervenções (por exemplo, uso do solo) associadas ao fornecimento de produtos que ocorrem ao extrair recursos, produzir materiais, fabricar produtos, durante o consumo/uso e no final de vida dos produtos (recolha/triagem, reutilização, reciclagem, eliminação de resíduos).

Neste contexto, fundamental gerir a produção que englobe a avaliação do ciclo de vida dos produtos. A ACV conforme Chehebe (1997) é “[...] uma dessas ferramentas, considera o impacto ambiental ao longo de todo o ciclo de vida do produto”.

Heijungs, Huppés e Guinée (2010) citam como a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável, a ACV tem sido usada em diferentes caminhos.

A ABNT NBR ISO 14040 (2009, p. 2) define ACV como “Compilação e avaliação de impacto das entradas e saídas e dos impactos ambientais potenciais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida”. Chehebe (1997) enfatiza que Avaliação do ciclo de vida é um instrumento técnico, de caráter gerencial.

Um estudo de ACV é composto por 4 (quatro) ilustrado na Figura 1, as fases são conforme a ABNT NBR ISO 14040 (2009a):

- Definição do objetivo e escopo;
- Análise de inventário;
- Avaliação de impactos; e
- Interpretação.

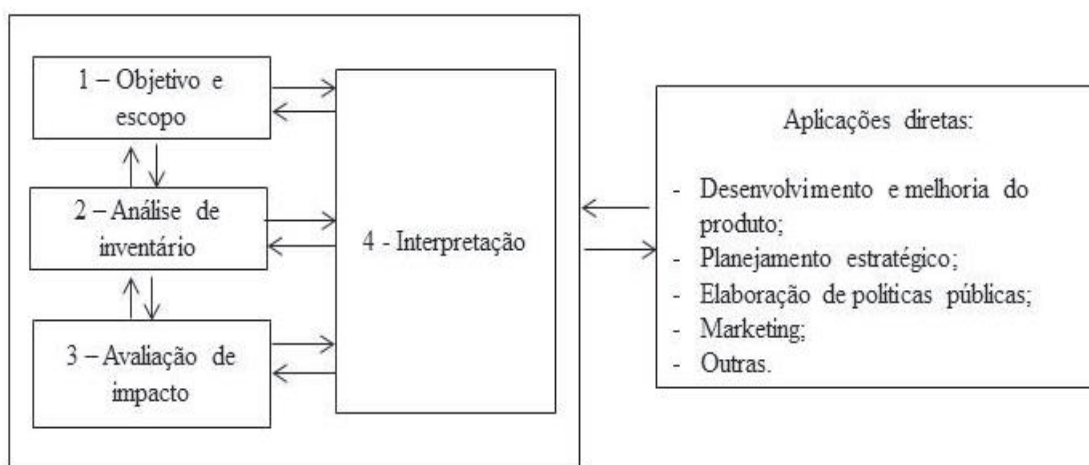


Figura 1 – As quatro fases da avaliação do ciclo de vida
(Fonte: Adaptado de ABNT NBR ISO 14040, 2009)

O aparato dessas informações segundo Luz *et al.* (2010, p. 10) permite a introdução de “[...] estratégias de produção, como a substituição e recuperação de materiais e a reformulação ou substituição de processos [...]”, visando a preservação ambiental e bem-estar social, como benefícios econômicos para as empresas (Luz *et al.* 2010).

2.4. ACV e a Sustentabilidade–indústrias

A união desses dois elementos discutidos até o momento propõe que a inserção da ACV no meio industrial é um passo para a sustentabilidade, porém o escopo da Sustentabilidade é bem mais amplo (Heijungs; Huppes; Guinée, 2010).

Makower (2009, p. 39) salienta “[...] que as companhias de quase todos os setores estão melhorando continuamente sua eficiência, cuidando de reduzir resíduos, improdutividade e toxicidade em seus processos de fabricação e distribuição”.

2.4.1. Indústrias

No entanto o escopo sobre os impactos ambientais causados pelas industriais em que o próprio homem produz e tenta sanar, ainda é desafio, em que, no quinto relatório do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2013) mostra com 95% de certeza que a atividade antropogênica é a causa dominante do aquecimento global, observados desde meados do século XX.

No setor industrial segundo dados do quarto relatório do IPCC (2007) a indústria contribui com 19% das emissões de CO₂.

Até o renomado físico Stephen Hawking alerta sobre as mudanças climáticas em uma manchete publicada na British Broadcasting Corporation (BBC) Brasil em julho de 2017 que a terra corre o risco de ser transformada em Vênus. Vênus é composta basicamente de dióxido de carbono, e superfície coberta por nuvens de ácido sulfúrico.

Conforme Marques (2016, p. 311), “A partir do século XIX, as economias industriais começaram a emitir quantidades crescentes de gases provenientes da queima de combustíveis fósseis. Estes alteram a composição química da atmosfera [...]”. O autor ainda ressalta que “a ideia de autorregulação se por isto se entende alguma forma de autocontenção visando não ultrapassar os limites da sustentabilidade – não se aplica ao capitalismo” (Marque, 2016, p. 534). Ou seja, o meio físico é concebido com matéria-prima um subsistema do sistema econômico.

Assim, para que o aquecimento global não ultrapasse 2° C, a quem tenha esperança na ecoeficiência das tecnologias, dos processos produtivos, metodologias maduras que permitam o aumento da produção e do consumo com menor pressão ambiental (consciência ambiental) (Marques, 2016). Os problemas socioambientais gerados não vão ser eliminados de vez do planeta, pois torna-se difícil internalizar os custos ambientais.

Frente às mudanças climáticas, a ACV surge com intuito de um capitalismo sustentável (por alguns sendo utópico), porém, é um passo para algo ser feito devido esta crise ambiental em que vivemos.

Em conformidade de Barbieri e Cajazeira (2012, p. 68), “Uma organização sustentável é a que procura incorporar os conceitos e objetivos relacionados com o desenvolvimento sustentável nas suas políticas e práticas de modo consistente”.

Deste modo, os primeiros estudos em ACV datam da década de 60 (Ferreira, 2004). Porém, os acordos da ACV no meio industrial têm um histórico desde a década de 80, em que os países como Holanda, Alemanha e Suécia propuseram diminuir o uso amplo dos recursos naturais e poluição. Neste intuito, os países europeus estimularam as indústrias a fornecerem mais informações sobre seus produtos para o mercado (Chehebe, 1997).

Desta forma, na Europa surgiu os Selos Verdes, e no Brasil Rótulos Ambientais que se baseiam na ACV do produto para gerenciar o ciclo de vida de seus produtos (Barbosa Júnior *et al.* 2007).

Uma empresa para ser considerada verde deve seguir padrões estabelecidos, porém, cada companhia é diferente de todas as outras, no que se retratam os impactos ambientais de tais atividades, que podem ser significativas (Makower, 2009).

A produção acadêmica brasileira em ACV é utilizada nos setores produtivos: engenharia civil, automobilístico, de embalagens, de energia, agropecuário, de mineração, químico (Ipea, 2016).

Em concordância com Chehebe (1997) a ACV tem uma infinidade de propósitos, e seus resultados podem ser uteis com a tomada de decisão, na seleção de indicadores ambientais relevantes para desempenho de projetos.

O autor ainda ressalta que,

A ACV encoraja indústrias a sistematicamente considerar as questões ambientais associadas aos sistemas de produção (insumos, matérias-primas, manufatura, distribuição, uso, disposição, reuso, reciclagem). Ajuda a melhorar o entendimento dos aspectos ambientais ligados aos processos produtivos de uma forma mais ampla, auxiliando na identificação de prioridades [...]. [...] e serve de subsídio às estratégias de marketing (tipo declarações ambientais ou esquemas de rotulagem) [...]. (Chehebe, 1997, p. 13).

Neste âmbito, em 2013 foi criada a Rede Empresarial Brasileira de Avaliação do Ciclo de Vida (Rede ACV) para mobilizar as empresas, governos e educar o consumidor (Kiss; Dinato; Fernandes, 2017).

No Brasil conforme Cardoso (2015, p. 10) 8,4% entre as 1,5 mil maiores empresas atuantes no Brasil usam ACV como uma prática de gestão ambiental. Algumas empresas dilataram projetos de pegada de carbono e pegada hídrica (Quadro 1).

No Quadro 1, estão apresentadas 12 (doze) empresas que foram capacitadas no período de 2015 e 2016, sendo que as mesmas já obtinham o inventário de Gases Efeito Estufa (GEE) e conheciam o método focado nas emissões de suas empresas, só que, posterior a capacitação, passaram a englobar outra perspectiva (Kiss; Dinato; Fernandes, 2017).

Quadro 1 – Empresas que desenvolveram projetos de pegada de carbono e pegada hídrica

Empresa	Ano	Categorias
Amaggi	2015-2016	Carbono
AngloAmerican	2015	Carbono
Bunge	2015	Carbono
Copel	2016	Carbono
Duratex	2016	Carbono e hídrica
EcoRodovias	2016	Carbono
InterCement	2015	Carbono
JBS	2016	Carbono e hídrica
Kimberly-Clark	2016	Carbono
Lojas Renner	2015-2016	Carbono e hídrica
Odebrecht	2016	Carbono e hídrica
Vivo	2016	Carbono

Fonte: Adaptado de Kiss, Dinato e Fernandes (2017).

Outras empresas fazem parte da Rede ACV, como Brasken, Danone, Embraer, GE, Grupo Boticário, Natura, Odebrecht, Oxiteno, Tetra Pak etc., (IBICT, 2017). Essas empresas apresentam experiências positivas no uso da ACV, e que tentam amenizar os impactos da sua cadeia e conseqüentemente usam de marketing (Barbosa Júnior *et al.*, 2007). O grupo O boticário, tenta expandir a ACV pelos seus fornecedores.

Cabe destacar que as empresas apresentadas no Quadro 1 e as outras citadas logo abaixo do quadro, são do setor alimentício, da construção civil, de roupas, de cosméticos, empresas que tem fator de impacto ambiental relevante e com grande público de consumo.

Estas empresas estão inserindo a responsabilidade social e ambiental e tornando um referencial. Tachizawa (2011, p. 67) traduz o que é responsabilidade corporativa são “[...] organizações socialmente responsáveis devem abordar suas responsabilidades perante a sociedade e o exercício de cidadania, por meio de estágios que vão desde uma fase embrionária até sua fase mais avançada”.

Pelos números de indústrias que existem no Brasil, os setores que empregam a ACV ainda são escassos. Conforme Barbosa Júnior *et al.* (2007) algumas barreiras são encontradas para aplicação da metodologia, como a falta de capacitação; disponibilidade de dados envolvendo insumos, como energia, aço, combustíveis etc.; longo processo do estudo ACV; e a questão financeira.

Ainda assim, pequenas, médias e grandes empresas enfrentam o problema que a complexidade das especificidades dos processos desde extração, manufatura, fornecedores, produção, mercado, ou seja, a cadeia de suprimentos, que conforme Costa (2012, p. 73) engloba desde a “provisão da matéria-prima até a entrega do produto final ao consumidor, incluindo também os serviços de pós-venda”.

Neste contexto, observa-se carência e a necessidade de empresas trabalharem com ACV para uma qualidade ambiental, social e econômica rumo a um país sustentável, visto que, muitas destas empresas têm costumes enraizados por causa de seus donos, interferindo no processo de sustentabilidade local, regional e nacional. Consequentemente contribuindo com as mudanças climáticas que assola o século.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme o objetivo do trabalho, o levantamento bibliográfico evidenciou alguns aspectos importantes, porém, tratou-os rapidamente, como: o homem e a natureza, a sustentabilidade, e a ACV como uma ferramenta para a sustentabilidade.

Somados os fenômenos abordados, relação homem-natureza, crescimento, capitalismo gera crises ambientais alavancando assim as mudanças climáticas pós-revolução industrial. Para tanto, alternativas que mitiguem isso tem que existir, e temos que sermos ativistas em quereremos melhorar a qualidade de vida (sem danos na casa comum).

Essas informações foram relevantes, por causa da complexidade que nos encontramos a cada dia entre aspectos ambientais, sociais e econômicos, no qual, estamos dentro de um ciclo vicioso (parece que, sem fim).

Destarte, a ACV no meio industrial é para somar, contudo, necessita de mais notoriedade, visto que esse setor abrange uma grande área (uso do solo), e atinge milhões de pessoas, como também degrada o ambiente e colabora em grande parcela com as mudanças climáticas.

No entanto, as empresas que aderiram à metodologia ACV, não significa que aplica em todas as atividades e processos e que são sustentáveis, porém, já é um passo.

O número de empresas no Brasil que usam a ACV ainda é bem escasso, porque é uma ferramenta teoricamente recente, complexa e com pouca mão-de-obra.

4. REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. (2009). *NBR ISO 14040: Gestão Ambiental – Avaliação do Ciclo de Vida – Princípios e Estrutura*. Rio de Janeiro: ABNT, Brasil.

Acseirad, H. (2009). *O que é justiça ambiental*. 1 ed. Rio de Janeiro: Garamond, Brasil.

Barbosa Júnior, A. F.; Moraes, R. M.; Emerenciano, S. V.; Pimenta, H. C. D.; Gouvinhas, R. P. (2007). Conceitos e aplicações de ACV no Brasil. In: *Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 27. Anais... Foz do Iguaçu, PR, Brasil.

Barbieri, J. C.; Cajazeira, J. E. R. *Responsabilidade social empresarial e empresa sustentável: da teoria à prática*. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2012, Brasil.

BBC BRASIL. *Mudanças climáticas*. Disponível em <<http://www.bbc.com/portuguese/geral-40488000>>. Acesso em 05/08/2017.

Bonder, C. (2003). Desenvolvimento sustentável como uma forma de mitigar o impacto negativo da globalização nas comunidades locais. *Revista Virtual Textos & Contextos*. v. 2, nº 1, p. 1-16, Brasil.

Braungart, M.; McDonough, W. (2013). *Cradletocradle: criar e reciclar ilimitadamente*. 1 ed. São Paulo: G. Gili, Brasil.

Cardoso, M. (2015). *O programa brasileiro de avaliação do ciclo de vida e as políticas públicas nacionais (seminário)*. Disponível em <http://acv.ibict.br/wp-content/uploads/2016/03/Modulo-04.2_Seminario-PBACV_CNI-1.pdf>. Acesso em 05/07/2017.

Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. (1991). *Nosso futuro comum*. 2 ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, Brasil.

Costa, K. A. (2012). *A utilização da avaliação do ciclo de vida no processo de tomada de decisão em sustentabilidade na indústria da construção no subsector de edificações*. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, Brasil.

Chehebe, J. R. (1997). *Análise do ciclo de vida de produtos: ferramenta gerencial da ISO 14000*. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., CNI, Brasil.

Fenker, E. [2007?]. *Sustentabilidade ambiental: avaliação do ciclo de vida do produto*. Disponível em <http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/sustentamb_ciclovida.pdf>. Acesso em 05/07/2017.

Ferreira, J. V. R. (2004). *Análise do ciclo de vida dos produtos*. Disponível em <<http://www.estgv.ipv.pt/PaginasPessoais/jvf/Gest%C3%A3o%20Ambiental%20-%20An%C3%A1lise%20de%20Ciclo%20de%20Vida.pdf>>. Acesso em 05/07/2017.

Foladori, G. (2001). O capitalismo e a crise ambiental. *Outubro*, v. 5, p. 117-125, Brasil.

Freitas, C. M.; Porto, M. F. (2006). *Saúde, ambiente e sustentabilidade*. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, Brasil.

Gomes, H. *A interação homem-natureza e a questão ecológica*. Boletim Goiano de Geografia. v. 2, nº 1, p. 97-110, Goiânia, Brasil.

Heijungs, R.; Huppes, G.; Guinée, J. Life cycle assessment and sustainability analysis of products, materials and technologies. Toward a scientific framework for sustainability life cycle analysis. *Polymer degradation and stability*. v. 95, nº 3, p. 422-428, 2010.

Herculano, S. (1992). Do desenvolvimento (in)suportável à sociedade feliz. In: Goldenberg, M. (coord.). *Ecologia, Ciência e Política*. Rio de Janeiro: Revan, Brasil.

Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia – IBICT. [2017]. *Rede ACV (REBACV)*. Disponível em <<http://acv.ibict.br/sobre/rede-empresarial-brasileira-de-acv-rebacv/>>. Acesso em 05/07/2017.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. (2016). *Avaliação do ciclo de vida como ferramenta para a formulação de políticas públicas no Brasil*. Brasília: Rio de Janeiro: Ipea, Brasil.

IPCC.(2007). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Disponível em <http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/contents.html>. Acesso em 05/08/2017

IPCC. (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Disponível em <<http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>>. Acesso em 05/08/2017.

Kiss, B.; Dinato, R.; Fernandes, M. (2017). *Experiências e reflexões sobre a gestão do ciclo de vida de produtos nas empresas brasileiras: ciclos 2015 e 2016*. São Paulo: FGV EAESP, Brasil.

Lucas, V.; Amado, M. P. (2011). Avaliação da construção sustentável. In: Bragança, L.; Ricardo, M.; Partidário, P.; Duarte, A. P.; Duarte, L.; Moura, F.; Bezerra, J. C.; Castro, M. F.; Sousa, J. M.; Rocha, C. *Sustentabilidade na reabilitação urbana: o novo paradigma do mercado da construção*. Proceedings da primeira Conferência Nacional iSBE – Portugal, Lisboa, Portugal.

Makower, J. *A economia verde: descubra as oportunidades e os desafios de uma nova era dos negócios*. São Paulo: Editora Gente, 2009, Brasil.

Marques, L. *Capitalismo e colapso ambiental*. 2. ed. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2016, Brasil.

Luz, L. M.; Francisco, A. C.; Kovaleski, J. L.; Gaia, S. (2010). Aplicação da análise do ciclo de vida no ambiente industrial para avaliação dos aspectos e impactos ambientais associados a produtos. In: *Congresso Internacional de Administração*. Anais...Ponta Grossa, PR, Brasil.

Oliveira, A. M. S. (2002). *Relação homem/natureza no modo de produção capitalista*. Disponível em <revista.fct.unesp.br/index.php/pegada/article/download/793/816>. Acesso em 04/08/2017.

Rebitzer, G.; Ekvall, T.; Frischknecht, R.; Hunkeler, D.; Norris, G.; Rydberg, T.; Schmidt, W-P.; Suh, S.; Weidema, B. P.; Pennington, D. W. (2004). Life Cycle Assessment: Part 1: Framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications. *Environment International*, v. 30, nº 5, p. 701-720, Brasil.

Sachs, I. (2004). *Desenvolvimento: incluyente, sustentável, sustentado*. Rio de Janeiro: Garamond, Brasil.

Santos, M. (2006). *A natureza do Espaço: Técnica, Razão e Emoção*. 6 ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, Brasil.

Scruton, R. (2016). *Filosofia verde: como pensar seriamente o planeta*. 1 ed. São Paulo: É Realizações, Brasil.

Tachizawa, T. (2011). *Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa: estratégias de negócios focadas na realidade brasileira*. 7. ed. São Paulo: Atlas, Brasil.

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DO ÍNDICE DE BALNEABILIDADE SETORES LESTE E CENTRO DAS PRAIAS DE FORTALEZA

Thiago de Norões Albuquerque

Instituto Federal do Ceará
thiago.noroes12@hotmail.com

Eliete Felipe de Oliveira

Instituto Federal do Ceará

RESUMO

No presente trabalho é avaliada a qualidade da água das praias de Fortaleza usando como base 20 pontos distribuídos entre o setor leste e centro da cidade. A correlação dos dados levou em consideração a legislação vigente, Resolução CONAMA 274/2000, e aplicação do Índice de Balneabilidade proposto pela CETESB. Como resultado foi observado que ocorre redução significativa da qualidade da água das praias em determinados pontos do setor centro, influenciados diretamente pelas precipitações pluviométricas. Foi observado ainda que a existência de galerias de drenagem localizadas próximo a alguns pontos provavelmente afeta a qualidade da balneabilidade, uma vez que, após períodos de precipitação ocorre o carreamento do material existente nas galerias e seu lançamento na praia.

Palavras-chave: Praia; Balneabilidade; Qualidade da Água.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Prefeitura Municipal (2006), Fortaleza possui uma área de 336 Km² e uma faixa litorânea de 43,4 Km, conhecida por suas belas praias, essas possuem a peculiaridade de apresentar duas direções preferenciais de orla marítima, a primeira de sentido leste-oeste sendo localizada entre o rio Ceará e o Porto do Mucuripe com uma extensão de aproximadamente 28,4 Km. Já a segunda ocorre no sentido noroeste-sudeste estando situada entre o Serviluz e a foz do rio Pacoti com uma extensão de 15 Km. Sua orla marítima conta com numerosos trechos detentores de fortes impactos ambientais decorrentes de ações antrópicas como ocupação urbana irregular, construção inadequada de vias e edifícios e de mais obras de engenharia.

Para Vasconcelos e Coriolano (2008), grande parte da degradação apresentada nas praias urbanas decorre do mercado imobiliário que propõem uma venda do solo como mercadoria peculiar. Dessa forma o solo presente na orla marítima é loteado, parcelado e negociado de forma que nas varias etapas desse processo reside apenas uma sobre carga de impactos ambientais.

Segundo Magini *et al.* (2007), a praia do Futuro que está inserida no município de Fortaleza (CE), abrange uma faixa litorânea de aproximadamente 6 km, que se estende da foz do Rio Cocó ao Pontal do Mucuripe. Assim, por conta das

características de degradação evidenciadas nessa área, decorrente da ocupação desordenada, essa pode ser enquadrada como uma área de risco ambiental, de forma que é possível pontuar diferentes tipos impactos ambientais ao longo de sua extensão.

As obras desenvolvidas em proximidade com a orla marítima causam elevado prejuízo ambiental. Assim, diversos Estados promovem análise de balneabilidade da água das Praias como forma de monitoramento de sua qualidade, entre esses o Rio Grande do Norte, Bahia, São Paulo e Ceará (Albuquerque *et al.*, 2014).

A Resolução 274/2000 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) considera que a saúde e o bem-estar humano podem ser afetados pela balneabilidade das águas. Dessa forma, como meio de assegurar a qualidade da água para fins de contato primário, são desenvolvidos programas de análises semanais, mensais ou anuais com o intuito de avaliar a segurança de sua utilização. Como parâmetro avaliativo considera-se a concentração máxima existente de microrganismo, Coliformes Termo tolerantes, presentes em uma amostra. Sua classificação é definida em Própria ou Imprópria sendo a categoria própria subdividida em excelente, muito boa e satisfatória, desde que dotada dos requisitos necessários.

O Programa de Monitoramento da Balneabilidade das Praias desenvolvido no Ceará visa o monitoramento da qualidade da água das praias pertencentes ao Estado, atendendo às determinações da Resolução N^o. 274/2000, do CONAMA. Esse mecanismo trata-se de um instrumento de avaliação da Superintendência Estadual de Meio Ambiente para percepção da evolução da qualidade das águas, em relação aos níveis estabelecidos para balneabilidade, de forma a assegurar as condições necessárias à recreação de contato primário (SEMACE, 2015).

Ainda segundo a SEMACE, os trechos de praia avaliados são enquadrados nas categorias própria e imprópria utilizando como parâmetro indicador básico a densidade de coliformes termotolerantes. O monitoramento envolve a coleta e classificação da qualidade da água, quanto a sua balneabilidade em termos sanitários, de 31 pontos semanalmente distribuídos em 03 setores.

- **Setor Leste** – Compreendido entre a praia do Caça e Pesca e a praia do Farol; com 11 (onze) pontos de amostragem;
- **Setor Centro** – Compreendido entre a praia do late e a praia em frente à Indústria Naval do Ceará (INACE), nas imediações do número 100, da Av. Presidente Kennedy, com 10 (dez) pontos;
- **Setor Oeste** – Compreendido entre a praia do Marina's Park Hotel, na Avenida Presidente Castelo Branco, N^o. 400, até a foz do rio Ceará, com 10 (dez) pontos.

Segundo a Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico e Controle de Poluição das Águas (Cetesb, 2015), diversos são os fatores sanitários que apresentam influencia direta na balneabilidade das águas, a inexistência de coleta ou disposição inadequada de resíduos sólidos, existência de córregos contaminados ou poluídos afluindo ao mar, turismo, fisiografia das praias, ocorrência de chuvas, condições da maré e ocupação desordenada das regiões de praia.

Com base nos estudos de Vieira *et al.* (2011), as galerias pluviais apresentaram-se como fontes pontuais de poluição de origem fecal para as praias da zona costeira de

Fortaleza. Diante do exposto, alerta-se para o risco que os sistemas de drenagem urbana podem representar para a Saúde Pública, uma vez que foram verificadas condições de balneabilidade aquém daquelas preconizadas pela legislação vigente.

A Praia do Futuro é um local de grande afluência turística e grande adensamento popular. Por não possuir sistema adequado de coleta e tratamento de águas residuárias, o esgoto doméstico tem como destino o mar através das galerias pluviais, ocasionando a poluição e possível contaminação (Ferreira; Andrade; Costa, 2013).

Dessa forma segundo a Cetesb (2015), com o intuito de mostrar a tendência da qualidade das praias de modo integrado, baseando-se nos resultados dos monitoramentos semanais foi desenvolvido um Índice de Balneabilidade (IB) que classifica a qualidade das águas obtidas pelas praias em 5 categorias ótima, boa, regular, ruim e péssima.

Para Freitas (2010), dentre as medidas que maximizam a balneabilidade das praias está o monitoramento de forma eficiente e contínuo através de parcerias entre o Estado e o município. A aplicação de métodos informativos ao público, através de diferentes meios de comunicação, possibilita o contato com as informações de qualidade evidenciadas no local, que aliada às demais medidas estruturais e educativas produzem uma minimização dos riscos a saúde da população, uma vez que em período de balneabilidade imprópria os utilizadores serão informados da insegurança de utilização dessas áreas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados referentes a balneabilidade de água das praias, são provenientes da Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE) coletados sob o processo de número 1273227/2015.

A pesquisa monitorou durante um período de quinze semanas, estabelecido entre 01/07/2014 á 07/10/2014, 20 pontos de coleta (Quadro-1), abrangendo o setor leste (11 pontos) e o setor centro com (9 pontos), sendo realizado uma coleta por semana.

Quadro 1 - Local de coleta dos pontos avaliados

PONTOS AVALIADOS NAS PRAIAS DE FORTALEZA	
SETOR LESTE	SETOR CENTRO
01 - Caça e Pesca	12 - Iate
02 - Barraca Arpão Praia Bar	13 - Mucuripe
03 - Barraca Itapariká	14 - Estátua de Iracema
04 - Barraca Hawaí	15 - Volta da Jurema
05 - Praça 31 de Março	16 - Edifício Arpoador
06 - Barraca América do Sol	17 - Diários (Ponta Mar Hotel)
07 - Barraca Crocobeach	18 - Ideal Clube
08 - Clube de Engenharia	19 - Ed. Vista Del Maré
09 - Barraca Beleza	20 - Ponte dos Ingleses (Ponte Metálica)
10 - Início da Rua Ismael Pordeus	-
11 - Farol	-

Fonte: Autor (2015).

As amostras foram coletadas em frascos esterilizados de 250 mL, na isóbata de 1(m) metro de profundidade, área utilizada para recreação. O parâmetro avaliado é o número mais provável de Coliformes termotolerantes e as amostras foram processadas conforme diretrizes do Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20ª edição, métodos 9221-E (Tubos múltiplos em meio A1) para Coliformes termotolerantes.

Os pontos avaliados foram classificados de acordo com a Resolução CONAMA 274/2000, como de qualidade própria e sua subcategoria correspondente (ótima, boa, regular, ruim e péssima) ou imprópria.

A caracterização do ponto com próprio requer que o mesmo em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, apresente um máximo de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mL de amostra coletada, sendo exigido também que a última amostra não ultrapasse o valor máximo de 2500 coliformes termotolerantes. Excedendo esses termos o ponto é caracterizado como impróprio.

Posteriormente foi aplicado o Índice de Balneabilidade no qual as águas foram classificadas em ótima, boa, regular, ruim e péssima conforme os padrões demonstrados no Quadro-2.

Quadro 2 - Índice de balneabilidade

Índice de Balneabilidade		
Categoria	Método de classificação	Concentração de Coliformes
Ótima	Praias próprias classificadas como excelentes em 100% do tempo.	Número de resultados de Coliformes Termotolerantes menores do que 250
Boa	Praias próprias em todo o tempo, exceto as classificadas em 100% como excelentes .	Número de resultados de Coliformes Termotolerantes menores do que 1.000
Regular	Praias classificadas como impróprias em 25% do tempo.	Número de resultados de Coliformes Termotolerantes maiores do que 1.000
Ruim	Praias classificadas como impróprias entre 25% e 50% do tempo	Número de resultados de Coliformes Termotolerantes maiores do que 1.000
Péssima	Praias classificadas como impróprias em porcentagem de tempo igual ou superior a 50%.	Número de resultados de Coliformes Termotolerantes maiores do que 1.000

Fonte: Adaptada da CETESB (2015).

3. RESULTADOS

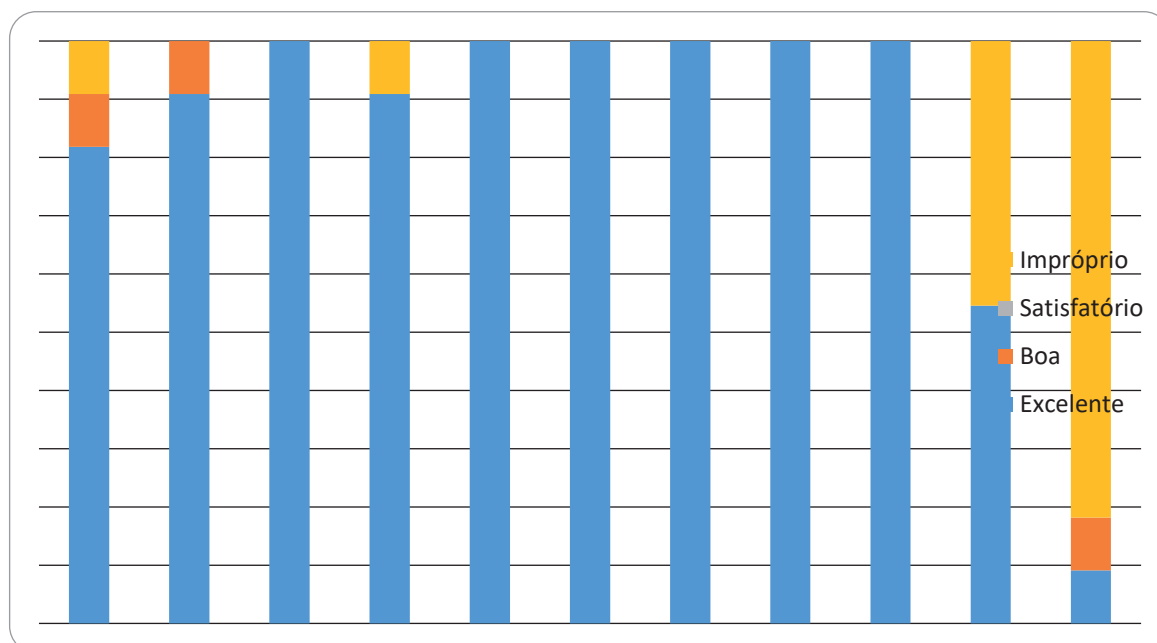
3.1. Setor Leste

No setor Leste foram avaliados 11 pontos dos quais 7 destes apresentaram em todo o período avaliado balneabilidade própria para recreação de contato primário. Os pontos Caça e pesca (01) e Barraca Hawaii (04) apresentaram 90% do período avaliado com características de balneabilidade própria, sendo em 10% dos casos considerado desconformidade decorrente de presença superior a 2500 coliformes termotolerantes por 100 mL de amostra coletada. O ponto Início da Rua Ismael Pordeus apresentou 46 % de suas amostras em desconformidade e o ponto Farol foi classificado como o de pior qualidade da região, registrando mais de 80% de suas amostras classificadas como de qualidade imprópria, evidenciando um sério risco na utilização dessas águas (Gráfico 01).

Segundo Cunha *et al.* (2010), a disposição de esgoto doméstico sem os devidos tratamentos eleva a concentração dos coliformes termotolerantes no ambiente reduzindo assim a qualidade da água.

O lançamento de esgotos clandestinos e o crescimento populacional no entorno do litoral são fatores que possivelmente tem influenciado na qualidade da água. Além disso, outro fator que interfere na baixa qualidade é o período chuvoso do estado do Ceará, que ocorre entre os meses de fevereiro e maio. Nesta época do ano, as galerias pluviais despejam na praia, tanto as águas provenientes das chuvas, quanto os resíduos sólidos existentes em seu interior (Lima; Carvalho, 2012).

Gráfico 1 - Balneabilidade de Fortaleza setor leste



Fonte: Autor (2015).

A classe própria de acordo com a Resolução CONAMA ainda pode ser dividida em excelente, boa e satisfatória. Quando avaliado sob a perspectiva dessa classificação mais específica e correlacionado ao índice de balneabilidade foram encontrados os seguintes dados em relação a os pontos avaliados (Tabela-1). Seis destes em todos

os momentos apresentaram balneabilidade de característica excelente e índice de balneabilidade ótimo, cor azul, favorecendo assim a segurança da utilização dessas águas pela população.

O ponto 02 - Barraca Arpão Praia Bar apresentou índice de balneabilidade classificado como bom estando 82% de suas coletas com características de classificação excelente frente a Resolução CONAMA 274/2000.

O caso mais crítico ficou relacionado ao ponto farol onde 82% das amostras foram classificadas como impróprias e seu índice de balneabilidade enquadrado como péssimo, demarcando o trecho de pior qualidade nesse setor e evidenciando resultados alarmantes.

Tabela 1 - Índice de balneabilidade setor leste

Pontos	CONAMA				Índice de Balneabilidade
	Porcentagem de Amostras Próprias			Porcentagem de Amostras Impróprias	
	Excelente	Bom	Satisfatório		
01 - Caça e Pesca	82%	9%	0%	9%	Regular
02 - Barraca Arpão Praia Bar	91%	9%	0%	0%	Boa
03 - Barraca Itapariká	100%	0%	0%	0%	Ótima
04 - Barraca Hawai	91%	0%	0%	9%	Regular
05 - Praça 31 de Março	100%	0%	0%	0%	Ótima
06 - Barraca América do Sol	100%	0%	0%	0%	Ótima
07 - Barraca Crocobeach	100%	0%	0%	0%	Ótima
08 - Clube de Engenharia	100%	0%	0%	0%	Ótima
09 - Barraca Beleza	100%	0%	0%	0%	Ótima
10 - Início da Rua Ismael Pordeus	55%	0%	0%	45%	Ruim
11 - Farol	9%	9%	0%	82%	Péssimo

Fonte: Autor (2015).

3.2. Setor Centro

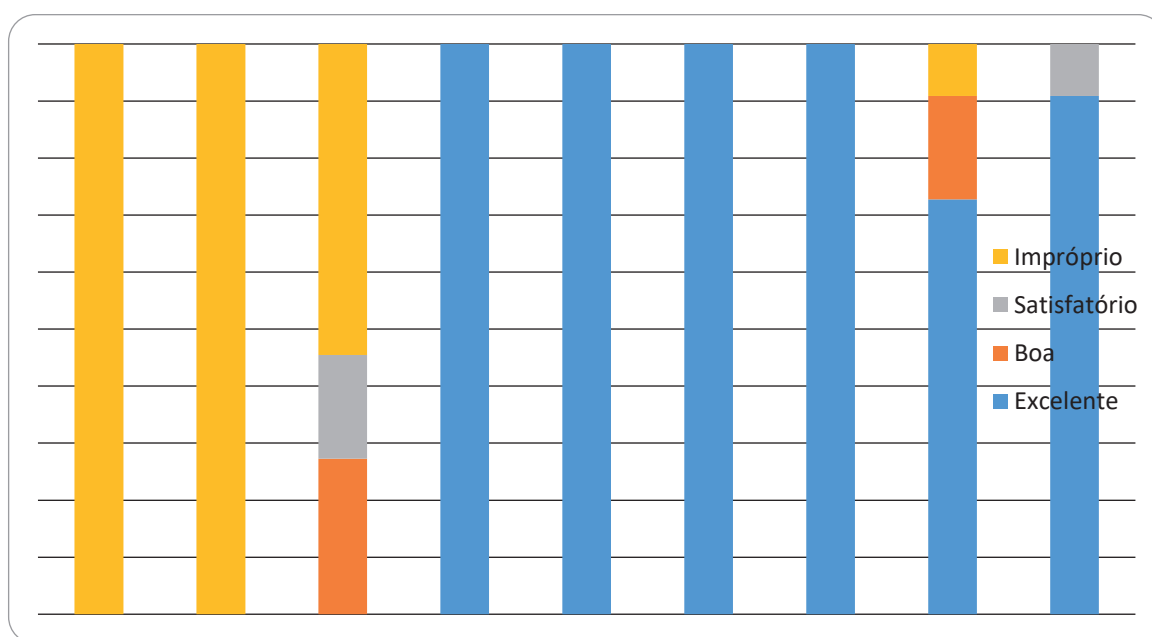
Relativo ao setor centro foram avaliados 9 pontos dos quais 5 apresentaram-se balneáveis em todo o período avaliado (Gráfico 2). Para o setor centro foram evidenciados três pontos em estado crítico de desconformidade, pontos Estátua de Iracema com 8 momentos em desconformidade, Iate e Mucuripe ambos enquadrados em todo o período avaliado como impróprios, demonstrando o desacordo quando relacionado com o previsto na Resolução 274/2000 do CONAMA.

Para Silva *et al.* (2009), as condições das águas marinhas da região metropolitana de Fortaleza sofrem substancial piora após períodos de chuva. Após o processo de precipitação ocorre arraste de materiais presentes nas ruas e em galerias de

drenagem, esses adicionados, muitas vezes, de efluente doméstico, dispostos de maneira inadequada, seguem para as praias constituindo um fator negativo substancial na qualidade da água das praias.

Segundo Vieira, Oliveira e Sousa (2007), existe uma grande preocupação com a crescente contaminação significativa de áreas das praias, pelo descarte inadequado de lixo, dejetos de animais ou poluição trazida pelas marés, que podem carrear bactérias, fungos e parasitas patogênicos. Assim, a classificação da qualidade das águas para balneabilidade e seu constante monitoramento, como ferramenta prática para se detectar contaminação, são medidas preventivas de contaminação que devem ser adotadas para evitar degradação do ambiente marinho e minimizar os riscos à saúde das pessoas que buscam esses ambientes como fonte de lazer.

Gráfico 2 - Balneabilidade de Fortaleza setor centro



Fonte: Autor (2015).

Quando verificado o índice de balneabilidade do setor centro foi identificado que os pontos late, Mucuripe e Estátua de Iracema respectivamente 12, 13,14 apresentaram enquadramento como péssimo. Para os dois primeiros pontos durante todo o período avaliado obteve-se resultado de qualidade imprópria.

O ponto 20 (Campo dos Ingleses) obteve qualidade, segundo o índice de balneabilidade, considerada como bom devido a presença de amostras com características satisfatória. Os Pontos Volta da Jurema, Edifício Arpoador, Diários e Ideal Clube apresentaram índice de balneabilidade ótimo e enquadramento na Resolução CONAMA como de característica excelente (Tabela-2).

Tabela 2 - Índice de balneabilidade setor leste

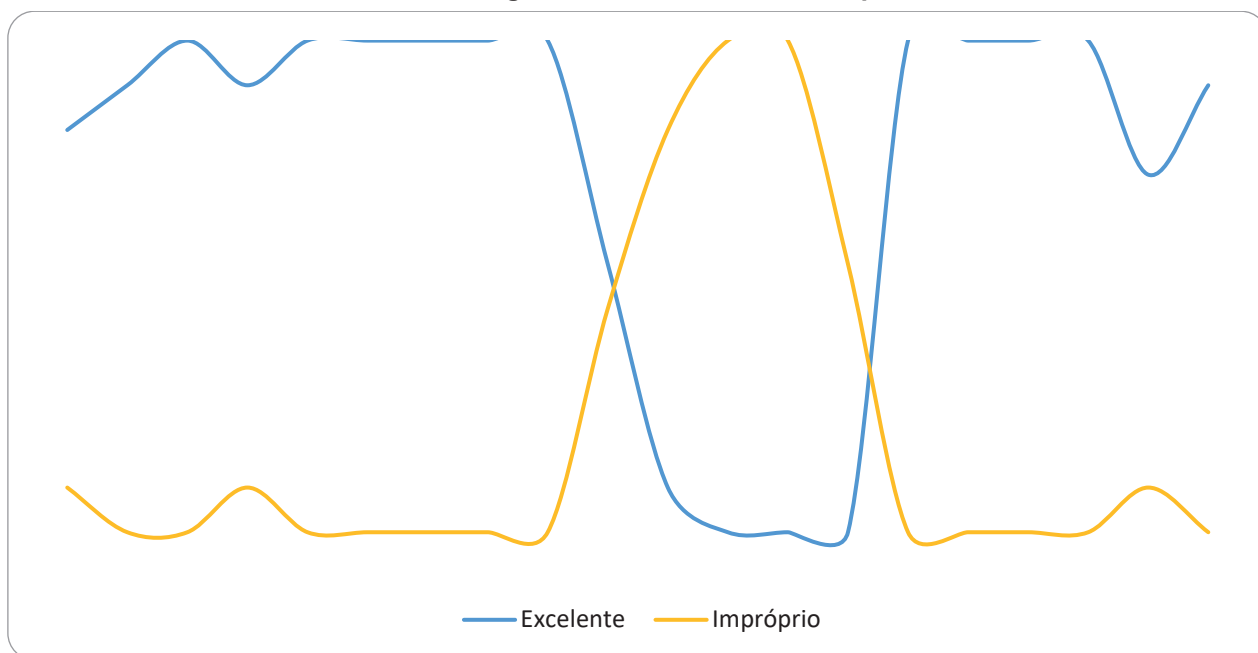
Pontos	CONAMA				Índice de Balneabilidade
	Porcentagem de Amostras Próprias			Porcentagem de Amostras Impróprias	
	Excelente	Boa	Satisfatório		
12 - late	0%	0%	0%	100%	Péssimo
13 - Mucuripe	0%	0%	0%	100%	Péssimo
14 - Estátua de Iracema	0%	27%	18%	55%	Péssimo
15 - Volta da Jurema	100%	0%	0%	0%	Ótima
16 - Edifício Arpoador	100%	0%	0%	0%	Ótima
17 - Diários (Ponta Mar Hotel)	100%	0%	0%	0%	Ótima
18 - Ideal Clube	100%	0%	0%	0%	Ótima
19 - Ed. Vista Del Maré	73%	18%	0%	9%	Regular
20 - Ponte dos Ingleses (Ponte Metálica)	91%	0%	9%	0%	Boa

Fonte: Autor (2015).

De forma geral no Gráfico 3, é apresentado um perfil de balneabilidade para o período em estudo. Por meio desse é demonstrada a notória qualidade de água apresentada nos pontos iniciais analisados, no qual existem poucos ou nenhum adensamento urbano ou pontos com presença de rede de coleta de esgotamento sanitário.

À medida que os pontos se aproximam do início do setor centro existe um decréscimo da qualidade das águas, estando esse mais notório no espaço entre os pontos 11 a 14, posteriormente ocorre melhoria da qualidade das águas para os demais pontos. Estima-se que ocorra substancial minimização da qualidade da água decorrente dos lançamentos de águas pluviais identificado nesses pontos (Figura 1).

Gráfico 3 – Perfil geral de balneabilidade das praias



Fonte: Autor (2015).

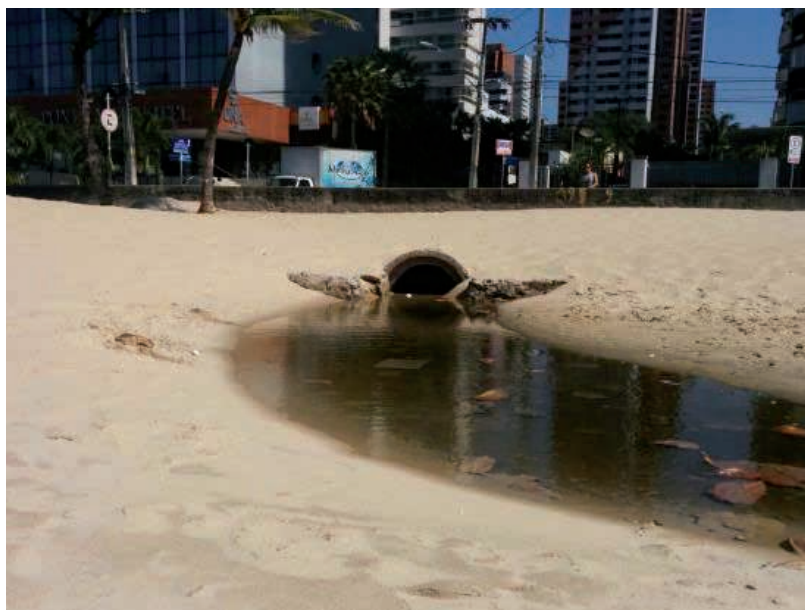


Figura 1 – Lançamento da galeria de drenagem setor centro
(Foto tirada pelo autor/2014).

De acordo com a SEMACE (2012), é evidente o lançamento de efluente doméstico *In natura* nas galerias de águas pluviais uma vez que amostras coletadas próximas a pontos da praia apresentam valores acima de 16.000 coliformes termotolerantes por 100 mL de amostra. Assim as características de balneabilidade apresentam real influência por conta do aporte desses líquidos.

No Quadro 3 encontram-se listados os dados de precipitações mensais relativo aos meses de coleta que foram fornecidos pela FUNCEME. Correlacionando os dados de precipitação e concentração verificou-se que existindo a presença de material sólido ou disposição inadequada de efluentes doméstico, nas redes de drenagem, o

substancial aumento do volume de água, proporcionado pelas precipitações, pode ter promovido o arrastes de material favorecendo o contato com a praia e consequente redução da qualidade das águas.

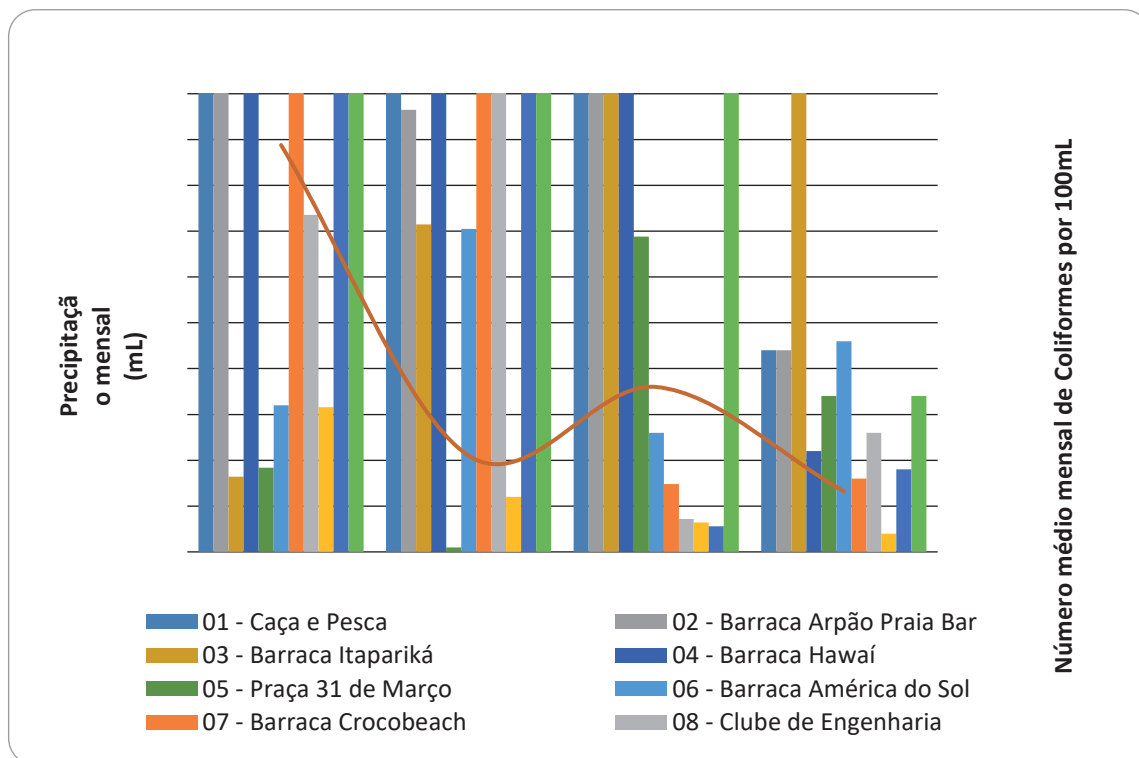
Quadro 3 – Precipitações mensais

Precipitação de Fortaleza	
Meses	Volume (mm/dia)
JULHO	44,4
AGOSTO	10,5
SETEMBRO	18
OUTUBRO	6,6

Fonte: FUNCEME (2015).

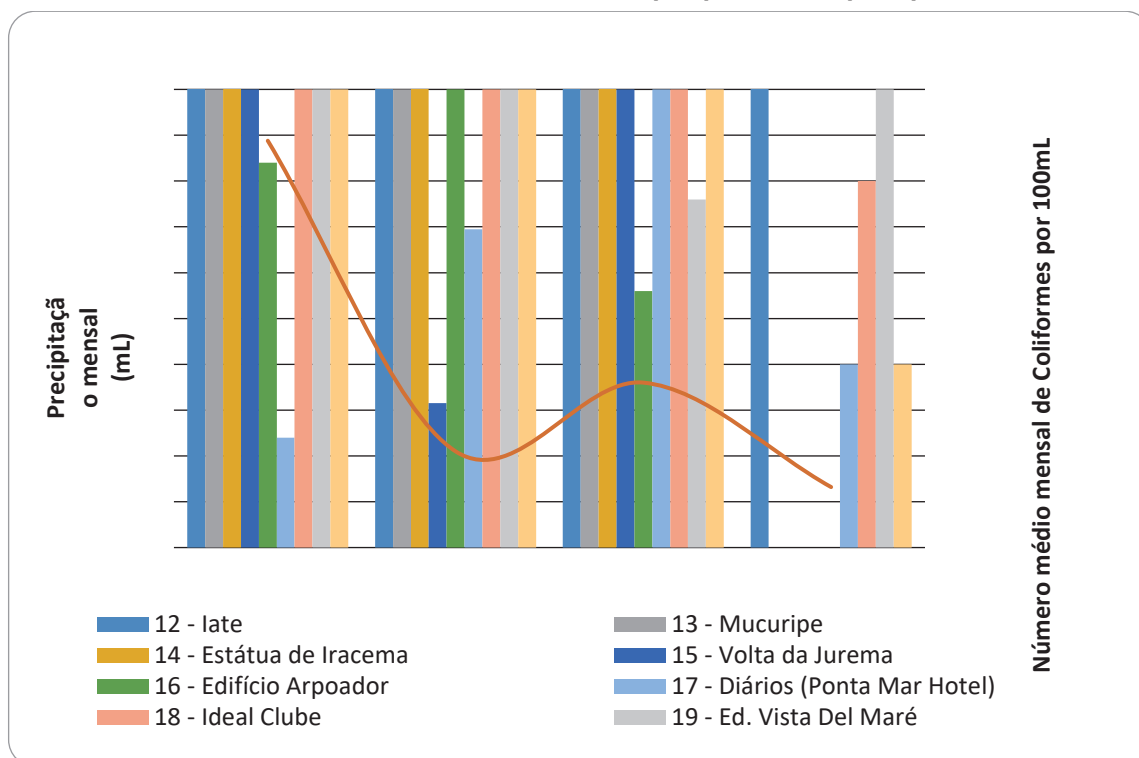
Quando correlacionado os dados de precipitação e concentração de coliformes termotolerantes para o período em estudo (Gráficos 4 e 5), observa-se que para a grande maioria dos pontos quanto maior a precipitação existente maiores foram as medias mensais de coliformes apresentados por estes. O setor centro foi aquele que apresentou uma maior quantidade de pontos influenciados pelas precipitações, de forma que a existência de descarte de água pluvial pode ter contribuído significativamente para elevação dos resultados de coliformes termotolerantes presentes nas amostras avaliadas.

Gráfico 4 – Variação da concentração de coliformes por período de precipitação setor leste



Fonte: Autor (2015).

Gráfico 5– Variação da concentração de coliformes por período de precipitação setor centro



Fonte: Autor (2015).

4. CONCLUSÃO

Dos vinte (20) pontos avaliados cinquenta por cento (50%) destes apresentaram índice de balneabilidade com classificação ótima, conseqüentemente em todo o período apresentaram característica de balneabilidade própria e classificação excelente quando comparado a Resolução.

Os pontos late e Mucuripe foram os que apresentaram pior classificação, durante todo o período avaliado, suas amostras foram enquadradas como impróprias, ou seja, a área encontra-se inadequada para utilização com contato primário. O índice de balneabilidade para esses pontos foi classificado como péssimo indicando que devem ocorrer medidas urgentes visando à solução dos problemas de qualidade das águas.

Referente aos demais pontos como de qualidade negativas ainda são apresentados o ponto Estátua de Iracema e Farol ambos com qualidade péssima, necessitando também de projetos que possam solucionar tais problemas e evitar que a situação acabe por tender a maiores prejuízos.

De forma geral a ausência de saneamento básico adequado é o principal fator de redução da qualidade dos pontos avaliados. O lançamento de efluentes domésticos em galerias de drenagem ou diretamente na orla marítima promove significativa redução da qualidade das águas elevando a concentração dos microorganismos, com possibilidade de introdução de patógenos, resultando na redução da qualidade desses ambientes que são utilizados no lazer social.

A regularização das redes de esgotamento sanitário e águas pluviais aliado a programas de educação ambiental e adequação das ocupações irregulares,

favorecem o desenvolvimento de um ambiente sadio e com qualidade de utilização satisfatória para as populações.

5. REFERÊNCIAS

Cetesb (2015). *Balneabilidade - Conceitos*. Disponível em:

<<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/Praias/18-balneabilidade>>. Acesso em: 19 mar. 2015.

Cetesb (2015). *Crítérios para Classificação das Praias*. Disponível em:

<<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/Praias/18-balneabilidade>>. Acesso em: 19 mar. 2015.

Cunha, A. H; Tartler N; Santos, R. B; Fortuna, J. L. (2010). Análise Microbiológica da Água do Rio Itanhém em Teixeira de Freitas- BA. *Revista Biociências*, [s.i], v. 16, p.86-93.

Ferreira, K. C. D; Andrade, M. V; Costa, A. G. (2013). A Influência do Lançamento de Efluentes de Galerias Pluvias na Balneabilidade da Praia do Futuro em Fortaleza-CE. *Conexões Ciência e Tecnologia*, Fortaleza, v. 7, p. 9-17.

Fortaleza (2006). *Projeto Orla Fortaleza*. Fortaleza: Prefeitura Municipal de Fortaleza, 173 p.

Freistas, V. C. L. (2010). *Balneabilidade das Praias do Recife: Uma Avaliação do Monitoramento Realizado pelos Órgãos de Controle Ambiental – Recife/PE*. Recife: Monografia, Curso de Especialização em Gestão de Sistemas e Serviços de Saúde, Fundação Oswaldo Cruz.

Lima, V. A; Carvalho, A. C. (2012). *Avaliação da Balneabilidade das Águas das Praias de Fortaleza-CE*. Palmas: VII Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação. 7 p.

Magini, C; Gomes, D. F; Veríssimo, V. U; Neto, A. B. A; Freire, G. S. S. (2007). Avaliação Ambiental da Praia do Futuro, Município de Fortaleza – Ceará. *Revista de Geologia*, Fortaleza, v. 20, p.91-98.

Silva. A. C; Pinheiro, L. S; Maia, L. P. (2009). Estudo Hidrodinâmico, Climático e Bacteriológico Associado às Fontes Pontuais de Poluição ao Longo do Litoral de Fortaleza. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, [s.i], v. 14, p.83-90.

Simpósio Iberoamericano de Redes de Água, Esgoto e Drenagem (2014), Fortaleza. *Avaliação da Balneabilidade Para as Praias de Fortaleza-CE*. Fortaleza: SEREA, 2014. 9 p.

SEMACE. Superintendência Estadual de Meio Ambiente. (2015). *Programa de Monitoramento da Balneabilidade das Praias*. Disponível em:

<<http://www.semace.ce.gov.br/licenciamento-ambiental/monitoramento/programa-de-monitoramento-das-praias/>>. Acesso em: 19 mar. 2015.

SEMACE. Superintendência Estadual de Meio Ambiente. (2012). *Relatório de Atividades GEAMO*. Fortaleza: Semace. 25 p.

Vasconcelos, F. P.; Coriolano, L. N. M. T. (2008). Impactos Sócio-Ambientais no Litoral: Um Foco no Turismo e na Gestão Integrada da Zona Costeira no Estado do Ceará/Brasil. *Gestão Costeira Integrada*, [s.i], v. 2, p.259-275.

Vieira, F. S. H. R; Menezes, R. G. F; Costa, A. R; Marins, V. R; Abreu, M. I; Fonteles Filho, A. A; Sousa, V. O. (2011). Galerias Pluviais como Fonte de Poluição de Origem Fecal para as Praias de Fortaleza-Ceará. *Arquivos de Ciências do Mar*, [s.i], p.5-12.

Vieira, R. H. S. F; Oliveira, A. C. N; Sousa, O. V. (2007). Monitoramento Microbiológico das Águas e Areias das Praias do Meireles e do Futuro (Fortaleza Ceará). *Boletim Técnico Científico*, [s.i], v. 7, p.17-26.

CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS AMBIENTAIS E DO USO E OCUPAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BANABUIÚ - CE

Luis Ricardo Fernandes da Costa

Universidade Federal do Ceará

lricardocosta@yahoo.com.br

Vlândia Pinto Vidal de Oliveira

Universidade Federal do Ceará

Jader de Oliveira Santos

Universidade Federal do Ceará

Lucas Lopes Barreto

Universidade Federal do Ceará

Kaline da Silva Moreira

Universidade Federal do Ceará

RESUMO

O artigo trata da caracterização dos sistemas ambientais e do uso e ocupação da bacia hidrográfica do rio Banabuiú. Objetiva apresentar e caracterizar os componentes setoriais e os sistemas ambientais, além de evidenciar os principais problemas ambientais da área. As bases conceituais estão elencadas na concepção holística, orientada para uma visão integrativa dos elementos da paisagem. A metodologia do trabalho, pautada nos estudos integrados, procura estabelecer a relação de variáveis biofísicas e estabelecer o mosaico para o estudo dos sistemas ambientais. Os resultados observados demonstram uma variedade de sistemas ambientais considerável, com dinâmicas distintas, além de extensas áreas em estado de degradação ambiental com potencial para a desertificação.

Palavras-chave: Análise integrada; Sistemas ambientais; Uso e ocupação; Bacia hidrográfica do rio Banabuiú.

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo trata da questão geoambiental na bacia hidrográfica do rio Banabuiú, com ênfase nos sistemas ambientais e na degradação ambiental derivada das atividades antropogênicas. Nesse sentido, além do mapa de sistemas ambientais, o mapa de uso e ocupação é apresentado, estabelecendo as unidades referentes a utilização dos recursos naturais. A referida bacia localiza-se no sertão central cearense, drenando aproximadamente 19.810 km², com uma área equivalente a 13% do território cearense (Ceará, 2009).

A bacia hidrográfica do rio Banabuiú constitui-se como uma sub-bacia do rio Jaguaribe, juntamente com as sub-bacias do Alto, Médio e Baixo Jaguaribe e sub-bacia do Salgado. A área da bacia compreende, essencialmente, os municípios localizados nos sertões centrais, limitando-se com quase todas as bacias do estado, com exceção das bacias do Coreaú, do litoral e a sub-bacia do salgado (Ceará, 2009).

2. REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO

2.1. Análise integrada em bacias hidrográficas

A análise geoambiental têm desempenhado papel importante dentro das ciências da natureza, e a Geografia, nesse sentido, possui espaço singular e unificador nesse processo. Autores como Bertalanffy (1973), Bertrand (1971), Tricart (1962, 1977, 1981), Oliveira (1990), Ross (1994), Christofolletti (1999), Souza (2000), Souza e Oliveira (2011), Santos e Ross (2012), Santos e Souza (2014) estabelecem as bases teóricas e metodológicas da presente investigação, ressaltando a análise integrada para os estudos de Geografia física aplicada.

Referidas análises partem do pressuposto que os componentes naturais têm uma funcionalidade que é intrínseca a cada sistema ambiental natural e/ou modificado pelas atividades antropogênicas. Não se pretende, contudo, negar a importância dos estudos setorializados, ao contrário, é a partir desses que se pode chegar a uma compreensão da totalidade (Souza, 2000; Ross, 2006; Santos; Souza, 2014). A abordagem sistêmica é necessária para compreender como as entidades ambientais físicas se estruturam e funcionam como diferentes unidades complexas em si mesmas (Christofolletti, 1999), conferindo uma organização própria com características inerentes a cada sistema ambiental.

Nesse sentido, o estudo dos sistemas ambientais pode ser aplicado em diversas unidades de planejamento, tanto em bacias hidrográficas como unidades administrativas de variadas dimensões e escalas de análise. O importante na análise é procurar satisfazer os critérios de integração entre os elementos geobiofísicos em acordo com a unidade de análise, escala e dimensão territorial envolvida.

A bacia hidrográfica pode ser concebida como célula básica de análise ambiental, que permite conhecer e avaliar seus diversos componentes e os processos e interações que nela ocorrem, principalmente no se refere aos diversos fluxos de matéria e energia.

Nessa perspectiva, a bacia hidrográfica pode ser considerada como uma área drenada por uma rede de canais fluviais, influenciados por diversas características topográficas, litológicas, tectônicas, de solos, de vegetação, além dos padrões de uso e ocupação. A bacia hidrográfica, nessa perspectiva, representa um complexo sistema integrado de inter-relações ambientais, socioeconômicas e políticas (Moragas, 2005).

Os problemas enfrentados no planejamento dos recursos hídricos têm incitado a utilização cada vez mais de abordagens integradas, e, como já foi dito anteriormente, a bacia de drenagem é uma dessas possibilidades.

2.2. Procedimentos técnicos

A metodologia adotada procura compreender a relação de variáveis biofísicas e estabelecer o mosaico de sistemas ambientais constituintes, privilegiando-se o todo em detrimento do entendimento individualizado das partes.

O mapa de Sistemas Ambientais, de cunho integrador, foi elaborado com o auxílio de dos dados do mapa geomorfológico e pedológico, com o intuito de agregar informações específicas aos sertões (índice e dissecação do relevo e classes de solo) com o objetivo de analisar de forma objetiva as áreas homogêneas da área de estudo.

O mapa de uso e ocupação foi confeccionado através da análise das imagens de satélite: imagem LANDSAT 8, composição 6, 5 e 4, de resolução espacial de 30 metros, acrescido da banda 8 de resolução espacial de 15 metros, permitindo assim

a análise na escala de 1:60.000. A base de mapas utilizada no Programa Estadual de Combate à Desertificação (PAE) e o Zoneamento Ecológico-Econômico dos núcleos de desertificação do Estado do Ceará, publicado em 2015 pela FUNCEME.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Compartimentação geoambiental

Nessa seção é descrita a compartimentação geoambiental da bacia hidrográfica do rio Banabuiú, utilizando da geomorfologia como critério guia na discussão, além do mosaico de solos. A geomorfologia sempre se mostrou como um critério clássico para a delimitação de unidades geoambientais. Segundo Souza (2007), a geomorfologia é uma variável que sintetiza o conjunto dos componentes geoambientais. Reconhecidamente, os limites do relevo, assim como o mosaico de solos são passíveis de uma delimitação de caráter integrativa.

Dessa forma, a depressão sertaneja foi individualizada em diferentes setores levando-se em consideração o grau de dissecação do relevo e o mosaico de solos predominantes.

3.1.2. Planícies ribeirinhas e áreas de inundação sazonal

Referem-se a áreas com topografia mais rebaixadas com baixo gradiente topográfico, com ação dos processos fluviais de caráter deposicional. Ao longo das calhas fluviais há ocorrência de aluviões quaternárias que se acumulam ao longo de toda a bacia, a destacar as áreas do baixo curso da bacia e as calhas dos rios banabuiú e quixeramobim.

De forma geral essa área apresenta melhores condições para o desenvolvimento de atividades agrícolas em relação aos demais sistemas verificados na bacia. Tal fato está associado à ocorrência de Neossolos Flúvicos que margeiam os canais fluviais. Essa característica associada a maior disponibilidade hídrica durante o período de estiagem acentua a maior fertilidade dos solos locais, possibilitando o cultivo de diversas variedades.

A cobertura vegetal é caracterizada pela ocorrência da vegetação de várzea, caracterizada pela mata ciliar de carnaúba associada a Neossolos Flúvicos e Planossolos, localizadas em setores com deficiência de drenagem que ficam encharcados no período chuvoso.

A degradação ambiental em torno desse sistema é bem intensificado, mediante que são áreas favoráveis para a instalação de atividades agropecuárias, de pequeno e grande porte, além da agricultura irrigada bem caracterizada na região do baixo curso. O quadro 2 sintetiza os processos envolvidos na capacidade de suporte e de impactos e riscos de ocupação.

3.1.3. Tabuleiros interiores do baixo banabuiú

Geologicamente é constituído por sedimentos argilo-arenosos e areno-argilosos Cenozoicos. O relevo é predominantemente plano, com características típicas de áreas tabulares. Os níveis altimétricos variam de 80 a 140 metros, sem grandes variações com a depressão sertaneja subsequente e as planícies fluviais que seccionam esse sistema.

Do ponto de vista dos solos predominam os Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos associados aos Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Regolíticos. O padrão de drenagem é caracterizado por ser subdendrítico e paralelo, com rios intermitentes sazonais.

A cobertura vegetal é caracterizada pela ocorrência da vegetação subcaducifólia de tabuleiro. Esta unidade está intensamente alterada pelas atividades antropogênicas devido às suas condições mais favoráveis ao desenvolvimento das atividades produtivas. A vegetação nativa foi quase totalmente desmatada para dar lugar às pastagens, como pode ser observado no quadro síntese 3.

3.1.4. Sertões pediplanados de Morada Nova/Ibicuitinga

Área característica de Depressão Sertaneja, com predominância de rochas metamórficas do Pré-Cambriano representadas pelo Complexo Jaguaretama (ortognaisses migmatizados, paragnaisses e anfíbolitos) e em menor grau rochas ígneas (granitos e granodioritos).

O relevo é plano a suave ondulado, típico de áreas de aplainadas com superfície pediplanada, caracterizando níveis de depressão sertaneja entre 100-250m. O padrão de drenagem característico é o dendrítico, com rios intermitentes sazonais.

Há ocorrência de associação de Planossolos e Neossolos Litólicos, com vegetação de caatinga arbustiva aberta. De forma geral, são áreas intensamente degradadas e descaracterizadas, principalmente quanto a vegetação nativa, a caatinga.

3.1.5. Sertões moderadamente dissecados de Quixadá/Quixeramobim

Depressão Sertaneja, com predominância de rochas ígneas do Pré-Cambriano representadas pela suíte intrusiva Itaporanga (granitos e granodioritos) e rochas metamórficas da Unidade Acopiara (gnaisses, migmatitos e anfíbolitos), o que acaba por influenciar o padrão de dissecação do relevo. Superfície moderadamente dissecada, caracterizando níveis de depressão sertaneja entre 100-250m.

Apresenta, de forma dispersa, campos de inselbergs e cristas residuais, que em conjunto com a depressão sertaneja, expressam os processos morfodinâmicos de áreas semiáridas.

Padrão de drenagem subdendrítico e dendrítico, com rios intermitentes sazonais. Há ocorrência de associação de Planossolos e Neossolos Litólicos, com transição de vegetação de caatinga arbustiva densa e caatinga arbustiva aberta.

A caatinga está altamente descaracterizada, com ocorrência de áreas propensas ao avanço da desertificação (quadro 5), principalmente em decorrência da agropecuária. Além disso, as áreas nas imediações dos corpos d'água apresentam alto grau de degradação, principalmente da cobertura vegetal.

3.1.6. Sertões dissecados de Mombaça/Senador Pompeu

Depressão Sertaneja, com predominância de rochas metamórficas do Pré-Cambriano representadas pelo Complexo Cruzeta (ortognaisses e migmatitos) e rochas metamórficas da Unidade Acopiara (gnaisses, migmatitos e anfíbolitos). Superfície dissecada, com padrão de dissecação elevado, caracterizando níveis de depressão sertaneja entre 250-400m.

Padrão de drenagem subdentrítico e dendrítico, com rios intermitentes sazonais. Há ocorrência de associação de Argissolos Vermelho-Amarelo, Luvisolos e Neossolos Litólicos, com ocorrência de vegetação de transição entre caatinga arbórea e caatinga arbustiva densa.

A caatinga está altamente descaracterizada, com ocorrência de áreas propensas ao avanço da desertificação (quadro 6), principalmente em decorrência da agropecuária.

3.1.7. Sertões dissecados de Boa Viagem/Madalena

Depressão Sertaneja, com predominância de rochas metamórficas do Pré-Cambriano representadas pelo Complexo Cruzeta (ortognaisses cinzentos, paragnaisses e migmatitos) e rochas metamórficas do Complexo Ceará (paragnaisses, micaxistos e metacalcários).

Superfície dissecada, com padrão de dissecção elevado, caracterizando níveis de depressão sertaneja entre 250-400m. Padrão de drenagem subdentrítico e dendrítico, com rios intermitentes sazonais.

Ocorrem associações de Luvisolos, Argissolos Vermelho-Amarelo, Neossolos Litólicos e Vertissolos, com ocorrência de vegetação de caatinga arbustiva densa. Caatinga descaracterizada, com ocorrência de áreas propensas ao avanço da desertificação (quadro 6), principalmente em decorrência da agropecuária.

3.1.8. Pedimentos dissecados

Pedimentos dissecados, típicos das áreas de pé-de-serra dos maciços centrais, principalmente da serra da Pedra Branca. Predominância de rochas metamórficas do Pré-Cambriano representadas pelo Complexo Cruzeta (ortognaisses cinzentos, paragnaisses e migmatitos). Superfície predominantemente dissecada, com o aparecimento de sulcos de erosão nas áreas com maior declividade. Padrão de drenagem subdentrítico e dendrítico, com rios intermitentes sazonais.

Há ocorrência de associação de Chernossolos, Luvisolos e Neossolos Litólicos com vegetação de transição entre caatinga arbórea e caatinga arbustiva densa. Por apresentar solos propícios a agricultura, acaba pode ser um dos sistemas mais descaracterizados, principalmente pela utilização do Chernossolos e Luvisolos, historicamente degradados em função do binômio gado-algodão. O quadro 8 sintetiza as variáveis da capacidade de suporte e impactos e riscos de ocupação no sistema.

3.1.9. Maciços residuais - serras seca

Níveis residuais elevados, com ocorrência de setores mais elevados (550-1125) e setores mais rebaixados (400-550). São áreas com predominância de rochas metamórficas do Complexo Cruzeta (ortognaisses cinzentos, paragnaisses e migmatitos), rochas metamórficas do Complexo Ceará (paragnaisses, micaxistos e metacalcários) e rochas ígneas na suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria, ocorrendo principalmente na região da Serra da Pedra Branca, com formas de relevo dissecadas em cristas e em outras áreas em colinas rasas, padrão de drenagem dendrítico com ocorrência de Chernossolos, Argissolos e Neossolos Litólicos, com vegetação de transição da mata seca e caatinga arbórea.

Na região de Quixadá, contemplando os residuais como a Serra do Estevam, rochas metamórficas do Complexo Ceará (paragnaisses, micaxistos, quartzitos e

metacalcários) e rochas ígneas (granitos e granodioritos), com feições aguçadas e ocorrência de Neossolos Litólicos associadas em alguns setores com os Argissolos.

Em decorrência do acesso ser restrito, principalmente por conta da declividade, são áreas que ainda apresentam padrões de vegetação mais estabilizados, seja de caatinga ou mata seca. Ainda assim apresenta fortes pressões quanto ao desmatamento para a agropecuária.

Assim, tem-se o mapa de sistemas ambientais da bacia hidrográfica do rio Banabuiú (figura 1).

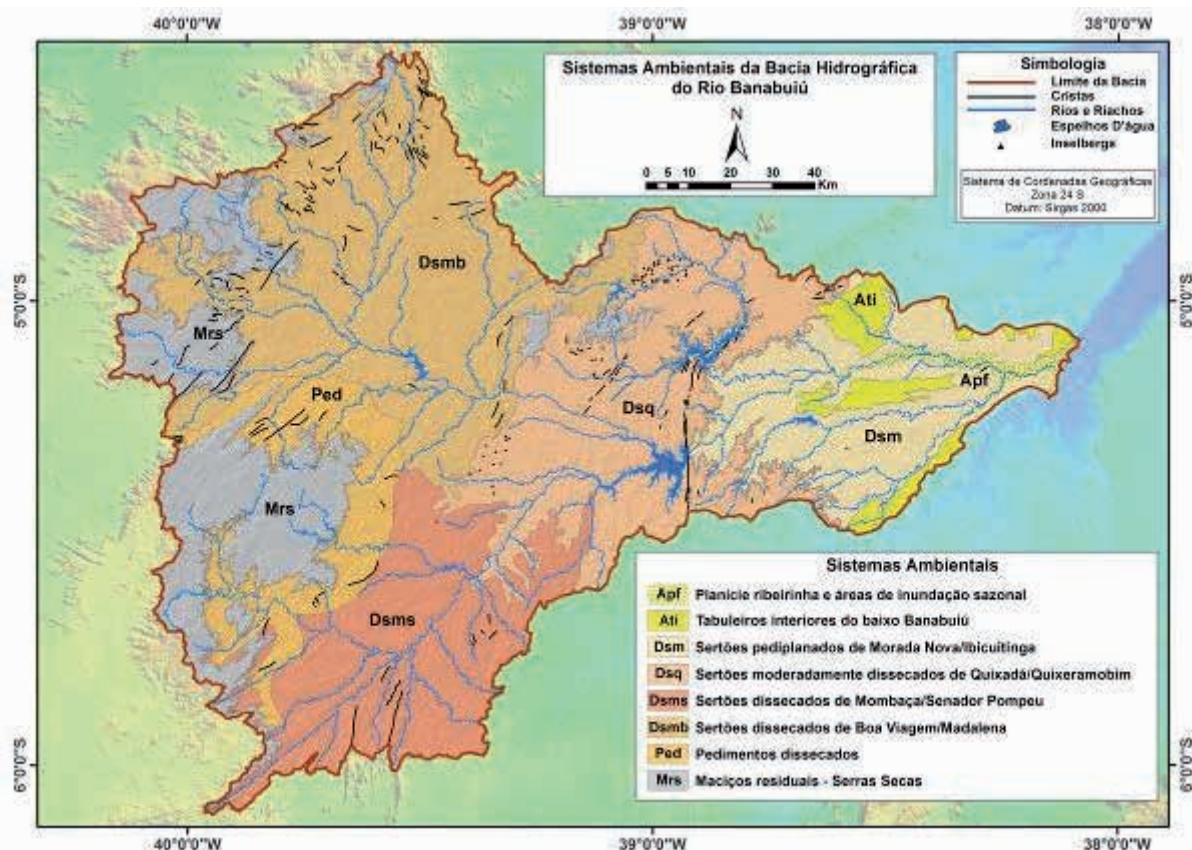


Figura 1: Sistemas ambientais da bacia hidrográfica do rio Banabuiú
(Fonte: Organizado por Costa, L. R. F, 2016)

3.2. Uso e ocupação

As tipologias de uso/ocupação (Figura 2) da terra relacionam-se aos modelos de exploração dos recursos naturais e aos ativos ambientais em razão do seu valor econômico-social e das atividades exercidas em determinadas áreas como a agricultura, desenvolvimento urbano, turístico e industrial, e implementação de estrutura de base e sofisticada (Nascimento, 2006; Santos, 2011).

Com as análises empíricas realizadas no campo percebe-se que o grande vetor de impacto na sub-bacia está voltado para o agroextrativismo, pecuária e a agricultura irrigada nas áreas rurais, além de impactos visualizados nas áreas urbanas.

Essas atividades em conjunto causam danos principalmente à cobertura vegetal e aos solos da região. O desmatamento e a consequente retirada da lenha é outro fator observado e que acaba degradando extensas áreas da bacia.

No baixo curso, além da lenha para o consumo de muitas famílias, a produção de carvão foi observada na região, assim como as queimadas para o plantio, o que ainda revela uma grande influência nos antigos modos rudimentares no preparo da terra (Costa, 2014). Outro problema observado é o condicionamento do lixo, que muitas vezes, ou é lançado nas áreas adjacentes ou queimado, prática muito comum em muitas comunidades visitadas.

Para o estabelecimento das tipologias de uso e ocupação/vegetação, foram realizadas adaptações que evidenciassem as características, além do uso e ocupação da bacia, as condições da cobertura vegetal. Com base nessas observações foi elaborada o quadro 1, que apresenta a descrição das diferentes tipologias de uso da bacia, bem como seu percentual de ocupação (km²).

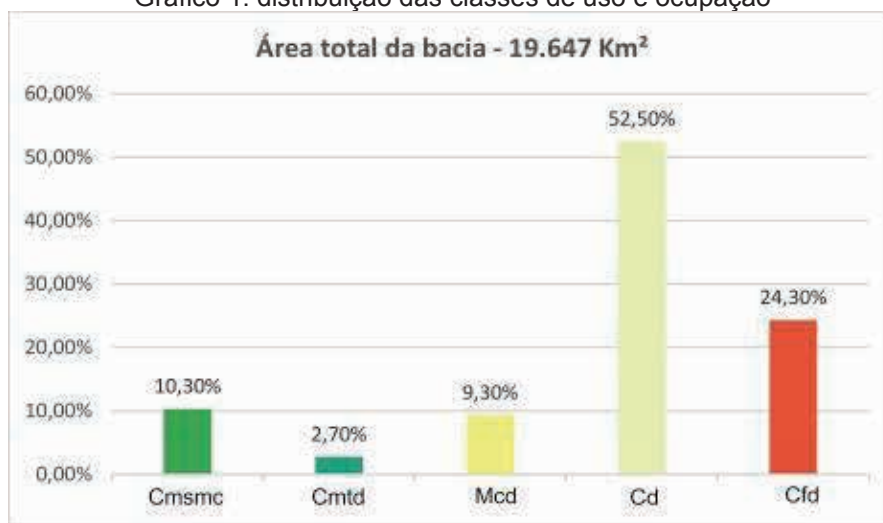
Para essa classificação levou-se em consideração para a vegetação, o grau de alteração por parte das alterações antrópicas, levando-se em consideração os trabalhos de campo, e a análise de imagens de satélite.

Quadro 1: Uso e ocupação/vegetação da bacia hidrográfica do rio Banabuiú

UNIDADE	ÁREA (Km ² / %)	USO E OCUPAÇÃO/VEGETAÇÃO
Cmsmc	2.032,1 10,3%	Caatinga/mata seca moderadamente conservada com características naturais semelhantes do recobrimento vegetal original e com dinâmica ambiental progressiva, podendo apresentar porte arbóreo, arbustivo e herbáceo. São áreas, que pela dificuldade de acesso, muitas vezes localizadas em regiões com declividades mais acentuadas, possuem um estado de conservação mais acentuado.
Cmtd	539,2 2,7%	Caatinga/mata de tabuleiro degradada, com características de recobrimento vegetal secundário, alterada por atividades antrópicas principalmente para o extrativismo vegetal, agricultura e pecuária extensiva.
Mcd	1.842,9 9,3%	Mata Ciliar ribeirinha degradada e fortemente degradada com características de recobrimento vegetal secundário transformado e com dinâmica ambiental com tendência regressiva, alterada pelas atividades humanas, como o extrativismo mineral e vegetal, agricultura e pecuária extensiva.
Cd	10.329,6 52,5%	Caatinga degradada com características do recobrimento vegetal primário transformadas e com dinâmica ambiental com tendências regressivas, com inclusões de afloramentos rochosos, culturas de subsistência e pastagens extensivas.
Cfd	4.791,7 24,3%	Caatinga fortemente degradada submetida a processos de desertificação e com solos e biodiversidade irreversivelmente comprometidos, com presença dispersa de espécies de caatinga arbustivo-arbórea, arbustivo-herbácea, cactáceas, exposições rochosas, matacões, solos erodidos com intensa utilização pelo pastoreio extensivo.

Fonte: Adaptado de Ross, 1992 e do Zoneamento ecológico-econômico das áreas susceptíveis à desertificação no Estado do Ceará, 2015.

Gráfico 1: distribuição das classes de uso e ocupação



Fonte: Costa, 2017.

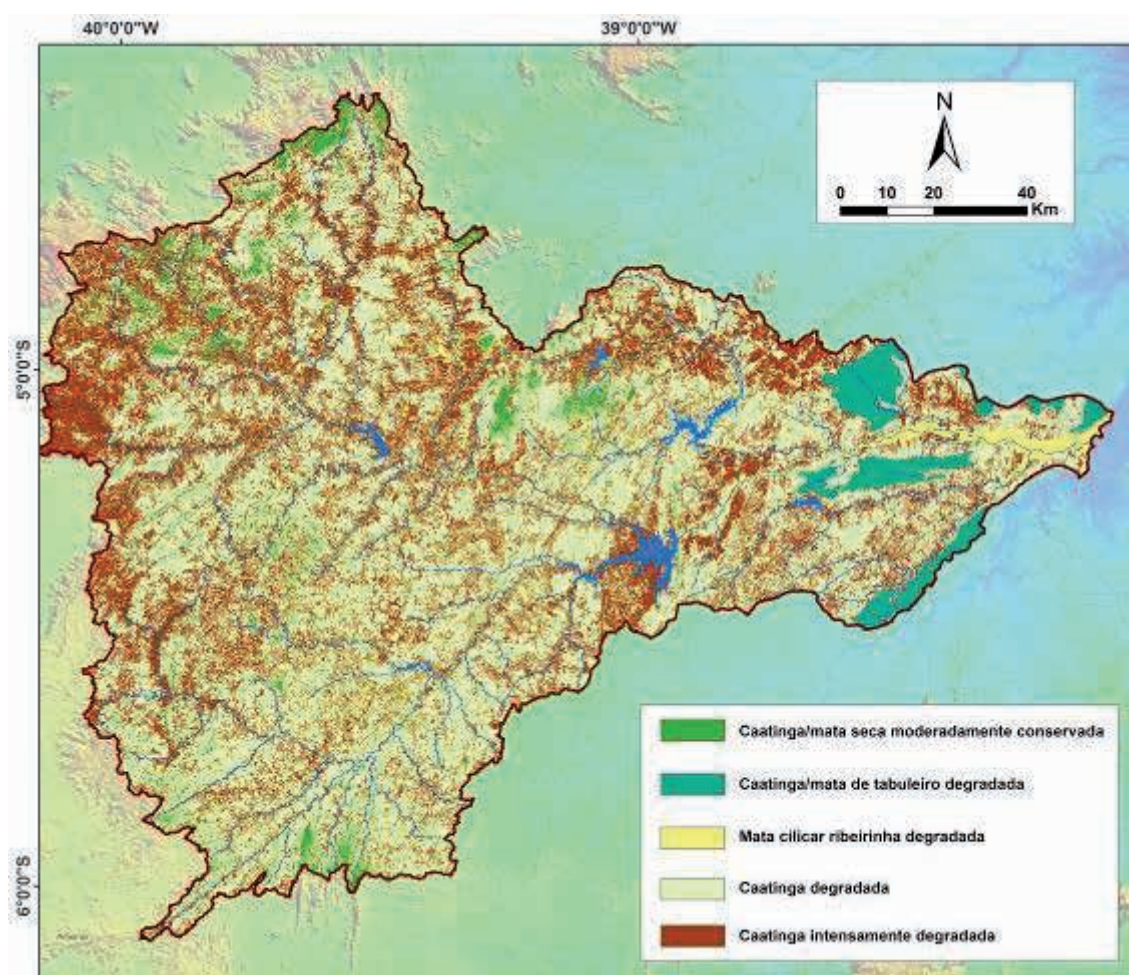


Figura 2 - Uso e o ocupação da bacia hidrográfica do rio Banabuiú
(Fonte: Organizado por Costa, L. R. F, 2016)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem geoambiental aplicada a bacia hidrográfica do rio Banabuiú proporcionou visualizar não apenas a condição física da sub-bacia, mas principalmente perceber como as componentes ambientais e as atividades socioeconômicas e culturais interagem na estrutura e funcionamento dos sistemas ambientais.

As tipologias de uso e ocupação da área expressam a importância da utilização de ferramentas de geoprocessamento aliadas aos trabalhos de campo, favorecendo a identificação dos ambientes com maior nível de degradação ambiental.

Dessa forma, as atividades de degradação ambiental da bacia passam por atividades que variam desde a descaracterização da vegetação natural em detrimento da agropecuária nas áreas dos sertões, até a poluição dos recursos hídricos superficiais nas planícies fluviais.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradem o apoio da Universidade Federal do Ceará (UFC), do Departamento de Geografia, do Laboratório de Pedologia, Análise Ambiental e Desertificação (LAPED), e do financiamento da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP).

6. REFERÊNCIAS

Ab'Saber, A. N. (1975). *Formas de relevo: texto básico*. FUNBEC: São Paulo.

Bertalanffy, L. V. (1973). *Teoria Geral dos Sistemas*. Petrópolis: Vozes.

Bertrand, G. (1971). Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. *Caderno de ciências da terra*, n.13, p- 1-27.

Botelho, R. G. M.; Silva, A. S. da. (2004). Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: Vitte, A. C.; Guerra, A. J. T. (orgs). *Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil*. Bertrand Brasil, 2 ed. Rio de Janeiro.

Castilho, C. J. M. (2011). O Ambiente Urbano numa Perspectiva Interdisciplinar: Discussão de Conceitos que Tratam das Inter-Relações Sociedade-Natureza, a partir da Geografia do Recife. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 04, n. 05.

Ceará. (2009). Assembleia Legislativa. *Caderno regional da sub-bacia do Banabuiú / Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos*. Santana, E. W. de (Coordenador). – Fortaleza: INESP.

Costa, L. R. F. (2014). Estruturação geoambiental e susceptibilidade à desertificação na bacia hidrográfica do Riacho Santa Rosa. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza.

CPRM – Serviço geológico do Brasil (2003). Mapa geológico do Estado do Ceará. Escala 1:500.000, Ceará. CPRM.

Christofolletti, A. (1999). *Modelagem de Sistemas Ambientais*. São Paulo: Ed. Edgard Blucher.

Guerra, A. T.; Guerra, A. J. T. (1997). *Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2009). *Manual técnico de geomorfologia/IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais*. – 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE.

Lorandi, R; Cançado, C. J. (2005) Parâmetros físicos para gerenciamento de bacias hidrográficas. In: Schiavetti, A; Camargo, A. (editores). *Conceitos de Bacias Hidrográficas*. Ilhéus – BA: Editora da UESC.

Moragas, W. M. (2005). *Análise do sistema ambiental do alto rio Claro - Sudoeste de Goiás: Contribuição ao planejamento e gestão*. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

Nascimento, F. R. do. (2006). *Degradação Ambiental no Nordeste Brasileiro: o contexto da bacia hidrográfica do rio Acaraú – Ceará*. Tese de Doutorado. Universidade Federal Fluminense - UFF.

Oliveira, V. P. V. de. (1990). *Zoneamento geoambiental do sertão de Quixeramobim – CE*. Coleção Mossoroense.

Pires, J. S. R; Santos, J. E. (1995). Bacias Hidrográficas: integração entre o meio ambiente e desenvolvimento. *Revista Ciência Hoje: Águas do Brasil: má utilização e falta de planejamento*, vol. 19, nº 110. SBPC. p. 40-45.

PROJETO RADAMBRASIL. (1981). *FOLHA SB.23/24 JAGUARIBE/NATAL: geologia, geomorfologia*. Rio de Janeiro.

Rocha, A. A. (2011) *Sociedade e Natureza: a produção do espaço urbano em bacias hidrográficas*. Edições UESB: Vitória da Conquista.

Santos, J. O. (2011). *Fragilidade e riscos socioambientais em Fortaleza - CE: contribuições ao ordenamento territorial*. Tese de Doutorado (Programa de Pós-graduação em Geografia Física), Universidade de São Paulo: São Paulo.

Santos, J. O; Ross, J. L. S. (2012). Fragilidade ambiental urbana. *Revista da ANPEGE*, v. 8, n. 10, p. 127-144.

Santos, J. O; Souza, M. J. N. (2014). Abordagem geoambiental aplicada à análise da vulnerabilidade e dos riscos em ambientes urbanos. In: *Boletim Goiano de Geografia*. v.34. n. 2,

Souza, M. L. de. (2003). *ABC do Desenvolvimento Urbano*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil; 190 páginas.

Souza, M. L. de. (2015). *Mudar a Cidade: Uma Introdução Crítica ao Planejamento e à Gestão Urbanos*. 10 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

Souza, M. J. N. (1981). *Geomorfologia e condições ambientais dos vales do Acaraú/Coreaú – Ceará*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo.

Souza, M. J. N. (1998). Contribuição ao estudo das unidades morfo-estruturais do Estado do Ceará. *Revista de Geologia*. Fortaleza: v.1, p.73-91. Edições Universidade Federal do Ceará.

Souza, M. J. N. (2000). Bases geoambientais e esboço do zoneamento geoambiental do Estado do Ceará. In: Lima, L. C. (Org). *Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará*. Fortaleza: Funece.

Souza, M. J. N; Oliveira, V. P. V; Grangeiro, M. M. G. (2002). Análise Geoambiental. In: Elias, D. (Org.) *O novo espaço da produção globalizada – o baixo Jaguaribe*. Fortaleza: Funece.

Souza, M. J. N; Santos, J. O; Oliveira, V. P. V. (2012). Sistemas ambientais e capacidade de suporte na bacia hidrográfica do rio Curu-Ceará: *Revista Continentes*. Ano 1. n.1.

Souza, M. J. N; Oliveira, V. P. V. (2011). Análise ambiental – uma prática da interdisciplinaridade no ensino e na pesquisa. Disponível em: <<http://www.revistarede.ufc.br/revista/index.php/rede/article/viewArticle/168>>. Acesso em 25 de setembro de 2013.

Teodoro, V. L. I.; Teixeira, D.; Costa, D. J. L.; Fuller, B. B. (2007). O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. *Revista UNIARA*, v. 20, p. 227-245.

Tricart, J. (1962). *Épiderme de la Terre*. Paris.

Tricart, J. (1997). *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro: IBGE.

Tricart, J. (1981). *Paisagem e Ecologia*. Traduzido pelo Profº Carlos A. F. Monteiro, SP: Instituto de Geografia; USP.

CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL E INDICADORES DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE TEJUÇUOCA-CEARÁ

Nágila Fernanda Furtado Teixeira

Universidade Federal do Ceará
fernandaft92@gmail.com

Edson Vicente da Silva

Universidade Federal do Ceará

Juliana Felipe Farias

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Ananda Paula Rodrigues Ferreira

Universidade Federal do Ceará

Anderson da Silva Marinho

Universidade Federal do Ceará

RESUMO

O trabalho apresenta um levantamento das condições geoambientais e socioeconômicas do município de Tejuçuoca localizado no Sertão Centro-Norte do estado do Ceará, bem como a identificação e descrição de indicadores de degradação ambiental, baseado nos estudos sobre desertificação e degradação realizados por Souza (2000, 2006) e nos trabalhos de campo ao município. A pesquisa seguiu as seguintes etapas: organização e inventário, trabalhos de campo e análise que permitiram identificar quatro indicadores de degradação ambiental no município: i) Desmatamento e queimadas; ii) Compactação do solo por superpastoreio; iii) Erosão dos solos e iv) Assoreamento de corpos hídricos. Acredita-se que o trabalho se destaca como um importante produto para o entendimento do meio físico, ambiental e uso e ocupação do semiárido.

Palavras-chave: Degradação ambiental, Desmatamento, Queimada, Erosão, Assoreamento.

1. INTRODUÇÃO

A pressão sobre os recursos naturais, principalmente decorrente da ação antrópica vem gerando impactos negativos no meio ambiente. No estado do Ceará a degradação ambiental torna-se mais evidente nas áreas de depressão sertaneja, condicionada pelas formas de uso e ocupação da área e pelas condições físico-geográficas: rochas com pouca permeabilidade, chuvas concentradas em um curto período do ano, predominância de solos rasos e pedregosos e vegetação de caatinga arbustiva caducifolia.

O Ceará tem aproximadamente 92% do seu território submetido à influência da semiaridez e constata-se que sob o ponto de vista geoambiental, apresenta vulnerabilidades ocasionadas pelas irregularidades pluviométricas e grande parte dos solos encontra-se degradada (Souza, 2006).

O processo histórico de manejo dos recursos naturais no semiárido cearense evidencia práticas e técnicas rudimentares sem uma devida preocupação com a

conservação ambiental e caracterizado por padrões agropastoris como desmatamento, queimadas, plantios morro a baixo, uso de fertilizantes e outros aditivos químicos, bem como uma pecuária extensiva e uma intensa monocultura do algodão.

A partir do exposto, o trabalho apresenta um levantamento das condições geológicas e socioeconômicas do município de Tejuçuoca localizado no Sertão Centro-Norte do estado do Ceará, compreendendo uma área de 750,60 km² e situada na latitude Sul de 3° 59' 20" e longitude Oeste de 39° 34' 50", em uma altitude de 140 metros e limita-se com os municípios de Itapajé ao Norte; Canindé ao Sul; Apuiarés, Pentecoste e General Sampaio ao Leste e Irauçuba ao Oeste (IPECE, 2012).

Ademais, a pesquisa apresenta a identificação e descrição de quatro indicadores de degradação ambiental, baseado nos aspectos geoambientais, nos estudos sobre desertificação e degradação e nos trabalhos de campo no município.

2. DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

A degradação ambiental corresponde à redução das potencialidades dos recursos naturais renováveis por uma combinação de processos naturais e antrópicos que agem sobre a Terra, podendo englobar a deterioração de vários componentes geoambientais como o clima, relevo, solos, hidrologia e vegetação (Araújo; Almeida; Guerra, 2010).

A degradação ambiental é apresentada por alguns autores como sinônimo de perda da qualidade e poluição da terra e do solo. Segundo Trigueiro, Oliveira e Bezerra (2009), a degradação da terra representa a redução das potencialidades naturais dos solos, recursos hídricos e da biodiversidade que implica na redução da qualidade de vida da população vinculada ao ambiente degradado.

Com a intensificação dos processos de degradação do solo, a evolução espacial conduz à desertificação, que corresponde a "degradação de terras em áreas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultantes de vários fatores, incluindo variações climáticas e das atividades humanas" (UNCED, 1992, p. 48).

A degradação ambiental pode ser evidenciada a partir da perda da biodiversidade; da diminuição da disponibilidade de recursos hídricos superficiais e subterrâneos; no assoreamento dos rios e reservatórios; da erosão e do empobrecimento químico dos solos devido a pressão provocada pela agricultura de subsistência quando praticadas com técnicas rudimentares.

A degradação ambiental não compreende apenas a problemas de ordem física e natural, mas engloba também os aspectos sociais e econômicos. Segundo Farias, Silva e Nascimento (2015), o quadro socioeconômico da região semiárida brasileira apresenta um desenvolvimento histórico tardio, não adaptado as condições ambientais locais e que muitas vezes exploram mais as limitações e fragilidades do que as potencialidades socioambientais provocando assim, graves desequilíbrios e degradação ambiental.

A pesquisa em questão realizou-se a partir das seguintes etapas: organização e inventário, trabalhos de campo e análise. Na fase de organização e inventário efetivou-se a pesquisa bibliográfica e coletas de dados secundários referentes aos componentes geoambientais regional e municipal, bem como efetivou-se levantamento geocartográfico da área de estudo.

Foram realizadas também levantamentos de campo no município, a fim de coletar dados primários da área e registro fotográficos dos principais componentes geoambientais, formas de uso e ocupação, como também de indicadores de degradação ambiental. A fase de análise consistiu na interpretação dos dados, primários e secundários, obtidos em campo relacionando-os com as informações compiladas na revisão bibliográfica. Deste modo, foi possível realizar a caracterização geoambiental e socioeconômica, bem como descrever a degradação ambiental em Tejuçuoca.

3. CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL E SOCIOECONÔMICA DO MUNICÍPIO DE TEJUÇUOCA-CE

No que se referem às condições físico-geográficas, o município de Tejuçuoca está situada em uma área predominante de rochas gnaisse e granitos com inclusões de metacalcários e granitos intemperizados cortados por sedimentos terciário-quaternários oriundo dos interflúvios pertencente à Depressão Sertaneja, as Planícies Fluviais e os Maciços Residuais.

Souza (2000) elaborou a mais completa classificação morfoestrutural do Ceará, dividindo-o em três domínios geomorfológicos: domínio dos depósitos cenozoicos (planícies fluviais, formas litorâneas e tabuleiros); domínio das bacias sedimentares paleo-mesozóicas (chapadas do Araripe e Apodi, e Planalto da Ibiapaba e domínio dos escudos e maciços antigos (Depressão Sertaneja e Planaltos Residuais). Com base nessa classificação, em Tejuçuoca são encontrados: Depressão Sertaneja, Maciços Residuais e Planícies Fluviais.

A Depressão Sertaneja de Tejuçuoca apresenta relevo plano suave ondulado com altitudes até 250 m e descontinuidades topográficas, caracterizada pela presença de *inselbergs*, afloramentos de rochas e inclusão de relevo cárstico nas áreas de ocorrência de metacalcário.

Os maciços residuais correspondem a formas dissecadas, formadas por erosão diferencial em rochas cristalinas, principalmente metamórficas, representando as serras da Catarina, Algodão, Venâncio, Vertente, Cruz, Açude, Feijão e Vermelha e os serrotes do Lisboa e Cruzeiro, que se caracterizam pelas altitudes entre 300 e 550 metros, dispersos na Depressão Sertaneja. As planícies fluviais representam as superfícies mais baixas das bacias hidrográficas, constituindo zonas de sedimentação, as denominadas várzeas, composta por sedimentos aluvionares e destacando-se em meio a Depressão Sertaneja como ambientes com melhores condições naturais de solo e disponibilidade hídrica.

O município apresenta precipitação média entre 550 a 750 mm com temperaturas acima de 26 °C. O clima dessa área se classifica como tropical semiárido, sendo controlado quanto às chuvas principalmente pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) influenciada pelo anticiclone semifixo subtropical do atlântico sul, podem ocorrer também chuvas em janeiro associadas às linhas de instabilidades e em julho e agosto associada, mais raramente, aos distúrbios ondulatórios de leste.

Tejuçuoca está inserida na bacia hidrográfica do rio Curu, tendo como principais drenagens superficiais seus afluentes os, rios Tejuçuoca e Caxitoré, este último na divisa com os municípios de Irauçuba e Itapajé, e os riachos do Paulo e dos Tanques. O regime intermitente das águas superficiais determinam a escassez e a alta variabilidade sazonal da drenagem em razão da instabilidade interanual das

precipitações no município, apresentando padrão de drenagem dendrítico e subdendrítico em razão da geologia cristalina (Sales; Oliveira, 2006).

O município possui diferentes associações de solos, cujos Planossolos, Argissolos Vermelho-Amarelos, Luvisolos e Neossolos Litólicos apresentam-se, como as classes predominantes. Destaca-se os Planossolos como solos rasos e pouco profundos, de textura média ou argilosa, podendo apresentar elevado teor de sódio no horizonte B. Os Neossolos Litólicos apresentam fraca evolução, profundidades inferiores a 50 cm, de textura arenosa ou média com presença de cascalho e afloramentos de rocha (Pereira; Silva, 2007).

A vegetação de Caatinga se encontra distribuída nos setores mais baixos hipoxerófila e nos setores mais altos hiperxerófila variando entre caatinga arbustiva densa e aberta e manchas de caatinga arbórea, principalmente nas áreas mais preservadas do município. Nas planícies fluviais encontra-se a mata ciliar com presença de carnaúbas e outras espécies.

Quanto aos aspectos socioeconômicos, segundo dados do IBGE (2010) Tejuçuoca possui 16.827 habitantes sendo 62,35% na zona rural e 37,65% urbana, com incidência de pobreza de 68,89%; 2.227 domicílios são abastecidos com saneamento básico e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é 0,584. As atividades econômicas desenvolvidas nesse município são variadas, destacando-se a agropecuária com a criação de caprinos, seguida pela agricultura e extrativismo vegetal predominantes na zona rural. Na área urbana desenvolve o comércio e serviços, bem como os trabalhos administrativos.

4. INDICADORES DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL EM TEJUÇUOCA-CE

A partir das características geoambientais do município, dos estudos sobre degradação ambiental no Ceará elaborado por Souza (2000, 2006) e nos trabalhos de campo foi possível identificar os seguintes indicadores de degradação ambiental: i) Desmatamento e queimadas; ii) Compactação do solo por superpastoreio; iii) Erosão dos solos e iv) Assoreamento de corpos hídricos. A seguir, visualiza-se a carta imagem da degradação ambiental de Tejuçuoca.

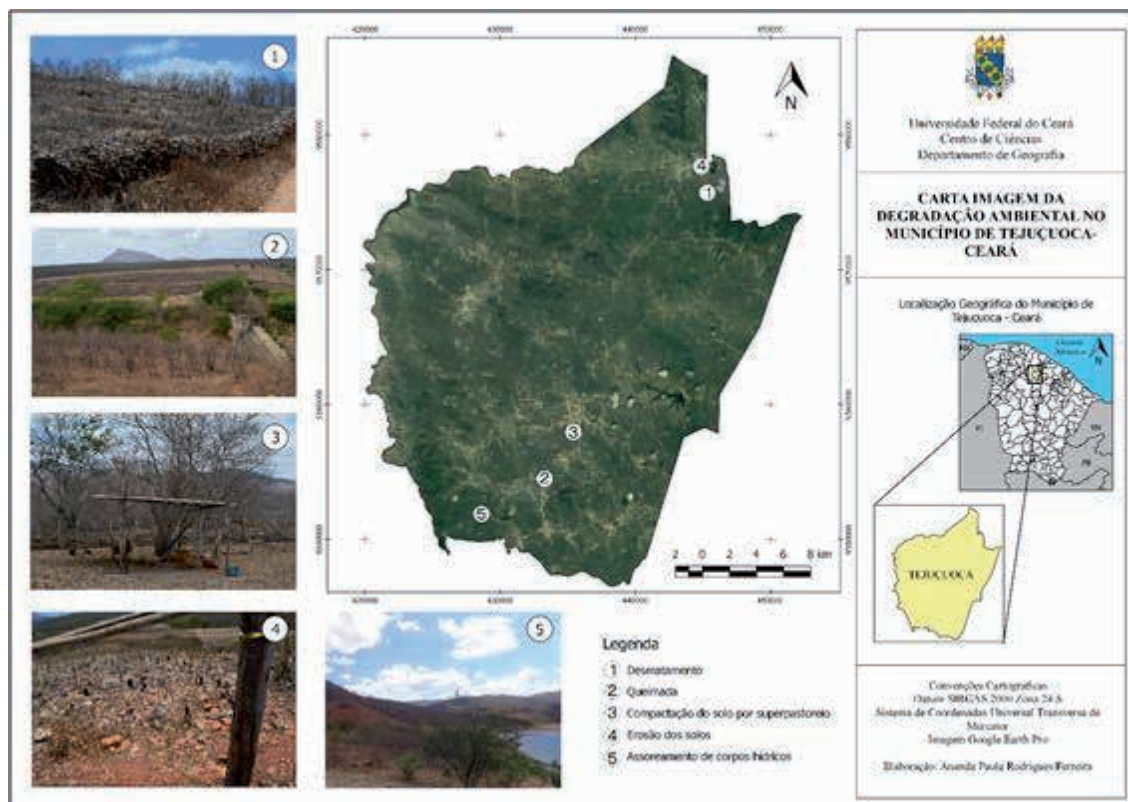


Figura 1- Carta imagem da degradação ambiental em Tejuçuoca
 (Fonte: Elaborados pelos autores/2017)

4.1. Desmatamento e Queimada

O uso e ocupação de Tejuçuoca é marcado por atividades que provocaram, ao longo do tempo, desequilíbrios ambientais. A pecuária extensiva, agricultura de subsistência, o extrativismo vegetal, mineral e animal ocasionaram o desmatamento da vegetação original e queimadas para o surgimento de pastagens para o gado e implantação de cultivos.

A caatinga tem sido devastada em função do uso inadequado das atividades socioeconômicas, consideradas culturais, pois a prática de preparo da terra nas comunidades rurais do semiárido são experiências perpetuadas por gerações de agricultores que vislumbram nesse uso, seu modo de vida e de subsistência. Em Tejuçuoca, a maior parte da população, 10.492, habita a zona rural e apresentam essa relação de manejo com a terra e com os recursos naturais disponíveis para a sobrevivência.

Segundo Souza (2006) o ser humano tem buscado adaptar a natureza a sua necessidade, não se importando com a capacidade de suporte e resiliência desse ambiente. Essa relação é bem evidenciada nas práticas agropastoris do semiárido que depende sempre da remoção do recobrimento vegetal primário. A devastação se expande em função da retirada de lenha e da produção de carvão vegetal para compor a matriz energética dessa região.

A população de Tejuçuoca maneja a terra a partir da remoção da vegetação natural para a agricultura de subsistência, principalmente milho, feijão e mandioca, pastoreio e a produção de carvão que ocasionam a degradação do solo, desequilíbrio na fauna, assoreamento de corpos hídricos dentre outros.

Após a retirada da vegetação, os agricultores praticam a queimada a fim de preparar o solo para a lavoura de subsistência. Após alguns anos de uso, a terra é deixada em pousio permitindo a sucessão ecológica. Após certo período, um novo ciclo de lavoura é retomado. Esse manejo provocará ao longo do tempo, um esgotamento progressivo dos solos que ocasionará a degradação até um quadro irreversível, tornando a área desertificada.

A queimada também é uma técnica rudimentar de manejo do solo muito utilizada por agricultores em Tejuçuoca, exercida para a limpeza do roçado e preparo para plantações. Segundo Souza (2000) no início, as cinzas das queimadas geram uma fertilidade maior que tende a diminuir ao longo de um exercício contínuo, deixando o solo mais pobre do que antes da prática da queimada.

As técnicas rudimentares praticadas pelos agricultores de Tejuçuoca retardam o processo de desenvolvimento do solo e da vegetação, acelerando a degradação da área. Destaca-se também que a prática corriqueira do desmatamento, queimada e plantio ocasionou a destruição, quase que total, da vegetação natural de caatinga arbórea e arbustiva, influenciando na sucessão ecológica e facilitando a entrada de espécies como a Jurem-preta (*Momosa hostilis*) e algumas cactáceas, muito encontradas em todo o município, evidência da degradação ambiental.

Segundo Oliveira (2006) a caatinga arbórea foi, praticamente, totalmente devastada, já não ocorre, apenas encontra-se algumas manchas conservadas em unidades de conservação e a caatinga arbustiva demonstra elevado nível de devastação.

Além do desmatamento e queimada para o cultivo de subsistência, há a remoção da cobertura vegetal para a coleta de lenha como combustível, iniciando ou acelerando a erosão do solo. Nas comunidades rurais de Tejuçuoca é muito comum encontrar fornos rudimentares para a produção de carvão, utilizados para o preparo dos alimentos e em poucos casos, para a comercialização na feira livre da cidade. As espécies lenhosas da caatinga, estão sendo retiradas como fonte de madeira para a construção civil, cercas, mourões e como fonte energética.

A figura 2 (A) traz o desmatamento de um terreno em Tejuçuoca para a produção de carvão, matriz energética em muitas residências da zona rural. Ademais, percebe-se (B) a queimada de uma área mais elevada no município, utilizada para o cultivo de subsistência. Destaca-se a barragem de um açude assoreado, evidência da problemática ambiental no semiárido, marcado pela irregularidade das chuvas e cursos hídricos intermitentes, auxiliados por reservatórios construídos para captação da água, mas que devido ao uso inadequado dos recursos naturais e nesse caso do solo, podem promover a aceleração da erosão e provocar o assoreamento de açudes, rios e riachos.

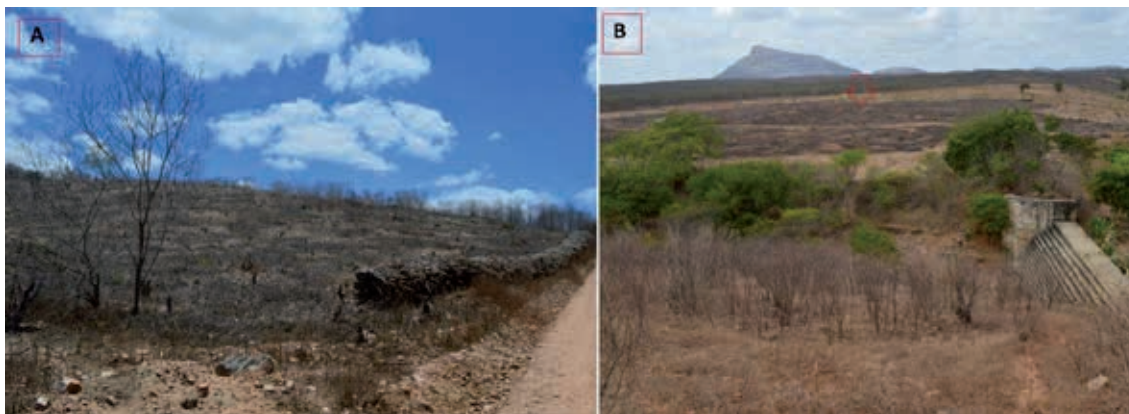


Figura 2- A: Desmatamento para produção de carvão-Tejuçuoca; B: Queimada para plantio/Açude assoreado-Tejuçuoca
(Foto tirada pelos autores em junho/2016)

Silva e Pereira (2007) salientam que a construção de açudes para a captação dos recursos hídricos também causa modificações no ciclo das águas e no transporte de sedimentos no sertão. Mesmo com os benefícios socioeconômicos à população, as alterações da drenagem natural através das barragens promove um grande acúmulo de sedimentos nos açudes e uma possibilidade maior de salinização das águas acumuladas devido à alta taxa de evaporação hídrica.

4.2. Compactação do solo por superpastoreio

O superpastoreio também é um problema visualizado em Tejuçuoca, pois a maioria da população que vive na zona rural cria animais para a subsistência, principalmente, gado bovino, caprino, suíno e ovino. Esses animais são criados soltos e acabam exercendo forte pressão sobre a vegetação natural e o solo. Segundo Araújo, Almeida e Guerra (2010, p. 37) “o superpastoreio pode ser o fator principal na degradação ambiental, pois quando grandes rebanhos competem pelas mesmas pastagens eles podem ultrapassar a produtividade natural da área, remover a cobertura vegetal e compactar o solo, acelerando a erosão”.

O superpastoreio, através do pisoteio do gado pode influenciar na capacidade hídrica e na drenagem do solo provocando a compactação e a impermeabilização (Souza, 2006). Esse fato intensifica o escoamento superficial que agravado pelas práticas dos desmatamentos e das queimadas promovem a erosão e o aparecimento de sulcos, ravinamentos e nos casos mais graves, voçorocas.

Em Tejuçuoca a pecuária extensiva tem aumentado ao longo dos anos, mas com um leve declínio em anos específicos de seca. Na observação da tabela 1 é possível perceber o declínio do rebanho bovino e suíno entre os anos de 1990 e 1996, com 10.942 e 7.737 cabeças de gado, respectivamente e 6.360 e 4.913 suínos, respectivamente, mas com crescimento, entre 2006 e 2012, desses rebanhos. Entre o período de 1990 e 1996, o rebanho de ovino aumentou de 2.510 para 9.738, caindo para 8.849 em 2006 e atingindo o número máximo, entre todos os outros rebanhos, 11.789 em 2012. O caprino teve crescimento entre os anos de 1990, 1996 e 2006, passando de 1.183 em 1990 para 4.776 em 2006. Diminuiu o número de caprino no ano de 2012, 4.594 em comparação com o ano de 2006.

Tabela 1- Efetivo dos rebanhos de Tejuçuoca (1990-2012)

ANO	BOVINO	SUINO	OVINO	CAPRINO
1990	10.942	6.360	2.510	1.183
1996	7.737	4.913	9.738	3.574
2006	7.278	2.724	8.849	4.776
2012	7.761	7.349	11.789	4.594

Fonte: IBGE, Censo agropecuário 1996, 2006. Produção da Pecuária Municipal, 1990, 2012

A tabela demonstra o efetivo da pecuária, bovino, suíno, ovino e caprino, 31.493 cabeças presentes em Tejuçuoca que consomem os pastos nativos, vegetação rasteira eliminando os brotos e influenciando na germinação das espécies da caatinga. Além disso, intensificam o processo de escoamento superficial através da compactação do solo pelo excesso de pisoteio. Segundo Oliveira (2006) os criadores de animais aumentam o número de bovino, ovinos e caprinos em limites superiores à capacidade de suporte do ambiente semiárido que concentradas em solos rasos e pedregosos, como os Neossolos Litólicos, encontrado em grande parte de Tejuçuoca, com condições edafoclimáticas baixas, provocam o aceleração dos processos erosivos.

Destaca-se também a problemática do crescimento exacerbado dos rebanhos que acabam competindo pela mesma pastagem, podendo ultrapassar a capacidade de produção natural de Tejuçuoca e destruir a vegetação, fato que também intensifica a erosão e a degradação ambiental. A figura 3 apresenta uma amostra da pecuária bovina e caprina de Tejuçuoca.



Figura 3- A: Pecuária bovina em Tejuçuoca; B: Caprinos em Tejuçuoca
(Foto tirada pelos autores em junho/2016)

4.3. Erosão dos solos e o assoreamento de corpos hídricos

A vegetação tem papel primordial na manutenção do ambiente equilibrado, com a função de fixar o solo, contribui com o ciclo hidrológico e representa elemento fundamental na contenção da erosão. Quando a cobertura vegetal natural é removida, o solo fica desprotegido e a água precipitada chega ao solo com maior intensidade, pois não será interceptada pela vegetação podendo causar o efeito *splash*, infiltrar, atingir o ponto de saturação do solo e escoar superficialmente transportando os

sedimentos. Em áreas com declive acentuado esse processo é intensificado pela ação da gravidade e a camada superficial do solo, primeiros horizontes e mais férteis, podendo ser carregado, promovendo a perda de nutrientes, elementos minerais e a fertilidade, resultando em um solo degradado (Souza, 2000; Guerra, 2012).

O escoamento superficial é um processo dominante da morfodinâmica do ambiente semiárido sertanejo. Assim, somada a condições climáticas, a topografia, o tipo de solo, a vegetação e as práticas de manejo, principalmente o desmatamento, as queimadas e o superpastoreio citados no trabalho é possível perceber o atual estado de degradação ambiental de Tejuçuoca.

A figura 4 (A) demonstra a erosão do solo, ocorrência de solo desnudo, facilitada pelas características físicas do solo e climática e intensificada pelo desmatamento, "qualquer atividade humana que exija a remoção da cobertura vegetal protetora promove a erosão, o mesmo ocorrendo com medidas impróprias, como arar morro acima" (Araújo; Almeida; Guerra, 2010, pg. 24). Evidencia-se a poluição por resíduos sólidos que prejudica o solo podendo contaminá-lo com elementos-traços e outros poluentes químicos.



Figura 4- A: Erosão do solo em Tejuçuoca; B: Encosta com ravinas no açude Ingá em Tejuçuoca (Foto tirada pelos autores em junho/2016)

Na figura 4 (B) observa-se uma encosta desmatada com drenagem no sentido do açude Ingá, percebe-se a presença de ravinas expostas decorrentes da remoção da cobertura vegetal, da ação da precipitação através do escoamento superficial e do sentido da declividade que carregam todo o material da superfície para o reservatório promovendo o assoreamento.

De acordo com Araújo, Almeida e Guerra (2010) com a retirada da cobertura vegetal intensifica-se o escoamento superficial em que a água carrega a camada superior do solo, reduzindo a fertilidade devido a três motivos: i) conforme o solo fica mais denso e fino, as raízes encontram mais dificuldade de penetrar, tornando o solo superficial demais a elas; ii) reduz-se a capacidade de o solo reter água e torna-la disponível às plantas e iii) os nutrientes para as plantas são lavados com as partículas de solo erodidas.

Em uma área de encosta, o excesso de escoamento superficial provoca o aparecimento de ravinas, que correspondem a sulcos causados pela erosão do solo, e o aumento do transporte de sedimentos oriundos das encostas para corpos hídricos e reservatórios construídos para a captação de água, no caso de Tejuçuoca identifica-

se o assoreamento de açudes por este processo que associado ao período de seca prolongada no Ceará, quatro anos, promove a intensificação da degradação dos solos.

O assoreamento consiste na deposição dos materiais sólidos transportados pelos cursos de água. Além disso, o processo de assoreamento pode provocar a perda da capacidade de armazenamento dos reservatórios, reflexo da erosão (Aquino; Lopez, 2000).

Goudie (1995 *apud* Guerra, 2012) salienta que a erosão nas encostas é resultante da combinação de três processos: i) salpicamento (*rainsplash*); ii) escoamento superficial (*surfasse' wash*) e iii) ravinamento (*rill erosion*) que dependem da erosividade da chuva, da erodibilidade dos solos, das características das encostas e da natureza da cobertura vegetal.

Segundo Guerra (2012) o processo de formação das ravinas inicia-se na saturação do solo e formação de poças de águas que rompem obstáculos e escoam superficialmente, sendo inicialmente difuso, sob a forma de um lençol (*sheeflow*) que evolui para uma ravina quando o fluxo de água passa a ser linear (*flowline*) e depois trona-se microrravinas (*microrills*) e posteriormente para microrravinas com cabeceiras (*headctus*). Simultaneamente a essa evolução, podem se estabelecer também bifurcações, através dos pontos de ruptura (*knickpoints*) das ravinas, criando uma rede de ravinas (*rill network*) na encosta.

Identificou-se em Tejuçuoca um grande número de açudes secos e assoreados, decorrentes da degradação da vegetação e conseqüente erosão dos solos, principalmente pelo aumento do escoamento superficial que promove o surgimento de ravinas e voçorocas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os indicadores de degradação ambiental descritos no trabalho demonstram o atual estado das condições físico-geográficas do município de Tejuçuoca, evidenciando a necessidade de um planejamento ambiental com propostas de ações voltadas a recuperação ambiental, convivência com o semiárido e medidas preventivas para evitar o avanço da degradação.

Nessa perspectiva, a realização do trabalho apresenta-se como uma importante contribuição para o entendimento do meio físico e uso e ocupação do semiárido, mas precisamente em Tejuçuoca, como modelo de diagnóstico da degradação ambiental a partir de indicadores e visão sistêmica e integradora que pode ser utilizada para outras realidades, incrementando os estudos das condições geoecológicas e socioeconômicas dos municípios do sertão cearense com base a compreensão da apropriação dos recursos naturais.

6. REFERÊNCIAS

Aquino, W. F.; Lopez, Á. G. (2000). *Estudo do assoreamento de corpos d'água pelo método geofísico de geo-radar*. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES-Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais, p. 1-6. Porto Alegre, Brasil.

Araújo, G. H. de S.; Almeida, J. R. de; Guerra, A. J. T. (2010). *Gestão ambiental de áreas degradadas*. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, Brasil.

Associação Caatinga. (2012). *Conheça e Conserve a Caatinga: o bioma Caatinga*. Associação Caatinga. Fortaleza, Brasil.

Cavalcanti, I. F. de A.; Ferreira, N. J.; Silva, M. G. A. J. da; Dias, M. A. F. da S. (2009). *Tempo e clima no Brasil*. Oficina de Textos, São Paulo, Brasil.

CPRM, Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais. (1998). *Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Tejuçuoca*. Fortaleza, Brasil.

Cunha, S. B. da; Guerra, A. J. T. (2011). Degradação ambiental. In: Cunha, S. B. da; Guerra, A. J. T. *Geomorfologia de meio ambiente*. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, Brasil.

Farias, J. F.; Silva, E. V. da; Nascimento, F. R. do. (2015). Caracterização de sistemas ambientais como base metodológica para o planejamento ambiental em bacias hidrográficas semiáridas. *Revista GeoAmazônia*. V. 3, n. 6, p. 14-27. Amazonas, Brasil.

Gorayeb, A. (2004). *Análise geoambiental e dos impactos na bacia hidrográfica do rio Curu-Ceará-Brasil*. 190 f. Dissertação (mestrado em Geografia) Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Brasil.

Guerra, A. J. T. (2012). Encostas e a questão ambiental. In: Cunha, S. B. da; Guerra, A. J. T. *A questão ambiental: diferentes abordagens*. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, Brasil.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010). *Censo Demográfico*. Brasília, Brasil. Disponível em <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=231335&search=ceara|tejuocuca>>. Acesso em 19/10/2016.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2012). *Manual Técnico da Vegetação Brasileira*. IBGE. Rio de Janeiro, Brasil.

IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégias do Ceará. (2012). *Perfil Básico municipal de Tejuçuoca*. Tejuçuoca, Brasil. Disponível em <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm-2012/Tejuocuca.pdf>. Acesso em: 19/10/2016.

Oliveira, V. P. V. de. (2006). A problemática da degradação dos recursos naturais no domínio dos sertões secos do estado do Ceará-Brasil. In: Silva, J. B. da.; Dantas, E. W. C.; Zanella, M. E.; Meireles, A. J. de A. *Litoral e sertão: natureza e sociedade no nordeste brasileiro*. Expressões Gráfica, Fortaleza, Brasil.

Pereira, R. C. M; Silva, E. V. da. (2007). Solos e vegetação do Ceará: características gerais. In: Silva, J. B. da.; Cavalcante, T. C.; Dantas, E. W. C.; Sousa, M. S. de. *Ceará: um novo olhar geográfico*. Demócrito Rocha, Fortaleza, Brasil.

Sales, M. C. L; Oliveira, J. G. B. de. (2006). Análise da degradação ambiental no núcleo de desertificação de Irauçuba. In: Silva, J. B. da.; Dantas, E. W. C.; Zanella, M.

E.; Meireles, A. J. de A. *Litoral e sertão: natureza e sociedade no nordeste brasileiro*. Expressões Gráfica, Fortaleza, Brasil.

Silva, E. V. da.; Pereira, R. C. M. (2007). Problemas ambientais e unidades de conservação no Ceará. In: Silva, J. B. da.; Cavalcante, T. C.; Dantas, E. W. C.; Sousa, M. S. de. *Ceará: um novo olhar geográfico*. Demócrito Rocha, Fortaleza, Brasil.

Souza, M. J. N. de. (2000). Bases Naturais e Esboço do Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará. In: Lima, L. C; Morais, J. O; Souza, M. J. N. de. *Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará*. Parte I. Funece, Fortaleza, Brasil.

Souza, M. J. N. de. (2006). Panorama da degradação ambiental, desertificação e entraves ao desenvolvimento sustentável no Ceará. In: Pinheiro, D. R. de C. *Desenvolvimento sustentável: desafios e discussões*. ABC, Fortaleza, Brasil.

Trigueiro, E. R. da C; Oliveira, V. P. V. de; Bezerra, C. L. F. (2009). Indicadores biofísicos e a dinâmica da degradação/desertificação no bioma Caatinga: estudo de caso no município de Tauá, Ceará. *Revista Rede*. v. 3, n. 1, p. 62-82, Fortaleza, Brasil.

UNCED, United Nations Conference on Environment and Development. (1992). *Agenda 21*. UNCED, Rio de Janeiro, Brasil.

CHUVAS E A PROBLEMÁTICA DOS ALAGAMENTOS: CASOS RECENTES NA CIDADE DE TERESINA, PIAUÍ, BRASIL

Francisco Wellington de Araújo Sousa

Universidade Estadual do Piauí

wellingtongeo88@gmail.com

Maria Valdirene Araújo Rocha Moraes

Universidade Federal do Piauí

RESUMO

Com o crescimento urbano das cidades os problemas que afetam a sociedade e também a natureza foram ganhando intensidade, e devido a esse crescente uso do solo e das transformações na paisagem, os desastres naturais foram também se intensificando e tornando-se cada vez mais recorrentes nos espaços urbanos. Dentre os desastres naturais que tem afetado frequentemente a população urbana destacam-se aqueles relacionados às precipitações pluviométricas, que são as inundações, enchentes e também os alagamentos. Este artigo tem como objetivo discutir a respeito dos alagamentos que ocorreram recentemente na cidade de Teresina nos últimos dois anos, em especial em algumas ruas, avenidas ou rodovias importantes da capital, e como esses eventos provocam transtornos e prejuízos para a população que vive nas proximidades como para uma grande parcela dos cidadãos.

Palavras chave: Alagamentos; Precipitação Pluviométrica; Teresina.

1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento urbano das cidades os problemas que afetam a sociedade e também a natureza foram ganhando intensidade, devido ao crescente uso do solo e das transformações na paisagem, os desastres naturais foram também se intensificando e tornando-se cada vez mais recorrentes nos espaços urbanos. Dentre os desastres naturais que tem afetado frequentemente a população urbana destacam-se aqueles relacionados às precipitações pluviométricas, que são as inundações, enchentes e também os alagamentos.

Esses eventos extremos causam muitos transtornos e prejuízos para quem vive em áreas que são afetadas por esses problemas, principalmente as populações ribeirinhas, devido às inundações e enchentes dos rios, riachos ou lagoas. Assim, a população que ocupa essas áreas sofre com as perdas materiais e até mesmo com a vida. Lohmann (2010) destaca que nos últimos anos, observou-se um crescimento no número de pessoas afetadas por inundações e também por alagamentos. Para este autor, mesmo ocorrendo eventos pluviais não tão extremos, as pessoas são afetadas, pois aumentou a vulnerabilidade da população em relação a esses desastres.

Segundo o Anuário Brasileiro de Desastres Naturais de 2013, 277.820 pessoas foram atingidas pelos alagamentos no país, sendo que as regiões Sudeste e Sul foram as que apresentaram mais casos de ocorrências por esse desastre. Ainda segundo dados desse documento 44.330 pessoas ficaram desabrigadas enquanto 48.260 foram desalojadas (Brasil, 2014).

Considerando dados referentes a região Nordeste, no ano de 2013 foram 39.447 pessoas afetadas por alagamentos, sendo que 5.645 ficaram desalojadas e 475 pessoas desabrigadas (Brasil, 2014). Esses dados revelam que os casos de alagamentos no país como um todo, provocam muitos danos a população, revelando a vulnerabilidade das pessoas em relação a um desastre que não é tão intenso quanto as enchentes e as inundações, mas que provocam prejuízos.

No caso da cidade de Teresina, os alagamentos tornaram-se bem frequentes todos os anos, sendo um dos problemas enfrentados pela população, principalmente nos meses chuvosos, correspondendo principalmente entre os meses de janeiro a abril. É durante esses meses onde se concentram as chuvas, sendo março o mês mais chuvoso, apresentando um regime pluviométrico de 75,6% para os primeiros quatrom meses do ano (Teresina, 2013).

Na capital existem pontos ou ruas em que apresentam na maioria das vezes transtornos para os cidadãos, pois devido as chuvas que ocorrem na cidade, associado ao sistema de drenagem que é ineficiente, a água que escoar fica acumulada em ruas, avenidas e rodovias, atingindo casas, pontos comerciais, parando o trânsito e evitando assim os teresinenses de ir e vir.

Além disso, outro fator que tem impulsionado no aumento do número de pontos de alagamentos em Teresina, diz respeito ao crescimento urbano, que trouxe como consequência o aumento de áreas impermeabilizadas (ruas, avenidas, calçadas), o que dificulta o processo de infiltração das águas pluviais, facilitando assim o aumento do escoamento superficial.

Diante dessa problemática este artigo tem como objetivo discutir a respeito dos alagamentos que ocorreram recentemente na cidade de Teresina nos últimos dois anos, em especial em algumas ruas, avenidas ou rodovias importantes da capital, e como esses eventos provocam transtornos e prejuízos para a população que vive nas proximidades como para uma grande parcela dos cidadãos.

A metodologia do trabalho consistiu em leituras em artigos, livros, teses e notícias em sítios da internet. Também foi utilizado o *software Google earth*, para localizar e espacializar os pontos de alagamentos na cidade assim como para localizar a cidade de Teresina, e as avenidas que apresentam com frequência problemas relacionados aos alagamentos.

1.1. Localização do município de Teresina

O Município de Teresina, no Estado do Piauí (Figura 1), está localizado na Mesorregião geográfica Centro Norte Piauiense, distante 366 quilômetros do litoral do Estado. O município está inserido no Território de Desenvolvimento Entre Rios. Se limita a oeste na margem esquerda do Rio Parnaíba com o estado do Maranhão, ao norte com os municípios de União e José de Freitas; ao sul, com Palmeirais, Curalinhos, Nazária, Monsenhor Gil e Demerval Lobão; e a leste com Altos, Lagoa do Piauí e Pau d'Arco do Piauí (Teresina, 2013).

A sede do município encontra-se localizado entre as coordenadas geográficas 05° 05' 12" latitude sul e 42° 48' 42" longitude oeste de *Greenwich*. Possui uma área total de 1.391,981 Km², onde, 17% são considerados área urbana e 83% área rural (Teresina, 2016).

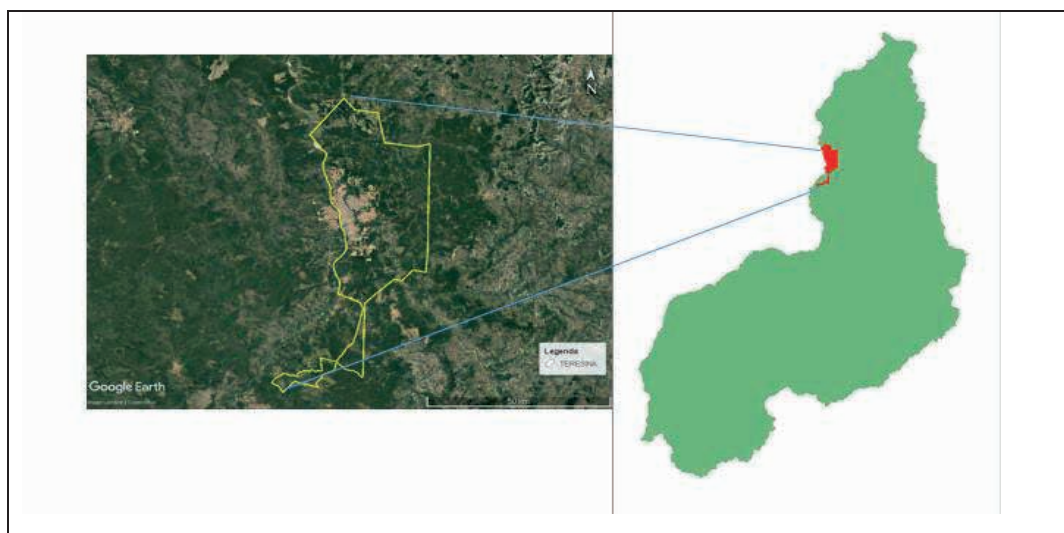


Figura 1- Localização do Município de Teresina

(Fonte: *Google earth* imagem de 2017. Organização: Sousa, 2017)

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A problemática em torno das enchentes, inundações e alagamentos apresentam semelhanças, mas também distinções. Esses eventos extremos são considerados segundo Brasil (2003) como desastres naturais relacionados ao incremento das precipitações hídricas.

As enchentes ou cheias baseia-se na elevação do nível de água no canal de drenagem decorrente do aumento da vazão, atingindo assim a cota máxima do canal. Portanto, as águas se elevam lentamente; ficam mantidas em situação de cheia durante algum tempo e depois irá escoar gradualmente (Tominaga *et al.*, 2009; Brasil, 2003). As enchentes estão relacionadas principalmente com períodos prolongados de precipitações pluviométricas do que com chuvas intensas e concentradas, apresentando como característica a grande extensão nas áreas de ocorrência (Brasil 2003).

Com relação às inundações, Brasil (p.69, 2014) apresenta uma definição para esse fenômeno que consiste na “submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas”. Os problemas relacionados às inundações são decorrentes principalmente da quantidade e intensidade da precipitação atmosférica (Tominaga *et al.*, 2009). Além da intensidade e da distribuição da precipitação Tominaga *et al.* (2009), continua dizendo que existem muitos outros fatores que contribuem para a frequência e gravidade das inundações, como: a taxa de infiltração de água no solo, o grau de saturação do solo e as características morfométricas e morfológicas da bacia de drenagem.

Já os alagamentos são águas que se acumulam no leito das ruas e nos perímetros urbanos, devido às fortes precipitações pluviométricas, principalmente em cidades

que apresentam sistemas de drenagem deficientes (Brasil, 2003). Outra definição mais ampla destaca que o alagamento consiste na: “extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e conseqüente acúmulo de água em áreas rebaixadas, atingindo ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas” (Brasil, p. 62, 2014).

É importante destacar que nos pontos de alagamentos, o extravasamento das águas depende muito mais de uma drenagem deficiente, do que das precipitações locais. Esse fenômeno tem uma ampla relação com a redução da infiltração natural nos solos urbanos, sendo provocado por alguns fatores:

- compactação e impermeabilização do solo;
- pavimentação de ruas e construção de calçadas, reduzindo a superfície de infiltração;
- construção adensada de edificações, que contribuem para reduzir o solo exposto e concentrar o escoamento das águas;
- desmatamento de encostas e assoreamento dos rios que se desenvolvem no espaço urbano;
- acumulação de detritos em galerias pluviais, canais de drenagem e cursos d'água;
- insuficiência da rede de galerias. (Brasil, p.51, 2003)

Além disso, a falta de saneamento e limpeza das vias de drenagem pública, como a falta de consciência de boa parte dos indivíduos, que habitam as cidades que sofrem com esses desastres, também se mostram como fatores determinantes ao aparecimento dos alagamentos. É importante mencionar que os eventos climáticos extremos, que no decorrer dos anos estão ficando cada vez mais intensos tem ampla relação ao surgimento dessa problemática (Júnior, Costa, Mercês, 2010?).

Portanto, os alagamentos acontecem com mais frequência em cidades mal planejadas, e quando elas crescem rapidamente, o que dificulta a realização de obras de drenagem e de esgotamento de águas pluviais. Além disso, os problemas relacionados a esses desastres provocam danos materiais, como também humanos (Brasil, 2003).

3. PROBLEMÁTICA DOS ALAGAMENTOS NA CIDADE DE TERESINA

Os problemas que envolvem os alagamentos e inundações em Teresina vêm se tornando cada vez mais constantes na capital, pois quando se inicia o período chuvoso, durante todo o verão, é comum ver notícias a respeito de áreas, ruas ou casas que foram inundadas ou então alagadas.

As chuvas se concentram principalmente durante o verão devido ao clima do município, que é controlado por alguns sistemas atmosféricos atuantes nesse período. Entre os sistemas que influenciam o período chuvoso Silva, Medeiros, Ribeiro, Santos e Farias. (2015, p.2) destacam-se os seguintes:

[...] a variabilidade espacial e temporal da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), a contribuição dos vórtices ciclônicos de altos níveis sendo sua atividade mais ao sul do equador, contribuição dos Vórtices Ciclônicos de altos níveis, deste que seu centro esteja no oceano, às formações e

intensificações das linhas de instabilidade e dos aglomerados convectivos, auxiliado pelos ventos alísios de nordeste, a convergência de umidade e a troca de calor sensível por latente e vice-versa, as contribuições dos efeitos locais, fatores que aumentam a cobertura de nuvens, a umidade relativa do ar e provocam chuvas de intensidades moderadas à fraca em quase todos os meses do ano [...].

Devido à recente evolução e ao crescimento da cidade, o planejamento do sistema de drenagem feito em Teresina foi de forma inadequada, favorecendo o agravamento do quadro dos problemas oriundos das inundações e alagamentos em Teresina. Assim, esses eventos são infelizmente esperados na capital, pois todo ano ocorrem os mesmos pontos de degradação urbana (Teresina, 2010). Portanto, a cidade apresenta muitos problemas em relação ao escoamento da água das chuvas, pois além do planejamento ter sido feito inadequadamente, as estruturas físicas adequadas para a microdrenagem também se encontram deficientes. As redes e galerias foram construídas segundo a necessidade, sem ter antes uma padronização e planejamento prévio (Teresina, 2013).

Outro ponto que se deve destacar é que os projetos de drenagem se mostraram equivocados nas concepções, pois grande parte, não levou em consideração a expansão urbana da área e também o aumento da impermeabilidade do solo em Teresina. Além disso, a topografia da área urbanizada, também contribui para ocorrerem frequentemente os casos de alagamentos, pois o relevo é predominante plano com altitudes baixas (Teresina, 2013).

Entre as ruas e avenidas que sempre há ocorrências de alagamentos na cidade estão: Avenida Homero Castelo Branco, Cajuína, Zequinha Freire e Presidente Kennedy na zona leste; Avenida Joaquim Nelson e Mirtes Leitão na zona sudeste e nos últimos anos a rodovia BR-343 também vem sofrendo com esse transtorno em um ponto específico. Há muitas outras avenidas e ruas da cidade que apresentam casos de alagamentos, no entanto priorizaram-se essas avenidas devido aos grandes transtornos causados aos cidadãos e por ser nessas zonas onde o sistema de drenagem é bastante deficiente. Na Figura 2, estão localizadas algumas avenidas acima citadas.

De acordo com o Plano Diretor de Drenagem Urbana de Teresina, a defesa Civil realizou um mapeamento de riscos da cidade, onde o documento destaca que a zona leste é a que mais enfrenta problemas de acúmulo de águas pluviais em função da precariedade do sistema de drenagem. Essa zona abriga um comércio que está crescendo, sendo a região onde reside a população mais economicamente privilegiada, no entanto, as ruas estão em constante alagamento. (Teresina, 2010).



Figura 2- Localização de algumas avenidas de Teresina onde ocorrem pontos de alagamentos
(Fonte: Google Earth, imagem de 2017. Organização: Sousa, 2017)

No Plano diretor de drenagem urbana da cidade foram detectadas 70 sub-bacias. No entanto apenas oito foram consideradas como prioritárias para serem realizadas obras para melhorar o sistema de drenagem das águas pluviais na capital. Essas oito sub-bacias foram escolhidas devido a alguns fatores a saber: a severidade dos problemas de inundação, população afetada direta e indiretamente e tendência de expansão urbana.

3.1. Alagamentos recentes em Teresina: casos de 2015 e 2017

No dia 9 de abril do ano 2015, uma chuva forte que caiu na madrugada causou muitos transtornos em várias regiões da cidade, com muitos pontos de alagamentos em ruas e avenidas. Segundo a meteorologia o evento ocorrido nessa data foi de 70 milímetros de precipitação, considerada como maior volume de água que caiu na capital no período. (Oliveira; Romero, 2015).

Segundo informações do Boletim Agroclimatológico referente ao mês de abril do ano de 2015, entre os sistemas que influenciaram o clima na região nesse período está a ZCIT. No entanto houve uma fraca atuação da ZCIT durante o mês, devido os ventos alísios apresentaram-se mais fracos que o normal, porém mesmo com essa fraca atividade esse sistema provocou chuvas significativas em algumas cidades (INMET, 2015; UEMA, 2015).

Na figura 3 é possível observar condições de coberturas de nuvens causadas pela ZCIT ocorrido na data que teve o evento de precipitação pluviométrica que ocasionou os transtornos referentes aos alagamentos na cidade de Teresina. Na imagem 3-A, observam-se nuvens carregadas sobre a capital do Estado.

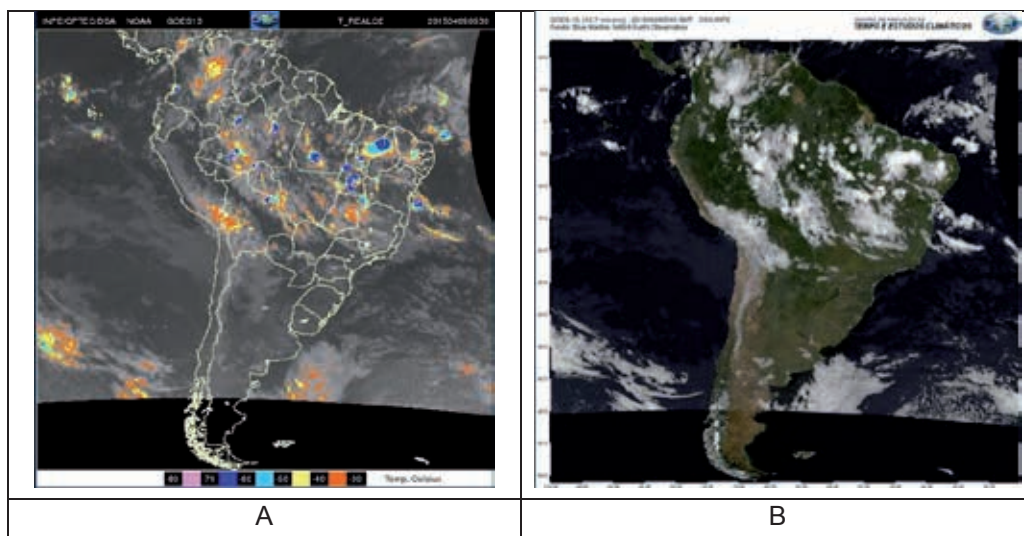


Figura 3 – Mosaico de imagens do satélite meteorológico GOES 13 no dia 09 de abril de 2017.
(Fonte: CPTEC/INPE)

Entre as avenidas que registraram pontos de alagamento nessa data estão as avenidas Joaquim Nelson e Mirtes Melão na zona sudeste, avenidas Zequinha Freire e Homero Castelo Branco, na zona leste e também na rodovia federal BR-343 na zona leste.

A avenida Joaquim Nelson localiza-se na zona sudeste, no bairro Dirceu Arcoverde (Figura 4). Nesse dia essa via pública ficou completamente bloqueada devido a um ponto de alagamento. Na figura 4 está localizada a avenida e o ponto crítico de ocorrência do alagamento.



Figura 4- Localização do ponto de alagamento na Avenida Joaquim Nelson, zona sudeste de Teresina

(Fonte: Google Earth, imagem de 2017. Organização: Sousa, 2017)

O alagamento na área tornou-se bem grave em consequência das construções irregulares que existem na região, fazendo com que o escoamento da água seja impedido, pois os empreendimentos mal planejados localizados nas proximidades represam toda a água. Como se observa na figura 5, o trânsito ficou completamente bloqueado, impedindo a circulação de veículos menores e também de pedestres. A avenida possui uma galeria, mas devido as fortes chuvas e o acúmulo de resíduos, houve o impedimento da passagem da água (Felizardo, Vieira e Moreira, 2015)



Figura 5- Alagamento na Avenida Joaquim Nelson no ano de 2015

(Fonte: Foto de Marcela Pachêco de 2015. Disponível em: <<http://www.portalodia.com/noticias/piaui/chuva-bloqueia-br,-avenida-e-alaga-condominio-luxuoso-em-teresina-230365.html>> Acesso em: 11 fev. 2017)

A BR-343 é uma importante rodovia da cidade que dá acesso ao litoral piauiense. Nessa data a rodovia tornou-se palco de um grande alagamento ocorrido em um ponto específico, bem próximo ao condomínio de Luxo Mirante do Lago. Na figura 6 observa-se a localização do ponto alagado e o condomínio.



Figura 6- Localização do ponto de alagamento na rodovia BR-343 e do Mirante do Lago

(Fonte: Google earth imagem de 2017. Organizado por Sousa 2017)

O alagamento na área fez com que a água invadisse as casas do condomínio, o que impediu dos moradores de sair. A água no local ficou represada, pois não tinha para onde escoar. Portanto, o alagamento trouxe muitos prejuízos para as pessoas que moram no local, deixando móveis molhados e carros quase submersos. Na figura 7, observa-se o alagamento dentro do condomínio.



Figura 7- Condomínio Mirante do Lago alagado no ano de 2015

(Fonte: Foto de Magno Bonfim de 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/2015/04/condominio-de-luxo-alaga-e-deixa-familia-ilhada-em-teresina.html>> Acesso em: 11/02/2017

Além de trazer prejuízos para moradores que vivem nas proximidades do local, o alagamento na rodovia provocou grandes transtornos ao trânsito no dia. A circulação de veículos ficou bloqueada nos dois sentidos, sendo que apenas carretas estavam passando, causando um grande congestionamento de cerca de 1 km na área. (Felizardo, Vieira e Moreira, 2015).

Outro ponto de alagamento considerado bem intenso ocorrido na mesma data, foi da avenida Mirtes Leitão. Essa via pública fica localizada no Alto da Ressureição, na zona sudeste da capital, nas proximidades do condomínio inundado. A avenida ficou parecendo uma lagoa, devido as chuvas que caíram na capital, o que impediu a circulação dos veículos, como se observa na Figura 8.



Figura 8- Alagamento na Avenida Mirtes Melão no ano de 2015

(Fonte: Foto de Uiracy Saboia de 2015. Disponível em: <<http://cidadeverde.com/noticias/189924/condominio-de-luxo-e-avenidas-sao-alagadas-com-forte-chuva-em-teresina>> Acesso em: 11/02/2017)

No ano de 2017, as chuvas que caíram entre os dias 9 e 10 de fevereiro, fizeram com que novamente os mesmos pontos de alagamentos citados no ano de 2015 fossem notícias na internet e nos noticiários de televisão. Novamente avenidas principais da capital tornaram-se palco de alagamentos intensos. Avenidas com grande movimentação de veículos, como Homero Castelo Branco e Joaquim Nelson tiveram pontos alagados. De acordo com dados da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) em Teresina, foram cerca de 55 milímetros de precipitação acumulada (Figura 9).

Data	Hora	Temperatura (°C)			Umidade (%)			Pto. Orvalho (°C)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação	Chuva
		Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Vel.	Dir. (°)	Raj.	(kJ/m²)	(mm)
10/02/2017	00	27.4	28.0	27.4	74	74	72	22.3	22.3	22.3	1001.6	1001.6	1000.7	1.7	276	5.8	-1.71	0.0
10/02/2017	01	26.5	27.4	26.5	78	78	74	22.4	22.4	22.2	1002.1	1002.1	1001.6	0.7	290	4.9	-1.45	0.6
10/02/2017	02	26.0	26.6	26.0	80	80	78	22.3	22.7	22.2	1002.3	1002.4	1002.1	2.6	324	6.7	1.290	0.0
10/02/2017	03	25.5	26.0	25.5	82	82	80	22.2	22.3	22.1	1002.3	1002.5	1002.1	1.8	284	6.7	0.163	0.0
10/02/2017	04	25.4	25.5	25.4	83	83	82	22.3	22.3	22.1	1001.6	1002.3	1001.4	0.8	238	4.6	-0.73	0.0
10/02/2017	05	25.4	25.5	25.3	85	85	83	22.6	22.6	22.3	1001.3	1001.7	1001.2	0.8	213	2.5	-1.80	1.4
10/02/2017	06	22.5	25.4	22.5	87	87	85	20.3	22.6	20.3	1001.6	1001.9	1001.2	3.1	111	9.0	1.386	13.2
10/02/2017	07	22.6	22.6	22.4	89	89	87	20.6	20.6	20.2	1001.4	1001.6	1001.2	0.9	131	8.5	-0.83	10.6
10/02/2017	08	23.6	23.6	22.5	90	90	89	21.8	21.8	20.6	1001.8	1001.8	1001.2	2.8	93	5.8	-0.41	10.6
10/02/2017	09	23.4	23.6	23.3	90	90	90	21.6	21.9	21.6	1002.0	1002.0	1001.8	0.5	244	6.1	-0.49	16.8
10/02/2017	10	23.4	23.4	23.3	90	90	90	21.7	21.6	21.6	1002.5	1002.5	1002.0	0.0	57	1.3	18.67	2.4
10/02/2017	11	24.0	24.0	23.3	91	91	90	22.4	22.4	21.6	1003.0	1003.1	1002.4	0.1	60	0.7	190.4	0.8
10/02/2017	12	25.5	25.5	24.0	89	91	89	23.5	23.5	22.3	1003.5	1003.5	1003.0	0.3	276	1.5	935.3	0.0
10/02/2017	13	25.5	25.8	25.2	87	89	87	23.3	23.5	23.0	1004.1	1004.1	1003.6	1.0	257	1.7	694.9	0.0
10/02/2017	14	26.2	26.2	25.4	86	88	86	23.7	23.8	23.0	1003.8	1004.2	1003.8	0.6	257	2.5	785.7	0.0
10/02/2017	15	27.2	27.2	26.2	84	86	84	24.4	24.4	23.6	1002.7	1003.8	1002.7	1.2	268	4.1	1673.	0.0
10/02/2017	16	28.4	28.4	27.1	82	85	82	25.0	25.2	24.2	1001.2	1002.7	1001.2	1.8	235	4.2	2341.	0.0
10/02/2017	17	29.4	29.4	28.0	79	82	79	25.3	25.5	24.4	999.7	1001.2	999.7	1.7	235	4.2	1727.	0.0
10/02/2017	18	30.1	30.4	29.0	75	79	75	25.2	25.8	24.9	999.4	999.7	999.4	0.7	296	4.1	1655.	0.0
10/02/2017	19	30.2	30.4	29.9	71	75	71	24.4	25.4	24.3	998.7	999.5	998.7	0.8	191	3.0	756.6	0.0
10/02/2017	20	29.9	30.7	29.9	70	71	69	23.8	24.6	23.8	999.4	999.4	998.5	1.3	201	4.1	484.6	0.0
10/02/2017	21	28.6	29.9	28.6	72	72	69	23.1	23.8	23.0	1000.3	1000.3	999.4	0.9	210	3.3	139.8	0.0
10/02/2017	22	25.7	28.6	25.7	79	79	72	21.8	23.0	21.7	1001.5	1001.6	1000.3	1.5	104	7.4	-1.04	9.8
10/02/2017	23	24.1	25.7	24.0	86	86	79	21.5	21.8	21.3	1002.9	1002.9	1001.5	1.9	57	6.2	1.053	17.8

Figura 9: Dados do Inmet, com destaque em vermelho do volume de precipitação que caiu na cidade de Teresina no dia 10 de fevereiro de 2017 que ocasionou com os alagamentos na capital

(Fonte: Inmet. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg_dspDadosCodigo_sim.php?QTMxMg==> Acesso em: 12/07/2017)

Segundo dados do Boletim Agroclimatológico referente ao mês de fevereiro do ano de 2017, entre os dias 7 a 13 o sistema meteorológico que influenciou e atuou no Estado do Piauí, provocando chuvas em algumas cidades, como na capital Teresina foi a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Além da ZCIT as instabilidades formadas pelo calor e o ar úmido também favoreceram a ocorrência das chuvas na região, principalmente entre os dias 1 a 13 (INMET, 2017).

Na figura 10-A observa-se uma banda de nuvens cobrindo quase todo o território brasileiro na data que ocorreu o evento de precipitação pluviométrica em Teresina, que ocasionou mais uma vez em transtornos referente aos alagamentos na capital. Além disso, conforme a imagem 10-B é possível observar nuvens carregadas sobre a capital na mesma data que ocorreu o evento.

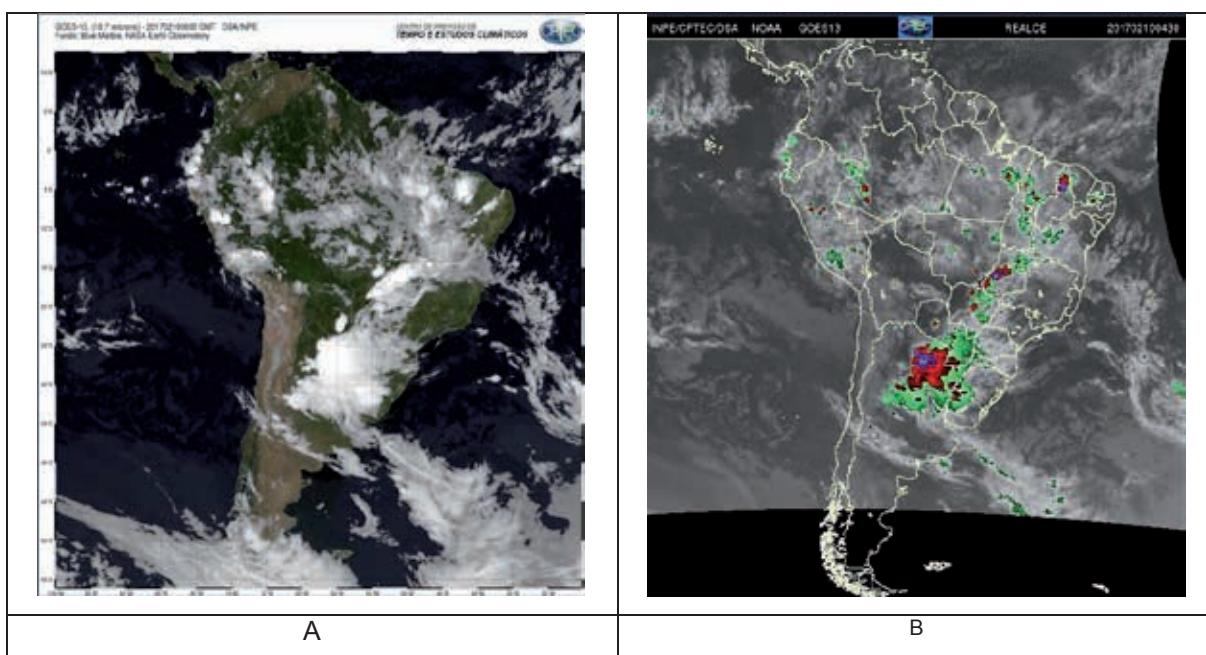


Figura 10- Imagens em mosaico do satélite meteorológico GOES 13 no dia 10 de fevereiro de 2017.

(Fonte: CPTEC/INPE)

Na rodovia BR-343 o trânsito mais uma vez ficou muito complicado no trecho que ficou alagado (Figura 11). Como consequência desse alagamento a rodovia ficou interditada por algumas horas nos dois sentidos, provocando um grande congestionamento na área. Além disso, mais uma vez, moradores do condomínio de luxo Mirante do Lago ficaram sem saída e ilhados. O trânsito só foi reestabelecido as 10:30 do dia 10 (Arraes, 2017; Costa, 2017).

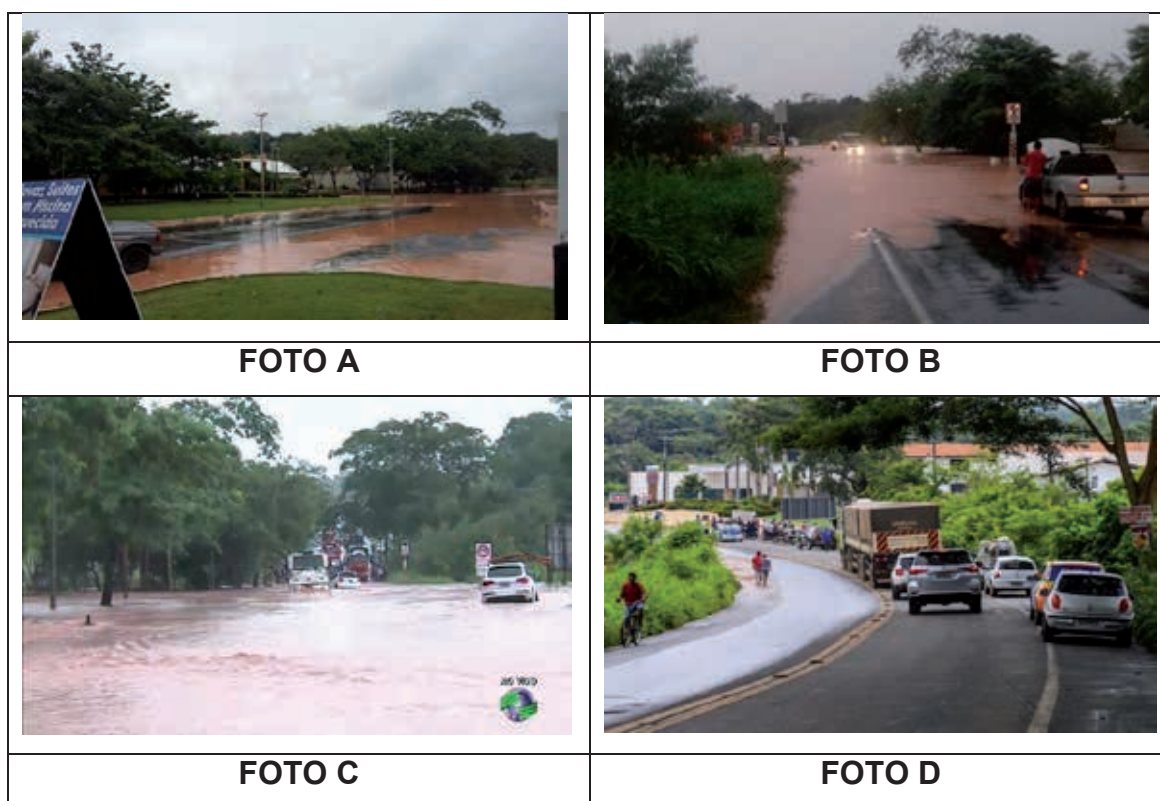


Figura 11 – Mosaico de fotografias do alagamento na Br-343, ocorrido no dia 10 de fevereiro de 2017 (Fonte: Fotos A e B: Portal O Dia; Foto C: Reprodução da TV; e Foto D: Wilson Filho/cidadeverde.com).

Houve alagamentos também em uma pousada localizada na rodovia, no bairro Gurupi. Outro ponto que causou transtorno no mesmo dia foi novamente na Avenida Joaquim Nelson, (Figura 12). Nessa avenida também se formou mais uma vez uma lagoa interditando os dois sentidos dessa via pública de Teresina.



Figura 12 – Mosaico de Fotografias da Av. Joaquim Nelson alagada no dia 10 de fevereiro de 2017
Fonte: Fotos de Wilson Filho (2017). Disponível em: <<http://cidadeverde.com/noticias/241005/forte-chuva-interdita-br-343-e-deixa-governador-ilhado-trecho-e-liberado>> Acesso em: 11/02/2017.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não é um problema recente a capital do Piauí sofrer com os constantes alagamentos toda vez que há uma chuva forte ou até mesmo uma chuva mais fraca e passageira. É uma situação bem antiga que vem se repetindo anos após anos, causando prejuízos e transtornos para os teresinenses. Sendo que esse problema acontece não apenas em algumas zonas ou ruas e avenidas. Os alagamentos tem ocorrência em todas as zonas da cidade.

Com relação aos alagamentos ocorridos recentemente na cidade, pode-se concluir que os fenômenos ou fatores que ocasionaram são vários. Entre os fenômenos destacam-se os problemas de drenagem urbana, pois não existe um sistema eficiente para escoar as águas pluviais; a impermeabilização do solo que está relacionado a pavimentação de ruas e avenidas; a falta de planejamento adequado dos empreendimentos que se localizam nas proximidades dos pontos de alagamentos citados, além de alguns fatores físicos modificados, como falta de vegetação que dificulta a infiltração e intensifica o escoamento superficial.

As consequências devido a esses problemas são várias principalmente para a população que vive nas proximidades como para as pessoas que tem acesso a essas vias públicas. Os transtornos no trânsito são frequentes, impossibilitando a circulação de carros e pessoas. Além disso, provocam perdas materiais e além de inundar as residências, o que mostra a vulnerabilidade da população frente a esses desastres.

Portanto, são necessárias várias intervenções da prefeitura em conjunto com a sociedade, com responsáveis de empreendimentos e de condomínios residenciais, para buscar soluções possíveis. É de responsabilidade do governo realizar obras de saneamento para o escoamento das águas pluviais e assim facilitar com que essas águas não ocasionam tantos alagamentos.

5. BIBLIOGRAFIA

Arraes, L. (2017). *Alagamentos prejudicam toda a capital*. Disponível em: <<http://jornal.meionorte.com/theresina/alagamentos-prejudicam-toda-a-capital-300951>> Acesso em: 11/02/2017.

Brasil (2014). Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. *Anuário Brasileiro de desastres naturais: 2013*. CENAD. Brasília, Brasil. Disponível em: <<http://www.mi.gov.br/defesacivil/publicacoes>> Acesso em: 11/02/2017.

_____(2003). Ministério da Integração Nacional. *Manual de desastres naturais*. Volume 1. Brasília, Distrito Federal, Brasil. Disponível em: <http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=47a84296-d5c0474da6ca8201e6c253f4&groupId=10157>. Acesso em: 11 fev. 2017

Costa, C. (2017). *Após chuva forte, BR-343 em Teresina fica alagada e trânsito é interrompido*. Disponível em: < <http://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/2017/02/apos-chuva-forte-br-343-em-teresina-fica-alagada-e-transito-e-interrompido.html>> Acesso em: 11/02/2017

Felizardo, N.; Vieira, P.; Moreira, M. L. (2015). *Chuva bloqueia BR, avenida e alaga condomínio luxuoso em Teresina*. Disponível em: < <http://www.portalodia.com/noticias/piaui/chuva-bloqueia-br,-avenida-e-alaga-condominio-luxuoso-em-teresina-230365.html>> Acesso em: 11/02/2017.

INMET (2015). Instituto Nacional de Meteorologia. *Boletim Agroclimatológico mensal de abril*. N. 4. V. 49. Brasília, Brasil. Disponível em: < http://www.inmet.gov.br/portal/arq/upload/BOLETIM-AGRO_MENSAL_201504.pdf>. Acesso em: 11/02/2017.

_____(2017). Instituto Nacional de Meteorologia. *Boletim Agroclimatológico mensal de fevereiro*. N. 2. V. 52.. Brasília, Brasil. Disponível em: < http://www.inmet.gov.br/portal/arq/upload/BOLETIM-AGRO_MENSAL_201702.pdf> Acesso em: 11/02/2017.

Junior, J. de A. S.; Costa, A. C. L. da; Mercês, S. S. S. das (2010?). *Relação entre os alagamentos na cidade de Belém-PA, a pluviosidade e o nível da maré*.

Lohmann, M. (2010). Análise dos alagamentos no município de Curitiba entre os anos de 2005 a 2010. *Ciência geográfica*. Bauru – XVII - vol. XVII. Disponível em: <http://www.agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXVII_1/agb_xvii1_versao_internet/agb_11_jandez2013.pdf>. Acesso em:11/02/2017.

Oliveira, C.; Romero, M. (2015). *Condomínio de luxo e avenidas são alagadas com forte chuva em Teresina*. Disponível em: < <http://cidadeverde.com/noticias/189924/condominio-de-luxo-e-avenidas-sao-alagadas-com-forte-chuva-em-teresina>> Acesso em: 11/02/2017.

Silva, V. M. de A.; Medeiros, R. M. de; Ribeiro, V. H. de A.; Santos, E. D.; Farias, M. E. A. C. de (2015). *Climatologia da Precipitação no Município de Teresina, PI, Brasil*. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC' 2015 Centro de Eventos do Ceará - Fortaleza - CE 15 a 18 de setembro de 2015. Disponível em: < http://www.confea.org.br/media/Agronomia_climatologia_da_precipitacao_no_municipio_de_teresina_pi_brasil.pdf>. Acesso em: 11/02/2017

Teresina (2010). Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação Geral. *Plano Diretor de Drenagem Urbana de Teresina. Relatório Final*. Teresina: Concremat Engenharia, 2010. Disponível em: <<http://semplan.teresina.pi.gov.br/saneamento-downloads/>> Acesso em: 11/02/2017.

_____(2016). Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação Geral. *Teresina: Caracterização do Município*. Teresina, Piauí, Brasil.. Disponível em: <<http://semplan.teresina.pi.gov.br/wp-content/uploads/2016/08/TERESINA-Characteriza%C3%A7%C3%A3o-do-Munic%C3%ADpio.pdf>> Acesso em: 12/02/2017.

_____(2013). *Plano Municipal de Saneamento Básico de Teresina*. Produto 02-Diagnóstico da situação do saneamento básico. Município de Teresina. DRZ Consultoria. Disponível em: <<http://www.teresina.pi.gov.br/sistemas/portalmpt/admin/upload/documentos/ba90e00ad7.pdf>> Acesso em: 15/05/2014.

Tominaga, L. K.; Santoro, J.; Amaral, R. (orgs.) (2009). *Desastres Naturais: conhecer para prevenir*. Instituto Geológico. São Paulo, Brasil. Disponível em: <<http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/livros/DesastresNaturais.pdf>>. Acesso em: 11/02/2017.

UEMA. (2015). Laboratório de Meteorologia. *Informativo Climatológico Maranhão - Abril de 2015*. Maranhão, Brasil. Disponível em: <<http://www.nugeo.uema.br/wp-content/uploads/2015/08/informe-abr-15.pdf>>. Acesso em: 11/02/2017.

CLIMA E DENGUE NA CIDADE DE FORTALEZA

Juliana Rodrigues Alves

Universidade Federal do Ceará

julianageografiaufc@gmail.com

Jéssica Freitas e Silva

Universidade Federal do Ceará

Antônio Ferreira Lima Júnior

Universidade Federal do Ceará

Maria Elisa Zanella

Universidade Federal do Ceará

RESUMO

Fortaleza têm condições climáticas favoráveis para a proliferação do mosquito da dengue. O objetivo deste trabalho constitui-se em realizar uma análise sobre o comportamento da dengue na cidade de Fortaleza- CE, levando-se em conta a influência das condições climáticas na distribuição temporal da doença além da distribuição da doença no espaço urbano da cidade. Para isso foram adquiridos dados diários, mensais e anuais de variáveis atmosféricas, epidemiológicas, resultando em mapas, gráficos e análise rítmica para o primeiro semestre de 2015, ano considerado epidêmico. Verificou-se a irregularidade da distribuição das precipitações no ano, onde há a concentração destas no primeiro semestre. Em torno de 85% dos casos de dengue aconteceram no primeiro semestre do ano. Percebeu-se que a epidemia do ano de 2015 ocorreu principalmente dentro da quadra chuvosa (fev. a maio), acrescido do mês de junho, quando ainda ocorrem chuvas na região. A umidade relativa mostrou-se bastante elevada no primeiro semestre do ano, por causa do período chuvoso, portanto, a precipitação e a umidade relativa são variáveis atmosféricas que se relacionaram com os casos de dengue. Os bairros da periferia da cidade foram onde se iniciaram os episódios epidêmicos do ano de 2015.

Palavras-chave: Epidemiologia. Clima. Saúde. Fortaleza.

1. INTRODUÇÃO

O Município de Fortaleza está situado em uma zona crítica em relação à biogeografia do mosquito *Aedes aegypti*, vetor da dengue. As condições climáticas, populacionais, socioeconômicas da capital cearense contribuem para que o mosquito encontre circunstâncias adequadas para sua proliferação e conseqüentemente, acontecem endemias e epidemias da doença.

Sua localização é no litoral norte do Ceará (Figura 1). Com uma área de 313,8 km² e população de 2.447.481 habitantes (IBGE, 2010), reflete em uma densidade populacional de 7.892 habitantes por km².

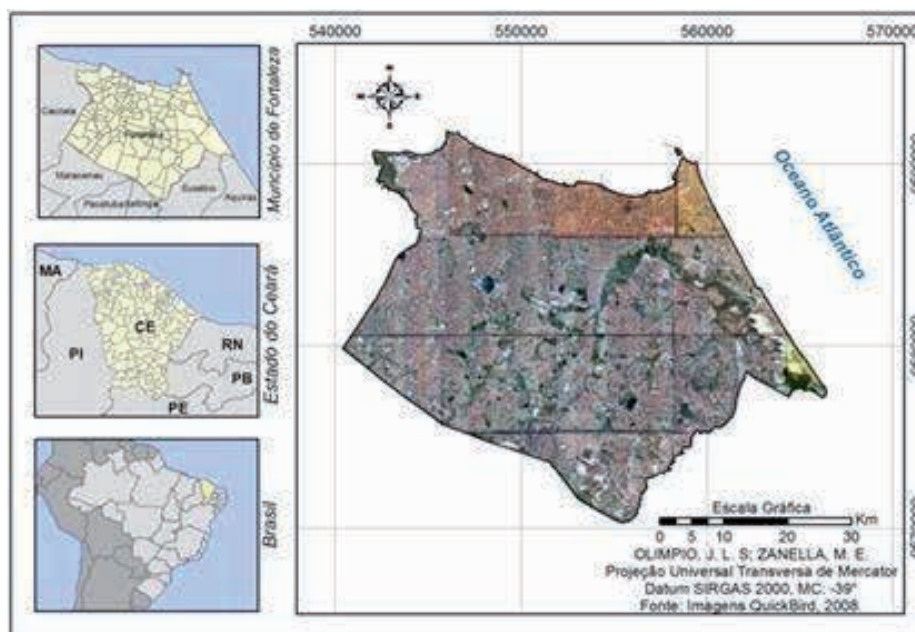


Figura 1 – Localização da cidade de Fortaleza
(Fonte: OLÍMPIO, J. L. S; ZANELLA, M. E., 2008)

À medida que esse crescimento desordenado da cidade segue aumentando, sem o acompanhamento necessário de políticas e/ou programas habitacionais, planejamento urbano e os diferentes preços do solo, tem-se como efeito a geração de uma ocupação desigual, em que a maior concentração populacional está nas porções norte e oeste da cidade (Figura 2).

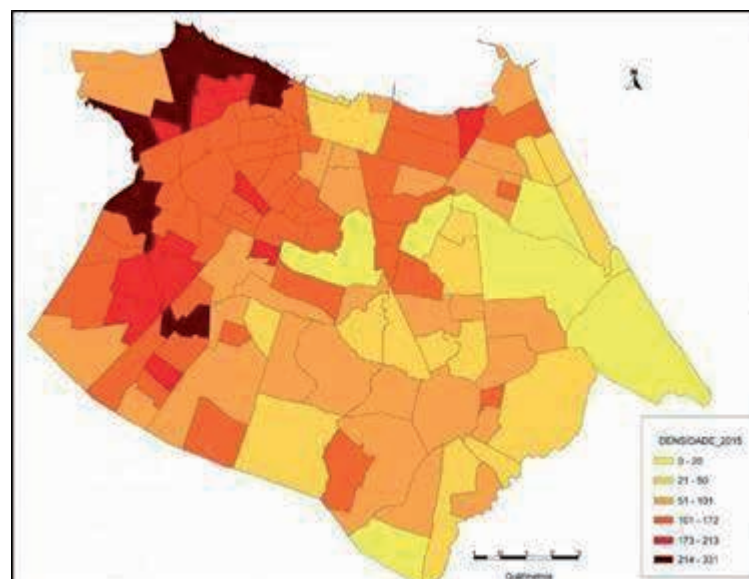


Figura 2 – Densidade populacional da cidade de Fortaleza
(Fonte: elaborada pelos autores, a partir de dados do IBGE, 2010)

Entretanto, com o processo de urbanização intenso e atuante das cidades brasileiras e o possível espraiamento espacial delas em um futuro próximo, especula-se sobre o agravamento das condições e qualidade de vida nas mesmas. Os problemas

relacionados ao clima podem se agravar, devido à dinamicidade das mudanças climáticas globais, tornar-se de mais difícil monitoramento e controle, especialmente quando se trata dos riscos e vulnerabilidades socioambientais relativos à saúde humana.

Denota-se a importância do clima como agente condicionante na disseminação de algumas doenças, possível observar de acordo com Ayoade (2015, p. 291) que “(...) em primeiro lugar, o clima afeta a resistência do corpo humano a algumas doenças. Segundo, o clima influencia o crescimento, a propagação e a difusão de alguns organismos patogênicos ou de seus hospedeiros”.

A dengue é uma dessas doenças que apresenta intrínseca relação com o clima, evidenciada principalmente por sua incidência ocorrer em “regiões tropicais e subtropicais, abrangendo as latitudes 45° N e 35° S ou mesmo fora desses limites, mas dentro da isoterma de 20°C” (Consolil, 1994, *apud* Magalhães, 2011, p.18).

O *Aedes aegypti* se prolifera nos mais variados ambientes, geralmente em decorrência de ações antrópicas, como lixos expostos a céu aberto e a falta de cuidado no meio doméstico, que facilitam o surgimento do ciclo de vida do mosquito. (Magalhães, 2011, p. 50).

A ocorrência da doença está ligada a vários fatores como sociais, econômicos, dentre outros. O objetivo deste trabalho constitui-se em realizar uma análise sobre o comportamento da dengue, levando-se em conta o clima na distribuição temporal da doença além de verificar a distribuição da doença no espaço urbano de Fortaleza.

2. METODOLOGIA

O entendimento acerca as relações entre os elementos climáticos e a saúde humana é parte fundamental deste trabalho. O clima funciona como condicionante para a proliferação de várias doenças, por meio de diferentes vetores (Rouquayrol, 1993), sendo de extrema importância o aprofundamento do conhecimento climático global, regional e local para que, em associação a ele e ao processo de urbanização e das políticas públicas, seja possível tratar da problemática da dengue nos dias atuais e em respectivas configurações futuras.

Os dados das médias mensais e anuais dos elementos climáticos foram obtidos a partir dos dados coletados da estação meteorológica do Departamento de Agrometeorologia (Campus do Pici – UFC), considerando o período de 1981 a 2010. Os dados diários foram obtidos por meio da miniestação meteorológica instalada na Barra do Ceará.

As informações sobre a dengue foram coletadas por meio do site do Sistema de Monitoramento Diário de Agravos (SIMDA), que são disponibilizados pela Prefeitura de Fortaleza junto a Secretaria Municipal de Saúde e classificadas em “dengue todas as formas”. Os mapas da distribuição espacial da dengue foram obtidos a partir do site do SIMDA (que espacializa a densidade da doença na capital) e reorganizados em uma única figura para uma melhor visualização da distribuição temporal e espacial da doença.

A técnica da análise rítmica, conforme proposta por Monteiro (1971) trabalha a relação diária entre os tipos de tempo e a variação dos elementos climáticos associando a gênese do clima ao seu impacto na natureza e na sociedade, tal como situações de tempo favoráveis à proliferação de doenças, como a dengue. A técnica foi aplicada

para o primeiro semestre de 2015, tendo em vista tal ano ter tido uma epidemia de dengue na cidade.

Para a elaboração da análise rítmica utilizou-se os dados climáticos obtidos através do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), as imagens de satélite (Goes - 13) para o reconhecimento dos tipos de tempos foram adquiridas na plataforma online do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC-INPE) e fez-se uso das cartas sinóticas da Marinha do Brasil, respectivamente, para identificar os sistemas atmosféricos atuantes e causadores de chuva do município no período analisado (janeiro a junho de 2015). Os gráficos foram feitos a partir da tabulação dos dados no Excel.

3. O CLIMA E A DENGUE EM FORTALEZA: DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL E ESPACIAL

3.1 Dinâmica atmosférica regional e o clima de Fortaleza

A dinâmica atmosférica regional é controlada principalmente pelo Anticiclone do Atlântico Sul, formador da Massa Equatorial Atlântica, que atua na maior parte do ano. Tal massa possui vorticidade anticiclônica e confere tempo estável para a região. Ela é formada por duas camadas de ar, sendo que a superior é bastante seca e com características de subsidência (Mendonça; Danni-Oliveira, 2007). A subsidência é interrompida a partir dos sistemas atmosféricos que geram instabilidade do tempo, notadamente a Zona de Convergência Intertropical, representando o sistema mais importante no estabelecimento da quadra chuvosa que ocorre de fevereiro a maio; em menor proporção atuam os Vórtices Ciclônico de Altos Níveis (VCAN) principalmente na pré-estação chuvosa, notadamente em janeiro; e os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL), cujas chuvas ocorrem em junho e julho (Ferreira e Mello, 2005). A estabilidade na região é em decorrência do Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul (ASAS), produtor da Massa Equatorial Atlântica que atua de forma mais expressiva no segundo semestre do ano.

As chuvas em Fortaleza se caracterizam por serem intensas e concentradas. Chove em média 1.584mm anuais, sendo que aproximadamente 70% da chuva se concentram entre fevereiro e maio. De acordo com dados da estação do PICI (período de 1981 a 2010), há uma variabilidade bastante expressiva na chuva. Conforme mostra a tabela 01, a precipitação varia de 945,1mm para o ano de 1993 (mais seco) e de 2.900mm para o ano de 1985 (mais chuvoso). A diferença entre o ano seco e o ano chuvoso é de aproximadamente 1.955mm. O semiárido brasileiro é a região brasileira cuja variabilidade da chuva é a mais alta em relação às demais regiões do país.

Tabela 1 – Totais anuais de Precipitação em Fortaleza-CE (1981 a 2010)

ANO	TOTAL	ANO	TOTAL	ANO	TOTAL
1981	1109,1	1991	1512,6	2001	1438,2
1982	1135,9	1992	1165,7	2002	1743,9
1983	958,2	1993	945,1	2003	2346,2
1984	2007,1	1994	2414,6	2004	1851,3
1985	2900,1	1995	2116,6	2005	1178,9
1986	2265,8	1996	1667,7	2006	1454,7
1987	1293,4	1997	975,5	2007	1335,1
1988	1757,9	1998	1182	2008	1568,2
1989	1732,4	1999	1344,6	2009	2341,6
1990	974,8	2000	1797,6	2010	1014,2
Média Decadal	1613,5		1512,2		1627,2
Média 30 anos					1584

Fonte: Posto meteorológico do Campus do PICI

Como se pode ver na Tabela 1, as médias decenais revelam um valor médio de 1.613,5mm para o período de 1981 a 1990, apresentando uma ligeira diminuição das chuvas nas décadas de 1991/00, com uma média de 1.512,2mm. Na última década, de 2001 a 2010, se evidencia uma média de 1.627,2mm mostrando novo incremento em relação à década anterior.

A variabilidade dos totais anuais de precipitação em Fortaleza é um fato evidente. Entretanto, 50% dos totais de chuvas situam-se entre 1.000 e 1.750mm anuais e ocorreram em 15 anos da série histórica. Vale ressaltar que, no período analisado, quatro anos registraram precipitação inferior a 1.000mm e 11 anos ultrapassam 1.750mm, sendo que destes, sete são superiores 2.000mm.

Com relação à distribuição mensal da precipitação, observa-se que em Fortaleza a chuva se concentra no primeiro semestre do ano. O mês mais chuvoso é abril, com uma média mensal de 380,1mm enquanto o mais seco é outubro, com apenas 10,3mm médios mensais. A quadra chuvosa ocorre de fevereiro a maio, chovendo aproximadamente 70% do total anual. Neste período atua na região a Zona de Convergência Intertropical, sistema atmosférico mais importante na ocorrência de chuva no Norte do Nordeste Brasileiro. As chuvas da pré-estação chuvosa (dezembro e janeiro) são gerados por Vórtices ciclônicos de altos níveis, enquanto as chuvas da pós - estação (junho e julho) pelos Distúrbios Ondulatórios de Leste. O segundo semestre do ano é fortemente influenciado pelo Anticiclone do Atlântico Sul, de onde se originam os alísios de Sudeste e a Massa Equatorial Atlântica que atua na região trazendo estabilidade pluviométrica.

O trimestre mais chuvoso de Fortaleza corresponde aos meses do outono do Hemisfério Sul (março-abril-maio) e o trimestre mais seco refere-se aos meses correspondentes à primavera deste mesmo Hemisfério (setembro- outubro-novembro).

Com relação à temperatura, Fortaleza apresenta baixa amplitude térmica anual e mensal. As médias máximas ocorrem em dezembro, com 27,8° C, enquanto que a média mais baixa em julho, com 26,3° C. A amplitude mensal é de 1,5° C, explicada

principalmente pela sua localização em baixas latitudes e pela proximidade do oceano, embora as latitudes ganhem maior importância. Temperaturas elevadas e de baixas amplitudes são favoráveis à proliferação do mosquito da dengue.

O trimestre mais quente corresponde ao final da primavera e verão do HS (Nov. a Jan.), enquanto o trimestre mais frio coincide com o inverno do HS (Jun., Jul. e Ago.), conforme tabela 2.

Tabela 2 – Médias climáticas mensais para Fortaleza (1981-2010)

Parâmetros	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Precipitação (mm)	126,4	183	344,4	380,1	208,8	159,6
Temperatura (°C)	27,4	27,3	26,9	26,8	26,8	26,4
Umidade (%)	76,5	78,8	82,1	82,9	80,6	78,9
Parâmetros	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Precipitação (mm)	76,1	24,9	19,7	10,3	10,9	39,8
Temperatura (°C)	26,3	26,6	26,9	27,7	26,7	27,8
Umidade (%)	76,5	72,7	71,2	72,1	73,4	76,3

Fonte: Posto Meteorológico do campus do PICI.

A umidade relativa é bastante alta na cidade de Fortaleza, sendo que os valores mais baixos correspondem ao mês de setembro, enquanto o mês de maior umidade ao mês de abril (mês mais chuvoso). Observa-se que a umidade guarda uma relação direta com a precipitação, cujos percentuais são mais elevados no período chuvoso, enquanto os percentuais mais baixos no período seco. Considerando o trimestre, observa-se que os meses de MAM apresentam a maior média (81,9%) da umidade relativa, enquanto o trimestre mais seco (SON) o valor de 71,3%. As umidades relativas altas em todos os meses do ano são explicadas por Fortaleza estar localizada no litoral, conferindo elevadas taxas de evaporação durante o ano todo e umidades mais elevadas.

Tabela 3 – Distribuição média trimestral para os parâmetros climáticos (Precipitação, temperatura e umidade) de Fortaleza (1981-2010).

Parâmetro	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ	DJF
Precipitação (mm)	217,9	302,5	311,1	249,5	148,2	86,9	40,2	18,3	13,6	20,3	59	116,4
Temperatura (°C)	27,2	27	26,8	26,7	26,5	26,4	26,6	27	27,3	27,6	27,6	27,5
Umidade (%)	79,1	81,3	81,9	80,7	78,6	76	73,2	71,5	71,3	72,3	74	76,2

Fonte: Posto Meteorológico do campus do PICI

3.2. A distribuição da dengue em Fortaleza

Em se tratando de casos da doença, conforme pode ser observado na tabela 3, o ano de 2015 apresentou um total de 42.208 casos (Tabela 3). Considerando a distribuição mensal observa-se que o mês de maio apresentou os valores mais elevados, como 15.686 casos da doença, correspondendo a 37% do total, seguido do mês de junho com 8.307 casos (8% do total). A maior concentração de casos ocorre no primeiro

semestre do ano (contando com aproximadamente 85% do total de casos), quando os volumes de chuva são mais elevados.

Tabela 4 - Casos de dengue em Fortaleza para o ano de 2015.

CASOS DE DENGUE 2015												
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
747	1.212	2.946	6.630	15.686	8.307	3.401	1.525	595	366	341	452	42.208

Fonte: Sistema de Monitoramento Diário de Agravos

Gráfico 1 — Distribuição dos números de casos de dengue para o ano de 2015



Fonte: Sistema de Monitoramento Diário de Agravos, 2015.

A figura 3 mostra a distribuição espacial dos casos de dengue no período de janeiro a junho do ano de 2015. Observa-se que os casos da doença iniciam nas áreas periféricas, conforme pode ser visualizado para janeiro e fevereiro e só posteriormente passam a ocupar todo o espaço urbano da cidade. Isso pode estar associado, muito provavelmente, às condições socioambientais, que contribuem para que o mosquito encontre circunstâncias adequadas de proliferação, causando endemias e epidemias da doença. Na periferia há maiores problemas quanto ao saneamento básico, coleta de lixo, problemas de habitação, além de elevada concentração populacional que contribuem para o alastramento da doença.

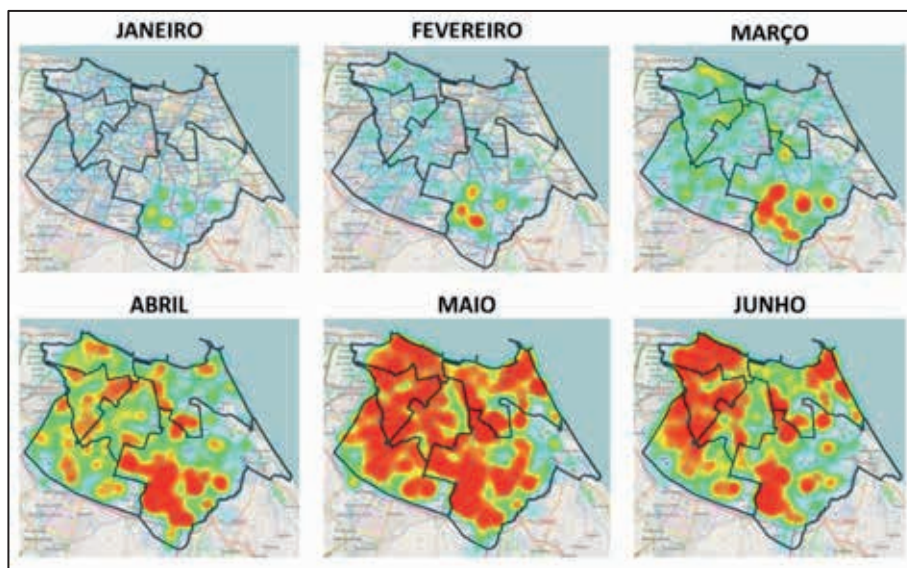


Figura 3 — Densidade dos casos de dengue no período de janeiro a junho do ano de 2015
(Fonte: Sistema de Monitoramento Diário de Agravos — SIMDA)

Como já ressaltado, as condições climáticas e urbanas de Fortaleza favorecem a proliferação do mosquito transmissor da dengue.

Fortaleza tem uma distribuição pluviométrica marcadamente sazonal. Considerando o período analisado (janeiro a junho de 2015) em janeiro tem-se o início da chamada pré-estação chuvosa. Assim, em referido mês ocorreram sete dias de chuvas, todas elas ocasionadas pelas bordas convectivas de um Vórtice Ciclônico de Altos Níveis, sistema que a partir de dezembro ocasiona precipitação na região Nordeste do Brasil. A doença registrou um total de 747 casos.

A partir de fevereiro as chuvas se intensificam e totalizam 11 dias com chuvas. Em fevereiro os casos de dengue tiveram um aumento, registrando 1212 casos. Em março há um total de 22 dias com chuvas e abril 21 dias, sendo os dois meses com maior volume de precipitação para a cidade. O número de casos continuou a aumentar, chegando a 2946 e 6630 casos, respectivamente. Em maio a pluviosidade diminuiu, registrando 13 dias com chuva. Contudo é no mês de maio que ocorre o pico máximo de casos da doença, distribuindo-se em toda a cidade. As chuvas foram ocasionadas pela ZCIT, responsável pela quadra chuvosa.

No mês de junho foram registrados 13 dias com chuva, sendo estas ocasionadas pelas Ondas de Leste, que atuam principalmente no litoral oriental Nordestino, contudo aquelas mais intensas que chegam ao litoral do Rio Grande do Norte conseguem adentrar até o estado do Ceará e gerar precipitação no litoral de Fortaleza. A umidade relativa mostrou-se bastante elevada no primeiro semestre do ano, por causa do período chuvoso, portanto, a precipitação e a umidade relativa são variáveis atmosféricas que se relacionaram com os casos de dengue. Os bairros da periferia da cidade foram onde se iniciaram os episódios epidêmicos do ano de 2015.

Deve-se considerar, ainda, que em 2015, devido à intensa atuação do El Niño, o Norte do Nordeste do Brasil foi submetido a uma forte seca, o que provocou chuvas abaixo da média histórica.

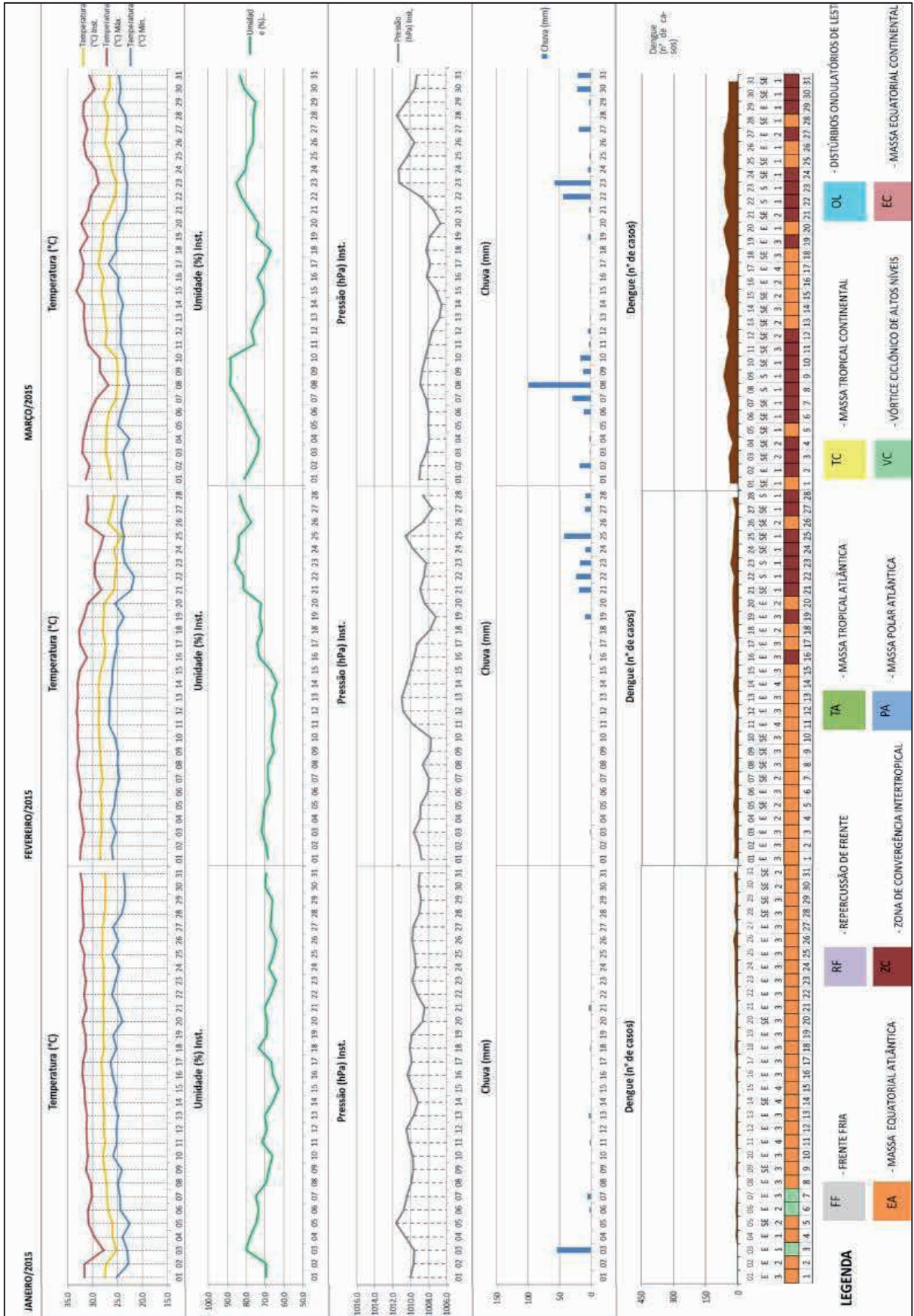


Figura 3 — Análise rítmica da cidade de Fortaleza de janeiro a junho/2015
(Fonte: elaborado pelos autores, dados do INMET)

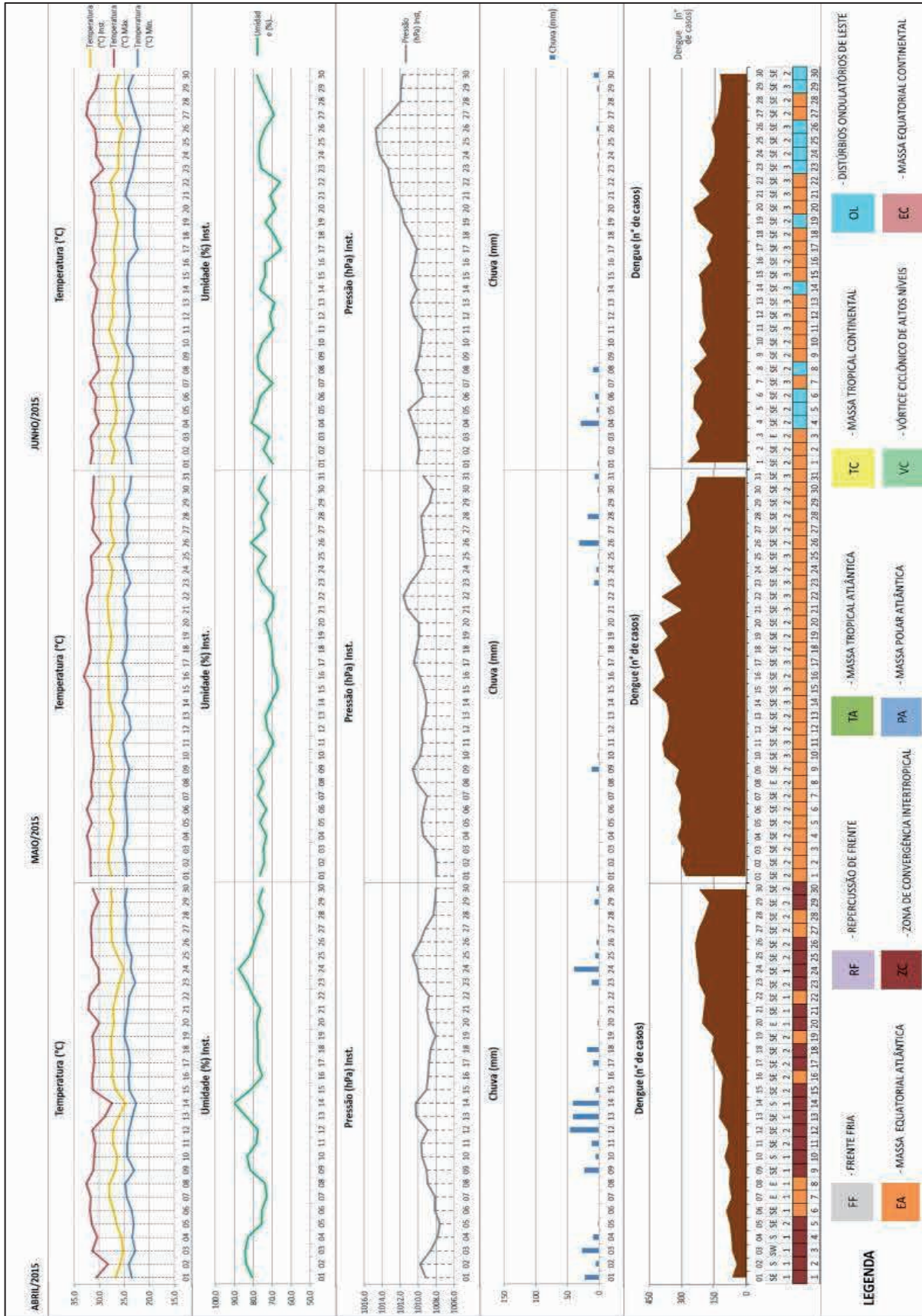


Figura 4 — Análise rítmica da cidade de Fortaleza de jan.2015/jun.2015

(Fonte: elaborado pelos autores, dados do INMET)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Município de Fortaleza está situado em uma zona favorável para a proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, vetor da dengue. As condições climáticas, populacionais, socioeconômicas contribuem para que o mosquito encontre circunstâncias adequadas ocorrendo epidemias da doença.

As temperaturas são elevadas durante todos os meses do ano e as amplitudes térmicas são baixas. A umidade relativa é elevada apresentando porcentagens maiores no primeiro semestre do ano, coincidindo com o período chuvoso, portanto, a precipitação e a umidade relativa são variáveis atmosféricas que se relacionaram com os casos de dengue.

Considerando a distribuição mensal da dengue na cidade observa-se que o mês de maio apresentou os valores mais elevados, seguido do mês de junho. A maior concentração ocorreu no primeiro semestre do ano, totalizando 85% de casos, coincidindo com os totais pluviométricos mais volumosos.

Os bairros periféricos tiveram os focos iniciais da doença conforme contatado para o ano epidêmico de 2015, sendo que posteriormente a epidemia avançou por todo o espaço urbano de Fortaleza. Tais focos podem estar associados às condições socioambientais da cidade, tendo em vista que os problemas de falta de saneamento, coleta de lixo e moradias precárias podem se constituir em criadouros do mosquito da dengue.

5. AGRADECIMENTOS

Referido estudo está associado a um projeto maior intitulado “**Clima urbano e dengue nas cidades brasileiras: riscos e cenários em face das mudanças climáticas globais**” financiado pelo CNPq. Ao CNPq agradecemos pelos recursos do Projeto e pela concessão de Bolsas de Iniciação Científica que possibilitaram a realização do presente estudo.

6. REFERÊNCIAS

Ayoade, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015. 332 p.

Ibge – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Sinopse do Censo Demográfico. 2010*. Disponível em: [www. ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) Acesso em: 20/05/2015.

Ferreira, A. G.; Mello, N. G. S. Principais Sistemas Atmosféricos Atuantes sobre a Região Nordeste do Brasil e a Influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico no Clima da Região. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 1, p. 15-26, 2005.

Magalhães, G. B. **Clima e saúde: Relações entre os elementos atmosféricos e a Dengue na Região Metropolitana de Fortaleza**. 2011. 176 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

Mendonça, F.; Danni-Oliveira, I. M. *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: oficina de texto, 2007.

Monteiro, C. A. F. *Análise rítmica em Climatologia*. Problemas da atualidade climática

no Estado de São Paulo e achegas para um programa de trabalho. São Paulo: Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, 1971.

Rouquayrol, M. Z. *et al.* *Epidemiologia & Saúde*. 4ed. Rio de Janeiro: medsi,1993. 527p.

DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E DESERTIFICAÇÃO NO ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APODI/MOSSORÓ-RIO GRANDE DO NORTE

Sabrina Mater Oliveira

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
sabrinamater@hotmail.com

Maria Losângela Martins de Sousa

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

RESUMO

A pesquisa tem como objeto de estudo do alto curso da bacia hidrográfica do rio Apodi/Mossoró, em que se pretende investigar os problemas de degradação ambiental e de desertificação, analisando suas causas e consequências. A bacia está localizada no oeste do Estado do Rio Grande do Norte, possui área de 14.276 km², e está inserida numa área de susceptibilidade à desertificação. Tem-se como principal objetivo identificar as áreas degradadas/desertificadas do alto curso da bacia hidrográfica por meio de um diagnóstico geoambiental, na perspectiva de subsidiar o planejamento ambiental. Para tanto os objetivos específicos estão delineados a seguir: a) caracterizar as principais variáveis ambientais (condições geológicas, geomorfológicas, hidroclimáticas, fitopedológicas) e tipologias de uso/ ocupação para delimitar os sistemas ambientais do alto curso da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró; b) identificar a capacidade de suporte dos recursos naturais e os impactos do uso e ocupação, podendo refletir nos processos de degradação/desertificação da bacia. A pesquisa será desenvolvida em três etapas principais: a primeira está voltada ao levantamento bibliográfico e de dados secundários da área de estudo; a segunda diz respeito ao levantamento geocartográfico e de imagens de satélites e suas devidas interpretações; a terceira se volta aos trabalhos de campo, construção da cartografia temática e elaboração dos relatórios parcial e final. Como principais resultados espera-se construir um banco de dados biofísicos e socioeconômicos do alto curso da bacia do rio Apodi-Mossoró organizado através da cartografia básica e temática, apresentando informações referentes as condições de uso e ocupação da área e sua capacidade de suporte. Tais informações devem subsidiar ações de planejamento ambiental.

Palavras-chave: Desertificação; Bacia Hidrográfica; Planejamento Ambiental.

1. INTRODUÇÃO

Os estudos geográficos buscam analisar o espaço de diferentes formas. Uma delas é a partir da relação sociedade e natureza. Quando esta relação se apresenta conflituosa, ocorrem problemas ambientais, sociais e econômicos. Ao manifestar-se em ambientes frágeis ou instáveis do ponto de vista das condições naturais, a degradação tende a ocorrer. Entretanto, é importante verificar a capacidade de resiliência do ambiente.

As regiões semiáridas, embora apresentem excelente capacidade de resiliência das

caatingas, através das suas variadas características de adaptação às condições climáticas típicas, apresentam processos acelerados de degradação ambiental e de desertificação advindas principalmente, de atividades humanas as quais utilizam técnicas de manejo inadequadas. O mau manejo dos recursos naturais, associados às condições climáticas agressivas, podem contribuir para a instalação e ou o avanço da desertificação, um dos mais sérios problemas ambientais que acontecem nas regiões semiáridas.

Nesta perspectiva, o estudo das bacias hidrográficas constitui-se como um instrumento de grande valia para compreender a dinâmica das paisagens e subsidiar o planejamento ambiental. No caso das bacias hidrográficas semiáridas o processo de degradação ambiental está comprometendo a ecodinâmica dessas paisagens, diminuindo a capacidade de suporte dos seus sistemas ambientais, provocando perdas na produtividade agrícola e minimizando as condições de vida das populações.

A presente pesquisa busca identificar as áreas degradadas/desertificadas do alto curso da bacia hidrográfica do rio Apodi/Mossoró, através dos estudos integrados das paisagens. Esta bacia hidrográfica está inserida no contexto geoambiental nordestino e potiguar, marcado pela instalação de condições de degradação/desertificação resultantes de atividades econômicas as quais utilizam técnicas inadequadas de manejo, como a agricultura de sequeiro e irrigado, a pecuária extensiva, atividades extrativistas, entre outras atividades conforme aponta Carvalho *et al.* (2011).

De acordo com o Programa Estadual de Combate à Desertificação (PAE-RN), 97,6 % de todo o território norterio-grandense apresenta-se como área susceptível a desertificação (ASD). O documento supramencionado indica que as ASD abrigam cerca de 2.680.347 habitantes, correspondendo a 74% da população urbana e 26% da população rural.

A degradação dos recursos naturais é um problema sério o qual vem gerando um quadro progressivamente mais grave e exibindo marcas de desertificação nas regiões semiáridas. Nesta perspectiva, a análise ambiental integrada do alto curso da bacia do rio Apodi/Mossoró pode contribuir para detectar as principais causas e consequências da degradação ambiental, fornecer informações relevantes aos órgãos governamentais e à comunidade local a fim de que possam ser elaboradas políticas de planejamento ambiental.

A escolha da temática e da área de estudo está relacionada à fatos relevantes como a presença marcante da degradação ambiental no alto oeste potiguar. Vale ressaltar que esta área está inserida numa ASD e possui um quadro físico e socioeconômico característico de todo o semiárido nordestino, com condições geoambientais específicas (clima, relevo, vegetação, solos, hidrologia) e socioambientais como acentuados índices de crescimento populacional aliada a baixa renda da maioria da população, o que acarreta em uma maior pressão sobre os recursos naturais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa a ser executada tem como foco o alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi/Mossoró onde localiza-se no semiárido. A bacia localiza-se na porção oeste do Estado do Rio Grande do Norte, drena uma área de 14.276 km², recobrando cerca de 26% do território estadual, de acordo com a Secretaria Estadual de Recursos Hídricos.

Nasce no município de Luís Gomes no Planalto da Borborema, atravessa a Chapada do Apodi e deságua no oceano Atlântico entre os municípios de Grossos e Areia Branca.

A pesquisa será sistematizada em três etapas principais: A primeira está voltada à pesquisa bibliográfica, levantamento de dados secundários da área de estudo; a segunda diz respeito ao levantamento geocartográfico e de imagens de satélites e suas devidas interpretações; a terceira tratará da parte prática através dos trabalhos de campo, construção da cartografia temática e elaboração dos relatórios parcial e final.

A pesquisa documental realizar-se-á a partir de levantamento bibliográfico, com base na fundamentação teórica que parte de questões referentes ao estudo da Geografia Física e do Geossistema. Este conceito partiu da Teoria Geral dos Sistemas (Bertalanffy, 1975) e da contribuição de Victor Sothava, o qual, no início dos anos de 1960, buscava aplicar as suas pesquisas em planejamentos territoriais (Veado, 1995). Para Bertrand (1972) o Geossistema resulta da combinação entre o potencial ecológico (fatores geomorfológicos, climáticos e hidrológicos) a exploração biológica (inter-relação entre a vegetação, o solo e a fauna) e a ação antrópica. O autor supracitado entende a paisagem através da ideia de inter-relação entre seus componentes e a apresenta como o resultado de uma combinação dinâmica dos elementos físicos, biológicos e antrópicos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os estudos da dinâmica das paisagens contam com autores como Tricart (1977) e Souza e Oliveira (2011). O primeiro analisa a ecodinâmica das paisagens a partir do balanço pedogênese e morfogênese e os segundos autores mencionados trazem uma análise a partir do entendimento dos estudos integrados com base na leitura ecodinâmica e destacam a prática interdisciplinar.

Os estudos de degradação/desertificação se baseiam em Abraham e Beekman (2006) que trazem uma discussão sobre os indicadores de desertificação para a América do Sul. Araújo, Almeida e Guerra (2010) trazem discussões importantes sobre a gestão de áreas degradadas.

Ao tratar da degradação ambiental e da desertificação é importante entender em que consistem tais conceitos. De acordo com os pressupostos da Agenda 21, a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca-CCD define a desertificação como “a degradação das terras nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, como resultado da ação de fatores diversos, com destaque para as variações climáticas e as atividades humanas” (Brasil, 2004 p. 23). Assim, a degradação da terra é compreendida como à degradação dos solos, dos recursos hídricos, da vegetação e da biodiversidade, resultando na redução da qualidade de vida das populações afetadas por esses fatores (Brasil, 2004).

Bertrand (1972) também trouxe outras importantes contribuições ao estudo das paisagens através da sua classificação em unidades superiores e inferiores. Subdividiu-as em seis níveis taxonômicos, a saber: zona, domínio e região, (unidades superiores) e geossistema, geofáceis e geótopos (unidades inferiores). O Geossistema está situado entre a quarta e quinta ordem de grandeza, ou seja, entre as unidades superiores e inferiores, portanto, numa escala em que os processos podem ser mais bem visualizados.

A desertificação vem sendo discutida e estudada no mundo inteiro e passou a receber atenção acadêmica, institucional e política a partir dos anos de 1970 com o agravamento da seca e da fome na região do Sahel na África. Tomando por base os prejuízos ambientais e humanos devido às condições de secas na região Saheliana, em que morreram mais de 10 milhões de bovinos e cerca de 250 mil vidas humanas, as discussões a respeito da desertificação passaram a se realizar a nível mundial (Rhodes, 1992).

Para tanto, diversas conferências nacionais e internacionais, como a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente, em Estocolmo na Suécia, em 1972, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, (Rio-92), a Conferência Internacional sobre Variações Climáticas e Desenvolvimento Sustentável no Semiárido (ICID) a qual ocorreu em Fortaleza em 1992 e em 2010, foram realizadas e serviram para fortalecer as ações voltadas ao combate à desertificação.

Esta problemática de acordo com o PAN-BRASIL abrange grande parte do Nordeste brasileiro, sendo vários estados como Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Bahia, afetando também partes de Alagoas, Sergipe, Minas Gerais apresentam-se inseridos em áreas susceptíveis ao processo.

A degradação ambiental envolve a redução dos potenciais recursos renováveis por uma combinação de processos, os quais podem levar a desertificação ou ao abandono das terras (Araújo; Almeida; Guerra, 2010). Sob esta percepção é possível entender que a degradação ambiental vai além da deterioração dos recursos naturais, uma vez que implica diretamente nas condições de vida humana.

Oliveira (2006) assinala que a degradação ambiental é um dos mais sérios problemas que o Nordeste brasileiro enfrenta, porque além de possuir características naturais específicas marcadas pelas condições climáticas semiáridas, comporta um contingente populacional expressivo, e que muitas vezes superutilizam os recursos naturais.

Souza e Oliveira (2002) discutem questões referentes ao aspectos climáticos das regiões semiáridas, destacando o fenômeno das secas que afligem as bacias hidrográficas dessa região.

Sousa (2016), Grangeiro (2004) e (Lacerda, 2003), apresentam discussões referentes a dinâmica das bacias hidrográficas, seus aspectos de uso e ocupação e os impactos advindos das atividades humanas em ambientes submetidos as condições climáticas agressivas.

Neste contexto, a bacia hidrográfica deve ser entendida como uma unidade ambiental de planejamento uma vez que é capaz de mostrar os problemas ambientais ali instalados através de uma visão holística, extrapolando a limnologia e sendo considerada como uma unidade físico-territorial abrangendo dessa forma, além das condições físicas, as questões humanas nela inserida (Carvalho; Nascimento, 2004).

Quanto aos estudos referentes ao planejamento ambiental, autores como Ross (2009) Ross (2005), Ross e Del Preter (1998), Sousa (2012) e Silva et al, 2011, serão consultados. Os dados secundários serão obtidos a partir de informações fornecidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), especialmente no que se refere aos dados socioeconômicos da área pesquisada; Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH -RN); Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN); Instituto de Gestão das Águas do

Estado do Rio Grande do Norte – IGARN. Além disso, relatórios técnicos como o Zoneamento Ecológico- Econômico do Alto Oeste Potiguar (Almeida; Alves, 2014), o Programa de Ação Nacional de combate à desertificação (PAN-BRASIL) e o Programa de Ação Estadual de combate à desertificação do Rio Grande do Norte (PAE-RN), trazem informações cruciais sobre a área de estudo.

O levantamento geocartográfico referente a área de pesquisa se dará a partir das cartas topográficas da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) nas Folhas SB.24-Z-A-II Pau dos Ferros, SB.24-Z-A-III Catolé do Rocha, SB.24-Z-B-I Caicó, SB.24-X-C-V Iracema, SB.24-X-C- VI Apodi, SB.24-X-D-IV Augusto Severo, SB.24-X-C-III Quixeré, e SB.24-X-D-I Mossoró na escala de 1:100.000; do Projeto RADAMBRASIL nas Folhas Jaguaribe/Natal SB.24/25; do Mapa geológico do Estado do Rio Grande do Norte na escala de 1:500.000 (CPRM, 2006) entre outros que serão buscados durante esta etapa da pesquisa.

Para a produção cartográfica serão utilizadas técnicas de geoprocessamento e de sensoriamento remoto através do *software* Arcmap 9.3. Para tanto, será utilizada a base de dados da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2006), EMPARH, RADAMBRASIL (1981), IBGE (2001) e Rio Grande do Norte (2010). Para tanto, buscar-se-á adquirir junto ao INPE e ao Serviço Geológico Americano (USGC) imagens de satélites as quais cubram a bacia do Apodi-Mossoró com resolução espacial e temporal combatíveis aos objetivos propostos.

Os sistemas ambientais do alto curso da bacia hidrográfica em foco serão delimitados, consecutivamente, aos estudos setorizados, com base na análise integrada, identificando as correlações dos componentes naturais e socioeconômicos. Assim, os estudos dos componentes naturais serão realizados da seguinte forma:

As condições geológicas serão analisadas a partir do material geológico do PROJETO RADAMBRASIL nas Folhas Jaguaribe/Natal SB.24/25 e correlacionando através da base de dados da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2006). Em que se analisará a distribuição dos principais tipos litológicos, agrupando-os em formações e identificando a crono-litoestratigrafia.

A análise geomorfológica será realizada mediante a distribuição das formas de relevo e das principais feições do modelado, classificando-as de acordo com seus processos morfogenéticos.

A análise hidroclimática será realizada a partir dos dados da EMPARN, SEMARH, e IGARN contextualizada com base na dinâmica das massas de ar responsáveis pelos estados de tempo que marcam as condições climáticas regionais e locais.

Os estudos morfopedológicos serão conduzidos através da análise de sua distribuição, conforme a base no Mapa de solos do Estado do Rio Grande do Norte disponibilizado pelo IBGE (Brasil, 2001) correlacionada com o Sistema de Classificação dos solos (EMBRAPA, 2006) e com uso da base geológica-geomorfológica supracitada. Desse modo, os agrupamentos das classes dos solos serão consideradas segundo a compartimentação geomorfológica.

A análise socioeconômica partirá de dados referentes a população dos municípios que compõem o alto curso da bacia. Para tanto, será verificado as principais atividades econômicas desenvolvidas, assim como as condições de infraestrutura hídrica da bacia, tipos de abastecimento de água e condições de saúde das populações.

Os trabalhos de campo serão realizados para o reconhecimento da verdade terrestre,

auxiliado por mapas, imagens de satélites e Sistema de Posicionamento Global (GPS). Em seguida os outros trabalhos de campo servirão para a identificação dos sistemas ambientais e suas potencialidades naturais, limitações ao uso e estado de conservação dos recursos naturais, bem como para a correlação dos dados mapeados.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa espera contribuir como subsídio à gestão dos recursos naturais por meio de um diagnóstico geoambiental da área, na perspectiva de subsidiar o planejamento ambiental, compatibilizando a ação humana com a dinâmica e capacidade de suporte dos sistemas ambientais. Busca fortalecer o desenvolvimento de pesquisas no âmbito acadêmico com a complementação de dados sobre a área de estudo possibilitando a utilização racional dos recursos naturais e impedindo os efeitos deletérios da degradação/desertificação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abraham E. M.; Beekman, G. B. (2006). *Indicadores de la Desertificación para América del Sur*. Editorial Martín Fierro. Mendoza.

Almeida, J. E. de; Alves, A. de M. (Orgs). (2014). *Zoneamento Ecológico-Econômico do Alto Oeste Potiguar*. Microrregiões de Pau dos Ferros, São Miguel e Umarizal. Mossoró, RN: Queima-Bucha.

Araújo, G. H. de S; Almeida, J. R.; Guerra, A. J. T. (2010). *Gestão Ambiental de Áreas Degradadas*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 320p.

Bertalanffy, L. V. (1975). *Teoria Geral dos Sistemas*. Ed. Vozes Ltda., Rio de Janeiro.

Bertrand, G. O. (1972). *Paisagem e Geografia Física Global: Esboço metodológico*. Cad. Ciências da Terra, São Paulo: Ed. Cairu.

Brasil. (2013). *Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos.

_____. (2010). Ministério do Meio Ambiente. *Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca no Estado do Rio Grande do Norte –PAE/RN*. Natal: Edições MMA.

_____. (2006). CPRM. Serviço Geológico do Brasil. *Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Norte*. Secretaria de Minas e Energia. Escala 1:500.000, 2006. Disponível em: geobank.cprm.gov.br. Acessado em 22/02/2017.

_____. (2004). Ministério do Meio Ambiente. *Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca. PAN-BRASIL*. Brasília: Edições MMA,

_____. (2001). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Mapa de solos do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE. Escala: 1:5.000.000.

_____. (1981). Ministério de Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL. *Folha SB.24/25 Jaguaribe/Natal*. Rio de Janeiro, (Levantamento de recursos naturais).

_____. (1988). Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). *CARTA TOPOGRÁFICA – Folhas: SB.24-Z-A-II Pau dos Ferros, SB.24-Z-A-III Catolé do Rocha, SB.24-Z-B-I Caicó, SB.24-X-C-V Iracema, SB.24-X-C-VI Apodi, SB.24-X-D-IV Augusto Severo, SB.24-X-C-III Quixeré, e SB.24-X-D- I Mossoró*. Escala 1:100.000. Ministério do Exército/Diretoria dos serviços Geográficos (DSG) Terceira edição revisada e atualizada) . Disponível em: www.sudene.gov.br

Carvalho, R. G. de; Kelting, F. M. S; Silva, E. V. da S. (2011). Indicadores Socioeconômicos e Gestão Ambiental nos Municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró, RN. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, 23 (1): 143-159.

Carvalho, O; Nascimento, F. R. do. (2004). Recursos Hídricos e Desenvolvimento Sustentável (escala de necessidades humanas e manejo ambiental). *GEOgraphya*, Revista da Pós-Graduação da UFF. Niterói: RJ, p. 111-126.

Grangeiro, C. M. M. (2004). *Base Conceitual da Organização Ambiental: A Bacia Hidrográfica como Categoria de Análise do Planejamento de Uso da Natureza Semi-Árida*. Fortaleza, 126p. (Dissertação de Mestrado).

Lacerda, A. V. de. (2003). *A Semi-aridez e a Gestão em Bacias Hidrográficas: Visões e trilhas de um divisor de ideias* – João Pessoa: UFPB, 164p

Oliveira, V. P. V. de. (2006). Problemática da Degradação dos Recursos Naturais dos Sertões Secos do Estado do Ceará- Brasil. In: Silva, J. B. da; Dantas, E. W. C.; Zanella, M. E; Meireles, A. J. Andrade. (Orgs). *Litoral e Sertão*, Natureza e Sociedade no Nordeste Brasileiro. Fortaleza: Expressão Gráfica, p. 209 - 232.

Rhodes, S. L. (1992). *Repensando a Desertificação: O Que Sabemos e o Que Temos Aprendido?* Estudo temático. Impactos de variações climáticas e desenvolvimento sustentável em regiões semiáridas (ICID), Fortaleza.

Ross, J. S. L. (2009). *Ecogeografia do Brasil: Subsídios Para o Planejamento Ambiental*. São Paulo: Oficina de textos.

_____. (2005). *Geomorfologia, Ambiente e Planejamento*. 8ª ed – São Paulo: Contexto.

_____; Del Pretter, M. E. (1998). Recursos hídricos e as Bacias Hidrográficas: Âncoras do Planejamento e gestão Ambiental. *Revista do Departamento de Geografia*. FFLCH/USP. N° 12.

Silva, E. V. da; Rodriguez, J. M. M; Meireles, A. J de A. (Orgs.). (2011). *Planejamento Ambiental e Bacias Hidrográficas*. Tomo I. Planejamento e Gestão de Bacias Hidrográficas. Fortaleza: Ed UFC.

Sousa, M. L. M. de. (2016). *Susceptibilidade à Degradação/Desertificação na Sub-Bacia Hidrográfica do Riacho Feiticeiro (Ceará/Brasil) e na Microbacia da Ribeira Grande (Santiago/Cabo Verde)*. 2016. 215f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

Sousa, M. L. M. de. (2012). *Diagnóstico Geoambiental da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Figueiredo, Ceará: Subsídios ao Planejamento Ambiental*. 2012. 144p. Dissertação (Mestrado e Geografia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

Souza, M. J. N. de; Oliveira, V. P. V. de. (2011). Análise ambiental – uma prática da interdisciplinaridade no ensino e na pesquisa. *REDE – Revista Eletrônica do Prodepa*, Fortaleza, v. 7, n.2, p. 42-59.

_____. (2002). Semiárido do Nordeste do Brasil e o Fenômeno da Seca. In: Hubp, J. L; Inbar, M. *Desastres Naturales em América Latina*. México, p. 207- 221.

Sotchava, V. B. (1977). *O estudo de Geossistemas*. Métodos em Questão. Universidade de São Paulo – Instituto de Geografia: São Paulo.

Tricart, J. (1977). *Ecodinâmica*, Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN.

Veado, R. A. (1995). *O Geossistema: Embasamento Teórico e Metodológico (Relatório de qualificação)*. UNESP: Rio Claro.

DESIGUALDADES SÓCIO-ESPACIAIS RELACIONADAS À QUESTÃO DA MORADIA NO MUNICÍPIO DE PETROLÂNDIA - PE

Clélio Cristiano dos Santos

Universidade de Pernambuco
clelio.santos@upe.br

Edvânia Torres Aguiar Gomes

Universidade Federal de Pernambuco – Recife

Diana Cecilia de Souza

Universidade de Pernambuco

Jackson Fortunato Barbosa de Oliveira

Universidade de Pernambuco

RESUMO

A desigualdade sócio-espacial é um produto da reprodução ampliada do capital que se perpetua como condição de permanência da desigualdade social. E é a questão da habitação, através de diferentes padrões de moradia, que reflete um complexo processo de segregação e discriminação. É nesta lógica que se inserem os espaços atrelados às transformações decorrentes da implantação da Usina Hidrelétrica de Itaparica, nos anos de 1980, cuja construção acarretou a remoção de cidades locais e populações que até então estavam voltadas para atividades agropecuárias, baseadas em sistemas técnicos tradicionais, com inexpressivas atividades características dos espaços urbanos. Os espaços assumem novos papéis na divisão internacional do trabalho, com ramos econômicos inseridos na dinâmica da produção moderna. Neste contexto, o município de Petrolândia, cuja taxa de urbanização é de 72,70%, apresenta uma acentuada dinâmica urbana, sobretudo na economia, cujo setor de serviços responde pela maioria dos empregos formais. O espaço urbano de Petrolândia se expande além do planejado, a exemplo, do bairro Nova Esperança, marcado por desigualdades sócio-espaciais, e no campo, as agrovilas apresentam uma realidade marcada por uma infraestrutura sucateada e pelo reduzido número de equipamentos e de serviços públicos e privados.

Palavras-chave: Campo-cidade; Cidade do campo; Usina Hidrelétrica; Petrolândia – PE.

1. INTRODUÇÃO

A desigualdade sócio-espacial, expressão do processo de urbanização capitalista, é um produto da reprodução ampliada do capital que se perpetua como condição de permanência da desigualdade social (Rodrigues, 2007). Assim, torna-se fundamental a análise da complexidade do espaço urbano, cuja produção, segundo Maricato (2000), não só reflete as desigualdades e as contradições, como também as reafirma e as reproduz. E é a questão da habitação, através de diferentes padrões de moradia, que reflete um complexo processo de segregação e discriminação no espaço urbano.

A (re)produção da moradia, portanto, sobressai-se como uma das principais facetas da segregação urbana nas pequenas cidades, as cidades do campo. Santos (1997)

diz que, antes, eram apenas as grandes cidades que se apresentavam como o império da técnica, objeto de modificações, supressões, acréscimos, cada vez mais sofisticados e mais carregados de artifícios e que, hoje, esse mundo artificial inclui, também, o mundo rural. De modo que, mais que a separação tradicional entre um Brasil urbano e um Brasil rural, há, hoje, no país, uma verdadeira distinção entre um Brasil urbano (incluindo áreas agrícolas) e um Brasil agrícola (incluindo áreas urbanas).

Gomes (2014) argumenta que não se pode falar de supremacia de um espaço sobre o outro. Os espaços urbano e rural constituem pares dialéticos, que, dependendo da realidade analisada revelam articulações e subordinações. Constata-se que, na sociedade de consumo, os espaços vão se imbricando em transformações de modo sucessivo e simultânea.

Desta forma, os setores econômicos vêm passando por intensa reestruturação produtiva nas últimas décadas, estabelecendo novas relações entre a cidade e o campo, imposta pela agricultura científica e pelo agronegócio, que passam a representar um papel fundamental para a expansão da urbanização e para o crescimento das cidades locais e médias, fortalecendo-as, seja em termos demográficos ou econômicos (Elias, 2005). É nesta conjuntura que, até a década de 1980, muitos lugares que, do ponto de vista da divisão internacional do trabalho, faziam parte do que Santos (2008) denominou de “exército de lugares de reserva”, tornam-se atrativos à produção moderna e são incorporados aos circuitos produtivos globalizados de empresas nacionais e multinacionais hegemônicas em diferentes ramos da economia.

É nesta lógica que se inserem os espaços atrelados às transformações decorrentes da implantação da Usina Hidrelétrica (UHE) de Itaparica (atual UHE Luiz Gonzaga), nos anos de 1980, cuja construção resultou na remoção de cidades locais e populações que até então estavam voltadas para atividades agropecuárias, baseadas em sistemas técnicos agrícolas tradicionais, com inexpressivas atividades que caracterizam os espaços urbanos. Diante desse processo de implantação do grande equipamento técnico, representado pela Usina de Itaparica, e das transformações atreladas a este evento, os espaços que passaram pelas transformações decorrentes desse processo passam a assumir novos papéis na divisão internacional do trabalho, com ramos econômicos inseridos na dinâmica da produção moderna.

Nessa conjuntura, encontra-se inserido o Município de Petrolândia, situado no submédio São Francisco pernambucano. Este município foi tomado como objeto de análise desta pesquisa, tendo em vista as particularidades que o caracterizam face ao contexto decorrente da implantação da Usina, com a reconstrução de sua cidade e realocação de sua população rural e urbana devido à criação do reservatório da mesma e, a inserção, a partir disto, no âmbito da dinâmica da produção moderna vinculada à difusão da agricultura científica e do agronegócio.

Diante disto, torna-se fundamental a análise da produção e reprodução dos espaços urbano e rural, as desigualdades sócio-espaciais e a forma como se (re)produzem as moradias, sobretudo, nas cidades do campo, o que justifica a escolha desta temática desenvolvida na pesquisa.

Assim, visando analisar os principais aspectos que caracterizam as desigualdades sócio-espaciais relacionadas à questão da moradia no município de Petrolândia, esta pesquisa se encontra alicerçada nas concepções teórico-metodológicas que

caracterizam a abordagem crítica no âmbito da ciência geográfica. Neste sentido, buscar-se-á discutir, de forma dialética, as contradições que caracterizam o objeto de estudo no contexto do atual período histórico, o meio técnico-científico-informacional, a expressão geográfica da globalização (Santos, 1997).

A pesquisa exigiu uma abordagem de natureza mista, haja vista a necessidade de se trabalhar com dados quantitativos e qualitativos. Assim, através da pesquisa bibliográfica, buscou-se um maior aprofundamento teórico acerca das principais categorias e conceitos que norteiam este estudo, bem como um maior conhecimento das dinâmicas atuais e pretéritas e as tendências do objeto de estudo. Associados a isto, a pesquisa documental e estatística forneceu os subsídios necessários para o desenvolvimento dos principais aspectos que caracterizam a organização espacial estudada. Diante disto, desenvolveu-se uma caracterização analítica da atual organização espacial do município de Petrolândia e do processo de produção de moradias, buscando, a partir disto, refletir sobre as desigualdades sócio-espaciais e os seus reflexos nas condições de moradia da população, tanto no campo quanto na cidade, à luz desta nova realidade engendrada pela difusão da agricultura científica.

A partir do exposto, portanto, esta pesquisa buscou refletir sobre os principais aspectos que caracterizam as desigualdades sócio-espaciais relacionadas à questão da moradia no supracitado município, visando à compreensão dessa nova realidade que caracteriza o Brasil agrícola.

2. A ATUAL CONFIGURAÇÃO TERRITORIAL DE PETROLÂNDIA - PE

O Município de Petrolândia se encontra localizado às margens do Rio São Francisco, no Sertão de Pernambuco, integrando respectivamente a Mesorregião do São Francisco Pernambucano e a Microrregião de Itaparica e a Região de Desenvolvimento do Sertão de Itaparica. Petrolândia compreende uma superfície territorial, segundo dados do IBGE (2017), de 1.056.595 Km², limitando-se ao norte com Floresta, ao sul com Jatobá, a leste com Tacaratu e a oeste com o estado da Bahia (Figura 01).

Definida pela lei estadual nº 11.256, de 28 de setembro de 1995, a divisão territorial administrativa do município de Petrolândia é constituída pelo seu distrito sede, a cidade de Petrolândia, e por nove povoados compostos pelas Agrovilas e seus blocos (Condepe/FIdem, 2002).

De acordo com o Plano Diretor de Petrolândia, o território municipal está dividido nas macrozonas urbana e rural. O perímetro urbano, especificamente, compreende as zonas urbanas e as zonas de expansão urbana. Além destas, as Agrovilas dos projetos de irrigação, Projeto Barreiras, Projeto Apolônio Salles e Projeto Icó-Mandantes, constituem núcleos urbanos em áreas rurais (P. M. P, 2006).

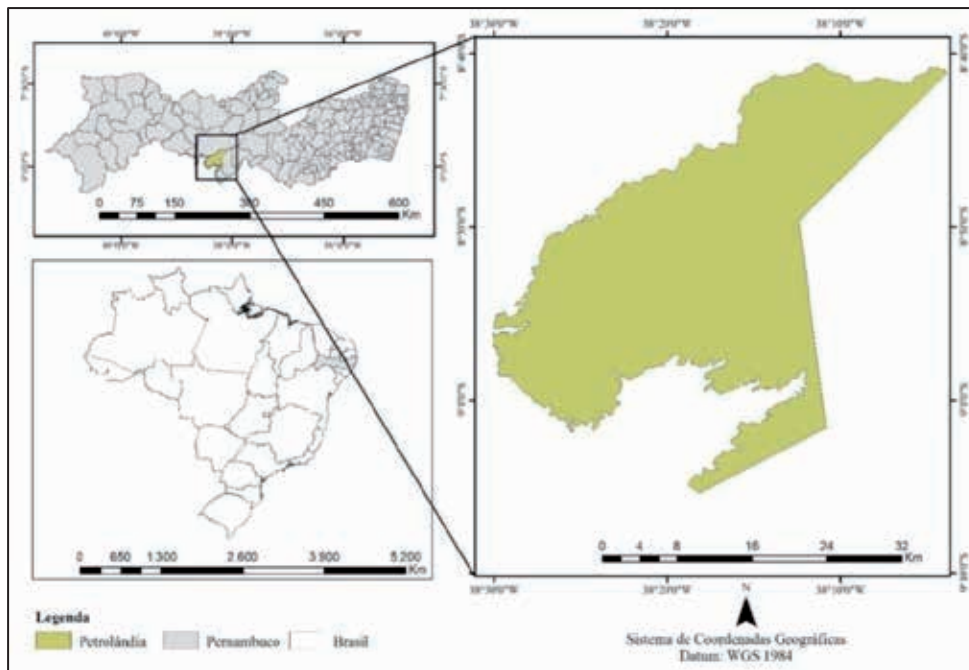


Figura 1 - Localização do Município de Petrolândia
(Fonte: Base de dados do Zoneamento Agroecológico de Pernambuco – Zape, 2016)

O Município de Petrolândia apresenta a particularidade de ter tido o seu território alagado em função da construção da Usina Hidrelétrica Luiz Gonzaga. Em 1988, a sede do município foi deslocada do seu sítio original, sendo reconstruída de forma planejada pela Companhia Hidrelétrica do Vale do São Francisco - CHESF, como medida compensatória às perdas que seriam submetidas à população e a base econômica local (Brasil; Fase; Observatório, 2006).

A cidade de Petrolândia, localizada na porção sudeste do município, apresenta uma superfície territorial de aproximadamente 3,77 Km², sendo constituída de quadras de traçado ortogonal, divididas em 17 quadras residenciais, uma quadra de serviços e outra central. A cidade foi dotada, quando da reconstrução, de uma série de equipamentos urbanos, como escolas e postos de saúde, com elevado percentual de ruas pavimentadas, abastecimento d'água e tratamento de esgoto (Santos; Souza; Lima, 2016).

No campo, também como uma forma de devolver a população relocada uma base econômica próxima a que ela dispunha antes da formação do lago, foram implantados projetos de irrigação. As agrovilas foram dotadas de infraestrutura de escolas, postos de saúde, sistema de eletrificação, sistema de abastecimento de água e nos lotes de terra foram implantados sistemas de irrigação, sob a supervisão da CHESF.

Posteriormente, em razão do crescimento populacional e do processo de urbanização, vivenciado pelo município no final da década de 1990, surgiu numa área periférica da cidade, o bairro Nova Esperança, localizado as margens da BR 316 e caracterizado pela necessidade de regularização fundiária, pela falta de saneamento básico, pela ausência de calçamento, pela falta de equipamentos públicos, entre outras carências.

As principais vias (coletoras ou arteriais) da cidade, como por exemplo, as Avenidas dos Três Poderes e a Manoel Borba, são asfaltadas e contam com sinalizações verticais e horizontais. Já as demais ruas que contornam as quadras, são de calçamento em paralelepípedo (Oliveira; Santos; Souza, 2016). No campo, as vias de

acesso às agrovilas são classificadas, pelo plano diretor, como via rural não pavimentada e rodovia rural pavimentada. Em várias dessas vias que interligam os projetos, faz-se necessário algum tipo de requalificação (P.M.P., 2006).

A população do município, segundo dados do IBGE (2010), é de 32.492 habitantes, apresentando uma densidade demográfica de 30,75 hab/km² e uma taxa de crescimento populacional de 1,75% ao ano (2000 – 2010). A população estimada de Petrolândia em 2016 é de 35.731 habitantes, isto é, um crescimento de aproximadamente 10% no número de habitantes (IBGE, 2017).

Com uma taxa de urbanização de 72,7%, Petrolândia, em 2010, apresentava 23.621 pessoas residindo no espaço urbano e 8.871 residindo no espaço rural. O município possuía 8.572 domicílios permanentes, sendo 6.305 urbanos e 2.267 rurais (IBGE, 2010). Todavia, esta predominância urbana no município é relativamente recente, pois foi só em 1996 que a população urbana superou em 60% a população rural de Petrolândia.

No tocante à economia, o Produto Interno Bruto – PIB do município era de 447,5 milhões em 2013, ocupando a 35ª posição no Estado e a primeira posição entre os municípios que integram a Região de Desenvolvimento - RD do Sertão de Itaparica (Condepe/Fidem, 2016). Em relação ao ano de 2010, 891,1 milhões, o PIB de Petrolândia sofreu uma retração de aproximadamente 50%. Muito embora, em 2014, tenha se observado uma recuperação de 29,5%, em relação ao ano de 2013, com um PIB de 579,8 milhões.

A composição do PIB de Petrolândia, segundo dados do CONDEPE/FIDEM (2016), apresenta uma expressiva participação do setor de serviços 62,27%, seguido pelo setor industrial com 29,75% e pelo setor agropecuário, que responde por apenas 7,98% do PIB. Cabe destacar a forte retração do setor industrial no município que, mesmo considerando a presença da Usina Hidrelétrica da CHESF, apresentou, em relação ao ano de 2012, uma queda de 59% na participação do PIB.

Com relação ao PIB *per capita*, isto é, a riqueza gerada em relação ao total de sua população, Petrolândia ocupava em 2013 a 17ª posição entre os 185 municípios pernambucanos, com R\$ 12.964 mil (Condepe/Fidem, 2016). Destaque-se que em relação ao ano de 2011, quando o PIB *per capita* era de R\$ 19.212 mil e Petrolândia ocupava a sexta posição no Estado, houve uma redução de 35,5% no valor do PIB *per capita*, o que sinaliza uma piora na qualidade de vida da população.

Acompanhando essa tônica urbana, em 2015 a distribuição dos 4.214 postos de trabalho no mercado formal em Petrolândia também se concentra na cidade. A administração pública responde pelo maior número de empregados, com 1.419, seguida pelo setor de serviços, com 1.393, e pelo comércio, que responde por 1.078 empregos formais. A indústria, por sua vez, emprega 198 trabalhadores e por fim, a agropecuária responde por apenas 126 vagas de trabalho (Condepe/Fidem, 2017).

Em relação ao ano de 2010, os números revelam um aumento de 27,38% no número de empregos formais criados no município, com destaque para os setores de serviços e comércio, que cresceram respectivamente 637% e 51% num período de cinco anos, em detrimento dos setores agropecuário e industrial que apresentaram uma retração superior a 50% em relação às vagas de trabalho.

Seguindo nesta esteira, a geração de empregos no mercado formal em Petrolândia apresentou no ano de 2015 um ligeiro saldo positivo de 5% em relação ao número de demissões. O número de admissões foi de 651 contratações contra 618

desligamentos. E foram os setores de serviços e comércio os que mais movimentaram vagas no mercado de trabalho formal.

Neste contexto, convém registrar a influência do campo moderno no comércio da cidade, haja vista uma significativa presença de estabelecimentos comerciais voltados para as demandas de produtos do campo. Em Petrolândia, a agricultura científica se faz presente nas áreas de perímetro irrigado dos projetos de irrigação da CHESF, cujas principais culturas, segundo o valor da produção, são o coco-da-baía, a banana, a goiaba e a melancia (Condepe/Fidem, 2017).

A existência desses estabelecimentos comerciais de produtos agropecuários atesta a imbrincada relação campo-cidade no circuito produtivo. No qual a cidade, através do comércio e da prestação de serviços, fornece os insumos e os serviços demandados pelos produtores no campo, quer seja através da agricultura tradicional ou moderna. E o campo, por sua vez, determina a tipologia, a quantidade e a frequência dos estabelecimentos comerciais e dos serviços prestados.

O Município de Petrolândia, portanto, caracteriza-se por uma significativa dinâmica urbana, expressa pelo fato da maior parte da sua população residir no espaço urbano e pela mesma exercer, sobretudo, atividades econômicas tipicamente urbanas. Todavia, os espaços rural e urbano do município mantêm imbrincadas relações, haja vista a forma como as demandas das agriculturas tradicional e moderna influenciam nos setores comerciais e de serviços de Petrolândia.

3. DESIGUALDADES SÓCIO-ESPACIAIS EM PETROLÂNDIA

O município de Petrolândia se caracteriza por apresentar uma população de 32.492 habitantes, dos quais 72,7% residem na cidade e/ou nos aglomerados urbanos no campo, constituídos pelos blocos de agrovilas existentes nos projetos de irrigação da CHESF. A população rural, por sua vez, encontra-se, em sua maioria, localizada nos lotes de terra dos projetos de reassentamento, o Projeto Barreiras, o Projeto Apolônio Salles e o Projeto Icó-Mandantes.

Em 2010, a população petrolandense se encontrava distribuída em 8.572 domicílios, uma medida de três a quatro pessoas por domicílio, sendo a casa a tipologia habitacional predominante, respondendo por 95% das moradias no município. A maioria dos domicílios ocupados, 69,6%, era própria, os alugados representavam 21%, os cedidos 9% e as outras condições de moradia representavam apenas 0,4% (IBGE, 2010).

Quanto às condições das moradias, no tocante ao material de revestimento das paredes externas, o censo demográfico de 2010 revelou que a maioria dos domicílios, 8.240, era de paredes de alvenaria, com ou sem revestimento, 299 eram de taipa, 17 de madeira e 30 eram revestidos de outro material. E é no campo onde se concentra 65% desses domicílios petrolandenses com revestimentos precários (IBGE, 2010).

Os dados do censo também revelam que 30% dos moradores do município não possuem residência própria e que 4% residem em moradias precárias. No entanto, considerando-se, o crescimento populacional e a expansão da cidade, acredita-se que a demanda por novas moradias e a precariedade das já existentes só tenha aumentado, haja vista o surgimento e a expansão do bairro Nova Esperança.

Neste sentido, convém registrar que desde o ano de 2010 se iniciou a construção de 60 moradias do Programa Minha Casa Minha Vida, faixa 1, do Governo Federal em

parceria com a Prefeitura Municipal de Petrolândia. Todavia, nenhuma das habitações contratadas ainda foi entregue a população, sendo crescente a pressão por moradias entre as famílias cadastradas e as aquelas que vivem em condições precárias no município.

No atual período histórico, o uso do território revela a precariedade das condições de vida da população, sobretudo a mais pobre, submetida a morar em lugares de difícil acesso, apartados do centro da cidade, despossuídos de infraestrutura, carentes de equipamentos urbanos e de serviços públicos e privados. Uma realidade que revela as desigualdades espaciais vividas por milhares de famílias pobres, sobretudo, nas periferias brasileiras.

No tocante ao saneamento básico, que está relacionado com o controle e a distribuição dos recursos básicos (abastecimento, tratamento e distribuição de água, esgoto sanitário, coleta e destino adequado do lixo, limpeza pública), 10% dos domicílios petrolandeses não estão ligados à rede geral de abastecimento d'água, sendo 346 domicílios urbanos e 529 rurais (IBGE, 2010).

Em Petrolândia, 8151 domicílios possuem banheiro ou sanitário e apenas 5% não possuem. Com relação à destinação do esgotamento sanitário, 5.660 domicílios estão ligados à rede geral de esgoto ou pluvial, 377 possuem fossa séptica, 1893 possuem fossa rudimentar e 221 descartam de outra forma, contaminando o solo, os cursos d'água e prejudicando a qualidade de vida da população. E é o campo que apresenta os piores indicadores, pois 364 domicílios não possuem banheiro ou sanitário e 160 nem estão ligados à rede geral e nem possuem fossas (IBGE, 2010).

O lixo, por sua vez, é coletado pelo serviço de limpeza municipal em 6.195 domicílios, sendo 99,8% dessa coleta realizada nos domicílios urbanos. No campo, a maior parte do lixo é queimada em 1.744 domicílios, enterrado em 110 domicílios e descartado em locais inadequados por 399 domicílios (IBGE, 2010). Nas agrovilas, é visível a grande quantidade de lixo depositada ao longo das vias que interligam os projetos de irrigação.

Convém destacar que, com relação às condições de moradia no espaço rural de Petrolândia, existem situações bem diferenciadas entre as agrovilas, quanto às condições de infraestrutura, econômicas e sociais. Segundo Lima (2007), passados mais de 20 anos da construção, apenas as agrovilas I e II do bloco do Projeto Barreiras, estão em melhores condições, dispendo de água tratada, saneamento, energia, posto de saúde e ensino fundamental sob a responsabilidade da Prefeitura. Lima (2007) também frisa que as atuais condições existentes não permitem a fixação dos filhos e netos dos reassentados nas agrovilas, pois mesmo as melhores agrovilas estagnaram, em razão da dependência da assistência prestada pela CHESF.

O município apresenta também um precário sistema de transporte público, caracterizado pela ausência do transporte por ônibus e marcado pela grande quantidade de moto-táxis e vans. Os moradores das áreas periféricas e das agrovilas, no espaço rural, são os principais prejudicados, haja vista a inexistência e/ou a seletividade no serviço prestado (Oliveira, Santos, Souza, 2016). Associado a isto, a maioria dos aglomerados urbanos, as agrovilas, padecem pela ausência e ou pela falta de manutenção dos equipamentos públicos e privados, a exemplo, das condições das vias públicas e da demanda por serviços de saúde e educação.

Com relação aos indicadores sociais do município, mais especificamente o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM. Em 2010, o IDHM de Petrolândia foi de

0,623, considerado médio, numa faixa entre 0,600 e 0,699. Em relação aos 185 municípios pernambucanos, Petrolândia ocupa a 41ª posição no ranking estadual. A longevidade foi a dimensão que mais contribuiu para o IDHM de Petrolândia, com 0,755, seguida pela Renda, com 0,604, e pela Educação, com índice de 0,531. A esperança de vida ao nascer, que compõe a dimensão longevidade, era de 70,3 anos em 2010 (Atlas, 2013).

O índice de GINI, por sua vez, que mede o grau de concentração de renda, em Petrolândia era de 0,569 em 2010. A participação dos 20% mais pobres no percentual da riqueza produzida era de apenas 2,6%, ao passo que a participação dos 20% mais ricos era de 58,5%, ou seja, 22,5 vezes superior à participação dos mais pobres na renda (Portal ODM, 2014).

Em Petrolândia, 9.860 pessoas sobrevivem sem nenhum rendimento, 11.058 pessoas vivem com até um salário mínimo e apenas 51 pessoas ganham mais de 20 salários mínimos. Neste sentido, existem 363 domicílios sem rendimento, 2734 domicílios com rendimentos de até um salário mínimo e 73 domicílios com rendimentos de mais de 20 salários mínimos (IBGE, 2010).

Associado a isto, o número de famílias cadastradas no cadastro único do Governo Federal e beneficiadas pelo Programa Bolsa Família (PBF), no mês de maio de 2014, era 5.007 famílias pobres e extremamente pobres no município de Petrolândia. Essas famílias receberam benefícios com valor médio de R\$ 145,19 e o valor total transferido alcançou R\$ 726.988 no mês (Brasil, 2014).

Diante do exposto, observa-se que o município de Petrolândia, assim como os demais municípios brasileiros, apresenta uma realidade marcada por desigualdades sócio-espaciais, expressas por uma distribuição desigual dos equipamentos e serviços públicos e privados e também pelo acesso desigual às oportunidades de emprego e renda. E são moradores da periferia e do espaço rural de Petrolândia, sobretudo os mais pobres, que sentem essas desigualdades sócio-espaciais se materializarem de forma mais acentuada no território petrolandense.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da complexidade do espaço é de fundamental importância, haja vista que o seu processo de produção não só reflete as desigualdades e as contradições, como também as reafirma e as reproduz. E é a questão da habitação, através do processo de produção e reprodução da moradia, quem se sobressai como uma das principais facetas da segregação nas cidades do campo.

No tocante ao processo de produção do espaço do município de Petrolândia, constatou-se que em razão da construção da Usina Hidrelétrica Luiz Gonzaga na década de 1980, os espaços urbano e rural do município foram dotados, na época, de uma boa infraestrutura de equipamentos e serviços públicos e privados. No entanto, há, ainda hoje, uma forte presença do poder público (CHESF e CODEVASF), através de políticas assistencialistas, sobretudo, nos perímetros irrigados.

Atualmente, o município de Petrolândia se caracteriza pela maior parte da sua população residir no espaço urbano e também pelo fato das principais atividades econômicas serem tipicamente urbanas. Muito embora, os espaços urbano e rural do município mantenham imbricadas relações econômicas.

Neste contexto, em razão do processo urbanização vivenciado pelo município, surgiu na periferia da cidade o bairro Novo Esperança. Esse bairro se caracteriza pela ausência de infraestrutura e de equipamentos públicos e privados. Os seus moradores reivindicam regularização fundiária, construção de moradias, saneamento básico, entre outras demandas.

Associado a isto, arrasta-se desde o ano de 2010 a construção de 60 casas pelo Programa Minha Casa Minha Vida, faixa 1, no espaço urbano do município. Um quantitativo ínfimo de moradias, mas que nutre sonhos e alimenta a esperança de uma vida melhor.

Além disto, outro problema vivenciado pelos moradores da cidade de Petrolândia é a mobilidade urbana, haja vista que inexistente um sistema de transporte público por ônibus, sendo o mesmo realizado, sobretudo, por moto-táxis. Um tipo de transporte caro, inseguro e excludente, que não atende, sobretudo, as necessidades dos moradores que residem em áreas mais distantes do centro da cidade.

Nas Agrovilas, passados mais de vinte anos desde a construção, a manutenção e o funcionamento dos equipamentos públicos são alguns dos principais problemas vivenciados pelos moradores. As dificuldades de deslocamentos, os custos e a demanda por serviços públicos (saúde e educação) e privados, constituem sérios problemas para aqueles que vivem no espaço rural. Há ainda, os conflitos de gestão entre a Prefeitura, a CHESF e a CODEVASF, que se materializam na precariedade da prestação dos serviços de saneamento básico, coleta de lixo, iluminação pública, entre outros.

Convém também registrar, a expressiva concentração de renda no município e a desigual oportunidade de oferta de emprego e renda, sobretudo para a população do campo. É significativo o número pessoas pobres e sem rendimento, assim como o número de famílias cadastradas no programa de transferência de renda do Governo Federal em Petrolândia.

A partir desta pesquisa, portanto, almejou-se contribuir, ainda que sucintamente, com algumas reflexões sobre o processo de produção e reprodução de desigualdades sócio-espaciais, através do estudo das condições de moradia nos espaços urbano e rural do município de Petrolândia.

5. REFERÊNCIAS

Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. (2013). *Petrolândia, PE*. PNUD, Fundação João Pinheiro, IPEA. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/petrolandia_pe>. Acesso em; 28/03/2017.

Brasil, Ministério do Desenvolvimento Social e Combate a Fome. (2014). *Ri Bolsa Família e Cadastro Único - Petrolândia (PE)*.

Brasil, Ministério das Cidades; Fase, Pernambuco; Observatório das Metrôpoles, Pernambuco. Rede de Avaliação e Capacitação para a Implementação dos Planos Diretores Participativos. (2006). *Relatório do Município de Petrolândia – PE*, 06/12/2006.

Condepe/Fidem, Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco. (2017). *Cadernos Municipais, Município Petrolândia*. Disponível em: <<http://www.bde.pe.gov.br/estruturacaogeral/filtroCadernoEstatistico.aspx>>. Acesso em: 26/03/2017.

Condepe/Fidem, Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco. (2002). *Petrolândia*.

Condepe/Fidem, Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco. (2016). *Perfil Municipal – Petrolândia*.

Elias, D.. (2005). Reestruturação produtiva da agropecuária e novas dinâmicas territoriais: A cidade do campo. In: *X Encontro de Geógrafos da América Latina, 2005*. Universidade de São Paulo. Anais... São Paulo: USP, p. 4475-4487.

Gomes, E. T. A. (2014). Rural e o Urbano em um Mundo do Capital no qual cada vez mais a Exceção é a Regra – alguns itens relevantes à luz da Região Metropolitana do Recife na contemporaneidade. In: Albuquerque, M. Z. A. A.; Machado, M. R. I. M. (Org.) *O Rural e o Urbano na Região Metropolitana do Recife*. Recife: Editora da UFRPE, p. 14-60.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2017). *Censo Demográfico 2010*. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br|petrolandia|censo-demografico-2010:-sinopse->>>. Acesso em: 16/01/2017.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2017). *Cidades@*. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/pernambuco|petrolandia>>. Acesso em: 16/01/2017.

Lima, S. R. R. (2016). *Barragem de Itaparica: vinte anos após o Programa de Reassentamento – (Des)envolvimento e (Des)estruturação de vidas*. Disponível em: <http://www.ecsb2007.ufba.br/layout/padrao/azul/ecsb2007/anais/st4_BARRAGEM%20DE%20ITAPARICA.pdf>. Acesso em: 10/03/2016.

Maricato, E. (2000). As idéias fora do lugar e o lugar fora das idéias. In: Arantes, Otília; Vainer, Carlos; Maricato, E. *A Cidade do Pensamento Único: desmanchando consenso*. Petrópolis: Vozes, p. 121 – 192.

Oliveira, J. F. B. de; Santos, C. C. dos; Souza, D. C. de. (2016). O Papel dos Sistemas de Transporte de Pessoas na Atual Organização Espacial do Município de Petrolândia – PE. In: *Revista Rural & Urbano*, Recife, v.01, n.01, p. 104-112.

P.M.P. - PREFEITURA MUNICIPAL DE PETROLÂNDIA – PE. (2006). *Plano Diretor*.

Portal ODM. (2014). *Relatórios Dinâmicos: Monitoramento de Indicadores – Petrolândia - PE*. Disponível em: <www.portalodm.com.br>. Acesso em: 20/05/2014.

Rodrigues, A. M. (2007). *Desigualdades Socioespaciais – a luta pelo direito à cidade*. *Cidades*, v. 4, n. 6, p. 73-88.

Santos, C. C. dos; Souza, D. C. de; Lima, F. G. de. (2016). Configuração Territorial e Dinâmica Sócio-Espacial do Processo de Urbanização da Cidade de Petrolândia – PE. In: *Revista Diálogos*, n.15, mar./abr., p. 64- 73.

Santos, M. (1997). *A natureza do espaço*. São Paulo: Hucitec.

Santos, M. (2008). *A urbanização brasileira*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.

DISPONIBILIDADE E ESCASSEZ HÍDRICA NO CEARÁ: UMA ANÁLISE SOBRE O CASO DO AÇUDE CASTANHÃO (2011-2016)

Rosiane Muniz Cabral

Rede Estadual Cearense de Ensino

rosi.anegeo@gmail.com

Ana Rosa Viana Cezário

Universidade Federal do Ceará

Vlândia Pinto Vidal de Oliveira

Universidade Federal do Ceará

Maria Losângela Martins de Sousa

Universidade Estadual do Rio Grande do Norte

RESUMO

O presente trabalho possui como objetivo principal analisar a disponibilidade e escassez hídrica do Açude Castanhão no período de 2011 a 2016, como as condições hidroclimáticas influenciam a capacidade de potencial e limitação hídrica do açude e sua importância para o abastecimento do Estado do Ceará e a capital Fortaleza. Para tanto, utilizou-se dados do volume e do percentual do açude Castanhão, obtidos do Portal Hidrológico do Ceará e da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME). O resultado foi alcançado com base nos gráficos nos quais são expressados os dados acima citados. A partir das informações adquiridas conclui-se que a disponibilidade hídrica cearense apresenta-se deficiente e que a escassez acentua-se em períodos de pouca chuva, como os índices do açude Castanhão entre 2011 a 2016 mostram.

Palavras-chave: Disponibilidade e escassez hídrica; Açude Castanhão; Pluviosidade.

1. INTRODUÇÃO

A região do Nordeste brasileiro apresenta uma área de 1.561.177,8 km² (Sudene, 2016), a referida região é composta por variadas paisagens de ambientes úmidos e semiáridos. No contexto desta diversidade paisagística, está a região semiárida brasileira, com 982.563,3 km², dos quais cerca de 89,5% estão na região Nordeste e 10,5% na região Sudeste do País, abrangendo a porção norte do Estado de Minas Gerais (IBGE, 2015).

O Estado do Ceará possui uma área correspondente 126.514,9 km² de uma área total de 148.886,308 km², isto é, 86,8% incluída no semiárido, conforme dados do IBGE (2015) e do IPECE (2010).

No Nordeste e no Ceará a área semiárida é predominante devido ao perfil ambiental que possui, isto é, suas características geológicas, geomorfológicas, hidroclimáticas, pedológicas e vegetacionais. Portanto, essa área é caracterizada pela escassez hídrica, devido às próprias características ambientais dessa localidade.

As formas do relevo que compõem estes terrenos refletem eventos tectônicos remotos e a relação entre a morfologia, a litologia e eventos climáticos do Cenozóico (Souza,

1988). Estas dividem-se em basicamente dois grupos: os planaltos residuais e a depressão sertaneja.

O clima do Ceará é classificado, de maneira geral, como semiárido, caracterizado pela ocorrência de um período chuvoso curto e irregular e outra fase seca bastante extensa. O regime pluviométrico do Estado possui variabilidade espacial e temporal. A quadra chuvosa ocorre durante o verão/outono meridional, no primeiro semestre do ano, dos meses de fevereiro a maio. No segundo semestre, a predominância é de estiagem.

Essas características geológicas, geomorfológicas e climáticas do Ceará possuem relação direta com o regime fluvial, influenciando-o. Em razão de boa parte do Estado do Ceará ser composto de rochas do embasamento cristalino, de infiltração difícil e possuir regime pluviométrico irregular no tempo e no espaço, os rios caracterizam-se, predominantemente, como intermitentes. Isto é, durante a quadra chuvosa (fevereiro a maio), os rios exibem bons volumes de água, mas, no período de estiagem, chegam a secar completamente, em especial nas áreas constituídas de rochas cristalinas.

Os aspectos geológicos, geomorfológicos e climáticos se refletem no diversificado arranjo de solos do Ceará. Nesse contexto semiárido, com base nos aspectos supracitados, os solos são pouco evoluídos, de rasos (menos de 50 cm) a pouco profundos (50 – 100 cm), de boa fertilidade natural, exprimem pedregosidade e afloramentos de rochas e há a predominância do intemperismo físico.

Os elementos naturais da paisagem influenciam na vegetação, sendo esta um reflexo dos componentes geoambientais em determinada paisagem. Como a maioria do território cearense está sob condições semiáridas, com precipitações concentradas em determinado período do ano e irregulares espacialmente e elevada evaporação, a vegetação apresenta-se em conformidade com essas características: perda de folhas no período de estiagem para reduzir a captação de água pelas folhas. As unidades vegetacionais predominantes nessa área semiárida do Ceará são: a caatinga, o carrasco e a mata seca.

Com efeito, as características naturais da distribuição irregular de água no semiárido cearense ocasionadas pelas irregularidades pluviométricas, altas taxas de evapotranspiração, condições geológicas que não favorecem a existência de reservas subterrâneas, propiciam um quadro de problemas referentes à disponibilidade e escassez de água. Tal fato explica as variadas ações governamentais que visam minimizar os efeitos da seca no Ceará. Entre esses, destaca-se a construção de barragens em açudes no semiárido ao longo da história.

A ocorrência das secas no Nordeste fizeram com que os governantes se mobilizassem para a formulação de políticas públicas no sertão, afim de possibilitar melhores condições de sobrevivência da população e promover o desenvolvimento sustentável da região.

“Políticas públicas são diretrizes, princípios norteadores de ação do poder público; regras e procedimentos para as relações entre poder público e sociedade, mediações entre atores da sociedade e do Estado.” (Teixeira, 2002, p. 2).

Destacam-se algumas políticas públicas adotadas no Ceará que visam minimizar os efeitos da seca.

1) Açudagem: desde o final do século XIX, a política da açudagem (grandes e pequenos reservatórios) foi praticada no semiárido. Um dos objetivos da grande

açudagem é o suprimento de água em áreas densamente povoadas. Grandes açudes são responsáveis pelo abastecimento de grandes cidades nordestinas.

2) Poços: para captação e ao abastecimento de água.

3) Cisternas: a instalação de cisternas nas áreas rurais do Nordeste constitui uma das principais políticas aplicadas nos últimos anos.

4) Transposição do Rio São Francisco: O Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste é uma das mais audaciosas e debatidas obras no contexto de políticas públicas referentes aos recursos hídricos. O objetivo é abastecer de maneira contínua e segura os municípios situados na porção setentrional do Nordeste brasileiro.

5) Programas Sociais no contexto do semiárido: o objetivo dessas é fornecer aos brasileiros mais carentes um recurso monetário que ajude na renda familiar.

As políticas públicas aplicadas no Estado do Ceará nos sertões semiáridos visam o desenvolvimento social e econômico das comunidades locais, porém mesmos com investimentos dos recursos públicos a população apresenta baixo índice desenvolvimento nos aspectos ambientais, sociais e econômicos que elevam o índice de pobreza e insegurança alimentar.

As políticas públicas relacionadas ao combate da seca no semiárido como o Açude Castanhão visam beneficiar as populações sertanejas locais ou os grandes empresários? Estes que possuem o controle do uso dos recursos hídricos e terras para utilização em benefícios próprios indiscriminadamente para o acúmulo de riquezas. As políticas públicas atuais contribuem para o combate e mitigação dos efeitos da seca?

A disponibilidade e escassez hídrica do Açude Castanhão sofre influência direta principalmente das condições climáticas, devido ao clima semiárido e as irregularidades pluviométricas ao longo do ano com períodos de estiagem, outra questão são as formas de uso e ocupação da terra pelo homem, as atividades que não adaptadas ao ambiente do sertão ocasionam a degradação ambiental dos recursos naturais.

Os diversos usos dos recursos naturais indiscriminadamente tem proporcionado um cenário de impactos ambientais que configuram em desequilíbrios na relação sociedade e natureza: na alteração e descaracterização da biomassa; aceleração dos processos erosivos; assoreamento de rios e barragens; degradação dos solos; diminuição das atividades agrícolas; migrações; baixa qualidade de vida; dentre outras (Souza, *et al.*, 2011).

O presente trabalho possui como objetivo principal analisar a disponibilidade e escassez hídrica do Açude Castanhão no período de 2011 á 2016, como as condições hidroclimáticas influenciam a capacidade de potencial e limitação hídrica do açudee sua importância para o abastecimento do Estado do Ceará e a capital Fortaleza.

Os dados da pesquisa foram obtidos no Portal Hidrológico do Ceará onde são monitorados diariamente os reservatórios hídricos pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (Cogerh) e Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme), os dados são a capacidade de suporte total, volume atual de água e depois é calculado em porcentagem o volume total do açude.

2. A SECA NO CEARÁ E AS MEDIDAS DE CONVIVÊNCIA NO SEMIÁRIDO

A maior parte do Estado do Ceará estar sobre influência do clima semiárido devido aos períodos de estiagem, irregularidades de chuvas, altas taxas de evaporação dos recursos hídricos e evapotranspiração do ecossistema, ocasionando pela maior incidência de radiação solar típico de localidades próximo a Linha do Equador. A geologia apresenta rochas de embasamento cristalino o que dificulta o armazenamento de água na formação de aquíferos, caracterizando rios intermitentes, que refletem problemas de escassez e disponibilidade hídrica dos Sertões.

No ambiente semiárido a bacia hidrográfica geralmente possui pouco volume de escoamento de águas superficiais e subterrâneas, devido aos fatores climáticos relacionados com a duração das precipitações, a capacidade de infiltração de água no solo e as construções de barragens que alteram o percurso natural do rio. O ciclo hidrológico sofre interferência principalmente das condições climáticas e a estruturação geológica dominante no ambiente, onde a existência de rochas metamórficas e ígneas do embasamento cristalino, prevalecem solos rasos poucos profundos, o que diminui a capacidade de infiltração no solo, resultando em baixas trocas de água entre o rio e o substrato adjacente (Zanella, 2014).

Na região Nordeste especificamente no sertão, o clima interfere diretamente na limitação da capacidade hídrica de rios e açudes, em anos sem seca é comum que o período chuvoso seja entre três a cinco meses e período seco de sete a nove meses. Ou seja, durante os primeiros meses do ano chove o suficiente para abastecer os mananciais e atender os núcleos urbanos e rurais no decorrer do ano. Os anos de seca acontecem quando as chuvas são abaixo da média, ocasionando um déficit hídrico e afeta as atividades econômicas na agricultura, pecuária, piscicultura, como o abastecimento de água da população.

O conjunto da associação no semiárido nordestino do clima, geologia, solos e vegetação refletem na baixa capacidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos acumularem reservas de água.

A seca é um fenômeno natural típico de áreas semiáridas que ocorre quando o nível de precipitação registrada é inferior à média dos anos normais, ocasionando baixos índices nos reservatórios hídricos e gerando problemas socioeconômicos como perdas na produção agrícola e pecuária, sendo insuficientes para atender as necessidades básicas da população que dependem diretamente dos recursos naturais da terra (Sudene/Instituto Desert, 2000).

Fundamenta-se que a seca possui causas como a irregularidade pluviométrica e os efeitos que seriam a baixa produção da pecuária e a inadaptação das lavouras de subsistência pelas condições climáticas de semiaridez, portanto o fenômeno social das secas ocorre quando a intensidade e a duração do período chuvoso são incompatíveis com o ciclo vegetativo e as culturas de subsistência (Oliveira, 2006).

Constata-se que o sertão apresenta uma vulnerabilidade geoambiental natural, sendo acentuada pela intensificação das atividades antrópicas, que geralmente não são adaptadas ao ecossistema, ocasionando uma perda da biodiversidade e ambientes inaptos a ocupação humana. As intensificações principalmente das atividades agropecuárias constituem um cenário de impactos socioambientais apresentando condições irreversíveis, podendo causar processos de desertificação ou condições extremas de degradação ambiental (PAE, 2010)

Entre as políticas públicas adotadas para amenizar a problemática da seca no semiárido nordestino se destacam a construção de açudes, a perfuração de poços artesianos, a construção de cisternas para captação e armazenamento de água, a implantação de barragens subterrâneas, a dessalinização de águas salobras com elevados níveis de sais, o reaproveitamento de águas servidas e o transporte de água a grandes distâncias por meio de canais e adutoras, exemplificando a transposição do Rio São Francisco (Zanella, 2014).

Apesar das inúmeras políticas públicas existentes no semiárido para permanência e sobrevivência das comunidades locais, o que se observa é o aumento da pobreza, o baixo nível de escolaridade, e pouco crescimento econômico e a migração dos sertanejos para os grandes núcleos urbanos. A administração pública Estatal visa aos interesses próprios e de grandes empresários sobretudo o incentivo ao agronegócio, como a construção de açudes para disponibilizar água para os grandes empreendimentos, deixando a população sertaneja a margem, isso prova que estamos longedo desenvolvimento rural de forma sustentável.

3. O AÇUDE CASTANHÃO COMO POLÍTICA PÚBLICA FRENTE A ESCASSEZ HÍDRICA NO CEARÁ

A construção de açudes no Nordeste brasileiro é uma das políticas públicas mais adotadas, desde a colonização, ante o quadro de escassez de água nessa região. Um dos projetos mais vistosos e polêmicos no contexto da açudagem foi o do Açude Padre Cícero (1995-2003), popularmente conhecido como Castanhão (Figura 1), no qual foi anunciada a inundação de parte de quatro municípios da região jaguaribana do Estado do Ceará: Alto Santo, Jaguaribama, Jaguaribe e Jaguaribara.

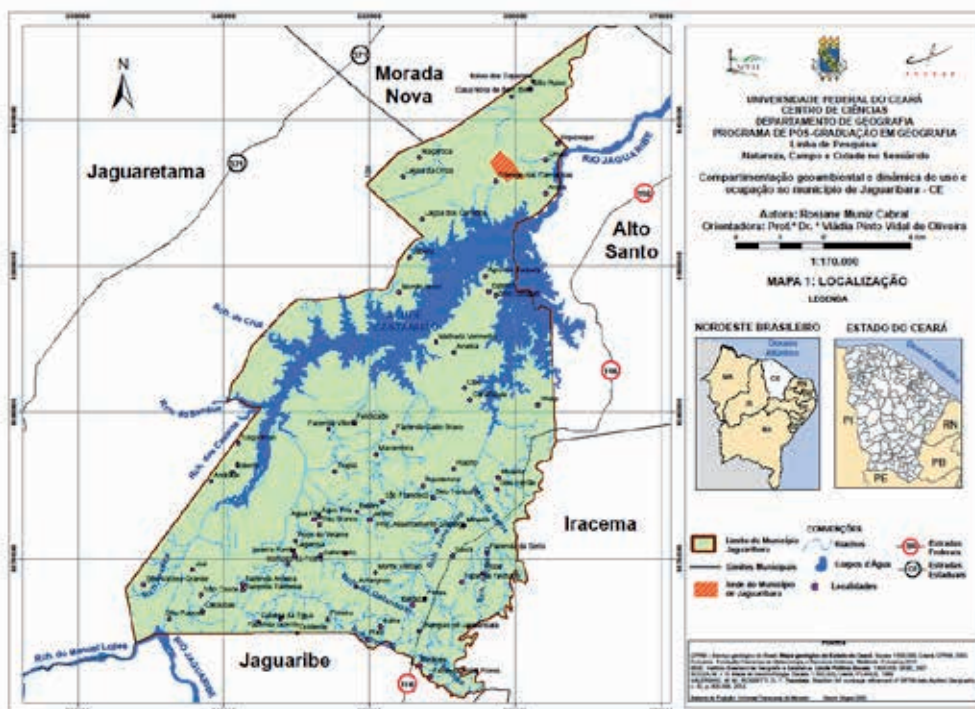


Figura 1- Mapa se localização do Açude Castanhão
(Fonte: CABRAL, 2016)

No ano de 1985, a imprensa cearense divulgou a construção de uma grande barragem no médio curso do rio Jaguaribe. No entanto, a construção do Açude Castanhão não

foi algo pensado somente nos anos de 1980. Em 1910, este projeto já fazia parte dos estudos do geólogo Roderic Crandall, quando este veio ao Brasil assessorar tecnicamente na constituição de políticas de combate à seca. A notícia sobre a instalação de um grande açude no médio curso do rio Jaguaribe, porém, só foi noticiada, de fato, no ano de 1985.

Dentro de todo um contexto de semiaridez e de registro de ocorrência de secas desde o século XVII, de estudos e políticas de combate à seca e posteriormente de convivência com esta, a açudagem aparece como uma política pública bastante difundida em todo o Nordeste brasileiro. A construção do Castanhão surge, no meio dessas obras, como um meio para amenizar os efeitos da seca e impulsionar o desenvolvimento regional.

O açude Castanhão foi planejado com o objetivo de atenuar os efeitos da seca; promover o desenvolvimento do Ceará; ser um açude para usos múltiplos; abastecer a Região Metropolitana de Fortaleza; integrar o projeto de transposição das águas do rio São Francisco; gerar energia elétrica; e ajudar no controle das cheias nas regiões do Médio e Baixo Jaguaribe. Antes da construção, era comum no período chuvoso haverem cheias do rio Jaguaribe o que provocava alagamentos em alguns municípios situados próximos ao rio no médio e baixo cursos, causando prejuízos sociais e econômicos. É bem verdade que esses prejuízos ocorriam muito mais pela falta de planejamento na instalação daqueles municípios do que em virtude do rio, pois este seguia o seu curso natural quando as chuvas eram abundantes.

Com suporte em Dantas (2014), pode-se sintetizar as informações técnicas da obra da seguinte maneira:

- a capacidade de armazenamento do açude é de 6,7 bilhões de m³;
- a barragem possui altura máxima de 60 metros e comprimento de 360 metros e cota de coroamento é de 111 metros;
- possui nove diques de fechamento com o total de 4.205 metros na cota 111 metros e tubulação de 3,70 metros de diâmetro;
- possui vertedouro com 12 comportas; e
- na cota 100 a área do reservatório é de 325 km² e de 48 km de comprimento máximo. Nesta cota, acumula 4,2 bilhões de m³, considerado como o valor ótimo do açude.

Esse é o maior açude para usos múltiplos da América Latina, possui 325 km² de área inundada, em altitudes que chegam a 100 metros e profundidade de até 50 metros (Dantas, 2014). Tornou-se uma marca para o progresso situado no meio do semiárido cearense. Dentre as utilidades das águas do Castanhão, destaca-se dois aspectos: o abastecimento da capital cearense, Fortaleza e sua região metropolitana e o desenvolvimento da Piscicultura, o que tem gerado emprego e renda para a população do município de Jaguaribara (principal área de influência direta do açude).

4. RESULTADOS

O Nordeste brasileiro está inserido em um contexto climático cujos elementos que definem o clima são bastante diversos. Cerca de 89,5% da região está, de uma maneira geral, sob o clima semiárido. O Ceará possui 86,8% de seu território influenciado pelo referido clima. No território cearense, a interação de sistemas atmosféricos distintos proporciona o quadro das condições climáticas do Estado:

- i) Zona de Convergência Intertropical (ZCIT);
- ii) Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN);
- iii) Linhas de Instabilidade;
- iv) Complexos Convectivos de Mesoescala;
- v) Influência dos oceanos Atlântico e Pacífico – *El Niño* e *La Niña*.

De maneira geral, a média pluviométrica anual do Estado é em torno dos 800 mm, ocorrendo variações entre as áreas dos sertões, cuja pluviometria pode ser de 550 mm, e o litoral e as serras, onde as médias podem alcançar os 1.000 mm. As temperaturas são elevadas durante todo o ano, cerca de 29°C. A amplitude térmica é baixa, situada de 26° a 30°.

Pode-se estabelecer a relação das características climáticas e o volume de água do açude. Desta forma, a seguir serão apresentados gráficos que expõem a oscilação do volume do açude ao longo desses 13 anos, isto é, desde a primeira cheia, em 2004, até este ano, início de 2016, e do valor observado no mês de junho (primeiro mês após o fim da quadra chuvosa) a partir do ano de 2011 até 2016 e a relação destas com o episódio de boa quadra chuvosa ou não, de forma a expor e discutir o quadro de disponibilidade e escassez hídrica no Ceará.

Gráfico 1- Oscilação do Volume do Açude Castanhão – 2004 a 2016



Fonte: Portal Hidrológico do Ceará, 2016

No primeiro gráfico, é perceptível a oscilação do volume do Castanhão ao longo dos anos. Nota-se também que, desde o ano de 2004, o açude mantém um volume considerável e também regular, não ocorrendo picos extremos. Em 2012, no entanto, o volume começou a cair e vem caindo progressivamente, pelo fato de que nos últimos

quatro anos a média pluviométrica do Estado do Ceará ficou abaixo da média histórica registrada para o período da quadra chuvosa.

4.1. 2011

Gráfico 2- Volume e percentual do açude Castanhão em junho de 2011

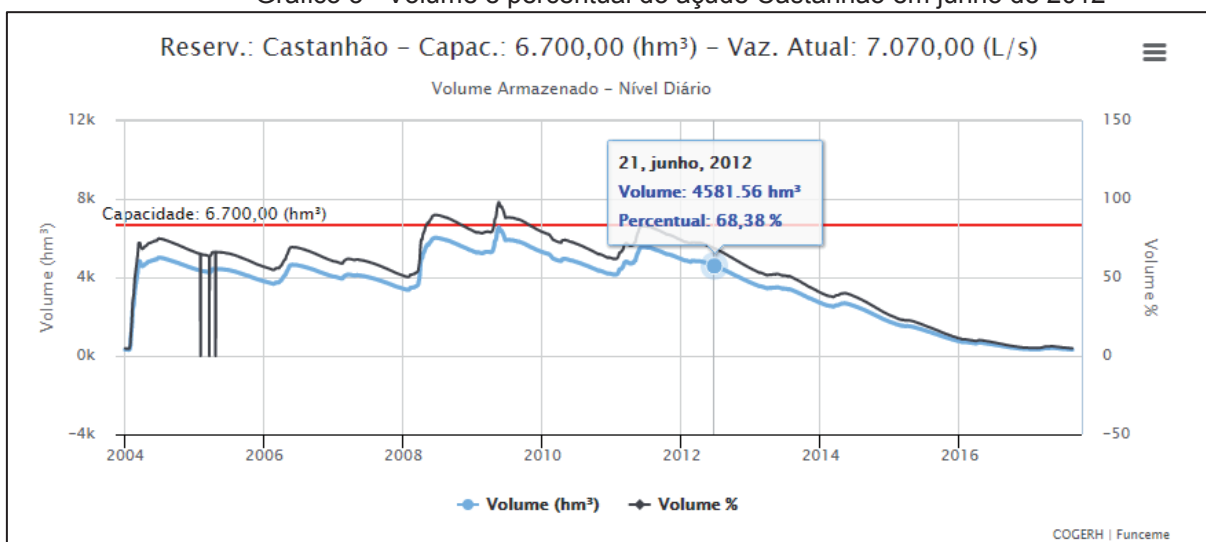


Fonte: Portal Hidrológico do Ceará, 2017

O segundo gráfico apresenta o volume do açude em junho de 2011, antes do período estiagem que seria vivenciado nos anos seguintes. A média pluviométrica no referido ano foi de 1.034,0 mm com desvio positivo de 28,5%.

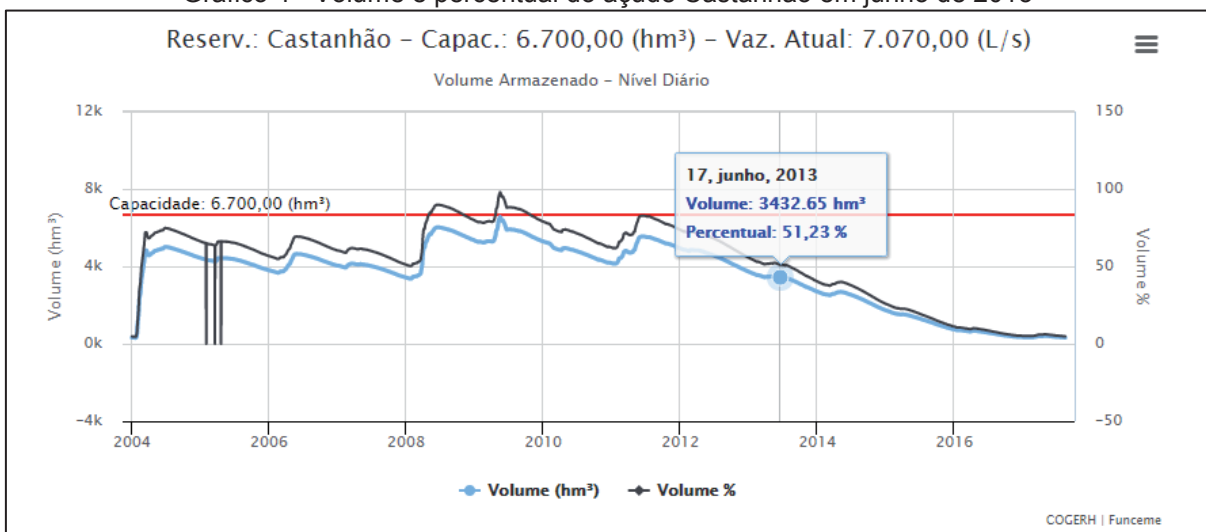
4.2. 2012; 2013; 2014; 2015; 2016

Gráfico 3 - Volume e percentual do açude Castanhão em junho de 2012



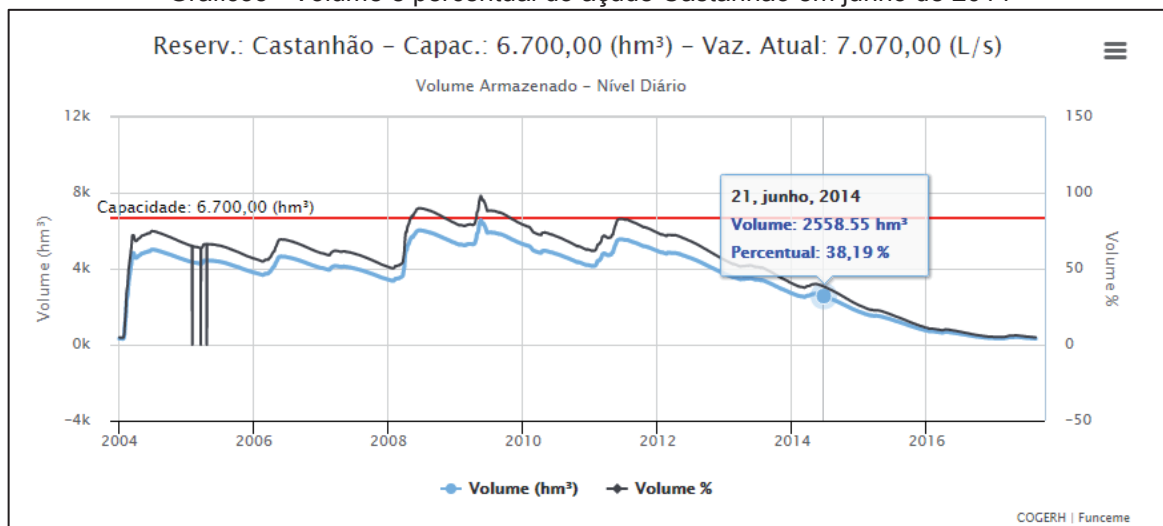
Fonte: Portal Hidrológico do Ceará, 2017

Gráfico 4 - Volume e percentual do açude Castanhão em junho de 2013



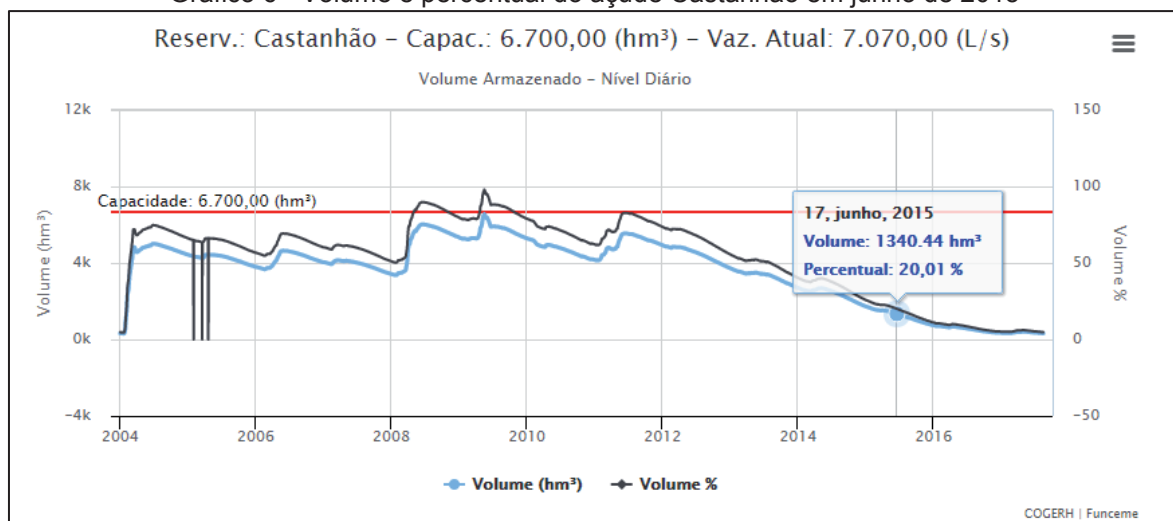
Fonte: Portal Hidrológico do Ceará, 2017

Gráfico 5 - Volume e percentual do açude Castanhão em junho de 2014



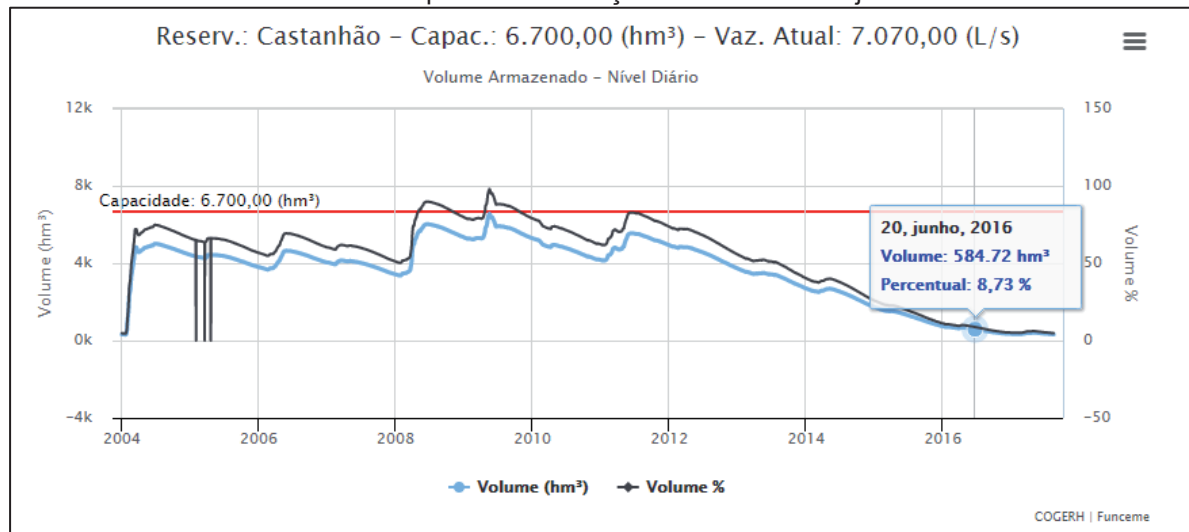
Fonte: Portal Hidrológico do Ceará, 2017

Gráfico 6 - Volume e percentual do açude Castanhão em junho de 2015



Fonte: Portal Hidrológico do Ceará, 2017

Gráfico 7 - Volume e percentual do açude Castanhão em junho de 2016



Fonte: Portal Hidrológico do Ceará, 2017

Percebe-se nos gráficos dos anos 2012 a 2016 que o volume das águas do açude caiu progressivamente. Nos referidos anos os índices pluviométricos do Ceará foram abaixo da média histórica, a saber:

2012: 388,9 mm (-51,7%); 2013: 551,2 mm (-31,5%); 2014: 565,5 mm (-29,7%); 2015: 533,5 mm (-33,7%); 2016: 566,8 mm (-29,2%).

Agregado ao fator precipitação, a evaporação também contribui para o quadro de perda d'água. O Ceará está localizado em latitudes baixas – 3°46'30" S e 7°52'54" S. Desta forma, o elevado número de horas de sol favorece uma intensa evaporação, acentuando a situação de baixa disponibilidade e acentuada escassez hídrica no Ceará.

5. CONCLUSÃO

O caso do açude Castanhão exemplifica o quadro de disponibilidade e escassez hídrica do Ceará. A própria necessidade de construção dessa forma de armazenar água já diz que o Estado cearense possui problemas no que diz respeito à obtenção e ao armazenamento de água. No Ceará são 153 açudes monitorados pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH (Portal Hidrológico do Ceará, 2016).

Em área de clima semiárido, locais em que as chuvas são irregulares, a disponibilidade hídrica é, de fato, escassa. Diante desse quadro, a açudagem, ao longo da história, vem sendo uma política pública adotada com o objetivo de armazenar água para atender às diversas necessidades humanas. No entanto, tal medida apresenta falhas. Em anos nos quais a pluviosidade é baixa, associada à constante evaporação nas áreas de baixa latitude, o armazenamento dos açudes fica comprometido.

Conclui-se que a disponibilidade hídrica cearense apresenta-se defeituosa e que a escassez acentua-se em períodos de pouca chuva, como os índices do açude Castanhão entre 2011 a 2016 mostram.

6. REFERÊNCIAS

Ceará. (2010) *Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAE-CE*. Ministério do Meio Ambiente / Secretaria dos Recursos Hídricos, Fortaleza, Brasil.

Dantas, S. P. *Influência do açude Castanhão (Padre Cícero) no clima local de Jaguaretama – Ceará*. 2014. 146 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Divisão Regional. Semiárido. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/semiario.shtm>>. Acesso em: 24 ago. 2015.

Oliveira, V. P. V. A. (2006). Problemática da degradação dos recursos naturais no domínio dos Sertões Secos do Estado do Ceará-Brasil. In: Silva, J.B; Dantas, E.W.C. e Meireles, A.J.A. *Litoral e Sertão: natureza e sociedade no nordeste brasileiro*. Expressão Gráfica, Fortaleza, Brasil.

Souza, M. J. N. Contribuição para o estudo das unidades morfo-estruturais do Estado do Ceará. *Revista de Geologia*, Fortaleza, n. 1, p. 73-91, jun. 1988.

Souza, M. J. N.; Neto, J. M.; Cruz, M. L. B.; Oliveira, V. P. V. (2011). Prognóstico da Gestão Ambiental da Área de Influência Direta do Açude Castanhão. In: Medeiros, C. N.; Gomes, D. D. M.; Albuquerque, E. L. S.; Cruz, M. L. B. *Os recursos hídricos do Ceará: integração, gestão e potencialidades*. IPECE, Fortaleza, 2011.

Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste / Instituto Desert. (2000). *Convenções das Nações Unidas de Combate à Desertificação: nos países afetados por seca grave/ou desertificação, particularmente na África*. 1.ed. Sudene, Brasil.

Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Acesso à informação. Institucional- Área de atuação da Sudene. Região Nordeste. Disponível em: <<http://www.sudene.gov.br/acesso-a-informacao/institucional/area-de-atuacao-da-sudene/regiao-nordeste>>. Acesso em: 02 fev. 2016.

Teixeira. E. C. *O Papel das Políticas Públicas no Desenvolvimento Local e na Transformação da Realidade*. AATR-BA, Bahia, 2002. Disponível em: <<http://www.escoladebicicleta.com.br/politicaspUBLICAS.pdf>>. Acesso em: 01 dez.2015.

Zanella, M. E. (2014). Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido. *Caderno Prudentino de Geografia*. v. especial, nº 36, p.126-142. Presidente Prudente, Brasil.

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM CERÂMICAS E A REDUÇÃO DO USO DE LENHA DA CAATINGA

Mônica Carvalho Freitas

Secretaria do Meio Ambiente do Ceará
monica.carvalho@sema.ce.gov.br

Magda Marinho Braga

Secretaria do Meio Ambiente do Ceará

Renata Aline Bezerra Pinheiro

Secretaria do Meio Ambiente do Ceará

Doris Day Santos da Silva

Secretaria do Meio Ambiente do Ceará

Leonardo Almeida Borralho

Secretaria do Meio Ambiente do Ceará

RESUMO

O Nordeste brasileiro tem como uma de suas principais fontes de energia, o uso da lenha que, por falta de fontes sustentáveis gera grande impacto ao bioma Caatinga pelo desmatamento ilegal. A indústria ceramista nordestina utiliza a lenha em 50% da sua fonte de energia. Entretanto, apesar da significância econômica e da simplicidade na elaboração dos artefatos, a falta de um padrão de produção e de orientação técnica especializada existe uma sensível perda de matéria prima e energia devido aos métodos ineficientes aplicados. O presente estudo vem demonstrar os resultados obtidos após capacitação e assistência técnica às cerâmicas do Baixo Jaguaribe objetivando o aumento da eficiência energética das mesmas.

Palavras-chave: Indústria Cerâmica; Lenha; Eficiência Energética.

1. INTRODUÇÃO

A lenha é uma das mais antigas fontes de energia utilizada pelo homem (Mendes; Paula, 2012). Seu uso se deu inicialmente para o aquecimento e o preparo de comida, e posteriormente, como combustível para a geração de energia térmica, elétrica e mecânica (Brito, 2007). Segundo estudos, mais da metade da biomassa florestal consumida no mundo é destinada a geração de energia, sendo a lenha e o carvão vegetal os combustíveis oriundos da madeira mais utilizados em várias regiões do planeta (Brito; Cintra, 2004).

Segundo o último Balanço Energético Nacional publicado em 2016 pela Empresa de Pesquisa Energética, vinculada ao Ministério de Minas e Energia - MME, a lenha foi responsável por cerca de 8,6% da energia primária produzida no Brasil, gerando mais de 24.500 10³ tep (tonelada equivalente de petróleo) em 2015 (Brasil, 2016).

Contudo, um dos grandes impactos provocados pelo consumo de lenha está relacionado ao desmatamento da floresta nativa, já que a principal fonte de fornecimento dessa lenha é a vegetação nativa, no caso do Nordeste, a Caatinga (Aragão *et al.*, 2008).

1.1. Desmatamento para geração de energia na Caatinga

Atualmente o desmatamento atinge o nível de 46% da área total do Bioma, e sua principal causa é a retirada de madeira para consumo de lenha nativa, realizado de forma ilegal e insustentável, para indústrias e comércio, seguido do sobrepastoreio e a conversão do solo para pastagens e agricultura (MMA, 2017).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente, a matriz energética de lenha do Nordeste brasileiro chega a 30% e o corte de madeira chega a empregar cerca de 700 mil pessoas e é tida como umas das principais atividades econômicas. As demandas do mercado de lenha são supridas, em sua maioria, cerca de 95%, por uma forma exploratória não sustentável gerando sérios danos ambientais e à biodiversidade.

Como alternativas à degradação da Caatinga, devem ser estudadas e incentivadas formas sustentáveis de utilização e geração de produtos florestais que possam suprir a demanda do mercado energético sem gerar danos à biodiversidade.

O conhecimento qualitativo de madeiras da Caatinga pode contribuir à eficiência energética quando utilizadas matrizes florestais para geração de energia, através do uso de lenha e carvão (Paula, 1993).

Além dos danos ambientais, é reconhecido que o uso tradicional (comercial e domiciliar) da biomassa gera emissões de gases de efeito estufa quando feito de forma não sustentável. Quanto ao uso de matriz energética de origem florestal, surgem como as duas principais alternativas o uso sustentável e os plantios florestais. Pelo potencial de produção, pela adaptação e tolerância às secas, além do baixo custo de implementação, o manejo sustentável tem mais vantagens dentro da realidade nordestina (Riegelhaupt, 2010).

Considerando que os energéticos florestais são necessários vale perguntar porque as atuais políticas públicas ambientais não priorizam o manejo florestal sustentável como fonte de geração de energia, proteção aos recursos naturais e geração de renda.

1.2. A Indústria Cerâmica e o Uso de Lenha

O maior consumidor de lenha no país é a indústria de transformação que converte a lenha em carvão para ser utilizada em outros setores, seguido pelo consumo residencial e, em terceiro lugar, está o setor industrial, principalmente, o de alimentos e bebidas e o de cerâmicas (Mendes; Paula, 2012). Esses três são responsáveis por mais de 60% do consumo de lenha do país (Brito; Cintra, 2004). Entre 2006 e 2015 cerca de 50% da energia consumida pelo setor cerâmico teve como origem a lenha, seguida pelo gás natural, conforme Quadro1 abaixo (Brasil, 2016):

Tabela 1 -Fontes de energia do setor cerâmico

Fontes (%) / Ano	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Lenha	49,9	49,1	50,6	50,4	50,7	50,5	51,2	51,9	52,3	50,1
Gás natural	25,5	25	24,0	23,7	25,4	27,3	27,4	26,7	26,4	28,7
Óleo combustível	8,1	8,1	7,7	7,8	6,6	2,6	2,3	2,5	2,0	1,3
Eletricidade	7,8	7,4	7,1	7,3	7,1	7,2	7,5	7,5	7,4	7,3
Outras	8,7	10,4	10,6	10,8	10,1	12,3	11,6	11,4	11,9	12,6

Fonte: https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2016.pdf.

A indústria cerâmica é um setor de significativa importância para o país (Vale et al., 2006). Ela equivale a 1% do PIB do país e é dividida em diversos segmentos (Aragão et al., 2008). O principal deles é a indústria cerâmica silicática de base argilosa (ou tradicional), e sua classificação leva em consideração o tipo de produto que ela fabrica e a matéria prima que utiliza, sendo dividida em três setores conforme Quadro 1 abaixo (Sebrae, 2008):

Quadro 1 - Setores cerâmicos e seus produtos

Setor	Produtos
Cerâmica Vermelha	Blocos, lajes, telhas e agregados leves.
Cerâmica Banca	Grês sanitário, porcelana mesa, porcelana elétrica e faiança.
Revestimentos	Pisos rústicos, pisos via seca, azulejo, piso gresificado e grês porcelânico.

Fonte: <http://docplayer.com.br/2786168-Ceramica-vermelha-estudos-de-mercado-sebrae-espm-2008-relatorio-completo.html>

O setor de cerâmica vermelha no Brasil se caracteriza por ser constituído principalmente, de pequenas e médias empresas espalhadas em diversos estados do país e próxima de seus mercados consumidores e das jazidas de matéria prima (Prado; Bressiani, 2013).

A maioria das empresas possui uma estrutura simples e familiar sem grandes aparatos tecnológicos (Bustamante; Bressiani, 2000) que produzem tijolos furados, tijolos maciços e telhas tendo como principal fonte de energia a lenha, queimada em fornos para a produção dos artefatos cerâmicos (Messias, 1996). Outro material utilizado nas cerâmicas, além da lenha nativa, são os resíduos de madeira, como: cavaco, serragem e briquetes (Filho; Bezerra, 2010).

O Brasil possui importantes jazidas de minerais que são usados na fabricação de cerâmicas, cuja produção está concentrada principalmente nas regiões sudeste e sul, onde estão localizados os maiores polos cerâmicos do país (Nunes; Rezende, 2013).

Segundo dados da Associação Nacional da Indústria Cerâmica. – ANICER (2008), o setor de cerâmica vermelha corresponde a 4,8% da indústria da construção civil no país, com faturamento anual de R\$ 18 bilhões de reais e gerando quase 300 mil empregos diretos e 900 mil indiretos.

O Nordeste produz aproximadamente, 21% da cerâmica fabricada no país e os maiores produtores são os Estados do Ceará, Bahia e Pernambuco, sendo os dois primeiros responsáveis por quase a metade de toda a produção de cerâmica vermelha do nordeste (Filho; Bezerra, 2010). O Ceará é o Estado com o maior número de empresas registradas, sendo 254 empresas, seguido pela Bahia com 227, conforme Quadro 2 abaixo (Brasil, 2017):

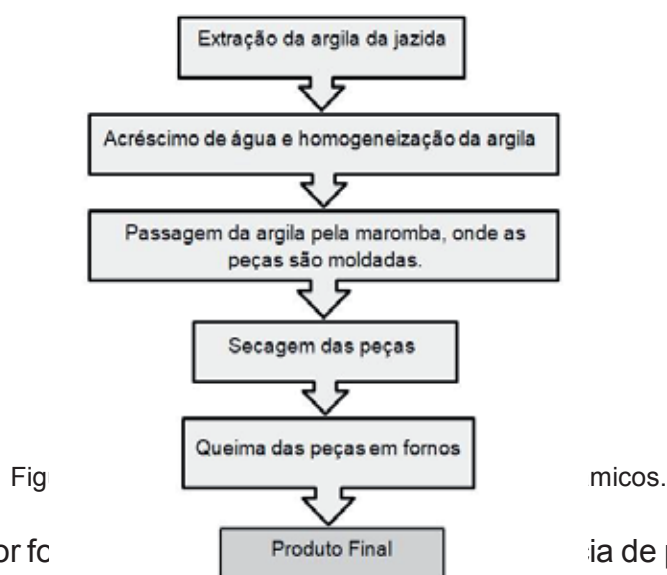
Quadro 2 – Número de empresas de cerâmica vermelha por estado

Estado	Nº de Empresas
Ceará	254
Bahia	227

Rio Grande do Norte	162
Pernambuco	103
Maranhão	82
Paraíba	57
Sergipe	57
Piauí	42
Alagoas	19

Fonte: Anuário Estatístico do Setor de Transformação de Não Metálicos, 2017.

A fabricação dos artefatos cerâmicos é relativamente simples e envolve os seguintes passos mostrados na Figura 1 (Vale et al., 2006):



A escolha do melhor forno depende da qualidade de produção desejada, do combustível utilizado e do investimento necessário (NUNES; Rezende, 2013). Os fornos podem ser classificados em intermitentes e contínuos, conforme Quadro 3 abaixo que mostra os fornos mais utilizados no país (Nunes; Rezende, 2013):

Quadro 3 – Tipos de fornos e suas vantagens e desvantagens

Fornos Intermitentes	Vantagens	Desvantagens
Forno Caieira	Baixo custo de implantação.	Produtividade baixa; Qualidade inferior do produto; Alto percentual de perdas; Alto custo de produção.
Forno Paulistinha (retangular)	Menor investimento; Fácil construção e operação.	Queima irregular, com variações de temperatura no interior do forno; Apresenta lentidão no aquecimento e resfriamento.
Forno Abóboda ou Redondo	Fácil construção e operação; Bom desempenho com qualquer tipo de combustível.	Ausência de controle de registro; Alta velocidade de aquecimento.
Forno Vagão	Maior produtividade; Fácil construção e operação;	Deficiências durante a queima; Apresenta requeima, tanto na lateral como no topo da carga.

	Melhores condições de trabalho ao funcionário.	
Forno Metálico	Melhor isolamento térmico; Maior produtividade; Fácil construção e operação; Melhores condições de trabalho do funcionário.	Custo de implantação superior ao Forno Vagão; Deficiências durante a queima; Apresenta requeima, tanto na lateral como no topo da carga.
Fornos Contínuos	Vantagens	Desvantagens
Forno Hoffmann	Bom rendimento energético; Fácil operação e boa produtividade.	Elevado custo de construção; Requeima na soleira e falta de queima na abóboda; Vazamento nos canais;
Forno Túnel	Moderno e eficiente no consumo de energia; Fácil operação de carga e descarga; Fácil automação.	Elevado investimento; Exige um volume de produção contínuo; Exige grande conhecimento técnico para sua operação; Resfriamento rápido, responsável por trincas e choque térmico nos produtos.

Fonte: Guia Técnico Ambiental da Indústria de Cerâmica Vermelha, 2013.

A maioria dos fornos utilizados nas cerâmicas é do tipo intermitente de chama invertida (*down draft*) que são basicamente câmaras com paredes e tetos em forma de abóboda construídos em alvenaria de tijolos (Messias, 1996). Apesar do custo de aquisição da lenha ter se elevado nos últimos anos por conta do aumento da distância dos locais de extração, ela ainda é um combustível financeiramente viável se comparado a outros, já que o custo aproximado de uma fornada de 8 mil tijolos com o uso da lenha é de R\$ 200,00 enquanto que a mesma fornada se usando gás natural custa R\$ 400,00 (Vale *et al.*, 2006).

Em várias indústrias os fornos e métodos de trabalho são antigos e não possuem um padrão, pois vão sendo adquiridos ao longo dos anos com a prática, muitas vezes sem nenhuma orientação técnica profissional (Messias, 1996). Isso acaba promovendo um consumo maior da lenha e um maior desperdício de peças, já que a qualidade das mesmas se perde no processo de queima deficiente (Vale *et al.*, 2006).

No entanto, algumas medidas podem ser adotadas no intuito de conservar o calor e a energia dentro dos fornos por mais tempo como, por exemplo: instalação de portas nas fornalhas e cinzeiros, instalação de indicadores de temperatura, alteração na recuperação de ar de resfriamento e isolamento externo da abóboda (Messias, 1996).

2. METODOLOGIA

O método aplicado neste trabalho consistiu em visitas a campo com aplicação de questionário, visando obter informações referentes ao processo utilizado para a fabricação dos artefatos cerâmicos nas empresas objeto do estudo.

O presente trabalho foi realizado em 120 indústrias cerâmicas de sete municípios da região do Baixo Jaguaribe/CE: Alto Santo, Aracati, Jaguaruana, Limoeiro do Norte, Quixeré, Russas e Tabuleiro do Norte. Ao longo de quatro meses essas empresas

receberam 480 horas de assistência técnica e 32 horas de capacitação em sala de aula, que tinham como foco a utilização racional dos recursos naturais e a implementação de práticas ambientalmente corretas.

Durante a assistência técnica foram fornecidas orientações especializadas com foco na melhoria dos processos produtivos e eficiência energética às empresas envolvendo a seguintes atividades:

- Diagnóstico do setor identificando os principais problemas de cada empresa visitada;
- Regulagem de boquilha com um equipamento a laser específico para tal finalidade;
- Treinamentos dos colaboradores para melhor execução do processo de extrusão;
- Mudar o modelo do embudo visando melhoria na produtividade;
- Orientações para melhorar o processo de secagem e queima dos artefatos cerâmicos;
- Colocar barracão com lona plástica, visando maior produtividade na secagem;
- Colocar sistema de ventilação lateral na estufa, visando maior produtividade;
- Colocar ventiladores e telhas transparentes no setor de secagem natural;
- Colocar sopradores nas fornalhas para aumentar o poder calorífico do combustível, visando maior economia e eficiência energética;
- Reduzir o volume de lenha nas fornalhas visando maior eficiência energética e menor consumo;
- Colocar depressômetro na chaminé, visando maior economia de combustível.

Para auxiliar na capacitação foi distribuída a cartilha “Eficiência Energética: boas práticas de industrialização” que continha todo o embasamento técnico do que estava sendo trabalhado durante as visitas nas empresas, abordando três fases do processo de fabricação da cerâmica: processo de extrusão, sistema de secagem e sistema de queima.

Os colaboradores que participaram das atividades de capacitação e assistência técnica pertenciam a diversos setores da indústria, desde a área operacional passando pelo administrativo, incluindo muitas vezes o próprio dono da empresa.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Antes da realização das assistências técnicas e capacitações a situação encontrada nas 120 indústrias cerâmicas está descrita na Tabela 2 abaixo:

Tabela 2 – Principais problemas encontrados nas indústrias cerâmicas

Problema encontrado	Cerâmicas (%)
Elevado índice de perda no processo de extrusão	90
Perdas no processo de secagem	95

Elevado índice de perda no processo de queima	90
Consumo de combustível por milheiro não compatível com o forno utilizado	100
Falta de conhecimento técnico em todos os processos	95

Fonte: Elaborado pelo autor

O consumo médio de lenha encontrado nas cerâmicas no início do projeto está mostrado na Tabela 3 abaixo:

Tabela 3 – Consumo médio de lenha por tipo de forno antes das ações do projeto

Tipo de forno	Consumo de lenha por milheiro (m³)
Forno paulista	5,2
Forno semicontínuo	2,1
Forno de câmara	2,3
Forno abóboda	3,7

Fonte: Elaborado pelo autor

Após a realização das capacitações e assistências técnicas, foi obtida uma redução total média de 57,8% no consumo de lenha, conforme os resultados mostrados na Tabela 4:

Tabela 4 - Consumo médio de lenha por tipo de forno depois das ações do projeto

Tipo de forno	Consumo de lenha por milheiro (m³)
Forno paulista	2,6
Forno semicontínuo	1,4
Forno de câmara	1,6
Forno abóboda	2,1

Fonte: Elaborado pelo autor

4. CONCLUSÃO

As indústrias cerâmicas que foram trabalhadas possuem características de produção bastante semelhantes, visto que os problemas listados na Tabela 2 foram encontrados em mais de 90% das empresas. Tais problemas demonstram que há uma grande ausência de conhecimento técnico por parte dos funcionários das cerâmicas que foram aprendendo seus ofícios de forma empírica e muitas vezes sem nenhum treinamento formal.

Essa falta de conhecimento leva a má utilização de insumos, como por exemplo, a lenha, que durante o processo de queima era colocada nos fornos em quantidade acima do necessário, levando ao aumento nos gastos das empresas e na retirada dessa matéria prima do ambiente natural.

Entretanto, o projeto mostrou que essa realidade pode ser alterada com a adoção de medidas simples, envolvendo o treinamento da equipe de colaboradores e pequenos ajustes nos fornos de maneira que a lenha possa ser alojada de maneira mais eficaz, produzindo mais calor e conseqüentemente aumentando a eficiência energética dos fornos.

Esse trabalho permite a redução não apenas do volume de lenha utilizado e dos custos da empresa, mas também diminui o impacto que a extração dessa matéria prima tem no meio ambiente em que ela está inserida, que no caso do nordeste é a já tão devastada Caatinga.

5. REFERÊNCIAS

Associação Nacional da Indústria Cerâmica - ANICER. (2008). *Dados do setor*. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://anicer.com.br/setor/>>. Acesso em: 06 de julho de 2017.

Aragão, F. M.; Gomes, L. J.; Nogueira, M.; Ribeiro, G.T. (2008). Caracterização do consumo de lenha pela atividade cerâmica, nos municípios de Itabaiana, Itabaianinha e Umbaúba-SE. *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal*, ano7, n.12.

Brasil. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. (2017). *Anuário estatístico do setor de transformação de não metálicos*. Brasília. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1732813/ANU%C3%81RIO+N%C3%83O-METALICOS+2017_27.07.2017.pdf/8a777f0f-3f3c-4f03-85de-8fa783f2813c>. Acesso em: 28 de julho de 2017.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. *Bioma Caatinga*. Disponível em: <<http://mma.gov.br/biomas/caatinga>>. Acesso em: 10 de agosto de 2017.

Brasil. (2016). Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética (EPE). *Balanco energético nacional 2016: Ano base 2015*. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2016.pdf>. Acesso em: 03 de julho de 2017.

Brito, J. O. (2007). *O uso energético da madeira*. Piracicaba. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v21n59/a14v2159.pdf>>. Acesso em: 09 de julho de 2015.

Brito, J. O.; Cintra, T. C. (2004). Madeira para energia no Brasil: realidade, visão estratégica e demandas de ações. *Biomassa & Energia*, v. 1, n. 2.

Bustamante, G. M.; Bressiani, J. C. (2000). A indústria cerâmica brasileira. *Cerâmica Industrial*, v.5, n. 3.

Filho, L. L. R.; Bezerra, F. B. (2010). *Informe Setorial Cerâmica Vermelha*. Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste – ETENE. Fortaleza. Disponível em: <http://www.banconordeste.gov.br/documents/88765/89729/ano4_n21_informe_setorial_ceramica_vermelha.pdf/66eb35dc-dd49-420d-a921-26e9efc320d9>. Acesso em: 03 de julho de 2017.

Mendes, G. F.; Paula, N. F. (2012). Utilização de madeira para produção de energia no Município de Jaboticabal - SP. *Ciência & Tecnologia*. Jaboticabal: v. 4.

Messias, L. S. (1996). *Recuperação de Gases Quentes em Fornos Intermitentes. Aplicação na Indústria de Cerâmica Estrutural*. Cerâmica Industrial. São Paulo.

Nunes, A. C. N.; Resende, S. S. (2013). *Guia Técnico Ambiental da Indústria de Cerâmica Vermelha*. Belo Horizonte. Disponível em:<http://www.feam.br/images/stories/producao_sustentavel/GUIAS_TECNICOS_AMBIENTAIS/guia_ceramica.pdf>. Acesso em: 10 de julho de 2017.

Paula, J. E. M. (1993). Madeiras da Caatinga úteis para produção de energia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 28.

Prado, U. S.; Bressiani, J. C. (2013). Panorama da Indústria Cerâmica na Última Década. *Cerâmica Industrial*, v. 18.

Riegelhaupt, E. M.; Pareyn, F. G. C. (2010). *Uso sustentável e Conservação dos Recursos Florestais da Caatinga*. Serviço Florestal Brasileiro. Brasília

SEBRAE. (2008). Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. *Cerâmica Vermelha*. Estudos de Mercado SEBRAE/ESPM 2008. Relatório Completo. Disponível em:< <http://docplayer.com.br/2786168-Ceramica-vermelha-estudos-de-mercado-sebrae-espm-2008-relatorio-completo.html>>. Acesso em: 05 de julho de 2017.

Vale, S. A. L.; Varela, M.; Dutra, R.; Nascimento, R.; Paskocimas, C.; Formiga, F.A. (2006). Minimização dos impactos ambientais causados pela produção de cerâmica vermelha com utilização da análise racional para formulação de massa. *Cerâmica Industrial*. v. 11.

ESTUDO AMBIENTAL: VULNERABILIDADE COSTEIRA DA PRAIA DE BOA VIAGEM, RECIFE-PE/BRASIL

Maria José de Lacerda Bezerra

Colégio Militar do Recife
maryludelacerda@yahoo.com.br

Aderivaldo Pedro da Silva

Colégio Militar do Recife

Ronaldo Tavares da Silva

Colégio Militar de Recife

RESUMO

O estudo ambiental tem por finalidade analisar a morfodinâmica da praia de Boa Viagem verificando a resposta desses ambientes à dinâmica das ondas, a vulnerabilidade e ao balanço sedimentar. A realização dos perfis resulta no conhecimento dos fatores que controlam o gradiente do perfil como: ondas, sedimentos, variação climática e a interação onda-sedimento. A ocupação das áreas costeiras e sua fragilidade acarretam crescente impacto nestes ambientes. A zona costeira é o espaço geográfico de interação do mar, ar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não que abrange uma faixa marítima e outra terrestre. As praias são sistemas transicionais dinâmicos e sensíveis, formados por sedimentos inconsolidados ajustando-se a flutuações de níveis de energia locais. A praia de Boa Viagem, objeto desse estudo, está localizada no Recife, Estado de Pernambuco, tem aproximadamente 7 Km de extensão, é delimitada pela praia do Pina ao norte e pela praia de Piedade ao sul. Boa Viagem é uma praia urbana, protegida por uma barreira de recifes naturais, que são relativamente planos e largos; os beachrocks são feições que se estendem às vezes, continuamente por cerca de 10m. Devido a estes afloramentos, formam-se várias piscinas naturais ao longo da praia. As mudanças de temperatura têm influenciado a dinâmica costeira no litoral de Pernambuco de forma acentuada, alterando por vezes, a distribuição de sedimentos e os perfis praias. Os perfis topográficos foram realizados mensalmente e seus gráficos confeccionados segundo o referencial absoluto de cada um; no período de Julho de 2011 a Agosto de 2012. A praia foi dividida em duas estações para análise dos perfis morfodinâmicos. O estudo morfodinâmico indicou que a praia de Boa Viagem encontra-se sob impacto da erosão marinha, com alto índice de déficit sedimentar. O processo de erosão possivelmente ocorre em razão da grande quantidade de falhas na linha de recifes, que muito próxima à costa, impõe à praia energia capaz de remover o suprimento sedimentar, alterando o balanço sedimentar da área.

Palavras Chave: Dinâmica Costeira; Praia Urbana; Estudo Ambiental; Erosão.

1. SISTEMA PRAIAL

O entendimento dos processos inerentes à zona costeira, e dos fenômenos morfodinâmicos e hidrodinâmicos ali atuantes, passa pela compreensão do ambiente praias.

Praia é a zona perimetral de um corpo aquoso, que em geral é composta de material arenoso ou, mais raramente, por cascalho, conchas de moluscos, entre outros que se estende desde o nível da baixa-mar até a linha de vegetação permanente, ou onde há mudança fisiográfica, como falésias ou dunas. (Suguio, 2005, p. 21)

De acordo com Reineck e Sing (1975, p. 439)

Dividem o perfil de uma praia no sentido do continente em direção ao mar, em: dunas frontais (*foredune*), pós-praia (*backshore*), praia ou estirâncio (*foreshore*) e antepraia (*shoreface*) sendo esta divisão do ambiente praiado adotada neste trabalho.

A pós-praia (*backshore*) é uma zona de supramaré que carregam sedimentos em direção a terra, retrabalhando e depositando neste setor, cobrindo a região que vai da Crista da Berma até onde houver influência marinha, podendo ou não estar coberta por vegetação.

“A morfologia do estirâncio pode variar dependendo do poder das ondas, do tamanho dos grãos disponíveis e da amplitude de maré” (Reading; Collison, 1996).

A antepraia (*shoreface*) é a zona situada entre a linha de baixa-mar até onde as ondas conseguem transportar os sedimentos do fundo. É onde os processos litorâneos atuam consideravelmente. Nesta zona os processos litorâneos são mais atuantes e de máxima movimentação de sedimentos, compreende o ambiente submerso e a sua parte mais inclinada que se delimita com a praia ao longo do nível de maré baixa.

As praias apresentam seus perfis em respostas às condições hidrodinâmicas do ambiente, tendo como as principais fontes de sedimentos: a erosão de falésias ou escarpas litorâneas, desembocaduras fluviais, transporte de sedimento da plataforma interna para a linha de costa pela ação de ondas, aporte de sedimentos trazidos pelas correntes de deriva litorânea, dunas através de erosão ou transporte eólico.

A remoção de sedimentos pelas correntes litorâneas, o transporte de sedimentos da linha de costa para plataforma interna pela ação das ondas ou para uma laguna ou enseada pelo transporte eólico; são responsáveis pelas perdas de sedimentos.

1.1. Erosão Costeira

“A erosão é um processo geodinâmico associado ao avanço e retrocesso da linha de costa, que resulta na inundação de largas áreas costeiras se de baixadas próximas ao mar”. (Silva, 2005, p. 139).

A praia tenderá a acumular areia se a quantidade disponível for maior que a transportada pelos agentes litorâneos, alargando-a; em caso contrário, haverá erosão e conseqüentemente, recuo da linha de costa.



Figura 1 – Danos provocados pela erosão na praia de Boa Viagem, Recife/PE
(Fonte: Góis, 2011)

Para um melhor entendimento do processo de erosão é importante para a compreensão do comportamento sedimentar da costa; no processo sedimentar as modificações cíclicas e sazonais respondem pela movimentação e transporte de sedimentos inconsolidados provocando os processos erosivos e deposicionais.

As areias das praias desenvolvem movimentos sazonais e perpendiculares à costa. Durante o inverno, as areias removidas pelas ressacas são acumuladas em formas de barras arenosas submersas, paralelas à costa, rebaixando o estirâncio. No verão, as condições energéticas são mais amenas e a areia é removida das barras e remobilizadas para o estirâncio, causando a progradação da praia.

A instalação da erosão costeira é o resultado da alteração no equilíbrio do balanço sedimentar, alguns fatores que interferem neste equilíbrio são: a interferência do homem no processo de transporte longitudinal de sedimentos; a ocupação da faixa de pós-praia por meio de construções; a interação de processos hidrodinâmicos costeiros (ondas, ventos, marés e correntes); a ocorrência de fenômenos naturais e interferência do homem no abastecimento sedimentar das bacias costeiras.

1.2. Influência da Variação Climática na Zona Costeira

Variações na distribuição da linha de costa na Praia de Boa Viagem foram objeto de estudo de vários pesquisadores, como Manso et al. (1995), Gregório (2009, pp. 39-52), Duarte (2002, p. 141), Projeto Básico de Engenharia realizado pela Coastal Planning & Engineering do Brasil (2011).

Algumas áreas do litoral Recifense possui um comportamento diferenciado quanto a erosão, pois essas áreas possuem dunas frontais, linhas de vegetação, escarpa de pós-praia e presença de recifes (Rimas, 2003). Oliveira (2013, p. 46) apresenta uma análise de 1974 a 1984, onde se observa a acresção costeira em toda área da praia de Boa Viagem (Tabela 1).

Tabela 1 – Variação das distâncias das linhas de costa nos anos de 1974, 1984 e 2012, com base nas mensurações mínimas e máximas da praia de Boa Viagem

Distância entre as linhas	Máxima (m)	Mínima (m)
1974 – 1984	82,97	0
1974 – 2012	68,86	0
1984 – 2012	31,82	0

No ano de 1974, o bairro de Boa Viagem possuía vegetação fechada e na faixa de areia havia dunas com vegetação costeira (Sabiá, 2011).

De 1984 a 2012, Gregório (2004, pp. 39-52) cita que ao norte da Praia de Boa Viagem, o ambiente praiado é constituído pela região de dunas frontais, pós-praia e a face da praia é bem desenvolvida. Esse ambiente estreita-se em direção ao sul, o qual não apresenta região de dunas frontais, pois há obras de contenção marinha (Figura 2).



Figura 2 - Praia de Boa Viagem na década de 70
(Fonte: Acervo – Valdir Manso)

O comportamento evolutivo ao longo da linha de costa em Boa Viagem demonstrou uma tendência geral de progradação, com sinais de sedimentação evidenciados pelos ganhos observados ao longo de toda praia entre os anos de 74 e 84, de modo que o caráter progradativo em toda região estudada relaciona-se à presença de vegetação gramínea, vegetação que corrobora para o acúmulo de sedimentos no local, favorecendo a acresção costeira. (Oliveira, 2013, p. 169).

O período de 1984 e 2012 apresentou alternância entre retração e acresção da linha de costa, observou-se ainda uma diminuição do caráter progradativo com diminuição de gramíneas que foram substituídas por arbustos. Ainda para este período, o estudo aponta uma retração da linha de costa ao sul, devido à proximidade das praias com grave retração da costa e das obras de contenção da erosão ao sul de Boa Viagem. A figura 4 da avenida Boa Viagem na década de sessenta apresentam uma praia com faixa de areia larga, cordões de sedimentos do Holoceno no pós-praia, uma ocupação média da zona costeira e a construção dos trilhos em 1923.

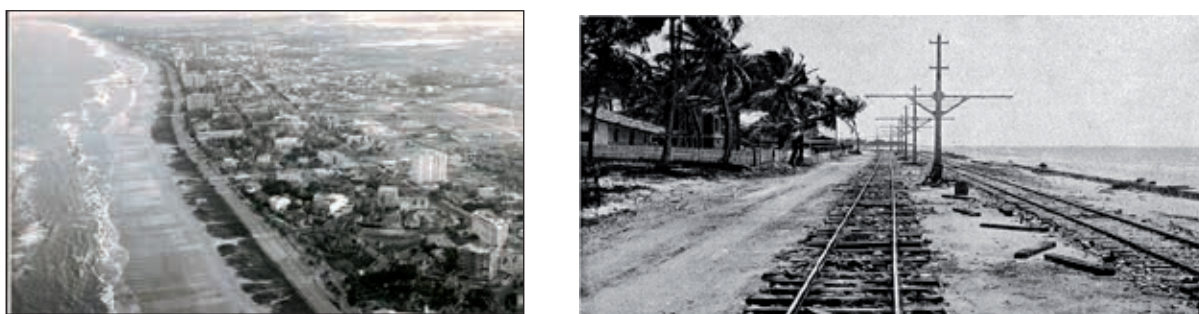


Figura 3 – Avenida Boa Viagem nos anos 60 e Construção da Avenida Boa Viagem -Trilhos 1923.
(Fonte: Acervo – Valdir Manso)

1.3. Vulnerabilidade das praias urbanas

O mapa de vulnerabilidade das praias urbanas de Piedade e de Boa Viagem apresenta a caracterização ambiental dos setores da área de estudo. Esse mapa pode ser uma ferramenta importante para o gerenciamento e ordenamento da orla do Recife, somado ao estudo de uso e capacidade recreativa das praias (Figura 4).

Neste artigo, destacamos apenas a praia de Boa Viagem, respectivamente os setores 1 e 2 do Mapa.

O setor 1 apresenta uma praia aberta com extensa faixa de areia e ausência de rochas de praia. O ambiente praiial tem dunas frontais e uma declividade média do perfil. Em relação ao uso, a capacidade desse setor é confortável, o uso mais frequente é de caminhada e não há serviços na zona de solarium para os usuários. A taxa média de erosão é de $3,79\text{m}^3/\text{m}$, confirmando a retirada de sedimentos do setor.

O setor 2 é o mais crítico em relação a vulnerabilidade à erosão. A face da praia é suave com rochas de praia na antepraia e ausência de berma. A atividade erosiva é forte com obras de contenção de erosão, presença de enrocamento na berma. A taxa erosiva foi de $70,53\text{ m}^3/\text{mno}$ período estudado. A capacidade recreativa desse setor é intolerável, ou seja, o espaço disponível é inversamente proporcional ao número de usuários.

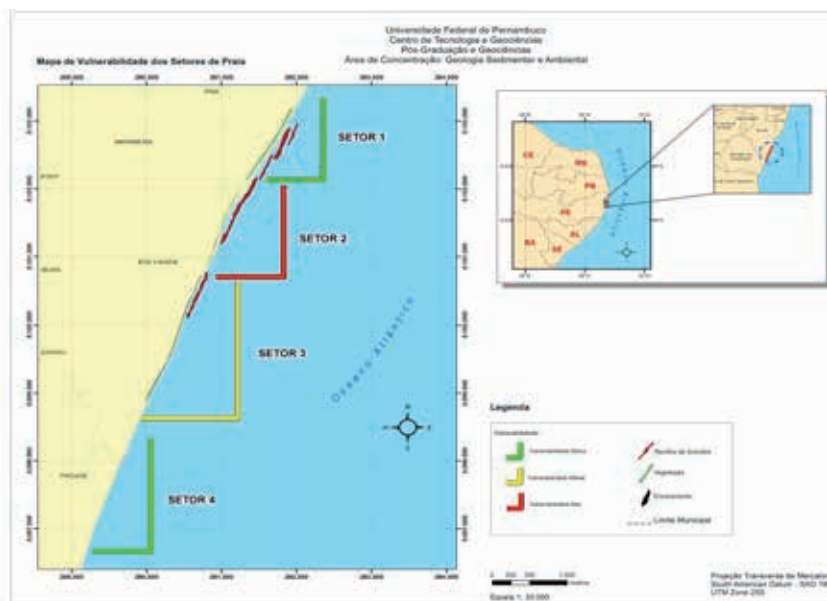


Figura 4 - Mapa de vulnerabilidade das praias de Piedade e de Boa Viagem por setores (Fonte: CONDEPE-FIDEM, 2000)

1.4. Mudanças climáticas no Brasil

O ano de 2014 está sendo um dos mais secos do Brasil. As chuvas escassas estão prejudicando a agricultura, ameaçando o fornecimento de energia elétrica e fazendo com que o debate sobre as mudanças climáticas volte com força total. De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas Globais (IPCC), o aquecimento global é inequívoco. O fenômeno é causado por fatores naturais, mas é intensificado significativamente pela ação humana: o IPCC avaliou 577 trabalhos científicos, descrevendo cerca de 80 mil séries de dados, para chegar a essa conclusão. E as consequências já podem ser sentidas na pele.

A temperatura média do planeta subiu 0,7°C ao longo do século 20. E não é só: esse aquecimento vem ocorrendo de maneira mais rápida nos últimos 25 anos. Em geral, espera-se uma elevação em torno de 4°C até o fim do século. Isso está desencadeando várias alterações em todo o planeta, como mudança no regime das chuvas; elevação do nível do mar (que deverá subir em média entre 18 e 59 cm até o final do século, consumindo regiões costeiras e até ilhas inteiras); e aumento na frequência de eventos climáticos extremos, como enchentes, tempestades, furacões e secas; além de interferir na agricultura e contribuir para o processo de desertificação.

No Brasil, o clima ficará mais quente (com aumento gradativo e variável da temperatura média em todas as regiões do país entre 1oC e 6oC até 2100) e o regime de chuvas também vai mudar: as precipitações diminuirão significativamente em grande parte das regiões central, Norte e Nordeste do país; e aumentarão nas regiões Sul e Sudeste. Isso é o que aponta o primeiro Relatório de Avaliação Nacional (RAN1), lançado em 2013 pelo Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC).

Estes estudos mostram que, no Brasil, a temperatura média aumentou aproximadamente 0,75°C até o final do século 20 (considerando a média anual entre 1961-90 de 24,9°C), sendo 1998 o ano mais quente.

1.5. Praia de Boa Viagem: Evolução e Erosão da Linha de Praia

Localizada no Recife, Estado de Pernambuco, tem aproximadamente 7 km de extensão; é delimitada pela praia do Pina ao norte e pela praia de Piedade, ao sul.

A praia é protegida por uma barreira de recifes naturais, que são relativamente planos e largos e, quando sobe a maré, ficam completamente cobertos pela água. Os *beachrocks* são feições que se estendem às vezes, continuamente por cerca de 10 m, apresentando uma largura média de 20 – 60 m e 3 a 4 m de espessura

Ao norte da Praia de Boa Viagem, o ambiente praiado é constituído pela região de dunas frontais, pós-praia e a face da praia é bem desenvolvida. Esse ambiente estreita-se em direção ao sul, o qual não apresenta região de dunas frontais, pois há obras de contenção marinha.

O período de 1984 e 2012 apresentou alternância entre retração e acresção da linha de costa, observou-se ainda uma diminuição do caráter progradativo com diminuição de gramíneas que foram substituídas por arbustos. Ainda para este período, o estudo aponta uma retração da linha de costa ao sul, devido à proximidade das praias com grave retração da costa e das obras de contenção da erosão ao sul de Boa Viagem.

2. METODOLOGIA

2.1. Perfis Topográficos

O levantamento dos perfis topográficos baseou-se em métodos empregados por técnicas convencionais, aplicadas em estudos equivalentes desenvolvidas no LGGM (Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha) da Universidade Federal de Pernambuco, adequados aos objetivos do mesmo.

Os perfis morfodinâmicos têm por finalidade definir a morfologia do perfil praiado verificando a resposta deste ambiente à dinâmica das ondas. Com a realização dos perfis obteve-se conhecimento sobre os fatores que controlam o gradiente do perfil, sendo eles: as ondas, os sedimentos e a interação onda-sedimento.

A metodologia aplicada para obtenção dos perfis de praia foi idealizada por Emery (1961), rotineiramente utilizada em trabalhos de dinâmica costeira. Os perfis foram realizados na baixa-mar e suas localizações obedeceram às variadas características morfológicas das praias urbanas do litoral de Recife-PE.

Os perfis tiveram seus RN estabelecidos em locais de fácil acesso. Foram gerados gráficos de dispersão com linhas suaves, utilizando leituras referentes à cota e a distância entre cada leitura, baseado na hora da maré máxima e na linha d'água.

Um modelo para determinar o grau de variabilidade da praia foi proposto segundo uma adaptação do modelo de Short & Hesp, levando-se em consideração o volume médio (V_v) e a variação do volume médio (V_v), onde a razão V_v/V_v determina o coeficiente de variação do volume médio para a praia (CV_v), o qual é adimensional, porém foi utilizado para a determinação do grau de variabilidade do volume sedimentar nas praias de Piedade e de Boa Viagem (MANSO, 1997, p. 171).

2.1.1. Sedimentos

As amostras de 300g de sedimentos foram coletadas manualmente nos setores praias: berma, estirâncio e praia submarina, sempre no mesmo ponto, nas duas estações durante um período de 10 meses e, posteriormente acondicionadas em sacos plásticos etiquetados, para identificação das mesmas.

O estudo granulométrico compreendeu a análise mecânica dos sedimentos segundo a escala de Wentworth e intervalos de phi. Uma subamostra de (cerca de 200 gramas), foi colocada em Becker e levada á estufa com temperatura de 80 ° C por volta de 48 horas, para remoção de toda umidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Praia de Boa Viagem (Estação 1)

A estação 1, localizada a 291.981 E e 9.103.364 N (UTM), está situada em frente ao Edifício Caravelas, no 3º Jardim, próximo à rua França Pereira. O ambiente praias neste trecho apresenta dunas frontais e um baixo adensamento de banhistas. O RN desta estação é de 15,80m e a declividade média do perfil em torno de 3,7%.



Figura 5 - Localização da Estação 1-Praia de Boa Viagem ,em frente ao Edifício Caravelas (Fonte: Autora, 2011)

3.1.1. Configuração do Envelope Praial - Estação 1

O envelope praial apresentou uma alternância de erosão e deposição no período estudado, o mês de ago/11 foi marcado com uma intensa atividade erosiva com uma taxa de $-101,87\text{m}^3/\text{m}$. A ação de ondas e dos ventos característicos do período chuvoso foi provavelmente determinante para essa ação erosiva. Os resultados quantitativos observados (Tabela 2) apresentam uma taxa média de erosão da ordem de $-3,19\text{ m}^3/\text{m}$ e os valores máximo de deposição $80,24\text{ m}^3/\text{m}$ para o mês de Julho/2012.

Tabela 2 – Dados do perfil da Estação 1 – Boa Viagem

Mês	Volume (m^3/m)	V n + 1- Vn (m^3/m)
Jul/ 11	441,45	0
Ago/11	441,57	0,12
Set /11	339,70	-101,87
Out /11	386,89	47,19
Nov / 11	442,84	55,95
Jan /12	441,45	-1,39
Fev /12	458,10	16,65
Mar/ 12	363,09	-95,01
Maio/12	362,66	-0,43
Jul/12	442,90	80,24
Ago/12	438,26	-4,64

Apresenta uma extensão de 120m aproximadamente; o perfil está localizado em uma área de praia aberta, com ausência de rochas de praia, um pós-praia bem desenvolvido.

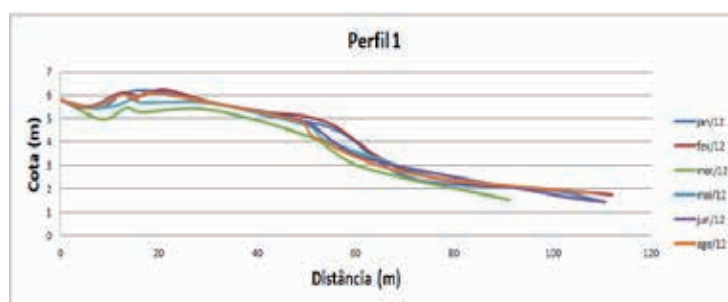


Figura 6- Perfil praial na Estação 1 nos meses de Janeiro a Agosto/2012

A figura 6 apresenta a variação do volume de sedimentos que nos meses de Julho e Agosto/11, janeiro e fevereiro/12 obtiveram um maior valor.

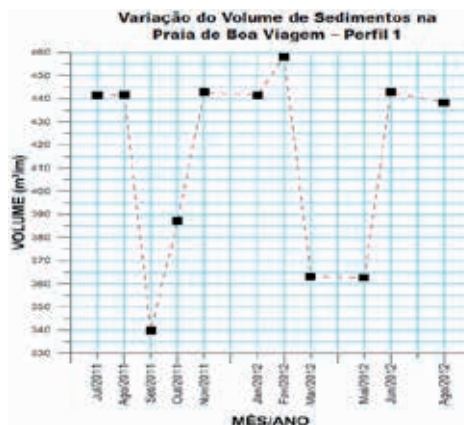


Figura 7 – Variação do volume sedimentar na Estação 1- Praia de Boa Viagem

O gráfico da tendência linear para esta Estação apresenta uma linha suavemente descendente, o que confirma a tendência erosiva

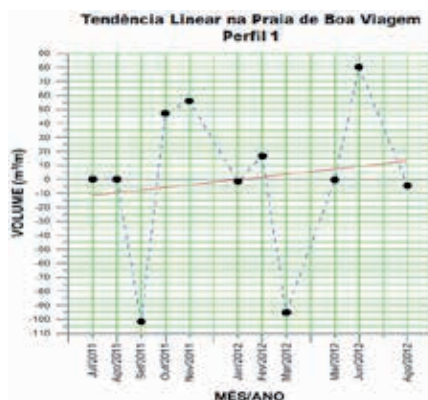


Figura 8 – Tendência linear na estação 1-Praia de Boa Viagem

3.2. Praia de Boa Viagem - Estação 2

A estação 2, localizada a 290.830 E e 9.100.946N (UTM), está situada em frente ao antigo Hotel Castelinho. Nessa estação o valor do RN é 3,80m e a declividade média de 3,6%% (Figura 9).



Figura 9 – Localização da Estação 2- em frente ao Edifício Castelhinho.
(Fonte: Autora, 2011)

3.2.1. Configuração do Envelope Praial- Estação 2

O envelope praial apresenta uma forte atividade erosiva nesse setor, onde já não existe berma e na pós-praia encontra-se muro de pedra para proteção dos imóveis locais. É um setor de intenso uso turístico e de lazer. Os beaches rocks que atuam como proteção natural da praia, não são contínuos, o que possivelmente determina uma ação mais efetiva das ondas.

Tabela 3 - Dados do perfil da Estação 2

Mês	Volume (m ³ /m)	V n + 1- Vn (m ³ /m)
Jul/ 11	204,46	0
Ago/11	175,83	-28,63
Set /11	158,85	-16,98
Out /11	144,28	-14,57
Nov / 11	105,49	-38,79
Jan /12	175,56	70,07
Fev /12	119,67	-55,89
Mar/ 12	182,99	63,32
Maio/12	162,51	-20,48
Jul/12	195,54	33,03
Ago/12	125,01	-70,53

No mês de agosto, com a maré alta, toda face praial fica encoberta nesse setor. Os dados obtidos para esse perfil apresentam uma taxa erosiva na ordem de -70,53 m³/m no mês de agosto/2012 e a maior taxa de deposição no mês de Março/2012 com 70,07 m³/m. A taxa média de erosão para o período estudado é da ordem de -35,12 m³/m confirmando o intenso processo erosivo desse setor praial.

A face praial é suave com rochas de praia na antepraia e ausência de berma. Formam-se piscinas na baixa-mar com possível correntes de retorno. Este trecho apresenta um muro de pedras para proteção do embate das ondas. Os perfis de praia tiveram um alinhamento a partir do topo da estrutura do bloco rochoso.

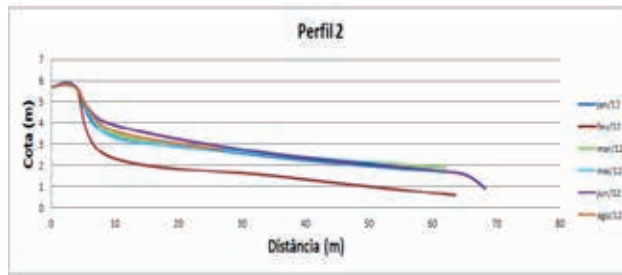


Figura 10 – Perfil praiial da Estação 2 na praia de Boa Viagem nos meses de Janeiro a Agosto/2012.

A variação do volume nesta Estação apresentou grande alternância, conforme demonstrado na figura 10.



Figura 11 -Variação do volume sedimentar na Estação 2 – Praia de Boa Viagem

A relação entre a variação de volume com a tendência linear para esta estação verifica-se uma linha totalmente descendente caracterizando que a Praia de Boa Viagem sofre intenso processo erosivo.

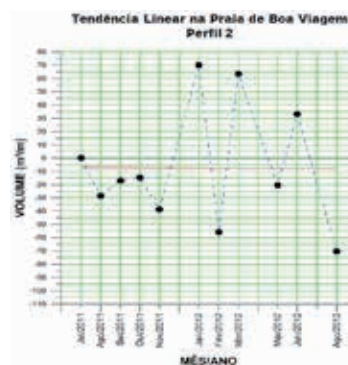


Figura 12 – Tendência Linear na Estação 2- Praia de Boa Viagem

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A praia de Boa Viagem encontra-se sob impacto da erosão marinha, sendo na Estação 1 e 2 o local no maior índice de déficit sedimentar.

Em Boa Viagem o processo de erosão possivelmente ocorre em razão da grande quantidade de falhas (aberturas) na linha de recifes, que muito próxima à costa, impõe à praia energia capaz de remover o suprimento sedimentar, alterando o balanço sedimentar da área.

Dadas às condições geoambientais que se apresenta a praia urbana de Boa Viagem, durante a elaboração deste estudo e alicerçados pelos resultados aqui apresentados, recomenda-se que:

- Realizar diagnóstico ambiental para identificar os principais poluentes físico-químicos da água e dos sedimentos praias.
- Desenvolver um ordenamento do uso da praia em toda orla e em todos os setores, minimizando o efeito do uso intenso e conseqüentemente, o desaparecimento ou afundamento da fauna intersticial.
- Investigar o índice de sedimentos transportados pelos usuários da praia (ação antrópica).
- Monitoramento mensal, por no mínimo um ano, do uso e ocupação da orla de Boa Viagem.
- Campanhas educativas do uso e ocupação das praias para sensibilizar a população sobre a capacidade recreacional e uma melhor ordenação do espaço público, mitigando o impacto em áreas de ocupação intensa, como a estação 2, identificada neste estudo.

5. REFERÊNCIAS

Duarte, R. X. (2002). *Caracterização morfo-sedimentológica e evolução de curto e médio prazo das praias do Pina, Boa Viagem e Piedade, Recife/Jaboatão dos Guararapes – PE*. Recife, 2002, Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, 141 p.

Emery, K. O. (1969). A simple method beach profiles. *Limnology Oceanography*, 6: 90-93.

Gregório, M. das N. (2004). Variação sedimentar das praias do Pina e Boa Viagem, Recife (PE) - Brasil. *Tropical Oceanography*, Recife: v. 32, n.1, 39-52 pp.

Gois, L. (2011). *Avaliação das opções de proteção costeira: Praias de Boa Viagem, Recife – PE e Praia de Bairro Novo – Olinda - PE*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Tecnologia de Pernambuco – ITEP. Recife, 165 p.

Manso, V. A. V. et.al. (1995). *Estudo da erosão costeira na praia de Boa Viagem*. Relatório Técnico, 101 p. Prefeitura da Cidade do Recife.

Manso, V.A.V. (1997). *Geologia da Planície Costeira e da plataforma continental interna adjacente da região entre Porto de Galinhas e Tamandaré - Litoral sul de Pernambuco*. Tese de doutorado, Curso de Pós-graduação em Geociências, UFRGS, 171 p.

Oliveira, E. B; Soares-Gomes, A. (2003). Impact of a point source domestic sewage on intertidal meiofauna at charitas Beach. Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. *Journal of Coast Research*.

Oliveira, T. R. S. de. (2013). *Análise multitemporal da evolução da linha de costa na praia de Boa Viagem, Recife-PE*. Monografia de Bacharelado em Ciências Biológicas. Departamento de Biologia – UFRPE, Recife, 46 p.

Silva, A. M. C. da. (2005). *Relações entre a dinâmica costeira e a meio fauna dos sedimentos praias do litoral da Ilha de Itamaracá-PE*. Tese (Doutorado em Geociências). Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, 139 p.

RIMA –RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL (2003). *Obras de proteção à praia de Boa Viagem*. ECOGEO - Consultoria Geoambiental. Prefeitura do Município de Recife-PE.

GEOPROCESSAMENTO APLICADO NA QUANTIFICAÇÃO DO GRAU SEVERIDADE DE QUEIMADAS NO NÚCLEO DESERTIFICAÇÃO DO PIAUI, GILBUÉS

Grenda Juara Alves Costa

Instituto Federal do Piauí
grendajuara@hotmail.com

Samuel Anderson da Silva Barbosa

Instituto Federal do Piauí

Mariana Rodrigues Oliveira dos Santos

Instituto Federal do Piauí

Amanda Beatriz da Silva Santos

Instituto Federal do Piauí

Kalyne Rodrigues de Sousa

Instituto Federal do Piauí

RESUMO

O Piauí é um dos estados mais quentes do Brasil por conta de seus biomas e sua localização geográfica, e, devido a essas características se fazem maiores as probabilidades de incêndios na região principalmente no período de calor mais intenso, que vai de Julho a Novembro. Gilbués é o município considerado um dos núcleos de desertificação mais graves do Brasil e possui alguns trechos com danos irreversíveis. Os incêndios florestais são bem comuns nessa área, em destaque para práticas agrícolas podendo causar o desmatamento da área. Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar o potencial do NDBR em detectar áreas queimadas e a severidade do fogo no município de Gilbués no Piauí. Para essas análises foram usados os focos de calor detectados pelo INPE Queimadas nos meses de Julho, Agosto e Setembro de 2016 e duas imagens do Landsat-8 para julho e setembro de 2016. Nos índices de NBR's de Julho e Setembro foram analisados a variação das áreas queimadas e o grau de severidade do fogo. Foi também feita uma comparação entre os índices NBR's e os focos de queimadas no município. A partir disto, foi possível demonstrar através do NDBR os locais que obtiveram regeneração do solo depois das queimadas e os locais onde não ocorreu regeneração e com isso demonstrar a importância de trabalhos sobre os impactos destas e a partir disto pode ser feito um acompanhamento das recuperações dessas áreas, principalmente pelo fato dos maiores focos terem sido detectados em áreas de cultivo agrícola, já que essa prática danifica o solo e pode acarretar na expansão da desertificação no município.

Palavras-chave: Focos de calor; Sensoriamento Remoto; Degradação Ambiental; NDBR.

1. INTRODUÇÃO

O Piauí é um dos estados mais quentes do Brasil devido seus biomas e sua localização geográfica, com essas características são maiores as probabilidades de

incêndios na região principalmente no período de calor mais intenso que vai de Julho a Novembro, ou seja, com o aumento da temperatura aumentam as chances de queimadas. No Brasil os biomas mais atingidos por essa prática são a Amazônia e o Cerrado, sendo o cerrado o mais frágil, restando apenas 20% da sua vegetação natural, além de ser considerada uma das principais fontes de gases devido ao seu tamanho e frequência (Freitas, 2010, p. 25).

As ocorrências de focos de queimadas causam sérios problemas como destruição da fauna e flora, empobrecimento do solo, fazendo que tenha mais CO² no meio ambiente, dentre outros fatores. O impacto das queimadas nos ciclos biogeoquímicos, no clima mundial, na química atmosférica, na população em geral e na biodiversidade, constitui-se numa grande preocupação mundial. Estudos indicam que as ocorrências de grandes incêndios irão aumentar significativamente nas próximas décadas (IPCC, 2000).

Apesar da ocorrência de fogo ser comum no Cerrado, no qual grande número de espécies vegetais depende do fogo para reprodução e desenvolvimento, várias pesquisas indicam que a alta frequência de incêndios está além do que os ambientes naturais suportam e isso se caracteriza como um risco à conservação de áreas nativas, com implicações na perda da biodiversidade e da saúde populacional (IBGE, 2006).

É de extrema importância a utilização de imagens de satélite para o monitoramento de áreas queimadas, já que esta técnica possui grande eficiência e baixo custo. A rapidez e eficiência na detecção e monitoramento dos incêndios florestais são fundamentais para o controle do fogo e diminuição de danos (Batista, 2013).

Entretanto, estudos têm demonstrado grande potencial da utilização do índice espectral NBR (Índice de Queimada Normalizada) para a detecção das cicatrizes de queimadas e avaliação da severidade do fogo, uma vez que na composição do índice são utilizadas as regiões do espectro eletromagnético que sofrem alterações após a queima.

Para Batista (2013)

As diferentes formas de detecção de incêndios florestais podem ser utilizadas. Dependendo das características do local, principalmente extensão da área a ser monitorada, pode se utilizar meios de detecção através de vigilância terrestre por postos de vigilância e torres de observação, patrulhamento aéreo com aeronaves e monitoramento por imagens de satélites.

A época de maior incidência das queimadas ocorre nos períodos mais secos, entre os meses de junho a outubro. Elas provocam impactos ambientais negativos, como o empobrecimento do solo, a perda da biodiversidade da flora e fauna e diversas alterações clima.

A Gilbués é denominada oficialmente pelo Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca como um dos “núcleos de desertificação” do nordeste brasileiro, sendo considerado o maior núcleo do país, com extensão, de aproximadamente 6.131 km² (Brasil, 2004, p. 240). Para

Vasconcelos Sobrinho (1978, p. 18), quando estudou as áreas suscetíveis à desertificação, selecionou empiricamente o núcleo de Gilbués por apresentar intensos processos de degradação dos solos e da cobertura vegetal, identificaram na área em estudo importantes indicadores de desertificação, tais como físicos, biológicos, sociais, uso da terra e processos sociais.

Portanto, verifica-se a inserção da problemática e complexidade ambiental da área em estudo, que apresenta conflitos territoriais referentes à dinâmica da cobertura e uso/ocupação das terras. A porção norte, por exemplo, apresenta expansão da agricultura mecanizada e consolidação da agropecuária, e já a porção centro-sul sofre com as consequências do processo de degradação dos solos, circunstância que inviabiliza o uso das terras neste setor do município. (Silva, 2016).

Gilbués é o município do estado do Piauí considerado um núcleo de desertificação mais graves do Brasil e possui alguns trechos com danos irreversíveis. Um dos principais causadores desses processos foi à intensa extração de diamantes na década de 40.

Para extração dos diamantes na região eram abertas crateras o que hoje é a causa da irreversibilidade, Gilbués possui características propícias que ajudam na degradação ambiental como o clima o relevo, dentre outros. A ação do homem é um dos fatores atuais que propiciam que a desertificação continue na região, com a extração da vegetação, mineração, cultivo e irrigação inadequada. O cultivo excessivo na área também pode causar um grande índice de queimadas.

Mediante isto o objetivo geral deste trabalho é avaliar o potencial do NDBR em detectar áreas queimadas e a severidade do fogo no município de Gilbués no Piauí, uma área que se encontra em estágio de desertificação, referente aos meses de Julho a Setembro de 2016.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Tomando como área de estudo o município de Gilbués no Piauí, que está localizado nas coordenadas geográficas latitude 09°49'54" Sul e a uma longitude 45°20'38" Oeste, este ocupa uma área de 527,86 km² (IBGE, 2010).

Gilbués tinha 10.402 habitantes no último Censo, isso coloca o município na posição 55 dentre 224 do mesmo estado. Sua densidade demográfica é de 2.98 habitantes por quilômetro quadrado (IBGE cidades). O clima é caracterizado como subúmido seco, megatérmico, com excedente hídrico moderado no verão.

Para realização da análise temporal dos focos de queimadas no Município foi escolhido o ano 2016 nos meses de Julho, Agosto e Setembro, estes dados foram gerados a partir de imagens de sensores a bordo dos satélites disponibilizados pelo INPE Queimadas (INPE, 2016).

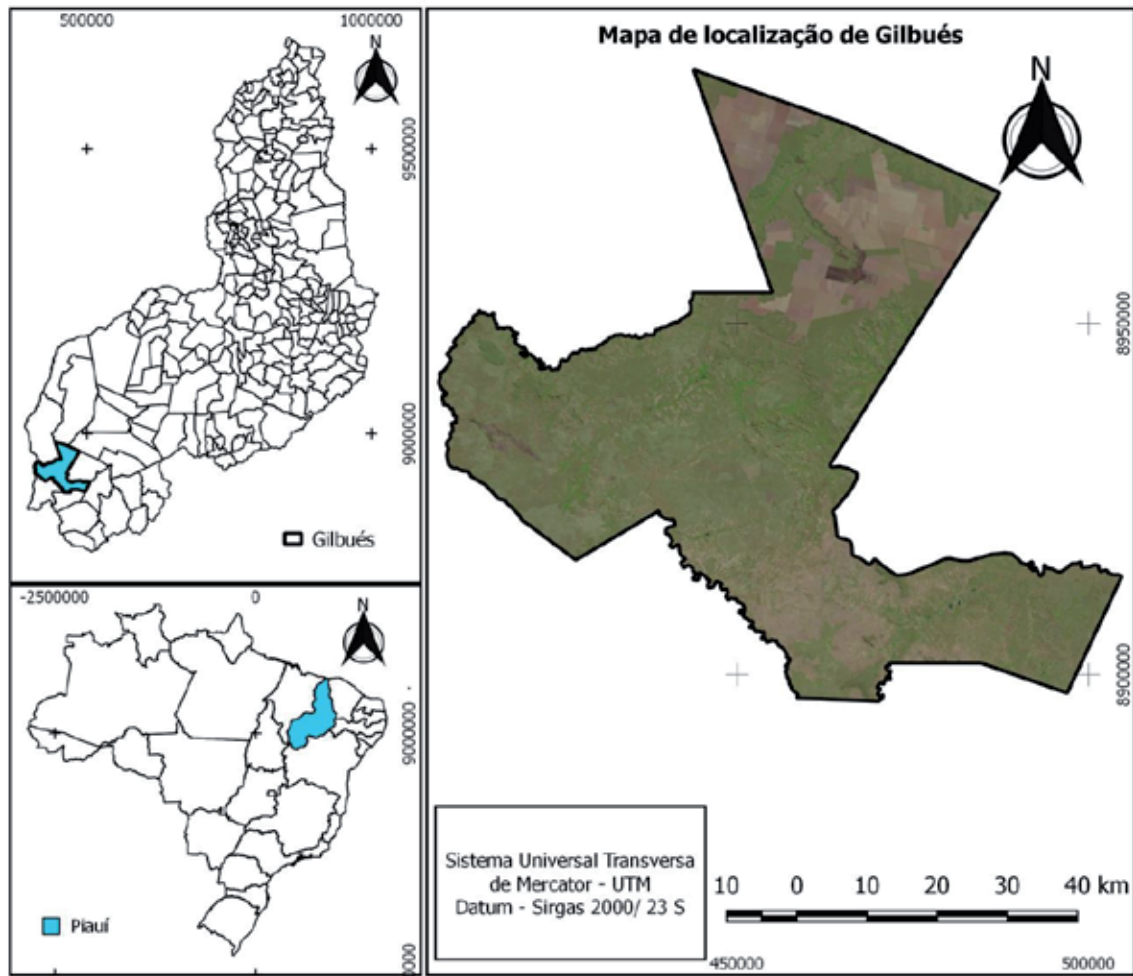


Figura 1 - Localização espacial de Gilbués
(Fonte dos dados: USGS e IBGE, 2016; Elaborado pelos autores)

Para a extração das informações espaciais sobre a geração do NDBR da cidade de Gilbués, as imagens orbitais são do satélite Landsat 8 sensor OLI (*Operational Land Imager*) com resolução de 30 metros, órbita 220, ponto 67, que foram adquiridas pelo site da *United States Geological Survey* (USGS), do ano de 2016 nos meses de Julho e Setembro. Os procedimentos de processamento de imagem para execução dos dados referentes aos mapas de Pré-Fogo, Pós-Fogo e NDBR foram realizados utilizando o software *QGIS 2.18.9*.

O mapeamento de áreas queimadas a partir do índice NDBR foi desenvolvido por Koutsias e Karteris (1998), a nomenclatura e o desenvolvimento da análise multitemporal foram realizados por Key e Benson (1999). O cálculo do NBR se dá através da resposta espectral de áreas de queimadas no infravermelho próximo e infravermelho médio Koutsias e Karteris (1998), de acordo com a fórmula 1.

$$NBR = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{MIR}}{\rho_{NIR} + \rho_{MIR}} \quad (1)$$

Este índice utiliza a banda 5 e a banda 7 do Landsat 8, que apresentam o melhor contraste entre uma vegetação saudável e uma vegetação queimada, além disso, verifica-se o aumento da reflectância na banda 7 e a diminuição da reflectância da

banda 5 em situações de queimadas. Após os cálculos do pré – fogo e pós – fogo foi feita a diferença que é o NDBR dado pela Equação 2:

$$NDBR = NBR_{\text{pré}} - NBR_{\text{pós}} \quad (2)$$

Tabela 1 - Níveis de Severidade e variações dos valores do ΔNBR

Nível de Severidade	Varição do ΔNBR
Alta Regeneração	-500 a -251
Baixa Regeneração	-250 a -101
Não queimado	-100 a +99
Baixa Severidade	+100 a +269
Baixa Moderada Severidade	+270 a +439
Alta Moderada Severidade	+440 a +659
Alta Severidade	+660 a +1350
Anomalia	>+1350

Fonte: Rosan e Alcântara (2015), adaptado pelos autores

Para diferenciação das áreas foi aplicada a renderização de falsa-cor, pois ela mostra a intensidade das variações ocorridas na área variando em valores de 0 a 1. A classificação da severidade das queimadas foi de acordo com a classificação proposta por Key e Benson (1999), onde os valores obtidos são multiplicados por 10^3 .

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na elaboração do mapa de Focos de Calor, foram identificados 1042 focos de calor entre Julho e Setembro. A variação ocorrida nos focos de calor detectados pelo INPE queimadas, no mês de Julho foram 243 focos, em Agosto ocorreu um aumento, foram detectados 370 focos, e em Setembro este número cresceu para 429 focos, essa variação de números segue de acordo com os meses mais secos.

Para Batista (2013)

A rapidez e a eficiência na detecção e monitoramento dos incêndios florestais são fundamentais para a viabilização do controle do fogo, redução dos custos nas operações de combate e atenuação dos danos. Além disso, um conhecimento inadequado da localização do incêndio e extensão da área queimada prejudica a estimativa do impacto do fogo sobre o ambiente.

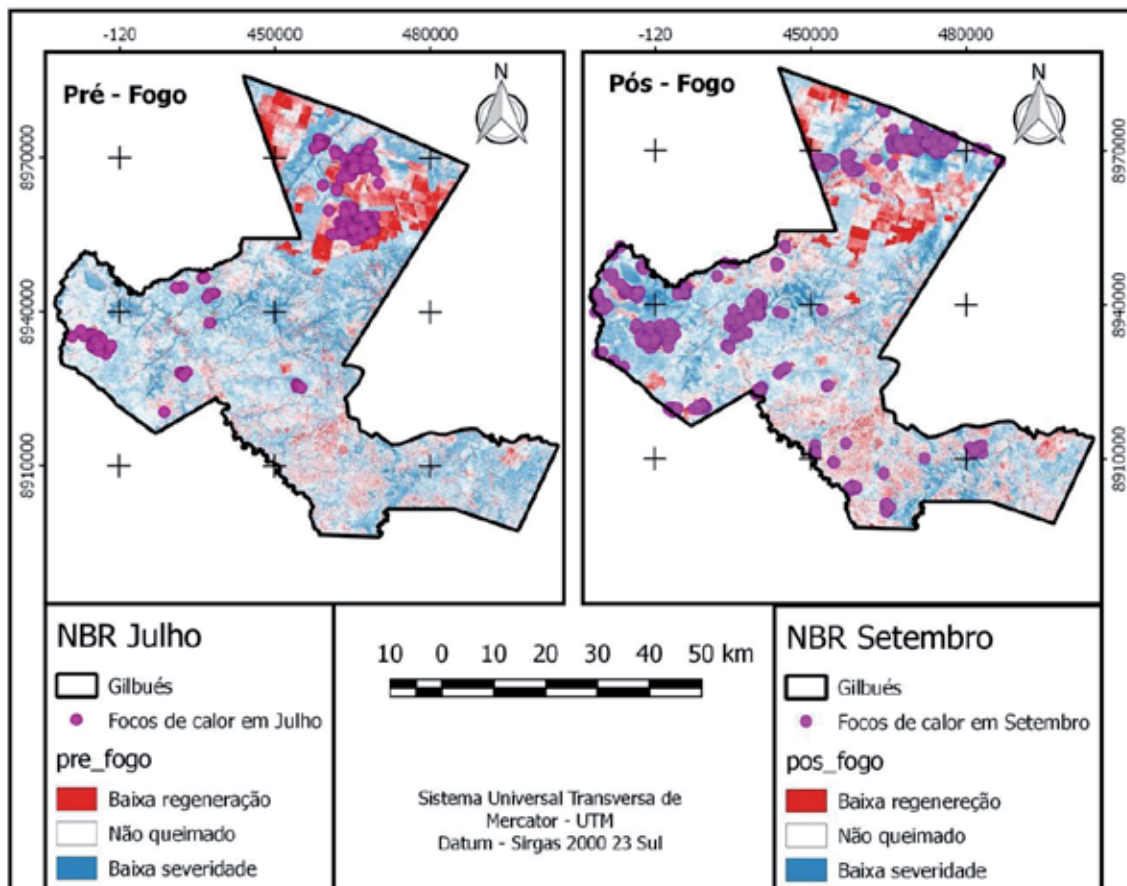


Figura 2 - Mapa de NBR's e focos de queimadas de Julho e Setembro para a área de estudo
 (Fonte: IBGE, USGS e INPE Queimadas; Elaborado pelos autores)

A figura 2 mostra os focos de calor nos meses de Julho e Setembro comparados ao cálculo do NBR de cada mês. Ocorreu um aumento de 52% entre Julho e Agosto e de 76% relacionando o mês de Julho e Setembro. As queimadas foram concentradas na porção norte e leste devido à preparação do solo e práticas agrícolas, que é resultado da forma de manejo da terra praticado na região, fazendo com que extensas áreas verdes sejam desmatadas e queimadas.

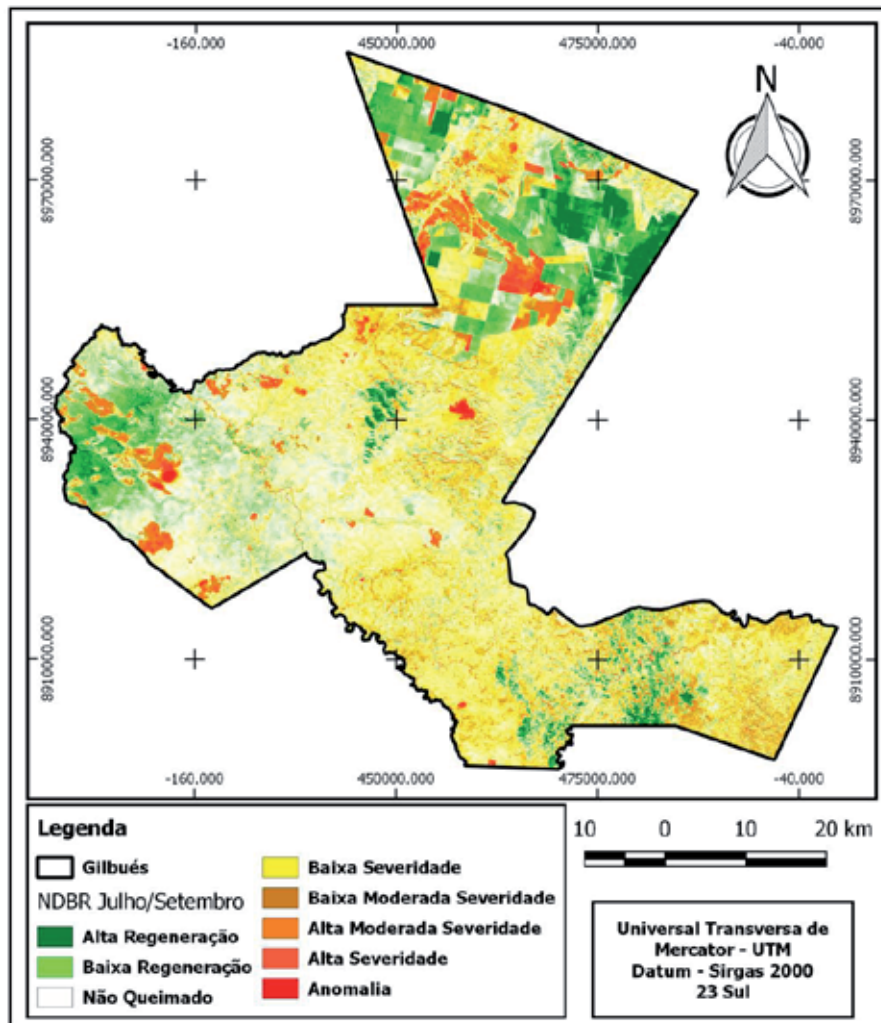


Figura 3 - Índice NDBR de Julho e Setembro de 2016 para a área de estudo (Fonte: IBGE e USGS; Elaborado pelos autores)

Os resultados dos cálculos do índice de queimada por razão normalizada o NBR de Gilbués nos meses de Julho e Setembro de 2016, utiliza informações espectrais diferentes, os tons mais avermelhados mostram a severidade das queimadas em cada local.

No mês de Julho, as áreas de queimadas que apresentaram uma grande severidade se localizam na área norte do município, que é uma região agrícola, no mês de Setembro o NBR avançou para a parte oeste. Nota-se que o índice NBR mostrou grande eficiência na classificação das áreas queimadas, possuindo uma grande semelhança com os focos de queimadas detectados por satélites. Em relação aos meses, o NBR foi bem semelhante com os focos dos meses. Também é notório ver os locais que tiveram uma regeneração de um mês para o outro.

A figura 3 mostra a variação do NDBR entre Julho e Setembro, onde destacam-se as áreas que foram detectadas pelo NBR de Julho com valores próximo e/ou igual a -1, sendo considerada como alta severidade e alta moderada severidade pelo NDBR, correspondendo às áreas afetadas por queimadas. As áreas de solo exposto tanto em Julho como em Setembro foram classificadas como baixa severidade pelo NDBR.

Para Silva (2016),

Embora, na porção centro-sul ocorram problemas relacionados à degradação dos solos, recentemente a agricultura mecanizada vem sendo desenvolvida na porção norte de Gilbués, região apontada como a nova fronteira agrícola do país (MAPITOBA), ocasionando mudanças conjunturais no município, num ritmo acelerado desde as últimas décadas do século passado.

Conforme a figura 3 a variação do NDBR de Julho a Setembro para a área de estudo em 2016, os tons alaranjados e avermelhados representam áreas com ocorrência de queimadas mais severas e os tons brancos áreas que não tiveram ocorrência de queimadas. Os tons de verde indicam o crescimento da vegetação nas áreas que foram queimadas e o ambiente se regenerou, no entanto, essas áreas na imagem que se regeneraram são em grande parte locais de cultivo.

Os tons alaranjados indicam áreas de baixa severidade, essas áreas podem ser de solo exposto e/ou áreas de queimadas, no caso de Gilbués elas tem grande extensão devido ao município ser um núcleo de desertificação.

4. CONCLUSÕES

Mediante o estudo do grau de severidade e da capacidade de recuperação solo do município de Gilbués por meio dos focos de queimadas e dos NBR's, foi possível identificar que os focos de calor estão relacionados a expansão das fronteiras agrícolas na porção norte de Gilbués que possui propriedades físicas, recursos hídricos e condições climáticas adequadas para o desenvolvimento dessas práticas.

Foi possível destacar as áreas de degradação ambiental em Gilbués, ou seja, áreas de solo exposto na parte sudeste que apesar da análise ter sido feita em três meses, é perceptível notar que essa região degradada teve um grau de alta regeneração entre julho e setembro.

A partir deste estudo é notória a importância de trabalhos sobre as práticas realizadas e os impactos destas, para que possa ser feito um acompanhamento das recuperação dessas áreas, principalmente pelo fato de que os maiores focos foram detectados em áreas de cultivo agrícola, pois essa prática danifica o solo e pode ocorrer a expansão da desertificação no município.

5. REFERÊNCIA

Batista, A. C. (2013). *Detecção de incêndios florestais por satélites*; Paraná. Disponível em <<http://www.floresta.ufpr.br/firelab/wp-content/uploads/2013/09/artigo16.pdf>>. Acesso em 15/05/17.

Brasil (2004). *Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca - PAN-Brasil*. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos, 242p.

Earth Explorer, Download das imagens. Disponível em: < <http://earthexplorer.usgs.gov/> > Acesso em 10/05/17.

Freitas, E. V. (2010). *Queimadas no Brasil: Causa Real nas Rodovias*. p. 25. Pesquisa Voluntária. Itabira. Disponível em: <http://queimadas.cptec.inpe.br/~rqueimadas/material3os/queimadas_ed_viana.pdf>. Acesso em 10/05/16.

Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Download do Shape de municípios. Disponível em ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2010/pi/ > Acesso em 02/ 06/ 17.

Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE [mapas base do mundo do estado do Piauí] Escalas variadas. Disponível em http://www.urca.br/coloquioeconomia/IIcoloquio/anais/trab_plan_urb_pol_locais/5.pdf. Acesso em 15/05/2016.

IPCC, OECD, IEA. (2000). *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Workbook*. 1Bracknell, UK.

Key, C. H.; Benson, N. (1999). *Measuring and Remote Sensing of burn severity: the CBI and NBR*. Disponível em <http://nrmsc.usgs.gov/files/norock/products/SEVER36_im_copy6.pdf> Acesso em 25/06/17.

Koutsias, N.; Karteris, M. (1998) Logistic regression modelling of multitemporal Thematic Mapper data for burned area mapping. *International Journal of Remote Sensing*, v. 19, p. 349–351.

Rommel, T. K.; Perera, A. H. (2001). Fire mapping in a northern boreal forest: assessing AVHRR/NDVI methods of change detection. *Forest Ecology and Management*, 152:119-129.

Rosan, T. M; Alcântara, E. (2015). *Detecção de áreas queimadas e severidade a partir do índice espectral ΔNBR* . Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE.

Silva, I. A. S. (2016). *Conflitos territoriais em Gilbués – PI: Desenvolvimento do agronegócio e degradação ambiental*. Revista Tocantinense de Geografia, Araguaína (TO), Ano 05, n.0 08, jul./dez. de 2016.

Vasconcelos Sobrinho, J. (1978). *Metodologia para identificação dos processos de desertificação: manual de indicadores*. Recife, Sudene. p. 18.

GOVERNANÇA AMBIENTAL EM COMUNIDADES DO POLO DE DESENVOLVIMENTO TABULEIRO DE RUSSAS NO CEARÁ

Magda Cristina de Sousa

Universidade Federal Rural do Semi-Árido
magda@ufersa.edu.br

Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima

Universidade Federal do Ceará

Ahmad Saeed Khan

Universidade Federal do Ceará

Ludimilla Carvalho Serafim de Oliveira

Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Francisco Casimiro Filho

Universidade Federal do Ceará

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo estudar a governança ambiental em comunidades do pólo de desenvolvimento integrado Tabuleiro de Russas na microrregião do Baixo Jaguaribe, no Ceará. Trata-se de uma pesquisa descritiva. Os dados de origem primária, foram obtidos por meio do preenchimento de formulários, junto às pessoas que exercem ou já exerceram atividades de representação ou liderança. Para a análise dos dados, trabalhou-se com as técnicas de estatística descritiva. Os resultados mostraram que os indicadores que mais contribuíram para a governança ambiental nessas comunidades foram: eficácia da governança, seguida da qualidade regulatória, participação e responsabilidade. Contudo, os indicadores: regime de direito e estabilidade política e legitimidade apontam para a necessidade de atenção dos governantes e da própria comunidade, haja vista o pouco engajamento do poder político-administrativo em bases locais, como também a baixa participação das pessoas dessas comunidades nas políticas de desenvolvimento e sustentabilidade frente as mudanças globais, com vistas a promoção de melhores condições de vida em equilíbrio com o meio.

Palavras-chave: Participação; Desenvolvimento local; Sustentabilidade; Mudanças climáticas.

1. INTRODUÇÃO

A degradação ambiental proveniente das ações humanas tem trazido consequências desastrosas para a humanidade, em especial às populações mais pobres. Problemas como aquecimento global, alterações climáticas, secas e cheias em demasia expõem a necessidade de mudanças nas ações e decisões entre as instituições governamentais, normas e regras, com vistas a melhorar a qualidade de vida e o bem-estar das pessoas, em equilíbrio com o meio (Sousa, 2015).

Mascarenhas (2007) relata que o quarto relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) apresentado em fevereiro de 2007, em Paris, França é decisivo ao apontar que:

As concentrações atmosféricas globais de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso aumentaram bastante em consequência das atividades humanas desde 1750 e agora ultrapassam em muito só valores pré-industriais determinados com base em testemunhos de gelo de milhares de anos. [...] Os aumentos globais da concentração de dióxido de carbono se devem principalmente ao uso de combustíveis fósseis e à mudança no uso da terra. Já os aumentos da concentração de metano e óxido nitroso são devidos principalmente à agricultura. (IPCC, 2007 p. 164)

Nesse cenário, a ordem global tem procurado impor uma agenda positiva aos Estados-nação, que, através de incentivos em suas atividades e ações se proponham a construção de legislação específica, buscando garantir a preservação do planeta, para as presentes e futuras gerações.

Seguindo essa trajetória, o Brasil editou a lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, que estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). Contudo, Fiorillo (2005) afirma que a matéria só teve pleno alcance após sua recepção na Constituição da República Federativa do Brasil, promulgada em 1988, que albergou plenamente a proteção ao meio ambiente, inserido no título da Ordem Social. Com isso, trouxe uma série de atribuições e diferentes poderes a diversas esferas governamentais, como também atribuiu à coletividade o poder-dever de defendê-lo e preservá-lo.

Nessa perspectiva, buscou-se pensar a governança ambiental nas comunidades do polo de desenvolvimento integrado Tabuleiro de Russas, inseridas nos municípios de Limoeiro do Norte, Morada Nova e Russas, identificados no plano de desenvolvimento regional (PDR, 2000, p.19) como cidades polo agregadores dos demais municípios que compõem a microrregião do Baixo Jaguaribe, no Estado do Ceará, beneficiados através do plano de interiorização do desenvolvimento e a descentralização das atividades governamentais, iniciadas no ano de 2000 e continuadas na gestão 2003-2006, que culminaram com a implantação do planejamento regional, já previsto no inciso III, do artigo 3º, da CF/1988, que estabeleceu os planos estratégicos de desenvolvimento, tendo o Nordeste entre as regiões prioritárias, sob orientação do Ministério da Integração Nacional.

Mas que um simples programa de governo, o PDR BAIXO JAGUARIBE (2003, p. 37) trazia iniciativas de pautas participativas por parte dos envolvidos, além de “uma forte articulação entre o poder público estadual e os diversos parceiros, onde estes teriam assento, voz e voto, como também as administrações municipais, as instituições públicas nas várias esferas e a sociedade civil organizada, através de seus vários organismos”. Em razão do exposto, buscou-se estudar a governança ambiental nas comunidades do polo de desenvolvimento integrado Tabuleiro de Russas, na Microrregião do Baixo Jaguaribe, no Estado do Ceará.

Isso se deve ao fato de que o processo de desenvolvimento, se executado de acordo com as orientações do PDR BAIXO JAGUARIBE e do PNDR tende a trazer a comunidade para participar de políticas e ações como por exemplo, audiências públicas do órgão ambiental local, contribuindo para condução e execução de Projeto de Desenvolvimento com sustentabilidade, frente às mudanças climáticas globais, tendo na governança ambiental, amparada na constituição federal e na legislação infraconstitucional, nas instituições com poder de polícia e na adaptação dos indicadores de governança mundial, como também do modelo português descritos pelos autores Kaufmann et al (1999), Cruz ; Marques (2011), Fonseca ; Burszty

(2009), e nas teses de doutoramento de Rodrigues (2014) e de Sousa (2015) o seu norte.

2. METODOLOGIA

2.1. Área de Estudo

A presente pesquisa foi elaborada nas trinta e uma comunidades: Distrito Peixe, Comunidade do Cipó, Lagoa dos Cavalos, Lagoa da Várzea, Córrego do Feijão, Canafístola de Cima, Distrito de Bixopá, Sítio Espinho, Sítio Sapé, Sítio Faceira, Distrito Ramal de Flores, Miguel Pereira, Jardim de São José, Sítio Paraíso, Sítio Canto, Campestre, Croatá de Baixo, Cabeça da Vaca, Croatá, Tanquinho, Sossego, Tabuleirinho, Sítio Patos, Barração, Mufumbo, Pedras, Lages, Patinhos, (Núcleo Habitacional 3, Centros Habitacionais 1 e 2, que juntas estão se beneficiando direta ou indiretamente dos bens e serviços gerados a partir da implementação do projeto no polo de desenvolvimento integrado Tabuleiro de Russas, na Microrregião do Baixo Jaguaribe, no Estado do Ceará.

2.2. Natureza da Pesquisa e Origem dos Dados

Trata-se de uma pesquisa descritiva. Os dados foram oriundos de fontes primárias, a partir de formulários aplicados junto às pessoas que exercem ou exerceram atividades de representação ou liderança nas comunidades. Por conta da semelhança entre as mesmas, optou-se pela técnica de amostragem por saturação, que orienta interromper a coleta de dados, quando se percebe que novos elementos úteis para subsidiar a pesquisa em questão não são mais obtidos a cada observação coletada (Fontanella, *et al.*, 2011; Gobo, 2007).

2.3. Métodos de Análise dos Dados

A caracterização das comunidades visitadas foi realizada a partir de medidas de estatística descritiva: média, desvio padrão, coeficiente de variação e proporção. Essas medidas permitem resumir informações referentes a um conjunto de dados e são úteis “para minimizar erros capazes de provocar futuros enganos de apresentação e análise, procede-se a uma visão crítica dos dados, suprimindo os valores estranhos ao levantamento” (Fonseca; Martins, 1982).

2.3.1. Sistemas de Indicadores Adotados na Pesquisa

Para estudar a governança ambiental, na perspectiva do desenvolvimento e sustentabilidade frente as mudanças climáticas, buscou-se os indicadores elencados pelo Banco Mundial (Worldwide Governance Indicadores) – WGI. Governança Matters de Kaufmann *et al.* (2009). Como também os autores Cruz e Marques que em 2011, adaptaram cinco das seis dimensões que o Banco Mundial utilizou na avaliação da governança nos países centrais, considerando as peculiaridades de Portugal, com seus respectivos subcritérios. Na mesma direção, a tese de Rodrigues (2014) que estudou os municípios certificados pelo programa Selo Município Verde, no período de 2006 a 2012. Como também a tese de Sousa (2015) ao estudar a confluência do capital social, empoderamento e governança ambiental na sadia qualidade de vida das comunidades do polo de desenvolvimento integrado Tabuleiro de Russas no Baixo Jaguaribe, Ceará. Registra-se, ainda, os critérios e princípios constantes do

Manual da Boa Governança (BMG) que direciona programas e projetos socioambientais das agências internacionais de desenvolvimento, como o Banco Mundial e o Fundo Monetário Internacional – FMI. Nesse estudo adaptamos à realidade das comunidades estudadas aos seguintes indicadores e suas justificativas, com base na orientação dos respectivos autores:

a) participação e responsabilidade—a distribuição de poder entre instituições de governo; a legitimidade e autoridade dessas instituições; as regras e normas que determinam quem detém poder e como são tomadas as decisões sobre o exercício da autoridade; relações de responsabilização entre representantes, cidadãos e agências do Estado, habilidade do governo em fazer políticas, gerir assuntos administrativos e fiscais do Estado, e prover bens e serviços. (Grindle, 2004; Fonseca; Bursztyn, 2009; Sousa, 2015);

b) estabilidade política e legitimidade - a ideia de governança ambiental promove o pluralismo político, a eficiência e a transparência nas escolhas e decisões públicas, como também o exercício e participação da comunidade nas decisões e execuções de projetos ambientais locais. (Mcfarland, 2007; Kim *et al.*, 2005; Sousa, 2015).

c) eficácias da governança – conceitos e critérios como empoderamento, participação, capital social, responsabilidade ética, descentralização, educação de qualidade, combate à corrupção, eficácia dos mercados, mão-de-obra qualificada, igualdade de gênero, respeito à propriedade e a livre iniciativa, distribuição equitativa de renda, entre outros, fazem parte de uma agenda cada vez mais ampla e repleta de boas intenções (Fonseca; Bursztyn, 2009; Harris, 2001; Putnam, 1993)

d) estado de direito - se refere a percepção sobre o grau de confiança e de cumprimento das regras da sociedade por parte dos agentes, em particular, a qualidade da execução de contratos de propriedade, a polícia, os tribunais assim como a probabilidade de crime e violência (Kaufmann *et al.*, 2009; Koppenjan *et al.* 2010).

e) qualidade regulatória - atributos como participação, descentralização, responsabilização e equidade entre os atores dão à noção de governança ambiental um conteúdo de legitimidade e pragmatismo, abrindo espaço para uma regulação que leve em conta além dos fatores econômicos, (mercados) o equilíbrio com o meio (Fonseca; Bursztyn, 2009; Sousa, 2015).

2.3.2. A Agregação das Variáveis

Para cada indicador foi constituído um conjunto de variáveis, as quais foram avaliadas, considerando um conjunto de escore organizados em ordem crescente, partindo-se da situação onde a variável é pior avaliada, até a situação em que esta atinge sua melhor avaliação, de acordo com a opinião dos entrevistados. Os escores variaram de 0 a 5. (Ausente na comunidade = 0); (Muito ruim = 1); (Ruim = 2); (Regular = 3); (Bom = 4) e (Muito bom = 5)

O procedimento adotado na agregação das variáveis foi adaptado de Sousa (2003) que empregou a expressão:

$$Indicador_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left[\frac{1}{m} \sum_{p=1}^m \frac{E_{pij}}{E_{\max_{pi}}} \right] \quad (1)$$

Sendo:

Indicador_i= Cada um dos indicadores selecionados para compor o IGA.

E_{p|ij}= Escore atribuído à *p*-ésima variável do *i*-ésimo indicador, pelo *j*-ésimo representante da comunidade.

E_{max_{pi}} = Escore máximo da *p*-ésima variável do *i*-ésimo indicador.

p = 1, ..., *m*. (Número de variáveis componentes do *i*-ésimo indicador).

j = 1, ..., *n*. (Número de comunidades pesquisadas).

Após a agregação das variáveis foi realizada uma nova agregação, agora dos indicadores, para a obtenção do IGA. Conforme a equação adotada:

$$IGA = \frac{1}{W} \sum_{i=1}^w \text{Indicador}_i \quad (2)$$

W = Número de indicadores componentes do índice agregado.

Os valores dos indicadores e índices podem variar de 0 (zero) a 1 (um), sendo adotado a seguinte parametrização: Muito Ruim: $0 \leq \text{valor obtido} \leq 0,2$. Ruim: $0,2 < \text{valor obtido} \leq 0,4$. Regular: $0,4 < \text{valor obtido} \leq 0,6$. Bom: $0,6 < \text{valor obtido} \leq 0,8$. Muito Bom: $0,8 < \text{valor obtido} \leq 1,0$

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Participação e Responsabilidade

Os dados da tabela 1 revelam que a participação dos eleitores nas últimas eleições para prefeito, governador e presidente, assumiu a maior nota. Contudo, as demais variáveis desse indicador refletem a baixa participação da comunidade nos processos políticos. É pequena a frequência nas reuniões, debates e discussões para definição de perfil de candidatos que se identifiquem com os anseios da comunidade, a falta de transparência na condução dos trabalhos e prestação de contas. Nota-se ainda, que a consciência da força do voto individual para os interesses coletivos, da participação na representação política local, da transparência da câmara municipal na condução dos trabalhos e prestação de contas, como também dos representantes e lideranças quanto a informações relevantes e a participação da comunidade na elaboração e planejamento das políticas públicas e setoriais que favoreçam a gestão compartilhada, não gozam de bons desempenhos por parte dos entrevistados.

O valor atribuído ao indicador participação e responsabilidade (0,53) expressa a postura de uma tradição cultural de vivência do local, que se traduz em uma certa apatia das pessoas em relação ao exercício da cidadania. A pouca participação se converte em ausência de responsabilidade compartilhada. Em se tratando de governança ambiental, isso traz certos prejuízos à própria comunidade, pois quando se fala em participação cívica, vem a ideia dos elementos redes, sistemas e normas de Putnam, formadores de capital social, que se convertem em engajamento cívico.

Tabela 1 - Avaliação das variáveis do indicador de boa governança: participação e responsabilidade

Variável	Nota Média*	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Nota Média Relativa	Contribuição relativa de cada variável
----------	-------------	---------------	--------------------------	---------------------	--

Participação dos eleitores nas últimas eleições para prefeito, Governador e Presidente.	4,2	0,9	22,2	0,84	15,8
Acompanhamento da comunidade ao candidato eleito durante o seu mandato.	3,5	1,4	39,5	0,69	13,0
Frequência de debates e reuniões para conscientização e definição de um perfil de candidato que atenda os interesses coletivos.	1,4	1,6	114,3	0,28	5,3
Consciência dos membros da comunidade quanto à força do seu voto para os interesses coletivos.	2,3	1,6	69,4	0,46	8,6
Participação da comunidade na representação política local (Prefeitura, câmara, etc.).	2,5	1,2	46,6	0,51	9,6
Transparência na condução dos trabalhos e prestação de contas pelo Prefeito e secretariado, câmara e demais lideranças.	2,0	1,4	71,2	0,41	7,6
Transparência por parte da condução dos trabalhos e prestação de contas na Câmara municipal.	2,1	1,7	84,3	0,41	7,8
Transparência da parte dos representantes e lideranças na disponibilização de informação relevantes.	2,7	1,7	62,3	0,54	10,2
Participação na elaboração e planejamento das políticas (públicas e setoriais) na promoção da sadia qualidade de vidas.	2,9	1,6	56,0	0,59	11,0
Participação da comunidade nos ganhos para a sadia qualidade de vida local.	3,0	1,4	48,8	0,59	11,2
Valor do indicador participação e responsabilidade	2,66	0,4	13,5	0,53	100,0

Fonte: Elaboração própria

3.2. Estabilidade Política e Legitimidade

Estabilidade política é a qualidade de uma situação que se mantém no tempo com alguma regularidade, para além do seu dinamismo ou estatismo. Nas comunidades pesquisadas seus representantes e líderes gozam de empatia, o que lhes conferem legitimidade. Contudo, a continuidade de seguidos pleitos à vereadores, como também a permanência por tempo indeterminado em cargos públicos, não tem apoio da maioria dos entrevistados. Se a estabilidade política depende de sua capacidade para evitar as crises e manter as normas sem grandes alterações, nesse momento as comunidades estão sob um processo de ajustamento que buscam o equilíbrio, firmeza e segurança para harmonizar desenvolvimento econômico com justiça social e ambiental (Tabela 2).

Os valores atribuídos a esse indicador (0,51) mostram que os entrevistados, sobretudo quando se relaciona legitimidade e estabilidade, há uma dicotomia ao observa-se que a legitimidade recebe aprovação de grande parte dos entrevistados, e que o mesmo não se dá com a estabilidade, haja vista, que a grande maioria não concorda com a permanência de representantes por tempo indeterminado.

Tabela 2 - Avaliação das variáveis do indicador de boa governança: estabilidade política e legitimidade

Variável	Nota Média*	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação	Nota Média Relativa	Contribuição relativa de cada variável
Compromisso dos candidatos eleitos quanto a promoção da sadia qualidade de vida.	2,1	1,2	54,3	0,43	16,8
Continuidade política de vereadores eleitos por seguidos pleitos e apoio da comunidade.	1,6	1,6	100,1	0,32	12,4
Legitimidade dos representantes e líderes da comunidade perante os moradores e instituições por estes representados (empatia junto à comunidade).	3,7	1,0	27,1	0,74	28,9
Existência de permissão para que representantes e/ou líderes permaneçam por tempo indeterminado em cargo público.	2,7	1,7	63,2	0,54	21,1
Se a quantidade de tempo de um vereador ou líder no exercício da função lhe garante legitimidade.	2,6	1,4	54,8	0,53	20,8
Valor do indicador estabilidade política e legitimidade	2,54	0,7	27,3	0,51	100,0

Fonte: Elaboração própria

3.3. Eficácia da Governança

Governança diz respeito aos meios e processos que são utilizados para produzir resultados eficazes. Nas comunidades pesquisadas percebe-se melhoria na qualidade dos produtos e serviços municipais quando os moradores participam, trazendo suas demandas, como também, que as políticas setoriais beneficiam o acesso a bens e serviços como (estradas, iluminação pública, etc.). A avaliação regular atribuída pelos entrevistados à percepção da compatibilização política de investimentos com necessidades aliadas a tarifas e taxas, cobradas por serviços prestados pelo município consideradas justa e adequada (Tabela 3).

A pouca participação da comunidade, na elaboração e execução do planejamento público estratégico junto à prefeitura e demais entidades, apontam para um certo conflito, haja vista, esta reconhecer que há melhorias significativas quando há participação e envolvimento, principalmente quando a população é ouvida e acatada em suas próprias demandas. Contudo, esses mesmos pesquisados, na grande sua maioria apontam para a ausência ou omissão de empenho para engajar-se nas questões político-institucional, sobretudo na participação para planejar, elaborar e executar o planejamento público, conforme previsto nos artigos 30 e 165, incisos I, II, III e §1º da CF/1988 e o artigo 4º, III e alíneas da Lei n. 10.257, que regulamentou os artigos 182 e 183 da CF/1988, que em consonância com a lei orgânica do município

estabelecem às receitas e despesas que compõem o orçamento público, que pertence a sociedade local.

No cômputo geral, a nota (0,63) atribuída ao indicador eficácia da governança, considerado bom, expressa a percepção da grande maioria dos entrevistados com relação à melhoria nas condições de vida, depois da implantação do projeto (Chapadão de Russas). Prevalece o sentimento de que as coisas têm melhorado bastante nessas comunidades. Citam o acesso a estradas, telefonia móvel, transportes, (a grande maioria possui moto) energia elétrica, água (alguns nem percebem que estão no período de seca). Por outro lado, nos preocupam as questões ambientais quando se relaciona desenvolvimento e sustentabilidade com problemas como: água, clima, desertificação entre outros, quando a grande maioria dos entrevistados preferem conviver com as dificuldades do ambiente de trabalho, muitas vezes insalubres. E ponderam! Afinal quem gosta de passar fome e privações, de ser humilhado. No momento, as atuais condições de trabalho, se não são satisfatórias, nos garantem emprego e renda.

Tabela 3 - Avaliação das variáveis do indicador de boa governança: eficácia da governança

Variável	Nota Média*	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Nota Média Relativa	Contribuição relativa de cada variável
As lideranças têm correspondido aos anseios da comunidade no acesso de bens e direitos.	3,1	1,1	35,1	0,61	16,2
A comunidade discute e participa da elaboração e execução do planejamento estratégico da cidade junto a prefeitura e demais entidades.	1,8	1,9	102,8	0,36	9,6
As políticas públicas têm conseguido chegar efetivamente à comunidade de forma satisfatória.	3,5	1,2	34,9	0,70	18,4
A comunidade é beneficiada por melhorias obtidas através de políticas setoriais (estradas, iluminação pública, etc.).	3,7	0,9	24,3	0,74	19,5
A comunidade percebe melhoria na qualidade dos serviços municipais quando ela é chamada a participar	3,9	0,8	19,3	0,79	20,8
A comunidade percebe e compatibiliza política de investimentos com necessidades aliadas a cobranças de tarifas e taxas por serviços prestados pelo município de forma justa e adequada.	2,9	1,3	43,2	0,59	15,5
Valor do indicador eficácia da governança	3,15	0,7	21,9	0,63	100,0

Fonte: Elaboração própria

3.4. Regime de Direito

Aqui o regime de direito está condicionado à confiança e confiabilidade que a sociedade tem nas regras e normas e como agem de acordo com estas. Inclui-se aqui a qualidade das instituições, da execução contratual, do direito de propriedade, acesso e garantia de direitos a polícia, a justiça e aos tribunais, como também a disposição e efetividade da segurança contra a violência e criminalidade.

O fato dos entrevistados terem considerado bom, a confiança da comunidade em suas instituições públicas apresenta uma certa incongruência quando se avalia do ponto de vista da correlação com as demais variáveis desse indicador: a eficiência na prestação de serviços básicos, o nível de conhecimento em relação aos remédios constitucionais⁶ garantidores do livre exercício de cidadania, o direito de petição em favor do livre exercício e acesso a direitos fundamentais sociais, sobretudo quanto ao sentimento da comunidade em ser representada e respeitada em sua dignidade de pessoa humana pelas instituições de direito público e privado, serem todas consideradas regular.

Quanto ao indicador regime de direito, sua avaliação foi regular, com nota média de (0,51). Esses dados demonstram que o desenvolvimento/envolvimento com a cultura do local, como também, em bases regional e global precisam melhorar (Tabela 4).

Tabela 4 - Avaliação das variáveis do indicador de boa governança: regime de direito

Variável	Nota Média*	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Nota Média Relativa	Contribuição relativa de cada variável
Confiança da comunidade em suas instituições públicas.	3,1	1,1	37,0	0,61	24,2
Eficiência na prestação de serviços básicos por parte do Poder público.	2,7	1,0	35,8	0,55	21,6
Conhecimento da comunidade em relação aos “remédios constitucionais” garantidores do livre exercício de cidadania (habeas corpus, habeas datas, referendium, plebiscito, mandado de segurança e mandado de injunção) em caso de ameaça ou lesão a direito fundamental.	2,2	1,4	63,9	0,44	17,3
Conhecimento da comunidade em relação ao seu direito de petição em caso de negação de um dos direitos elencados nos artigos 225, 5º, 1º III e 6º,	2,1	1,5	70,0	0,42	16,5

⁶ A Constituição de 1988 incluiu entre as garantias individuais os chamados *remédios constitucionais* (**Direito de petição**: art. 5º, XXXIV, a, CF/1988; **mandado de segurança**: art. 5º, LXIX e LXX, CF/1988; **mandado de injunção**: “art. 5º, LXXI, CF/1988”; **habeas corpus**: “art. 5º, LXVIII, CF/1988”; **habeas data**: art. 5º, LXXII, CF/1988 e **ação popular**: art. 5º, LXXIII, CF/1988, que são instrumentos destinados a assegurar aqueles direitos violados ou que estejam ameaçados de violação ou simplesmente não atendidos pelo Estado. Esses *remédios constitucionais* estão à disposição dos cidadãos brasileiros para provocar a intervenção das autoridades competentes, visando sanar, corrigir, ilegalidade e abuso de poder em prejuízo de direitos e interesses individuais.

enquanto direitos fundamentais e por isso autoaplicáveis. (Ação civil pública ou Ação Popular).					
Sentimento da comunidade quanto a ser representada e respeitada na sua dignidade de pessoa humana pelas instituições de direito.	2,6	1,3	50,9	0,52	20,4
Valor do indicador regime de direito	2,54	0,4	14,0	0,51	100,0

Fonte: Elaboração própria.

3.5 Qualidade Regulatória

Regulação é a atividade que encerra uma intervenção estatal com fim de definir normativamente critérios e condições de operação e funcionamento das atividades econômicas, sociais e ambientais valorizadas pela sociedade (Jordana; Levi – Faur, 2004). Para Selznick (1985, p. 363), é “o controle sustentado e focado exercido por uma autoridade pública sobre atividades valorizadas pela comunidade”.

Nas comunidades pesquisadas, observa-se que mesmo havendo reverência às instituições e pessoas no campo moral, ético, religioso, jurídico, cultural e natural, verificou-se, também a necessidade de regras e normas de direito (jurídico e administrativo) que disciplinem o seu sistema de participação e representação, local, nacional (Tabela 5).

A percepção de normas constitucionais e infraconstitucionais e demais recursos, como também o licenciamento e fiscalização ambiental de competência municipal em seus empreendimentos local, (público e privado), com intervenção e medidas mitigadoras, quando for o caso, não gozam da devida atenção por parte de órgãos competentes para executá-los. Isso se verifica também nos municípios de Limoeiro do Norte, Morada Nova e Russas. Temos a ausência de educação ambiental, que embora previsto em lei, os entrevistados afirmam a não inclusão nos currículos das escolas destes municípios.

A avaliação do indicador qualidade regulatória com nota média de (0,60) teve sua maior contribuição a partir da reverência às pessoas e instituições locais, apontadas pela maioria dos entrevistados, até com certo entusiasmo.

O valor expresso de (0,60) reflete bem a realidade local, justificando assim, a presença regular do Poder público e da sociedade, frente ao artigo 225, da CF/1988, quando atribuiu a responsabilidade compartilhada, principalmente em relação ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, ponto fundamental para a sadia qualidade de vida, no entanto, as comunidades pesquisadas se ressentem da falta de conhecimento e envolvimento nesses assuntos ‘de Estado’. Para alguns entrevistados, a falta de interesse é estratégica, a sensação é que se determina de antemão o que é para ser ensinado ao povo, e aos Entes públicos cabe pensar e executar.

Tabela 5 - Avaliação das variáveis do indicador de boa governança: Qualidade Regulatória

Variável	Nota Média*	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação	Nota Média Relativa	Contribuição relativa de cada variável
----------	-------------	---------------	-------------------------	---------------------	--

Necessidade de estatuto, normatização e regulamento disciplinando o sistema de participação da comunidade e seus representantes.	3,8	1,4	37,5	0,77	16,1
Reverência às instituições e pessoas no campo moral, ético, religiosa, jurídico, cultural e natural.	4,3	0,6	13,3	0,85	17,9
Existência de normas constitucionais e infraconstitucionais, como também: decretos, portarias, notas técnicas, receituários etc. que tenha efetivado direitos sociais, garantidores de <i>piso vital mínimo</i> da dignidade da pessoa humana.	3,0	1,3	43,2	0,59	12,5
Se a autonomia dos três poderes (Legislativo, Judiciário e Executivo), independentes e harmônicos entre si, constituem uma forma negativa no acesso dos direitos sociais ou fundamentais.	2,7	1,3	47,1	0,54	11,4
Acompanhamento dos Entes (União, Estado e Município) no cumprimento de práticas e ações regulatórias um ambiente ecologicamente equilibrado.	1,8	1,8	101,9	0,35	7,5
Planejamento e execução do licenciamento e fiscalização de competência em seus empreendimentos locais (públicos e privados), por parte do poder municipal.	3,0	1,7	57,1	0,59	12,5
Acompanha criação e manutenção de órgãos competentes para licenciar e fiscalizar empreendimentos, (como: secretarias, conselhos de meio ambiente, discussão de projetos de prevenção ou preservação ambiental, EIA/RIMA, Disciplina de Educação ambiental nas escolas, Comitês de Bacia Hidrográficas, entre outros).	2,5	1,8	71,3	0,50	10,6
Monitoramento, cobrança e investimento na adoção de medidas mitigadoras visando cessar ou evitar lesão ou ameaça a lesão ao meio ambiente pela comunidade.	2,8	1,8	63,9	0,55	11,7
Valor do indicador qualidade regulatória	2,99	0,7	24,2	0,60	100,0

Fonte: Elaboração própria

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa mostrou que os indicadores que mais contribuíram para governança ambiental nas comunidades pesquisadas foram: eficácia da governança, seguida da qualidade regulatória, participação e responsabilidade. Contudo, deixou claro a necessidade de engajamento do poder político-administrativo em bases locais, como também uma participação mais efetiva por parte das comunidades como meio eficaz para a promoção do equilíbrio da justiça social e da sustentabilidade ambiental, com responsabilidade e transparência para que a preservação ambiental não se converta

em instrumento impeditivo do desenvolvimento econômico social, mas sobretudo, um meio eficaz e justo de equidade com justiça social.

5. REFERÊNCIAS

Brasil (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF: Senado Federal.

Brasil - *Lei Nº 6.938* (1981). Dispõe sobre a política nacional do meio ambiente. Brasília.

Cruz, N. F. da.; Marques, R. C. (2011). *Índice de governança municipal: utilidade e exequibilidade*. In: CONGRESSO NACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA, VIII, Instituto Nacional de Administração – INA, 21 e 22 de nov.

Fiorillo, C. A. P. (2005). *Curso de direito ambiental brasileiro*. 6. ed (ampl.) São Paulo: Saraiva.

Fonseca; Bursztyn, (2009). A banalização da sustentabilidade: reflexões sobre governança ambiental em escala local. *Sociedade e Estado*, Brasília v. 24, n.1, p.17-46, jan – abr.

Fonseca, J. S.da.; Martins, G. de A. (1982). *Curso de Estatística*. 3. ed. São Paulo: Atlas.

Fontella et al. (2011) Amostragem em pesquisas qualitativas: proposta de procedimentos para constatar saturação teórica. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 27(2):389-394, fev.

Gobo G. (2007). Sampling, representative ness and generalizability. In: Seale C, Gobo G, Gubrium JF, Silverman D, editors. *Qualitative research practice*. London/Thousand Oaks/New Delhi: Sage Publications. p. 405-26

Grindle, S. M. (2004). *Good Enough Governance: Poverty Reduction and Reform in Developing Countries*, V. 17, Issue 4, p. 525–548, October.

Harris, J. (2001) Public action and the dialectics of decentralisation: against the myth of social capital and the missing link in development. *Social Scientist*, v. 29, p. 25-40.

IPCC. (2007). *Mudança do clima 2007: impactos, adaptações e vulnerabilidade*. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/50400.html>, acesso em: 03 dez 2013.

Jordana, J.; Levi-Faur, D. (2004). (Eds.), *The Politics of Regulation: Institutions and Regulatory Reforms for the Governance Age*, Edward Elgar and the CRC Series on Regulation, the University of Manchester, May.

Kaufmann, D.; Kraay, A.; Mastruzzi, M. (2009). *Governance Matters VIII: aggregate, and individual governance indicators for 1996-2008*, World Bank Policy Research Working Paper n. 4978, Washington, DC.

Kaufmann, D.; Kraay, A.; Zoido-Lobaton, P. (1999). *Governance Matters*, World Bank Policy Research Working Paper n. 2196, Washington, DC.

Kim *et al.* (2005). Toward participatory and transparent governance: report in the Sixth Global Forum on Reinventing Government, *Public Administration Review*, 65, 6, 646-654.

Koppenjan *et al.* (2010). Contexts, hybrids and network governance: a comparison of three case-studies in infrastructure governance, in T. Brandsen and M. Holzer (eds), *The future of governance*, Newark, NJ, NCPP, p. 301-325.

Mascarenhas, L. M. de A. (2007). Meio ambiente, interdisciplinaridade e os direitos sociais. *Rev. de direitos difusos*, São Paulo. ADCOAS, v.9, n.47, p.83 – 97. ago.

Mcfarland, A. (2007). Neopluralismo. *Annual Review of Political Science*, v. 10, p.45-66.

Plano de Desenvolvimento Regional (2000). Governo do Estado do Ceará.

PDR Baixo Jaguaribe. (2003) Governo do Estado do Ceará.

Putnam, R. (1993). *Comunidade e democracia: a experiência da Itália moderna*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas.

Rodrigues, M. I. V. (2014). *Os princípios da governança e as políticas públicas para o desenvolvimento sustentável*. 213fls. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Fortaleza.

Selnick, P. (1985). Focusing organizational research on regulation. In: Noli, R. (ed) *Regulatory Policy and the Social sciences*. Berkeley: University of California Press, p. 363 – 367.

Sousa, M. C. de (2003). *Sustentabilidade da agricultura familiar em assentamentos de reforma agrária no Rio Grande do Norte*. 158 fls. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Faculdade de geografia – PRODEMA, Mossoró, RN.

Sousa, M. C. de (2015). *Sadia qualidade de vida: capital social, empoderamento e governança ambiental no polo de desenvolvimento integrado Tabuleiro de Russas na microrregião do Baixo Jaguaribe, no Ceará*. 213fls. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural, Centro de Ciências, Pró-Reitoria de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Fortaleza.

GOVERNANÇA DOS RECURSOS HÍDRICOS E PERCEPÇÃO AMBIENTAL NA CALHA DO RIO JURUÁ, AMAZONAS

Delsinei Viera da Costa

Instituto Federal do Amazonas

delsinei.vieira@ifam.edu.br

Carlos Henrique Rodrigues Gomes

Instituto Federal do Amazonas

Kátia Viana Cavalcante

Universidade Federal do Amazonas

Valdiney Ferreira de Almeida

Instituto Federal do Amazonas

William Vieira de Lima

Instituto Federal do Amazonas

RESUMO

No Brasil, as políticas públicas voltadas aos recursos hídricos têm sido formuladas de modo a promover uma gestão compartilhada das águas, sendo a Política Nacional de Recursos Hídricos o principal marco jurídico-institucional nesse campo. O objetivo do trabalho foi identificar como ocorre a governança da água na cidade de Eirunepé, de forma a contribuir com o debate teórico metodológico sobre o uso de recursos hídricos em cidades da Amazônia, uma vez que no imaginário das populações locais este é um bem que não irá faltar, devido à existência e abundância de grandes rios na região. Além disso, buscou-se diagnosticar a percepção da população sobre questões relacionadas à gestão das águas no município. Com o objetivo de compreender as interações no ambiente, a pesquisa apoiou-se na abordagem teórica da complexidade sistêmica. Para isso, foram aplicadas entrevistas, que permitiram perceber o conhecimento dos moradores no que concerne às questões ambientais, principalmente relacionadas à administração dos recursos hídricos locais.

Palavras-chave: Percepção Ambiental; Recursos Hídricos; Eirunepé.

INTRODUÇÃO

A degradação dos recursos hídricos é um dos temas mais caros ao debate ambiental contemporâneo. A problemática relacionada à água compreende um vasto campo de tensões e conflitos que envolvem múltiplos atores e interesses setoriais pelo uso desse recurso natural. No Brasil, as políticas públicas voltadas aos recursos hídricos têm sido formuladas de modo a promover uma gestão compartilhada das águas, sendo a Política Nacional de Recursos Hídricos o principal marco jurídico-institucional nesse campo.

O padrão de estruturação urbana que se estabeleceu na cidade de Eirunepé provocou uma significativa degradação de seus recursos hídricos, com a ocupação intensiva e irregular de áreas próximas a igarapés e ao rio. A contaminação, a diminuição da cobertura vegetal, a ocupação e a ausência de rede coletora e de tratamento de esgotos, são fatores que podem provocar alterações no ciclo da água. Uma situação

exemplar desse fenômeno é a dimensão assumida pela transformação das enchentes em inundações, problema que vem tornando-se recorrente no espaço urbano da cidade.

Neste contexto, buscou-se identificar como ocorre a governança da água na cidade de Eirunepé, de forma a contribuir com o debate teórico metodológico sobre o uso de recursos hídricos em cidades da Amazônia, uma vez que no imaginário das populações locais este é um bem que não irá faltar, devido à existência e abundância de grandes rios na região. Além disso, buscou-se diagnosticar a percepção da população sobre questões relacionadas à gestão das águas no município. A abordagem aqui desenvolvida tem como foco analítico o conceito de governança, que se baseia na premissa de ser resultado da ação de múltiplos atores, dentre os quais o Estado que, sem dúvida, é o mais importante. Configura-se assim o exercício deliberado e contínuo de desenvolvimento de práticas cujo foco analítico está na noção de poder social que media as relações entre estado, sociedade civil, de forma a ampliar os mecanismos de democracia participativa. O tema “governança das águas” insere-se nas novas tendências da gestão de políticas públicas, principalmente quando se considera a possibilidade de incentivar novos atores sociais com intuito de promover melhoria na gestão e avançar na democratização desses processos.

A abordagem da governança ambiental possui história recente, fortalecida a partir de meados da década de 1980, e refere-se a formas de governar os recursos naturais envolvendo diferentes atores – governo, empresariado e o espectro ampliado da sociedade civil. O sistema de governança permite repensar as formas de gestão. Os elementos que o compõem são: fator político, o fator credibilidade e a dimensão ambiental. A literatura sobre o tema enfatiza a governança da água, como a realizada por meio da participação, envolvimento e negociação de multiatores (*multi-stakeholders*), da descentralização, transferindo poder para o governo local (*empowerment*), da unidade de gestão por bacia hidrográfica, por exemplo, e de mecanismos para resolução dos conflitos (Solanes; Jouralev, 2006; Castro, 2007).

A água é um elemento natural essencial à vida no planeta, um recurso limitado e que possui papel significativo no desenvolvimento econômico e social de uma região. Contudo, é observada sua contaminação em áreas urbanas e rurais, pois há uma concepção errônea por parte das populações de que as reservas de água são infinitas, principalmente por aqueles que a obtêm com facilidade. Na Conferência de Estocolmo em 1972 o tema da escassez e contaminação de águas passou a vigorar dentre as problemáticas ambientais. Outras reuniões sucessivas ocorreram, sendo relevante *World Water Concil* (Conselho Mundial da Água), de 1996, a Convenção sobre Cursos de Águas Internacionais, de 1997 e, a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, ou ECO – 92, realizada no Rio de Janeiro. O documento oficial desse último evento trouxe capítulos que expressam as preocupações com questões relacionadas à água, e em 2013 foi consolidado pela UNESCO o Ano Internacional de Cooperação pela Água.

A compreensão da gestão pública das águas no Brasil foi marcada por uma mudança de paradigma. Em 1934 foi criado, o Código das Águas (Decreto 24.643, de 10/07/1934), marco regulatório que possibilitou a expansão do setor de energia hidroelétrica no país. A administração da água, segundo o Código, ocorreu de forma centralizada nos governos federal e estadual e esteve focada na gestão quantitativa, na concessão de uso para geração de energia e, posteriormente, para irrigação de projetos públicos (Figueirêdo, 2008). Todavia, em virtude dos amplos debates

ambientais sobre a situação de desperdício e contaminação da água, ocorreu uma mudança no pensamento, em que não mais se concebia uma gestão dos recursos hídricos centralizada, mas uma gestão integrada e participativa.

A Constituição de 1988 seguida da Política Nacional de Meio Ambiente, assinala ao poder público e à coletividade o dever de proteger os recursos ambientais, dentre eles a água, reconhecendo que a educação ambiental é um instrumento valioso para participação da comunidade na defesa destes recursos.

Entretanto, apesar destas ações, as populações locais ainda participam da gestão de recursos hídricos de forma pontual e restrita, o que interfere na evolução da ação da sociedade civil na gestão ambiental, revelando a falta de hábito da população em participar de processos decisórios, embora a participação seja legalmente assegurada. Lima (2003) argumenta que essa situação ocorre em virtude da desarticulação em relação ao funcionamento burocrático das discussões públicas, bem como do não envolvimento do cidadão comum (que não é técnico nem profissional da área). Nesse sentido, é necessário envolver as populações locais e consultá-las, haja vista a gestão das águas inferirem em seu cotidiano, sendo influenciado pelas decisões tomadas.

Apesar de toda a legislação proposta, muito pouco se tem feito em termos de ações para minimizar os problemas ambientais, dentre eles um dos mais relevantes é o da contaminação das águas e sua escassez, de forma que o envolvimento das populações locais nos processos de tomada de decisões nas questões de gerenciamento de recursos hídricos é de vital importância.

A percepção ambiental é um processo mental de interação do indivíduo com o espaço ocorrendo a partir dos estímulos externos, por meio dos sentidos e mecanismos cognitivos (motivações, necessidades, conhecimento prévio, julgamento e expectativas) (Del Rio; Oliveira, 1999).

Ao observar as interfaces do ser humano com o ambiente, Tuan (1980 p.05) considera a percepção como resposta dos sentidos aos estímulos externos e como atividade proposital na qual certos fenômenos são claramente registrados enquanto outros retrocedem para a sombra e são bloqueados. Portanto, o percebido tem valor para as pessoas por estar intimamente ligado aos interesses, às necessidades e às experiências vividas.

Destarte, a experiência é conceitualizada a partir de um sistema estrutural de crenças, pessoais e socioculturais, uma vez que os indivíduos desenvolvem a topofilia (relação com os lugares ou ambiente físico) bem como ações de topocídio, (destruição das paisagens naturais ou culturais). Esses conceitos apresentam grande significado para o futuro das questões ambientais, pois os seres humanos têm contribuído com danos muitas vezes irreversíveis. Entretanto, as ações de topo-reabilitação (restauração ou reabilitação dos conjuntos ambientais) vêm proporcionando a melhoria na qualidade de vida do planeta. (Rocha, 2003).

A investigação da percepção nas relações ser humano-ambiente contribui para a utilização menos impactante dos recursos ambientais, possibilitando o estabelecimento de relações mais harmônicas entre o homem e o meio (Lima, 2003). Deste modo, estudar a percepção e a relação que as populações locais têm com seu entorno, permite compreender seu nível de abstração e comprometimento com questões relacionadas ao meio ambiente.

2. CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

O presente estudo utilizou-se de uma abordagem qualitativa que vislumbrou conhecer a percepção da governança da água na zona urbana do município de Eirunepé-AM (Figura 1). O município está inserido na região norte do Estado, distante da capital amazonense em linha reta cerca de 1.160km e tem as seguintes coordenadas de localização geográfica: 06°39'37”S de Latitude e a 69°52'25”W de Longitude, com uma área estimada em 16.079km², a 130m acima do nível do mar.

Com o objetivo de compreender as inter-relações no ambiente, a pesquisa apoiou-se na abordagem teórica da complexidade sistêmica, elucidada por Morin (2003, p 44), constituindo assim, a base lógica da pesquisa.

Essa fase foi ancorada em variáveis de pesquisa exploratória, que para Gil (1999, p. 43) são desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato.

Deste modo, escolhemos a técnica de entrevistas por oferecer vantagem no levantamento de dados tais como: conhecer a atitude, preferência e opinião do entrevistado sobre determinado assunto; eficiência na obtenção de dados que dizem respeito ao comportamento humano; os dados obtidos podem ser classificados e quantificados, entre outras. Nesse sentido foram aplicadas entrevistas aos gestores da secretaria municipal de educação e saúde; ao gestor da companhia de saneamento básico – Cosama; ao pároco da igreja católica (devido a campanha da fraternidade 2017 abordar a temática ambiental) ao coordenador administrativo e professores do Instituto Federal do Amazonas – Ifam, a vinte (20) famílias residentes na cidade distribuídas por setor conforme a figura abaixo, escolhidas aleatoriamente e que se disponibilizassem para as entrevistas, sendo entrevistadas um total de cinco famílias por setor.

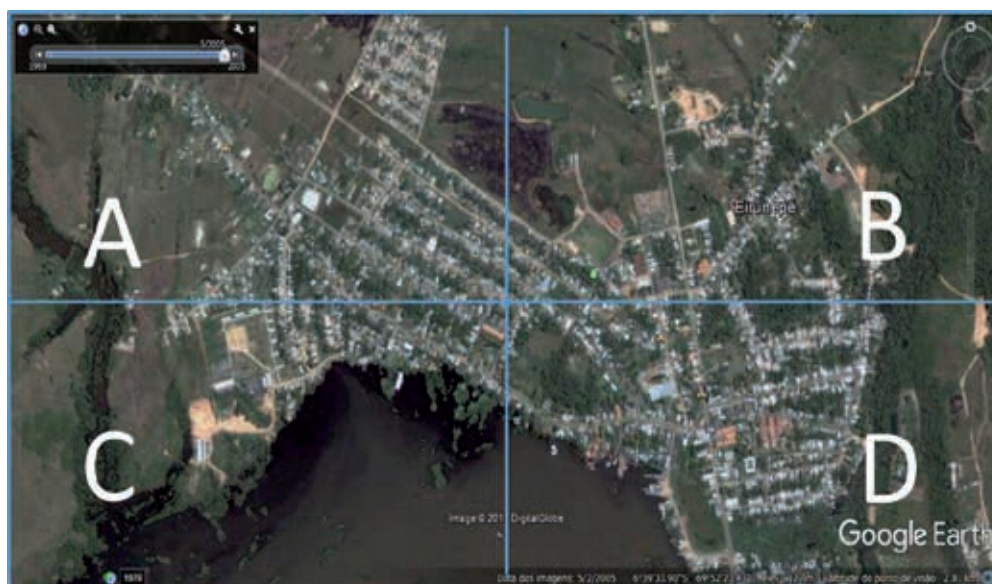


Figura 1 – Imagem do Google Earth da cidade de Eirunepé. Setores de coleta das entrevistas.
(Fonte: Google Earth. imagem trabalhada no Lab. Cartografia do IFAM, maio/2017)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em toda a cidade de Eirunepé como em outras cidades da calha do Rio Juruá, entre os usuários da água fornecida pela Companhia de Saneamento do Amazonas (Cosama) há um sentimento de rejeição quanto a aceitabilidade da água distribuída pela companhia de saneamento básico. Alguns moradores preferem utilizar outras fontes de recursos hídricos, como poços artesanais particulares, explorando o lençol freático de maneira inadequada e, em muitos casos sem autorização.

Mesmo com o especialista explanando sobre o caso de contaminação de poços artesanais a Cosama tem atendido a um público de 4.727 ligações. A pesquisa apontou que uma das causas da rejeição da água da captação superficial por parte dos usuários está relacionada à cor da água do Rio Juruá, que, por transportar sedimentos à jusante da sua nascente, demonstra a coloração barrenta.

De acordo com informações do agente da Cosama do município de Eirunepé-AM, a empresa está atuando na cidade a mais de 30 anos e mantém dois sistemas de abastecimentos de água– Captação Superficial e o de Captação Subterrânea, esses dois processos são dependentes e complementares.

A captação superficial utiliza bombas de 40cv, instaladas em uma balsa flutuante localizada à margem esquerda do Rio Juruá (Figura 2). A localização da balsa depende do nível das águas do rio sendo deslocada de acordo com a vazão do Lago dos Portugueses, acompanhando o pulso anual da água do Rio Juruá e como estratégia para evitar que o motor bomba sugue dejetos trazidos pela correnteza do rio e advindos do Lago.



Figura 2 – Balsa flutuante à margem esquerda do Rio Juruá. Município de Eirunepé – AM
(Fonte: Acervo pessoal, junho/2017)

Segundo informações da laboratorista da Cosama em Eirunepé, responsável pelas análises bacteriológica, físico-química, nas amostragens de coleta e distribuição, na captação e na ponta de rede, a captação superficial passa por vários processos para que se atinja a potabilidade adequada ao consumo humano: processo de equilíbrio

de ph, processo de floculação, processo de decantação, processo da filtração e processo da cloração. Os resultados das amostras de água têm atendido rigorosamente aos padrões estipulados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) na Portaria 2.914 de 12 de dezembro de 2011, a qual descreve a obrigatoriedade do processo de tratamento de água para o consumo humano.

O agente da Cosama informou ainda que não existe informativos a população sobre o processo de tratamento da água que é distribuída pela Companhia às suas residências.

Outro órgão que participar da gestão das águas no município é a Secretaria de Saúde do município mediante o setor de fiscalização da qualidade da água dos poços artesianos particulares da cidade de Eirunepé – VIGIÁGUA.

O setor possui um cadastro dos poços existentes na cidade, tanto os de uso individual (para uma residência) como os de uso coletivo (para várias residências). No ano de 2015 havia 350 poços, em 2016 são registrados 400 poços particulares, muitos deles perfurados sem autorização. Até o mês de maio havia ocorrido um acréscimo de 30% na abertura de novos poços particulares, contribuindo para o número elevado de poços contaminados. Esta contaminação se dá pela perfuração em locais inapropriados, próximos a fossas sépticas, e também dependendo do pulso das águas do Rio Juruá, pois no período enchente o nível de contaminação da água dos poços rasos é ainda maior que os níveis encontrados em período da seca.

Os registros de análise da qualidade da água de poços apontam que em 2015 90% da captação subterrânea estavam contaminadas com coliformes totais e fecais. No entanto, após intensificação das campanhas de fiscalização da infraestrutura e das campanhas informativas sobre aplicação de hipoclorito na dosagem recomendada pela ANVISA (Portaria nº 2.914/2011), ocorreu um declínio nesse percentual para o ano de 2016, ficando entorno de 60% das captações com contaminação.

As campanhas informativas são realizadas via rádio e visita da equipe de fiscalização nas residências para avaliar a qualidade da água. Sendo abordadas as seguintes recomendações: Realizar limpeza e desinfecção dos reservatórios com frequência mínima de 06 (seis) meses; Realizar sistematicamente a desinfecção da água, com hipoclorito de sódio, conforme recomendado pela ANVISA; Realizar limpeza e desinfecção das cubas e torneiras dos bebedouros semanalmente, assim como dos garrafões de água, todas às vezes antes de substituí-los; Suspender imediatamente a utilização da água para consumo humano e adotar medidas necessárias à normatização do parâmetro.

As escolas estaduais e municipais existentes na cidade de Eirunepé utilizam captação subterrânea como fonte de água. Entretanto não possuem informativos e ou campanhas educativas sobre o uso e cuidado com o recurso. A Coordenadora Estadual de Ensino da Secretaria de Estado de Educação do Amazonas (Seduc) informou que utiliza poços artesianos, pois não há confiança da sociedade de Eirunepé na água fornecida pela Cosama, tanto na qualidade como na continuação de fornecimento, devido a várias interrupções do sistema de abastecimento. Durante as visitas nas escolas detectamos desperdício de água nos banheiros e nos bebedouros.

O ano de 2017 tem na Campanha da Fraternidade, o tema “Biomás Brasileiros e Defesa da Vida”, todavia as igrejas e os grupos católicos não realizam ações práticas

que promovam a difusão e/ou diálogos sobre temas ambientais como os recursos hídricos. Na igreja também existe poço artesiano.

Na pesquisa com as famílias, detectou-se que 60% dos entrevistados possuem apenas o ensino fundamental incompleto e 40% possuem o ensino médio, comprovando a baixa escolaridade dos moradores.

A partir das observações *in loco*, percebeu-se que a maioria dos poços, encontra-se em condições não recomendadas pela Agência Nacional de Águas – ANA, pois esse tipo de poço artesiano deve ser coberto para que se evite a entrada de água contaminada da superfície (que pode torná-la imprópria para o consumo humano), e a queda de objetos e animais em geral. No que diz respeito ao tratamento da água com o hipoclorito, os moradores afirmaram que fazem uma vez ao ano, outros afirmaram não fazerem uso. O tratamento é apontado por sanitaristas como de fundamental importância para a limpeza da água a ser consumida, o produto é distribuído pela secretaria de saúde do município.

As famílias entrevistadas consideram a água de suma importância para a existência humana, sendo comuns algumas afirmações a seguir: “A água é o líquido precioso” (residente do setor A); “Sem água *agente não pode* viver” (residente do setor B); “Á água é indispensável na vida de todos os seres humanos” (residente do setor D). A partir das afirmações, percebe-se que os moradores possuem uma relação de dependência a água, usando-a para o consumo doméstico, para lazer, mas observa-se que 100% das famílias desconhecem o significado dos termos Recursos Hídricos e Gestão de Recursos Hídricos, de modo que era latente a falta de informação sobre uso, captação e tratamento, qualidade da água.

Os entrevistados se consideram bem informados sobre questões relacionadas ao meio ambiente. Aqueles que não se achavam bem informados deram as seguintes explicações: “Nunca estudei sobre isso” (residente do setor C); “Faltam informações sobre o assunto” (residente do setor D).

Mesmo se considerando bem informados, os moradores consideram importante receberem mais informações, segundo pode ser visualizada nas seguintes afirmações: “Se as pessoas fossem *melhor* informadas cuidariam melhor da água” (residente setor D); “*Agente* quando *sabe* de um assunto *pode* ensinar outros” (residente setor C).

Sobre quais as melhores formas de receber informações sobre questões ambientais, houve divergência entre os que preferirem palestras, folhetos e aqueles que optaram pela televisão.

Do ponto de vista ambiental, a gestão dos recursos hídricos na cidade de Eirunepé é considerada crítica, resultado de um conjunto de fatores que envolvem desde a ocupação irregular das margens do rio, dos lagos e dos igarapés, a precariedade dos serviços prestados e até mesmo a omissão do poder público, seja em razão da ausência de planos eficazes, seja em decorrência de uma ação fiscalizadora quase sempre inadequada e impotente. A reversão desse quadro de degradação urbano-ambiental do uso do recurso hídrico é bastante complexa e demanda o fortalecimento de ações relacionadas à construção social da governança para articular agendas, canais de participação e parcerias de sujeitos e potencialidades em torno de uma governança participativa o envolvimento das populações locais nos processos de tomada de decisões nas questões de gerenciamento de recursos hídricos.

4. CONCLUSÕES

Possível perceber a importância da visão sistêmica e, para a construção da governança local dos recursos hídricos, suas relações e conseguindo uma visão holística da realidade. O desenvolvimento sustentável tem como princípio a ideia de uma rede de agentes e elementos que interagem e geram consequências para toda a sociedade. Portanto, a visão e o enfoque sistêmico estão alinhados com a ideia da sustentabilidade, servindo como alicerce para a compreensão de toda a complexidade que envolve o planeta.

Nota-se a importância dos estudos processuais para o gerenciamento de recursos hídricos, de modo a torna-se imprescindível estudos sistêmicos que analisem os diversos elementos importantes para a governança dos recursos hídricos nos municípios da Amazônia.

A percepção ambiental sobre os recursos hídricos na cidade de Eirunepé mostrou que existe uma relação forte entre os residentes e os recursos hídricos locais, no entanto uma relação de desconfiança da população com a companhia de saneamento básico.

Observou-se ainda, que mesmo havendo disponibilização de duas fontes hídricas de abastecimento (poços, rios), ainda há problemas de falta de água para o consumo. Esse fato é preocupante, pois a grande demanda de água e sua baixa disponibilidade geram a proliferação de poços clandestinos, o que compromete as condições do lençol freático de vida das populações locais.

Percebeu-se também que, não há divulgação e/ou campanhas locais sobre o uso o tratamento do abastecimento de água na cidade.

5. AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Amazonas-UFAM e docentes do Curso de Mestrado Profissional em Rede para o ensino de Ciências Ambientais – PROFCIAMB.

6. REFERÊNCIAS

Castro, J. E. (2007). Water governance in the twentieth-first century. *Ambient. soc.* Campinas, v. 10, n. 2.

Del Rio, V.; Oliveira, L. (Eds.) (1999). *Percepção ambiental: a experiência brasileira*. (2ª ed.). São Carlos: Studio Nobel.

Figueiredo, M.C.B.; Vieira, V. P. P. B.; Mota, S.; Rosa, M. F.; Araújo, L. F. P.; Girão, Ê.; Ducan, B. L. (2008) Monitoramento comunitário da qualidade da água: uma ferramenta para a gestão participativa dos recursos hídricos no semi-árido. *Revista de Gestão de Água da América Latina – REGA*. Porto Alegre, v.5, n.1, p.51-60, jan./jun.

Gil, A. C. (1999). *Métodos e técnica de pesquisa social*. São Paulo: Atlas S.A.

Lima, R. T. *Percepção ambiental e participação pública na gestão dos recursos hídricos: perfil dos moradores da cidade de São Carlos, SP (Bacia Hidrográfica do Rio Monjolinho)*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental. Escola de Engenharia, USP, 2003. 94 p

Rocha, L. B. (2003). Fenomenologia, semiótica e Geografia da Percepção: Alternativas para analisar o Espaço Geográfico. *Revista da Casa da Geografia de Sobral*, Sobral, v.4/7, p.67-79.

Tian, Y. F. *Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente*. São Paulo: Difel, 1980.

Santos, A. C; Nunes, O. O; Figueiredo, M. L. F. *A percepção da população das comunidades de Torrões sobre a qualidade da água dos poços Amazonas*. Caminhos de Geografia. Uberlândia, v.9, n.28, p.243-261, dez. 2008.

Solanes, M.; Jouralev, A. (2006). *Water governance for development and sustainability*. Serie Recursos Naturales e Infraestrutura. Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal).

IMPACTO DAS PROJEÇÕES FUTURAS DE PRECIPITAÇÃO NO DESEMPENHO DA UHE BELO MONTE

Adriane Michels Brito

Universidade de Brasília

dri.michels@gmail.com

João Nildo de Souza Vianna

Universidade de Brasília

Daniel Andrés Rodrigues

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Adan Juliano de Paula Silva

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Gracielle Chagas Siqueira

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

RESUMO

Neste trabalho foram estudados os dados de projeção e simulação de precipitação do modelo climático regional Eta20 km do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE na Bacia do Xingu com vista a avaliar a influência das mudanças climáticas no desempenho da Usina Hidrelétrica de Belo Monte. As simulações foram forçadas pelos dois modelos globais HadGEM2-ES e MIROC5e pelos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5. As Projeções apresentam uma redução de precipitação em todas as estações do ano, com destaque no período úmido que é o período que ocorre a maior parte das chuvas. Com as reduções de precipitação o clima se mostra mais seco na região da Bacia do Xingu. Ficou evidenciado que a Bacia do Xingu é sensível aos fenômenos climáticos e, que em ambos os cenários de emissões, o desempenho da UHE Belo Monte poderá ficar comprometido.

PALAVRAS-CHAVE

UHE Belo monte, Mudanças Climáticas; Bacia do Xingu; Precipitação.

1. INTRODUÇÃO

Os efeitos da intensificação das sazonalidades climáticas no Brasil já são perceptíveis em diversos setores da economia, como a crise dos reservatórios de água para o abastecimento e geração de energia. Um exemplo recente foi a situação hidroenergética pela qual passou o Brasil nos anos de 2014 e 2015, quando as condições climáticas nas estações chuvosas foram desfavoráveis, impedindo que os reservatórios armazenassem o suficiente, apesar da utilização plena do parque térmico do Sistema Interligado Nacional - SIN (PEN, 2016).

Segundo o Banco de Informação da Geração – BIG, em junho de 2017, a participação das fontes renováveis na matriz elétrica são de 76,92 %, sendo 61,08% referentes à geração hidráulica.

Essa expressiva participação de fontes renováveis faz com que o País tenha uma matriz mais limpa, contribuindo para redução de emissões dos gases de efeito estufa,

mas também torna o setor elétrico mais sensível à exposição de variações sazonais e extremas de clima. Com esses potenciais impactos sistêmicos e locais da forte intermitência e baixa previsibilidade das fontes renováveis, acaba por favorecer o uso de fontes de reserva extremamente poluentes, mas disponíveis rapidamente para atender a demanda. Termelétricas podem ser edificadas em qualquer lugar, próximo dos centros urbanos, o que reduz as perdas na distribuição. Assim, muitas vezes a oferta de energia entra num ciclo vicioso de geração limpa e geração “suja”. Daí a importância de estudos do clima e suas mudanças, para a adaptação e mitigação, com vistas a fazer frente aos compromissos do Acordo de Paris constantes da Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) assumidos pelo Brasil na ONU, como também, para geração de várias tecnologias para diminuir a intermitência das fontes renováveis.

As usinas hidrelétricas, base da matriz brasileira, são suscetíveis às variações hidrológicas decorrente das variabilidades climáticas como a temperatura e precipitação. Entretanto, essa vulnerabilidade será diferenciada em função das características e dimensões da capacidade instalada, em relação à exposição das variações de vazão dos rios onde estão localizadas. Assim, usinas que possuem reservatório tendem a ter maior capacidade de gerenciamento de suas vulnerabilidades, quando as mesmas são dimensionadas de maneira apropriada às suas condições de produção. Usina de baixo armazenamento e/ou completa dependência de energia cinética do rio serão mais vulneráveis as variações climáticas (CEBDS, 2013).

No Brasil, em razão das experiências passadas na construção de Usinas Hidrelétricas (UHE), tem se dado preferência a construção de usinas com configuração a fio d'água, em razão dos menores impactos socioambientais no curto prazo. Essas usinas possuem pouca ou nenhuma capacidade de regularização. As que possuem algum represamento, têm capacidade de regular a vazão de curto prazo, em base diária ou semanal. As que operam desviando parte das vazões afluentes para a turbina, caracterizam-se pela existência de um trecho de vazão reduzida -TVR (Gomes, 2012; Silva, 2012). Um dos aspectos negativos deste modelo é em relação a essa menor capacidade de regularização, que implica na redução da reserva de energia estratégica do Sistema Interligado Nacional - SIN.

A UHE Belo Monte, que está em avançada fase de implantação na região do baixo Xingu, é exemplo dessa nova preferência. A revisão do projeto para uma configuração a fio d'água resultou na redução em torno de 61% no tamanho do reservatório e conseqüentemente, da área inundada (EPE, 2010). Uma opção ambientalmente mais sustentável mas com uma limitação que aumenta sua vulnerabilidade e favorece setores ligados à implantação de geração térmica e de energia de reserva.

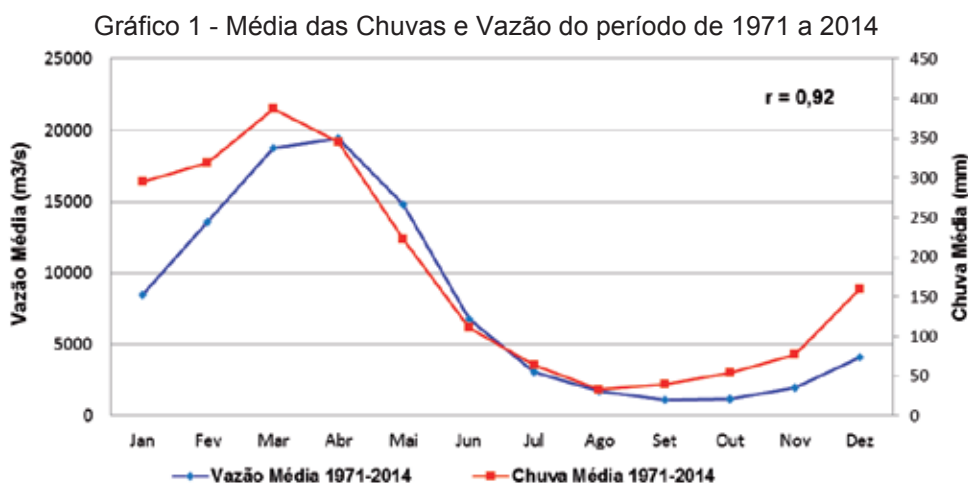
A Usina possui um barramento principal no rio Xingu denominado de Sítio Pimental, cerca de 40 KM abaixo da cidade de Altamira. Essa barragem forma o reservatório do Xingu, de onde as vazões são derivadas por um canal para a formação do reservatório intermediário para serem finalmente usadas na casa de força principal no Sítio Belo Monte. Como consequência da derivação, se forma entre o Sítio Pimental e o Sítio Belo Monte um trecho de cerca de 100 km de extensão no rio Xingu a ser submetido a uma vazão residual (TVR). Um Hidrograma ecológico foi definido para esse trecho do rio com o objetivo de garantir as condições necessárias para a qualidade de vida das pessoas e do meio ambiente, com navegação na época de seca e manutenção da vida aquática, (EIA/RIMA, 2009) (EPE, 2010).

O objetivo deste estudo é avaliar a influência das projeções de precipitação futura sobre o regime de vazão do Rio Xingu e quais impactos poderá provocar no desempenho da UHE Belo Monte e no trecho de vazão reduzida. As simulações foram realizadas com base no modelo climático regional ETA do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial-INPE, forçados pelos modelos climáticos globais HadGEM2-ES e MIROC5 e pelos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5.

2. SAZONALIDADE – DEFINIÇÃO DA DIVISÃO DAS ESTAÇÕES DO ANO

Para acompanhar o comportamento sazonal na região da Bacia do Xingu, que abrange o Complexo da UHE Belo Monte, foram consideradas as séries observadas de precipitação e vazão da Estação de Altamira. Os dados foram extraídos do Sistema Hidroweb da Agência Nacional de Águas – ANA. O Posto de Altamira foi escolhido pelo Estudo de Impacto Ambiental, porque o eixo do barramento projetado para o Sítio Pimental localiza-se muito próximo à cidade de Altamira, onde situa-se o posto, além de inexistirem tributários neste trecho. A diferença de áreas de drenagem entre os locais do barramento e do posto é inexpressiva (menor que 0,5%). Neste contexto, os Estudos de Viabilidade assumiram que as vazões no Sítio Pimental seriam as mesmas observadas no posto fluviométrico em pauta. (EIA 2009).

O ano foi dividido em 04 estações que melhor representassem a sazonalidade, demonstrada na série histórica observada de precipitação e vazão, entre 1971 e 2014 (Gráfico1). Os meses de Fevereiro, março e abril (FMA) representam o período úmido; os meses de maio, junho e julho (MJJ) a transição para o período seco; agosto, setembro e outubro (ASO) o período seco e novembro, dezembro e janeiro (NDJ) a transição para o período úmido. Os períodos de transição representam o momento onde começa ocorrer, progressivamente, a redução ou aumento de chuva e, conseqüentemente, de vazão. No Diagnóstico da Área de Abrangência Regional - ARR Meio Físico (2009) traz que a bacia do rio Xingu apresenta uma sazonalidade bem definida, onde o período chuvoso, das cabeceiras do rio até a parte média alta da bacia, compreende os meses de dezembro à março; já na faixa média da bacia até o baixo curso, onde fica localizado a UHE Belo Monte, o período chuvoso vai de fevereiro à maio. Assim, vemos que a descrição nos estudos de Belo Monte não difere da divisão das estações no presente estudo.



Fonte de Dados: ANA, confecção própria do gráfico

O Gráfico 1 mostra a média das chuvas e vazão por mês entre os anos de 1971 e 2014. Observamos, que ambas têm um comportamento similar no decorrer de 43 anos, nos respectivos meses. O coeficiente de correlação de 0,92, mostra um grande grau de relacionamento linear entre Chuva e Vazão, ou seja, a quantidade de chuva afeta a vazão do Rio, independente dos outros fatores que também podem influenciar na vazão.

3. MODELOS

Os dados de projeção e simulação utilizados neste trabalho foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais – INPE. O modelo climático regional Eta foi rodado para a América do Sul, com resolução de 20 km, a partir de condições de contorno disponibilizados pelos modelos de Circulação Global HadGEM2-ES e MIROC5. Os modelos globais HadGEM2-ES e MIROC5, foram selecionados por apresentarem bom desempenho na América do Sul em termos de circulação atmosférica e precipitação (Flato *et al.*, 2013). Os resultados são apresentados em períodos de tempo de 30 anos: 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100. As mudanças climáticas são avaliadas em relação à simulação do período de tempo 1961-1990 (base), considerado como o clima atual (Chou *et al.*, 2014). Os cenários de emissões escolhidos foram o RCP 4.5 e RCP 8.5 para ambos modelos globais. Para atender os objetivos do estudo foi feito um recorte regional da área de estudo. A área de recorte dos dados para abranger toda a Bacia do Xingu foi longitude -62°W para -44°E e latitude -16°S para 2°N.

4. CENÁRIOS DE EMISSÕES

Os cenários de emissões representam os diversos caminhos para o futuro que pode ter o desenvolvimento humano. As principais forças motrizes para a construção desses cenários futuros de emissões de gases de efeito estufa são o crescimento demográfico, desenvolvimento econômico e social e tecnologia. Essas escolhas sociais que definem as forças climáticas para o futuro são cercadas por grande incerteza. O quinto relatório de avaliação - IPCC AR5 traz que o aquecimento global é uma realidade, observando-se um aumento na temperatura da ordem de 0,9°C desde 1850 e atribui o aquecimento global observado nos últimos 50 anos às atividades humanas, com 95% de certeza que estas atividades influenciaram o clima presente e irão influenciar o clima futuro. (IPCC, 2014). O Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas – PBMC, também menciona a influência antrópica sobre o sistema climático brasileiro, porém, encontra dificuldade de afirmar qual porcentagem da variação é natural e qual é condicionada pela ação antrópica (Marengo, 2014).

5. RESULTADOS

As análises das projeções de precipitação futuras elaboradas com o Eta-HadGEM2-ES e Eta-MIROC5, nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, indicam redução de precipitação para todas as estações do ano, com um clima futuro mais seco na Bacia do Xingu. As figuras 1a 4 apresentam os campos das mudanças na precipitação projetadas para os três períodos futuros e para os dois cenários

Diferença da Precipitação Média Climática projetada para os três períodos de tempo: 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100 com as simulações de 1961-1990, em mm/dia, para os modelos Eta-HadGEM2-ES e Eta-MIROC5 e para os dois cenários de

emissão são mostrados na Figura 1 o período úmido – trimestre FMA; na Figura 2 a transição do período úmido para o período seco - trimestre MJJ; na Figura 3 o período seco - trimestre ASO e; na Figura 4 a transição do período seco para o período úmido – trimestre NDJ.

Na Figura 1 observamos que no trimestre FMA, na região do baixo Xingu, no Cenário RCP 4.5, o modelo Eta-HadGEM2-ES apresenta redução de precipitação entre 1 a 3 mm/dia e, no Eta-MIROC5 essa redução fica entre a faixa 1 a 2 mm/dia nos três períodos de tempo. No cenário 8.5 a redução chega até 4 mm/dia para o Eta-HadGEM2-ES e, no Eta-MIROC5 essa redução fica entre 2 a 3 mm/dia no baixo Xingu, podendo atingir entre 4 a 6 mm/dia nas regiões do médio e alto Xingu até o final do século.

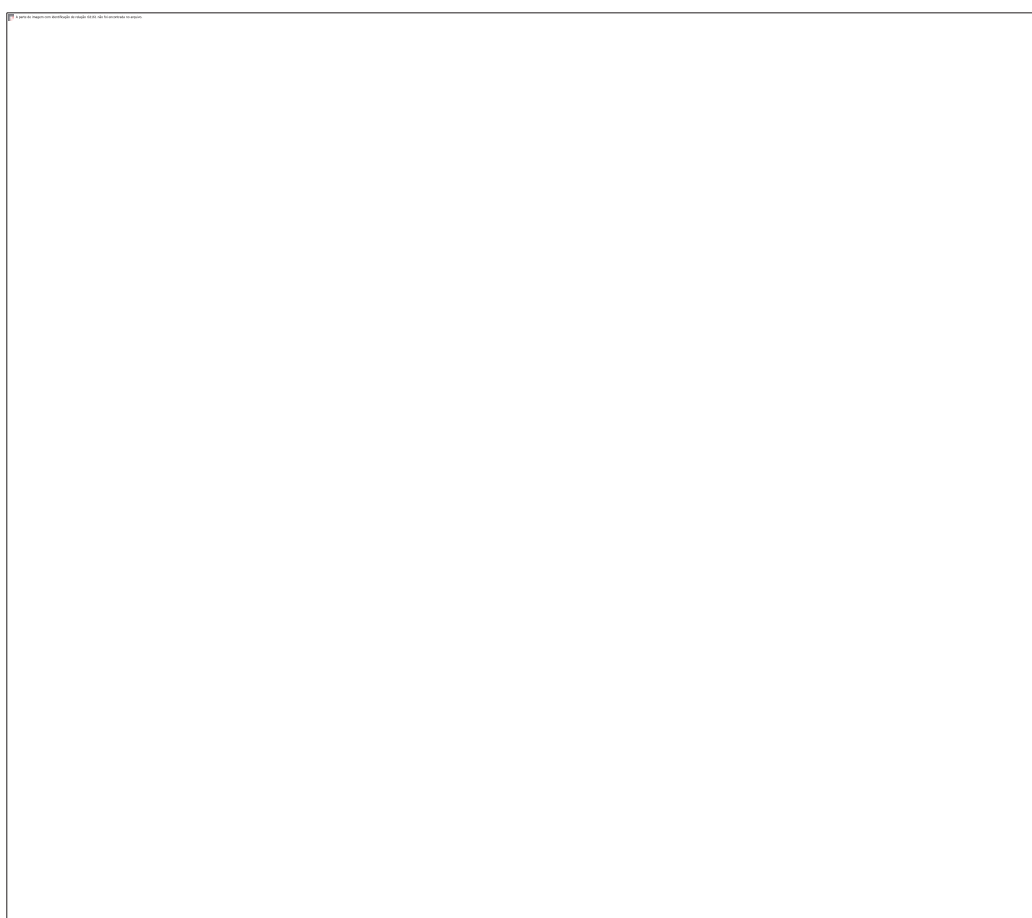


FIGURA 1 - DIFERENÇA DA PRECIPITAÇÃO MÉDIA CLIMÁTICA PROJETADA EM PERÍODOS DE 30 ANOS (TIMESLICES) COM AS SIMULAÇÕES DE 1961-1990, EM MM/DIA, PARA OS MODELOS ETA HADGEM2-ES E ETA MIROC5, NA RESOLUÇÃO DE 20 KM. TRIMESTRE FMA.
(Fonte de Dados: INPE)

No trimestre MJJ, que é o de transição do período úmido para o seco -Figura 2, as reduções no Baixo Xingu são maiores no Eta-MIROC5, onde chegam até 2 mm/dia.

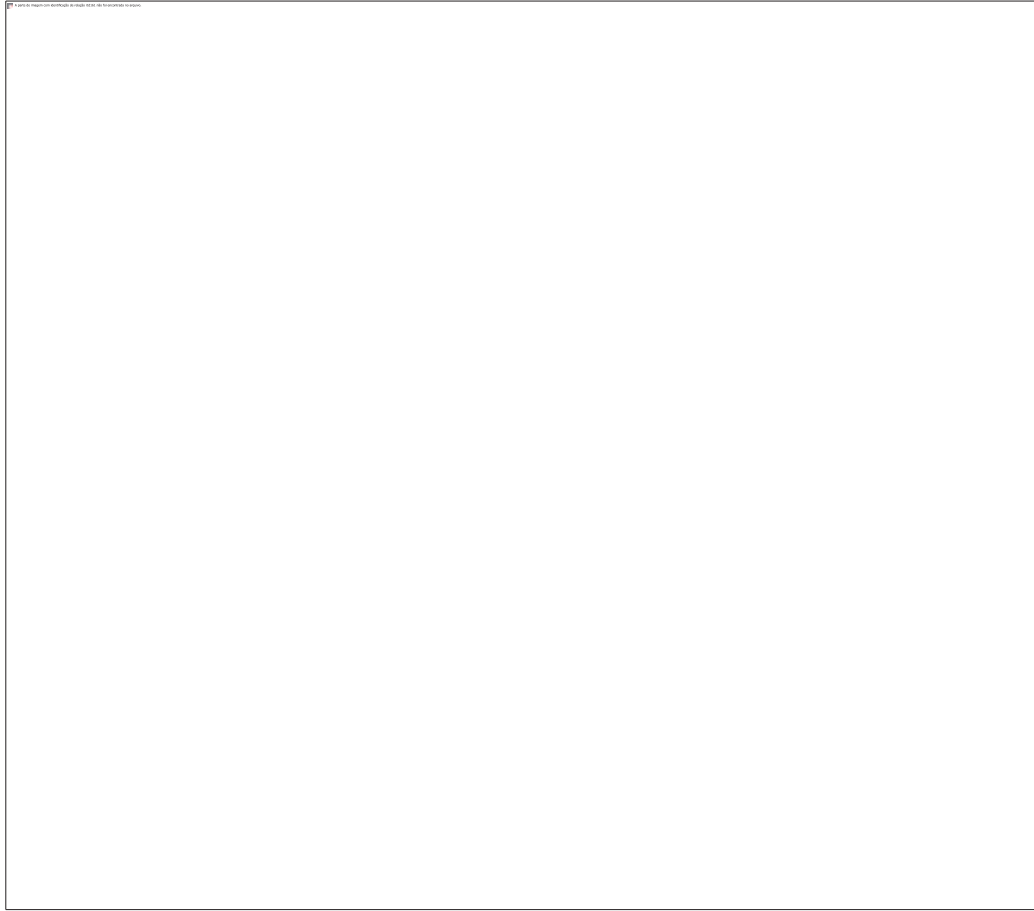


FIGURA 2 - DIFERENÇA DA PRECIPITAÇÃO MÉDIA CLIMÁTICA PROJETADA EM PERÍODOS DE 30 ANOS (TIMESLICES) COM AS SIMULAÇÕES DE 1961-1990, EM MM/DIA, PARA OS MODELOS ETA HADGEM2-ES E ETA MIROC5, NA RESOLUÇÃO DE 20 KM. TRIMESTRE MJJ.
(Fonte de Dados: INPE)

No período seco, que corresponde ao trimestre ASO - Figura 3, a redução no Eta-HadGEM-ES na região da UHE Belo Monte são de 0,5 mm/dia para o cenário RCP 4.5 nos três períodos de tempo e, no Cenário RCP 8.5 somente no período 2071-2100 essa redução atinge 1 mm/dia. Entretanto no Médio e Alto Xingu essa redução poderá atingir até 3 mm/dia. No Eta-MIROC5, as reduções ficam na faixa dos 1 a 2 mm/dia para ambos os cenários nos três períodos de tempo.

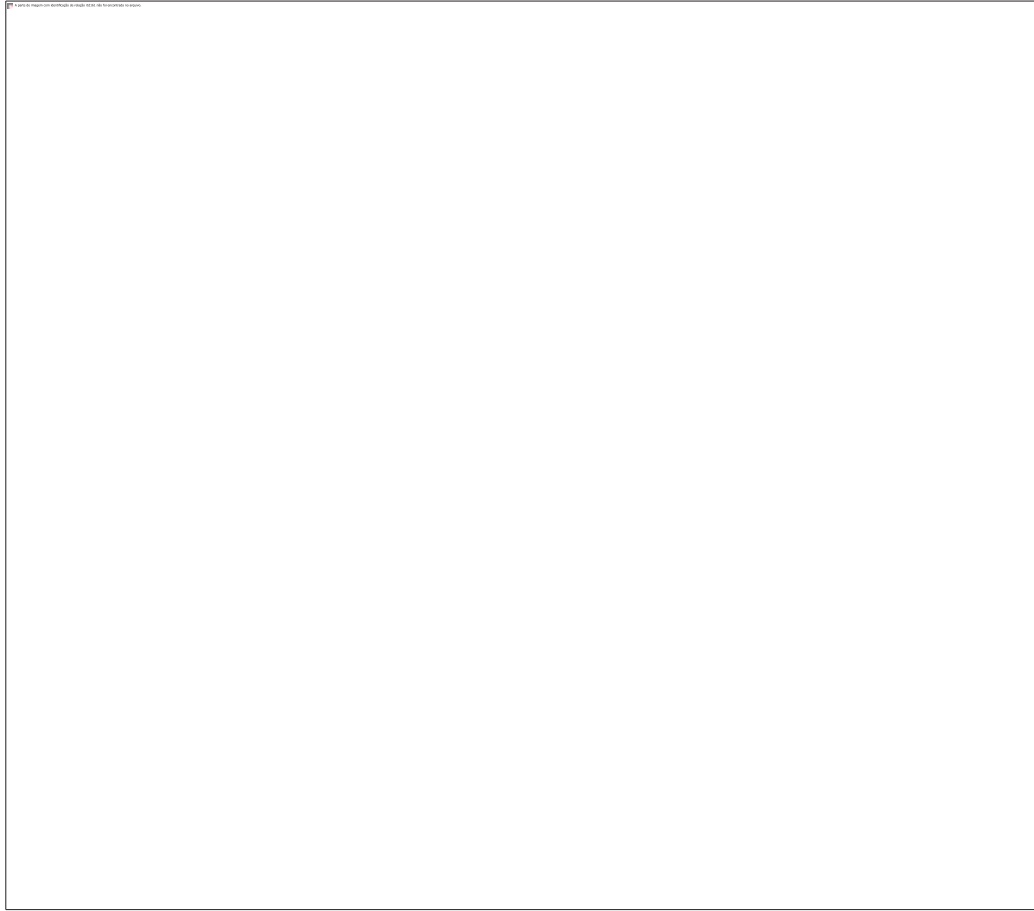


Figura 3 - Diferença da Precipitação Média Climática projetada em períodos de 30 anos (timeslices) com as simulações de 1961-1990, em mm/dia, para os Modelos Eta HadGEM2-ES e Eta MIROC5, na resolução de 20 km. Trimestre ASO
(Fonte de Dados: INPE)

Na transição do período seco para o úmido, trimestre NDJ- Figura 4, as maiores alterações são no Cenário RCP 8,5 na região do Baixo Xingu, onde no modelo EtaHadGEM-ES a redução na time slice 2071-2100 pode atingir até 3 mm/dia e, em algumas regiões no médio e alto Xingu essa redução pode atingir os 4 mm/dia.

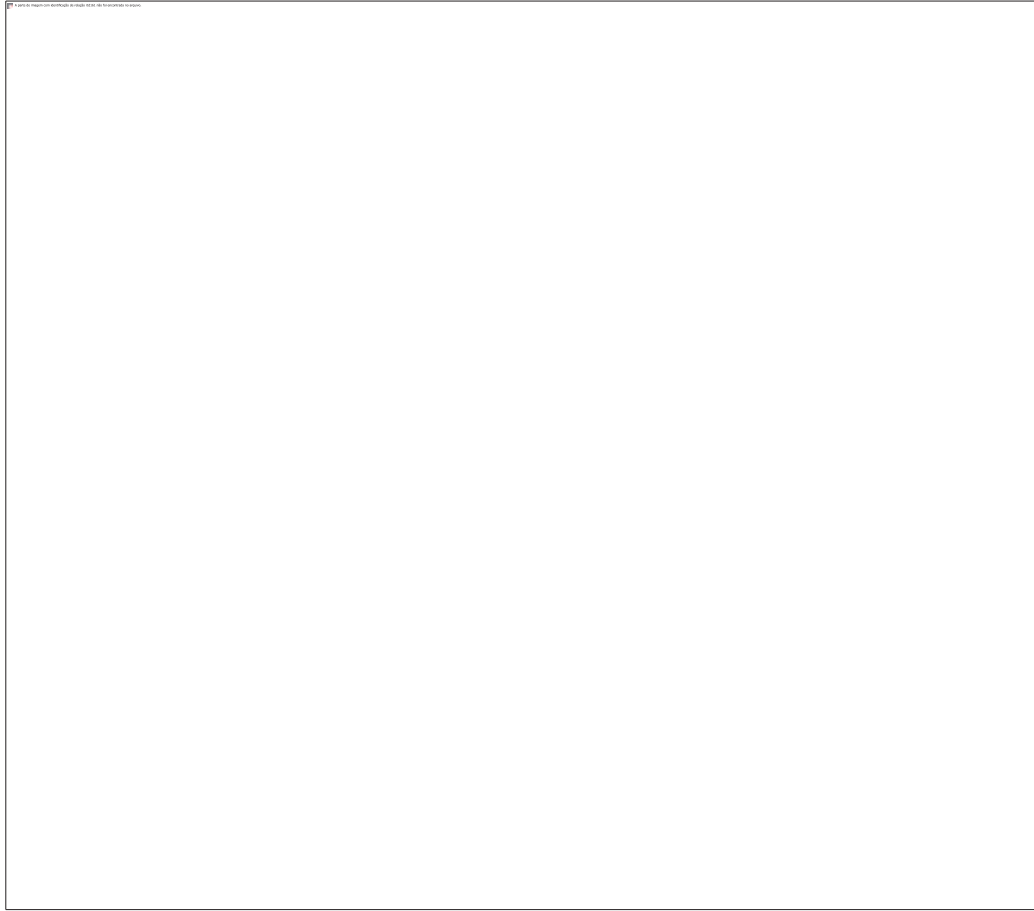
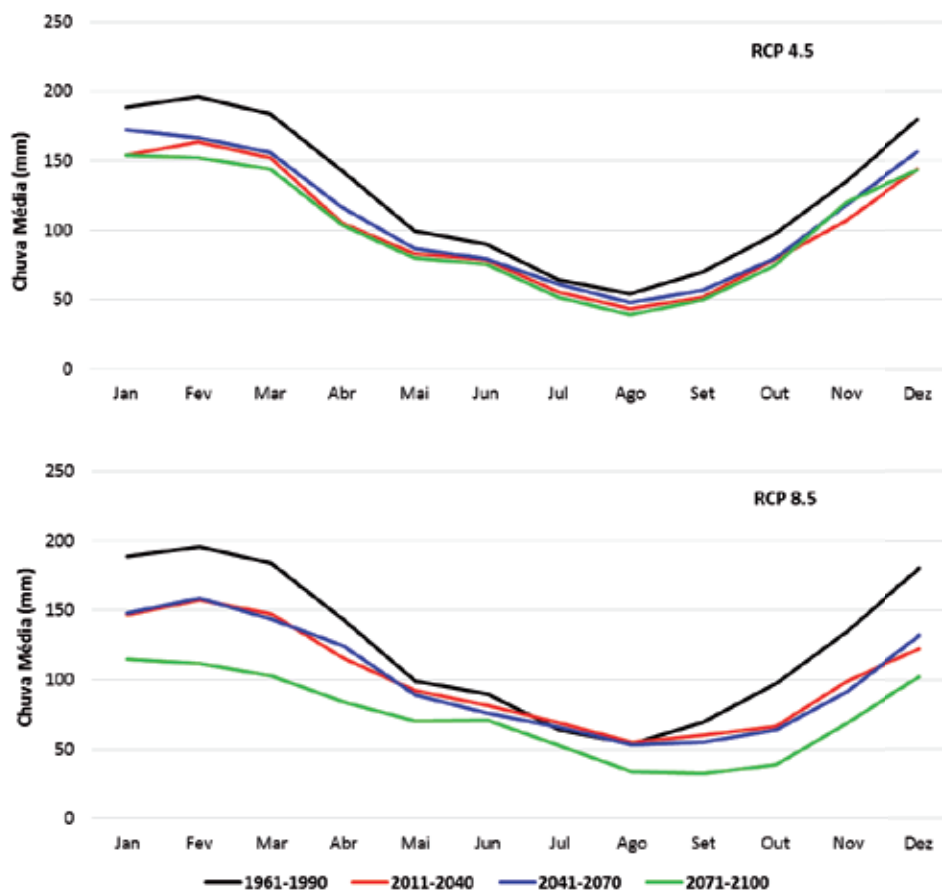


FIGURA 4 - DIFERENÇA DA PRECIPITAÇÃO MÉDIA CLIMÁTICA PROJETADA EM PERÍODOS DE 30 ANOS (TIMESLICES) COM AS SIMULAÇÕES DE 1961-1990, EM MM/DIA, PARA OS MODELOS ETA HADGEM2-ES E ETA MIROC5, NA RESOLUÇÃO DE 20 KM. TRIMESTRE NDJ.
(Fonte de Dados: INPE)

Os Gráficos 2 e 3 mostram o comportamento da precipitação média mensal projetada para os períodos de tempo: 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100 e o simulado de 1961-1990, na Bacia do Xingu, para os modelos HadGEM2-ES e MIROC5.

Observamos no modelo HadGEM2-ES (Gráficos 2) que, em ambos os cenários, a sazonalidade da Bacia do Xingu fica próxima da observada para a região do Baixo Xingu (Gráfico 1), sendo agosto o mês mais seco. Quanto ao mês com mais ocorrência de chuvas, vemos a antecipação de um mês nas projeções e simulação. Até 2100 a redução de precipitação no cenário RCP 4.5 é de 17,7% e para o cenário RCP 8.5 é de 26,8%.

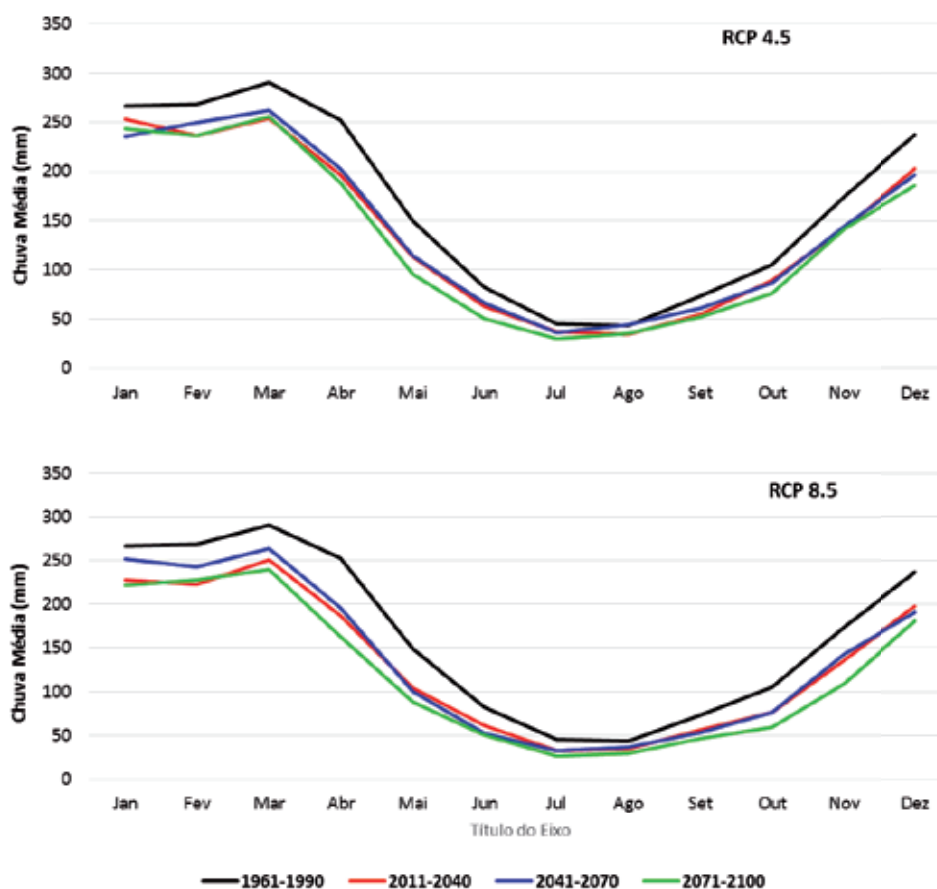
Gráfico 2 - Precipitação média mensal projetada por período de tempo: 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100 e simulação de 1961-1990 – Modelo HadGEM2-ES



Fonte de Dados: INPE, elaboração dos autores

No Modelo MIROC5 (Gráfico 3), observamos que em ambos os cenários, a sazonalidade da Bacia do Xingu também tem comportamento similar da observada para a região do Baixo Xingu (Gráfico 1). Entretanto vemos antecipação de 1 mês, nas projeções e simulação, do período seco. Até 2100 a redução de precipitação no cenário RCP 4.5 é de 16,7% e para o cenário RCP 8.5 é de 21,8%, demonstrando que, em relação ao modelo HadGEM2-ES, o modelo MIROC5 é menos seco.

Gráfico 3 - Precipitação média mensal projetada por período de tempo: 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100 e simulação de 1961-1990 – Modelo MIROC



Fonte de Dados: INPE, elaboração dos autores.

6. CONCLUSÃO

As análises das projeções de precipitação futuras elaboradas com o Eta-HadGEM2-ES e Eta-MIROC5, nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, indicam um período úmido mais seco. A redução de precipitação pode atingir até 4 mm/dia no baixo Xingu no final do século para o modelo Eta-HadGEM2-ES. Todos os trimestres sofrem redução de precipitação em ambos os cenários, sendo que o modelo HadGEM2-ES se apresentou mais seco. Em termos percentuais, essa redução até o final do século representa 17,7% no RCP 4.5 e 26,8% no RCP 8.5 para o modelo HadGEM2-ES e 16,7% no RCP 4.5 e 21,8% no RCP 8.5 para o modelo MIROC5.

Independente de outros fatores que interferem no volume da vazão, podemos constatar, como demonstrado no Gráfico 1, que os volumes de precipitações influenciam o volume de Vazão. Assim, podemos inferir que, com os resultados obtidos nas projeções futuras de precipitação e o grau de relacionamento linear entre as variáveis, a vazão do Rio Xingu é sensível aos fenômenos climáticos.

Concluimos, desta forma, que se os cenários da mudanças climáticas estudados nesse trabalho vierem a se confirmar, a capacidade de geração de energia da UHE Belo Monte será reduzida. Numa análise mais sistêmica, a redução da produção de energia poderá exigir que a diferença seja complementada por outras fontes de energia. No horário de carga máximas na rede, essas fontes podem ser de

termelétricas o que acarretará aumento nas emissões de gases de efeito estufa, podendo se estabelecer um ciclo vicioso de “geração limpa e geração suja”.

Outro aspecto que devemos analisar é que como a configuração da UHE Belo Monte é a fio d’água, sua vulnerabilidade para os extremos climáticos é maior, o que eleva o risco de queda no desempenho no caso de redução de vazão, por falta de alternativa de armazenamento no período úmido. Essa vulnerabilidade pode vir a servir de argumento para justificar, por parte do governo e empresas ligadas ao setor, outras alternativas que possam suprir essa deficiência, como a construção de barragens a montantes ou no principal afluente da Bacia, o Rio Iriri.

7. REFERÊNCIAS

Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável – CEBDS. (2013). *Estudo sobre Adaptação e Vulnerabilidade à Mudança do Clima: o caso do setor elétrico brasileiro*. Rio de Janeiro, Rj, Brasil.

Chou, S. C. et al. (2014). *Assessment of Climate Change over South America under RCP 4.5 and 8.5 Downscaling Scenarios*. American Journal of Climate Change, v. 3, n. 5, p. 512-527, 2014b. doi: 10.4236/ajcc.2014.35043.

Chou, S. C.; Silva, A., Lyra, A.; Mourão, C.; Dereczynski, C.; Rodrigues, D.; Campo, D. (2016). *Capítulo 2: Simulações em alta resolução das mudanças climáticas sobre a América do Sul. Mudanças Globais de Clima. Modelagem climática e vulnerabilidades Setoriais à mudança do clima no Brasil*. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento. Brasília. Brasil. 590p.

Empresa Brasileira de Pesquisa Energética (2010). *Cálculo da Garantia Física da UHE Belo Monte*. EPE-DEE-RE-004/2010-r0. Brasília. Brasil.

Flato, G. et al. (2013). *Evaluation of Climate Models*. In: STOCKER, T. F. et al. (Eds.). *Climate Change: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press, p. 741-866.

Gomes, R.O. (2012). *Estudo do impacto da incorporação de usinas hidrelétricas a fio d’água do sistema interligado nacional*. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland, 151 pp.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, pp. 688.

Ministério das Minas e Energia; Centrais Elétricas Brasileiras; Centrais Elétricas Brasileiras-Eletronorte.(2009). *Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte*. Relatório de Impacto Ambiental. EIA/RIMA, Brasil.

Ministério das Minas e Energia; Centrais Elétricas Brasileiras; Centrais Elétricas Brasileiras-Eletronorte.(2009). *Diagnósticos da Área de Abrangência Regional– Meio Físico– AAR*. Volume 5, EIA, Brasil.

Marengo, J. A. (2014). *O futuro clima do Brasil*. Revista USP. N.103. P. 25-32. São Paulo, SP. Brasil.

Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS (2016). Plano de Operação Energética 2016/2020–PEN 2016. Sumário Executivo. Rio de Janeiro, RJ. Brasil.

Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas – PBMC. (2014). *Impactos, vulnerabilidades e adaptação às mudanças climáticas*. Grupo de Trabalho 2. Primeiro Relatório da Avaliação nacional sobre Mudanças Climáticas. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 414pp.

Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República - SAE-PR. (2015) *Brasil 2040*. Sumário Executivo. Brasília, Brasil.

Silva, R. L.L. (2012). *Estratégia de monitoramento em apoio ao licenciamento ambiental em trecho de vazão reduzida*. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, RS. Santa Maria, RS, Brasil.

Sites acessados:

Agencia Nacional de Energia Elétrica. Banco de Informações da Geração (BIG). (2017). Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acesso em: 26.06.2017

INDICADORES SOCIOAMBIENTAIS DO TRANSPORTE PÚBLICO COMO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA SOCIAL DO SISTEMA

Jurandir Moura Dutra

Universidade Federal do Amazonas

jurandir.dutra@gmail.com

Hélder Alexandre Relvas Paulo

Universidade de Aveiro

Josildo Severino de Oliveira

Centro Universitário do Norte

Marlon José de Lima Dutra

Universidade Federal do Amazonas

Myriam Alexandra dos Santos Batalha Dias Nunes Lopes

Universidade de Aveiro

RESUMO

Foram analisados indicadores do sistema de transporte público por ônibus na cidade de Manaus para o período de 2010 a 2016 com o propósito de verificar se houve melhoria com potencial de elevar a qualidade de vida da população usuária do serviço. Para analisar a dimensão social foi necessário cruzar dados referentes à evolução da frota, do número de passageiros/ano transportados, assim como a quilometragem/ano percorrida, fornecidos pela Superintendência Municipal de Transportes Urbanos (SMTU). Para avaliar a dimensão ambiental fez-se uso de inventários das emissões antrópicas do sistema. Os resultados apontam para a estagnação ou retrocesso da qualidade do serviço público nos últimos anos. A frota de ônibus destinada ao transporte público encolheu, assim como o volume de passageiros transportados e a quilometragem percorrida. Entretanto, a densidade demográfica cresceu a taxa de quase 2% ao ano e, para suprimir a carência de transporte público, a frota de veículos particulares ascendeu em ritmo acelerado registrando 1 veículo para cada 2,95 habitantes.

Palavras-Chave: Emissões antrópicas; Serviço público; Mobilidade urbana.

1. INTRODUÇÃO

O transporte urbano é empregado para designar o deslocamento de pessoas, dentro dos limites geográficos da cidade que viabilizem a locomoção. São conceituados como mais importantes o metrô e o ônibus. O transporte público proporciona conectividade, integração e desenvolvimento, de aspecto social e democrático, funcionando como mecanismo balizador da economia (Ferraz; Torres, 2001).

Um transporte público eficiente pressupõe o atendimento de requisitos, considerados básicos, condicionados à educação, ao planejamento, à gestão, à legislação e à conscientização do usuário enquanto consumidor final. Gerir o transporte público requer, ainda, o estabelecimento de normas e regulamentos de operação,

fiscalização, programação operacional, sistema de comunicação com o usuário, educação e capacitação de todos os atores.

No processo de gestão alguns fatores têm de ser considerados relevantes, pois permitem avaliar o desempenho do sistema. Entre outros, estão a acessibilidade, a frequência de atendimento dos modais, o tempo de viagem, a trajetória, a confiabilidade, a segurança e o conforto, os sistemas de informação e o estado das vias.

Entretanto, para avaliar a eficiência social do sistema é necessário compreender o custo social. Nestes custos estão embutidos outros nem tanto tangíveis (externalidades) que importem em melhoria da qualidade de vida. Portanto, é necessário que a tarifa seja acessível e reflita valores que ultrapassem o caráter meramente econômico.

Esse trabalho foi elaborado com o objetivo de avaliar as dimensões ambiental e social do sistema de transportes públicos por ônibus da cidade de Manaus, a fim de verificar se houve alguma evolução capaz de contribuir para a qualidade de vida da população usuária.

Para tal foram analisadas informações referentes à frota de veículos, à quilometragem percorrida, ao total de passageiros transportados e às emissões antrópicas do sistema.

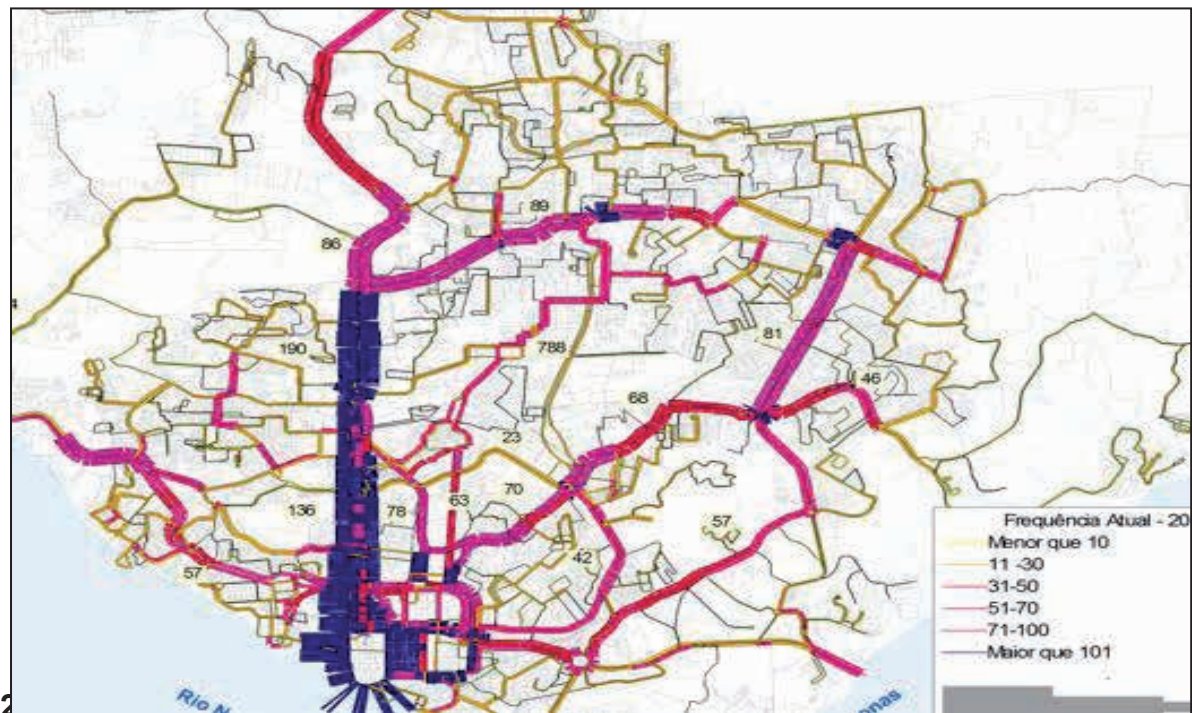
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1. Área da Pesquisa

A área de estudo compreende a cidade de Manaus, capital do Estado do Amazonas, Brasil. Está localizada à margem esquerda do Rio Negro, na sua confluência com o Rio Solimões formando o Rio Amazonas. Tem uma população aproximada de 2.094.391 habitantes, área de 11.401,092 km² e densidade demográfica de aproximadamente 183,7 hab/km² (IBGE, 2016).

O Sistema de Transporte Coletivo Público Urbano de Manaus é composto por uma frota de aproximadamente 1400 ônibus, distribuídos em pouco mais de 230 linhas, concedidas por meio de contrato de permissão a oito empresas privadas (Figura 01). Essas linhas estão estruturadas principalmente nas categorias de radial ou diametral, embora haja umas poucas troncais. As radiais são linhas que conectam a zona central, de denso comércio, a bairros ou regiões distantes. As diametrais interligam regiões opostas, mas com passagem pela área central e as troncais, em menor número, são linhas dependentes das alimentadoras, partindo geralmente de terminais de integração (SMTU, 2016).

O sistema de transporte conta ainda com a bilhetagem eletrônica e a integração temporal auxiliando na qualidade do serviço. Promove agilidade na coleta de dados e na tomada de decisões, o que resulta, inclusive, na redução dos deslocamentos negativos dos usuários portadores do cartão inteligente.



Os dados que compõem os indicadores do sistema foram coletados junto a Superintendência Municipal de Transportes Urbanos (SMTU). Foram informados pela SMTU a evolução da frota de ônibus para o período de 1990 a 2016, assim como o volume de passageiros transportados e a quilometragem percorrida para o período de 2010 a 2016. Foi informado, ainda, o consumo de biodiesel da frota para o ano de 2009. Entretanto, a estimativa de combustível para os demais anos da série foi obtida por proporcionalidade e uso de regra de três composta.

2.3. Metodologia

A metodologia deste trabalho foi baseada em métodos matemáticos e estatísticos. Foram avaliadas as dimensões social e ambiental do sistema.

Para avaliar a dimensão social fez-se uso de indicadores do volume de passageiros transportados/ano combinados com a evolução da frota e da quilometragem percorrida/ano.

Para avaliar a dimensão ambiental fez-se uso das emissões de dióxido de carbono (CO₂), hidrocarbonetos não-metano (NMHC), Óxidos de nitrogênio (NO_x), monóxido de carbono (CO) e material particulado (MP), estimadas através de duas abordagens distintas: bottom-up e top-down.

2.3.1. Abordagem *top-down*

Esse método foi adotado apenas para o cálculo do CO₂ no período compreendido entre 1990 e 2016, porque segundo o *Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC* (2006) este gás é responsável por 97% das emissões de gases de efeito estufa - GEE, cujo grau de importância é relevante. Esta é a metodologia mais simplificada sugerida e reconhecida. Contudo, o IPCC recomenda que sempre que possível, com base em dados disponíveis e confiáveis, sejam realizadas as duas abordagens (CETESB, 2001).

2.3.1.1. Conversão para unidade energética comum

O Ministério das Minas e Energia, por meio do documento intitulado Balanço Energético Nacional – BEN prevê a conversão de qualquer medida de consumo para uma unidade comum. Para tal aplicou-se a fórmula (Cetesb, 2001):

$$CC = CA \times F_{\text{conv}} \times 45,2 \times 10^{-3} \times F_{\text{corr}} \quad \text{onde;} \quad (1)$$

1 tEP_(Brasil) = 45,2 x 10⁻³ TJ (tera-joule = 10¹² J);

tEP_(Brasil) = tonelada equivalente de petróleo;

CC = consumo de energia em TJ;

CA = consumo de combustível (m³, l, kg);

Fconv = fator de conversão de unidade física equivalente a mesma quantidade de combustível em tEP e que tem como referência o poder calorífico superior do combustível analisado. Os valores são publicados no BEN e podem variar em função de suas especificidades.

Fcorr = fator de correção do poder calorífico superior para o inferior, a fim de atender a recomendação do IPCC. Para combustíveis sólidos e líquidos o Fcorr = 0,95, para gasosos o Fcorr = 0,9, conforme orientação do MCT.

2.3.1.2. Definição do conteúdo de carbono

Em seguida, foi necessário definir a quantidade de carbono oxidada através da combustão do combustível. Para isto adotou-se a seguinte equação (CETESB, 2001):

$$QC = CC \times F_{\text{emiss}} \times 10^{-3} \quad \text{onde;} \quad (2)$$

QC = Quantidade de carbono expresso em GgC ou mil tC;

CC = consumo de energia em TJ;

Femiss = fator de emissão de carbono (tC/TJ) para cada combustível em valores definidos pelo IPCC (2006) e MCT (2006);

10⁻³ = tC/GgC

2.3.1.3. Emissões de CO₂

As emissões de CO₂ foram calculadas levando-se em considerações os pesos moleculares dos componentes de sua molécula, ou seja, 44 t CO₂ correspondem a 12 t de C. Essa relação é fundamental para compreender a reação (CETESB, 2001).

$$ECO_2 = EC \times 44/12 \quad \text{onde;} \quad (3)$$

ECO_2 = Emissões de CO_2

EC = Emissão de carbono

2.3.2. Abordagem *bottom-up*

Esse método foi adotado para o cálculo de todos os demais gases e poluentes, mas também para o CO_2 no período compreendido entre 2010 e 2016, porque esta metodologia, por ser mais abrangente, requer detalhes como a composição da frota, distância média percorrida que é a própria quilometragem do sistema e os fatores de emissão específicos declarados pelo fabricante ou adotados com base no Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE.

As dificuldades encontradas estão referendadas no 1º Inventário de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários publicado em 2011 pelo governo brasileiro. Adotou-se, neste documento oficial, que o procedimento de inventário dos poluentes atmosféricos restou categorizado por tipo/modelo de veículos, matriz energética, fatores de emissão e tecnologia do motor. Desta forma, inventariou-se emissões de substâncias como o monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2), hidrocarbonetos não-metânicos (NMHC), óxidos de nitrogênio (NO_x) e material particulado (MP).

As emissões foram estimadas, para cada ano, adotando-se a seguinte fórmula (CETESB, 2001):

$$E = Fr \times lu \times Fe \quad \text{onde;} \quad (4)$$

E = taxa anual de missão do poluente considerado (g/ano);

Fr = Frota circulante do ano modelo considerado (número de veículos);

lu = Intensidade de uso do modelo considerado (km/ano);

Fe = Fator de emissão do poluente considerado ($g_{\text{poluente}}/\text{km}$)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente foi realizada uma análise da evolução histórica da frota de veículos de modo geral, a fim de efetuar um comparativo com o comportamento da frota de ônibus destinada ao transporte de massa. Em seguida, foram analisados indicadores que avaliam a eficiência social e ambiental do sistema.

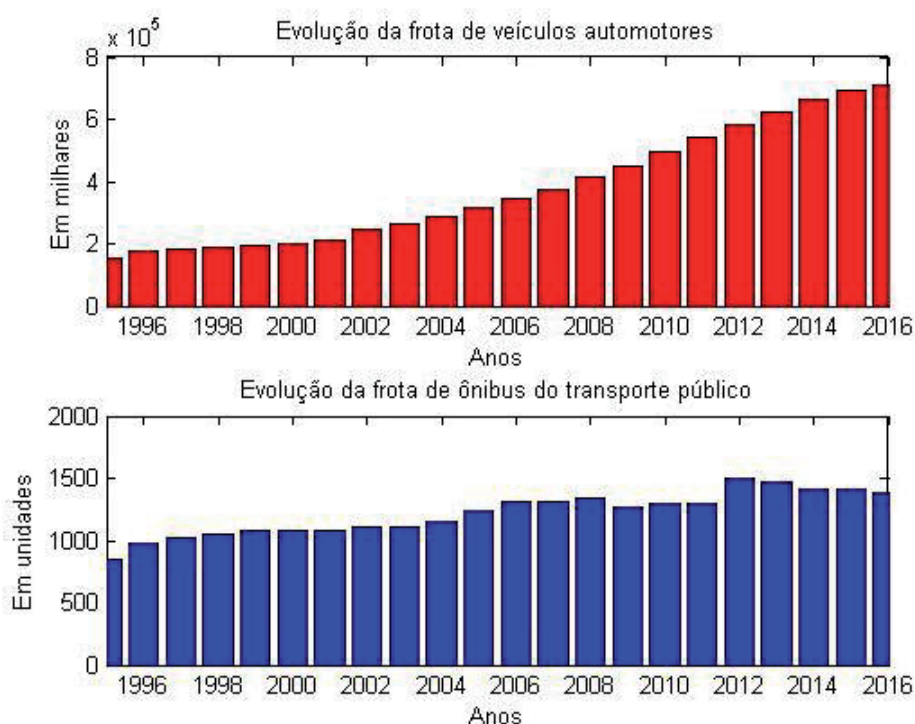
A frota de veículos da cidade de Manaus cresceu vertiginosamente no processo histórico graças aos incentivos ao crédito catalisado pelo governo federal e aos baixos investimentos em transportes públicos de qualidade. Em 2016 atingiu a ordem de 710.586 veículos (DETRAN, 2016), o que representa 1 veículo para cada 2,95

habitantes. Esse crescimento da frota representou uma função exponencial nas últimas décadas (Gráfico 01).

A série inicia registrando um parque automobilístico composto por 152.493 veículos para o ano de 1995, dobrando em 2005 (315.448) e novamente em 2013 (623.945), para enfim, contabilizar um incremento de aproximadamente 465% em 2016 em relação ao ano inicial (1995) (Gráfico 01).

Entretanto, a frota de ônibus destinada ao transporte público não apresentou a mesma eficiência no período analisado. Percebe-se um comportamento totalmente diferente. O crescimento é sutil até 2006 quando inicia decréscimo para, em 2012 voltar a crescer, mas retomando o declínio já no ano seguinte (Gráfico 01).

Gráfico 01 – Comparativo da evolução histórica das frotas



Neste período o volume de passageiros transportados saltou de 230.684.929 em 1997 para 249.691.122 em 2016, perfazendo um acréscimo de 8,2% em quase 20 anos (SMTU, 2016). Não houve, portanto, a mesma preocupação com as políticas públicas de transporte. Neste mesmo período o crescimento demográfico registrado na cidade de Manaus foi de aproximadamente 80% (IBGE, 2016).

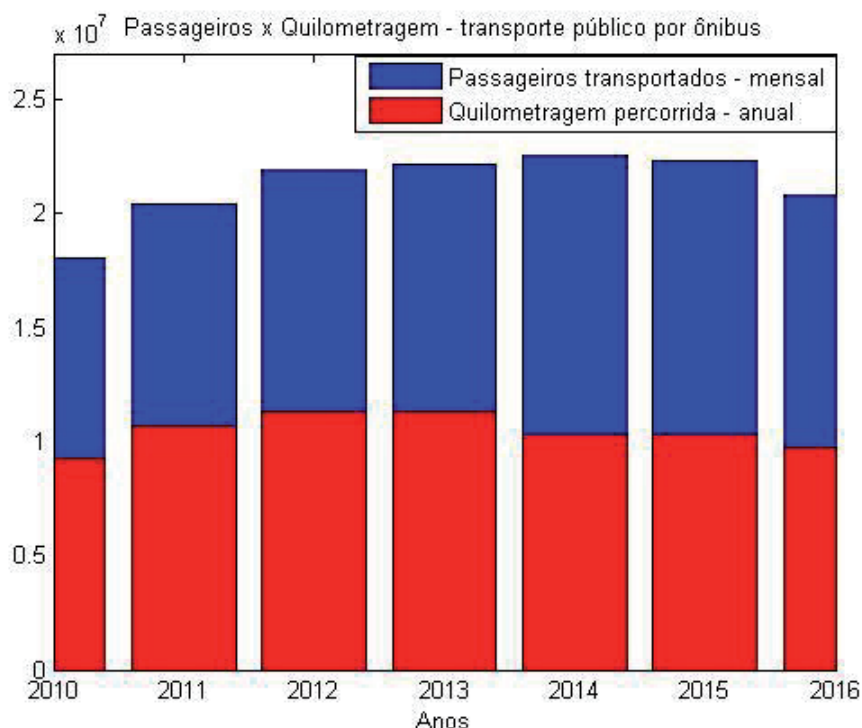
Quando avaliada a média mensal de passageiros transportados no período compreendido entre 2010 a 2016 (Gráfico 02) observa-se que o crescimento é bem superior ao descrito para os últimos 19 anos. Registra um incremento de 15% no período, transportando-se em média 18.054.979 passageiros/mês em 2010, e 20.807.593 passageiros/mês em 2016, incluindo as gratuidades e meias-passagens disponibilizadas pelo sistema.

Então, essa elevação poderia ser um indicador positivo da melhoria do sistema, supondo que uma parcela maior da população estaria fazendo uso do transporte público. Entretanto, quando observado comportamento da frota no mesmo período (Gráfico 01) percebe-se que provavelmente a qualidade diminuiu, pois, a frota recuou

7,4% em relação ao ano de 2012, quando contabilizou 1502 ônibus. Essa eficiência observada pode ter aumentado o desconforto dos usuários.

Essa hipótese fica mais perceptível quando se avalia a quilometragem desenvolvida pela frota. Em 2010 são percorridos 9.241.394,26 km e há incremento contínuo até atingir 11.314.500,59 km em 2012. A partir daí a redução é notória ano a ano, contabilizando em 2016 uma retração de 5,3% em relação ao ano de 2010 e de 14% em relação ao ano de 2012 (Gráfico 02).

Gráfico 02 – Passageiros transportados x Quilometragem percorrida



Contudo, esses números também podem ser reflexos da crise política e econômica que assolou o país nos últimos 3 anos, tendo elevado o índice de desemprego à taxa de 14% da população economicamente ativa brasileira (IBGE, 2016). Por conseguinte, mais desempregados e menos renda, menos pessoas foram deslocadas para os seus locais de trabalho ou outros destinos que carecem de mobilidade e, portanto, menos veículos do transporte público disponibilizados. Isso então justificaria a redução da quilometragem percorrida em relação ao ano de 2012, sendo ela o somatório de todas as viagens realizadas no período.

Entretanto, também pode ser resultado da competição acirrada promovida pelo modal individual de transporte, cuja frota tem sido incrementada continuamente desde o início da política de incentivo ao crédito adotada a partir de 2006. Somente nos últimos 7 anos cresceu cerca de 35%, passando de 272.029 automóveis em 2010 para 366.764 automóveis em 2016 (Detran, 2016).

Analisando o cenário das emissões antrópicas (Tabela 01) nota-se que as emissões de CO₂ crescem até o ano de 2012 emitindo 130, 11 mil t/C quando a frota era de 1502 ônibus e decrescem ano a ano até atingir 107,45 mil t/C em 2016. As emissões *per capita* diminuem no mesmo ritmo acompanhando não só a redução da frota, mas também a retração da quilometragem percorrida.

Tabela 01. Emissões antrópicas de CO₂ e outros poluentes atmosféricos da frota do transporte público por ônibus da cidade de Manaus-AM para o período de 2010 a 2016 – abordagem *bottom-up*.

Emissões						
Ano	CO ₂ *	NMHC	MP	NO _x	CO	CO ₂ per capita**
2010	113,64	396,75	34,22	1.016,94	179,66	0,525
2011	113,43	409,94	31,34	982,04	173,15	0,464
2012	130,11	403,47	32,44	1.062,75	192,85	0,495
2013	124,36	388,06	27,44	939,76	179,90	0,467
2014	116,39	368,71	22,78	816,31	164,80	0,430
2015	113,90	340,59	19,80	743,65	158,26	0,426
2016	107,45	315,60	16,62	655,03	146,86	0,430

*Mil ton/C

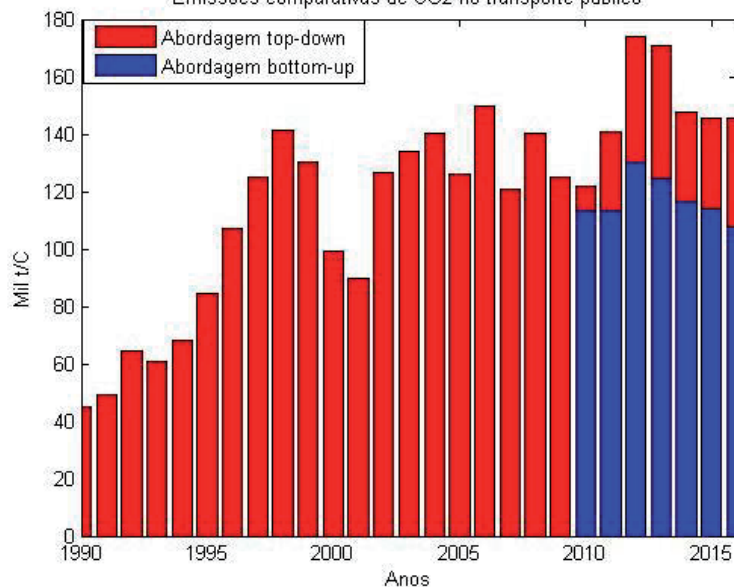
**Kg/passageiro/ano

Fonte: Elaborada pelos autores.

As emissões de CO₂ nas abordagens *top-down* e *bottom-up* tem comportamento muito parecido, mas amplitudes diferentes (Gráfico 03). Contudo, observa-se que os valores estimados pela abordagem *bottom-up* são inferiores a *top-down* e devem ser preferidos, uma vez que refletem maior proximidade da realidade por considerar a frota de veículos, o avanço tecnológico, a eficiência dos motores e a composição dos combustíveis, sendo prudente e recomendado optar por resultados mais conservadores (CETESB, 2001; IPCC, 2006).

Na abordagem *bottom-up* as emissões de CO₂ são praticamente iguais para os anos de 2010 e 2011. Em 2012 dão um pequeno salto, provavelmente devido ao crescimento da frota em torno de 16% para em seguida decair até 2016. Entretanto, na abordagem *top-down* as emissões de 2011 são consideravelmente diferentes das de 2010 (Gráfico 03).

Gráfico 03 – Comparativo de emissões de CO₂ entre abordagens
Emissões comparativas de CO₂ no transporte público



Fonte: Elaborada pelos autores.

Entre todos os poluentes listados na Tabela 01, a mais expressiva redução é creditada às emissões de compostos nitrogenados (NO_x), seguidas pelos hidrocarbonetos não-metânicos (NMHC), embora todos os demais tenham sido reduzidos. As emissões de modo geral vêm diminuindo graças à implementação de fases mais avançadas do Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE, que exigiram mais rigor e controle aos fabricantes.

Dessa forma, é possível afirmar que a redução das emissões antrópicas do transporte público não foi suficiente para melhorar a qualidade de vida da população, visto que as emissões ainda são elevadas. Por certo, não há nenhum registro de qualquer iniciativa, baseada no mecanismo de autorregulação da gestão ambiental, que vislumbre a implantação de política ou postura sustentável no sistema, tal como a adoção de matriz energética de baixo carbono ou de tecnologias de motores híbridos, por exemplo.

Com base nos indicadores sociais e ambientais analisados pode-se afirmar que não houve no período qualquer evidência que comprovasse satisfação da eficiência social do sistema, pois de acordo com a literatura, esta eficiência é refletida no custo social, que avalia além do custo monetário dos insumos e da tarifa, os custos ambientais e os investimentos em infraestrutura que interferem na qualidade de vida da população (Ferraz & Torres, 2001).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A frota de veículos da cidade de Manaus apresentou um crescimento exponencial nos últimos 20 anos, sobretudo, devido a políticas pelo incentivo ao crédito. Entretanto, esse comportamento não foi seguido pela frota de ônibus do transporte público.

O sistema pouco evoluiu em termos de passageiros transportados, embora o crescimento demográfico observado seja da ordem de 80%. A mesma timidez é notada no volume de emissões de gases de efeito estufa e poluentes atmosféricos. Mas, esse baixo incremento de emissões antrópicas não significa adoção de tecnologias sustentáveis ou utilização energética de baixo carbono.

Nenhum indicador analisado nesta proposta foi capaz de apontar melhorias que evidenciassem eficiência social no sistema. Provavelmente, devido à fragilidade das políticas públicas de mobilidade implantadas no período, onde notoriamente privilegiou-se o uso do veículo particular em detrimento do coletivo.

Contudo a retração observada nos últimos anos no volume de passageiros transportados e no encolhimento da frota de ônibus destinada ao transporte público pode ser reflexo da crise política brasileira. Cerca de 14% da força de trabalho do país está desempregada. Consequentemente, menos consumo e menos uso do transporte público.

De qualquer forma, esta justificativa só seria plausível para os resultados observados a partir de 2014. Sendo assim, somos capazes de inferir que a ausência de instrumento legal de planejamento, os baixos investimentos em infraestrutura, assim como o estímulo ao crédito individual podem ter sido a causa da ineficiência social observada no sistema de transporte público por ônibus na cidade de Manaus.

5. REFERÊNCIAS

BRASIL (2006). *Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa*: emissões de gases de efeito estufa por fontes móveis, no setor energético. Relatório de Referência. Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT.

CETESB (2001). Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.sinaldetransito.com.br/artigos/gases_efeito_estufa.pdf>. Acessado em 06/01/2017.

DETRAN-AM (2016). Departamento Estadual de Trânsito – Secção Amazonas. *Dados da evolução da frota de veículos automotores de Manaus*. Comunicação pessoal.

Ferraz, A. C. P.; Torres, I. G. E. (2001). *Transporte Público Urbano*. São Carlos: Rima.

IBGE (2016). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Cidades*. Acessado em 14/02/2017.

IPCC, 2006. Intergovernmental Panel on Climate Change. *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Inventories* – Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

IPCC, 2006. Intergovernmental Panel on Climate Change. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* – The reference Manual – Volume 2 – Energy – IGES – Kanagawa.

SMTU, 2016. Superintendência Municipal de Transportes Urbanos. *Dados do sistema de transporte público por ônibus de Manaus*. Comunicação pessoal.

MAPEAMENTO DA COBERTURA VEGETAL COMO INDICATIVO DE ÁREAS DEGRADADAS DO MUNICÍPIO DE SANTA QUITÉRIA – CEARÁ

Mariana Fernandes de Magalhães

Instituto de Ciências do Mar
marianafernandeess1@hotmail.com

Anderson Tavares Vieira

Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável

Marcus Vinícius Chagas da Silva

Instituto de Ciências do Mar

Érika Gomes Brito da Silva

Universidade Federal do Ceará

RESUMO

A análise da cobertura vegetal é um dos elementos-chave para compreendermos os processos ecológicos, econômicos e sociais de uma determinada área. Na região do Semiárido Nordeste, a Caatinga enquanto domínio florístico tem perdido muitos espaços por meio da expansão de atividades agropecuárias e extrativistas vegetal. A baixa sustentabilidade ambiental destas práticas tem acarretado a perda de sua biodiversidade e a degradação generalizada dos seus ecossistemas. Deste modo, o presente artigo propôs o mapeamento da cobertura vegetal para indicar as áreas degradadas do município de Santa Quitéria, com o uso do sensoriamento remoto e geoprocessamento. A metodologia utilizada consistiu na aplicação de técnicas de classificação de imagens de satélites, cálculo do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NVDI), e informações obtidas em campo. Para o mapeamento temático, foram usadas imagens do sensor MUX do satélite CBERS4. O cálculo do NDVI foi obtido a partir das faixas espectrais do sensor OLI, do satélite LANDSAT8. Com base na classificação feita foi possível dividir a vegetação do município em seis classes. Com base em dados de campo, essas formações foram categorizadas em níveis qualitativos de degradação em função do uso da terra. Os valores mais baixos do NDVI foram atribuídos às classes de Caatinga descaracterizada. O município apresentou uma proporção de mais de 61% de vegetação de Caatinga, em estágio de degradação moderada.

PALAVRAS – CHAVE: Caatinga; Degradação Ambiental; Sensoriamento Remoto; Geoprocessamento.

1. INTRODUÇÃO

A Caatinga é um domínio florístico predominante no Nordeste Semiárido, que se estende por 844.453 Km², significando 11% do território brasileiro. (MMA, 2016; Araújo Filho, 2013; Bernardes, 1999). Abrange, praticamente, toda a área dos estados do Ceará e do Rio Grande do Norte; quase todo o sudeste do estado do Piauí; a maior parte do leste dos estados da Paraíba, de Pernambuco, das Alagoas e de Sergipe; a

maior parte de todo o interior da Bahia e até mesmo uma apreciável porção do extremo norte do estado de Minas Gerais (Bernardes, 1999).

Por sua morfologia, a fisiologia e a ecologia das plantas, caracteriza como complexo vegetacional que reúne ambientes distintos, fisionomias variadas e flora diversificada, cujo conhecimento se encontra em curso (Andrade *et al.*, 2011; Costa *et al.*, 2010). Essa diversificação de paisagens deve-se às variações geomorfológicas, climáticas, topográficas, e à ação antrópica (Araújo Filho, 2013).

O histórico secular de uso e ocupação das Caatingas foi fundamentado nas atividades de pecuária e a agricultura de subsistência, associada às práticas inadequadas quanto ao manejo de recursos naturais. Em âmbito geral, estas ações promoveram a degradação da cobertura vegetal e dos solos nos sertões nordestinos, o que tem avançado, suscitando no aparecimento da desertificação. O estado atual de conservação ou de degradação das Caatingas no Ceará tem estreita consonância com o processo de uso e ocupação da terra (Souza, 2000). A recuperação da biodiversidade das caatingas nos sertões secos, tem sido comprometida pelo curto período de pousio, pelo quadro atual da estrutura fundiária sertaneja e pelos efeitos do antropismo (Oliveira, 2006).

A área de estudo, o município de Santa Quitéria, foi escolhido por integrar a Área Susceptível à Desertificação (ASD) Irauçuba/Centro-Norte, a maior do Ceará (Ceará, 2010), o qual tem apresentado avanços na degradação do solo e da vegetação primária, decorrente de problemas como sobrepastoreio (IPECE, 2015).

Em diagnósticos recentes, a cobertura vegetal de caatinga tem-se mostrado bastante desconfigurada, com uma crescente perda de biodiversidade e a diminuição da frequência de espécies lenhosas na região (Ceará, 2010), sobretudo para atender à certa demanda energética e demais atividades que as necessitem.

Sob esta ótica, o presente artigo propôs o mapeamento da cobertura vegetal para indicar as áreas degradadas do município de Santa Quitéria, com o uso do sensoriamento remoto e geoprocessamento. Para tanto, foram utilizadas as técnicas de classificação de imagens de satélites, cálculo de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NVDI), e informações levantadas em campo para determinação dos tipos de vegetação e estado de conservação /degradação.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo

A área de estudo corresponde ao município de Santa Quitéria, que se encontra na porção noroeste do estado do Ceará, a uma distância de 198 km da capital Fortaleza (Figura 1). Ocupa uma área de 4260,68 km² e tem sua sede situada entre as coordenadas entre 3°27'38''S e 40°12'44''WGr (IPECE, 2015).

Santa Quitéria está submetido às condições climáticas e hidrológicas do Clima Tropical Quente Semiárido. Os índices pluviométricos médios anuais são de 799,8 mm. O território municipal é drenado na quase totalidade pela bacia hidrográfica do Acaraú, e em menor proporção por tributários da Bacia do Rio Banabuiú (Figura 2) (IPECE, 2015; COGERH, 2016).

O substrato de rochas é constituído por litologias antigas Proterozóicas do Complexo Ceará - Unidades Canindé e Independência, com gnaisses, granitos, metacalcários e

quartzitos; Suítes Intrusivas graníticas Tamboril-Santa Quitéria e Meruoca; e granitos variados. Já as aluviões, compostas por Depósitos Sedimentares Cenozóicos, de areias, areias argilosas, argilas e cascalhos (Cavalcante *et. al.*, 2003).

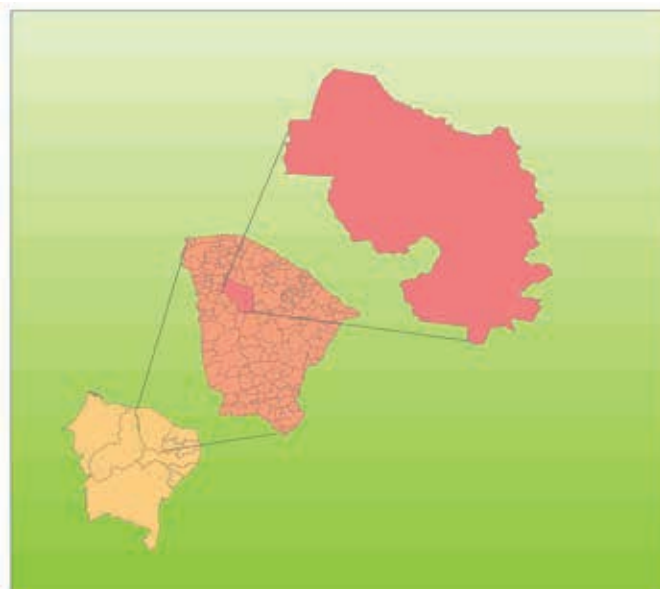


Figura 1 – Localização do Município de Santa Quitéria – CE

(Fonte: Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, adaptado)

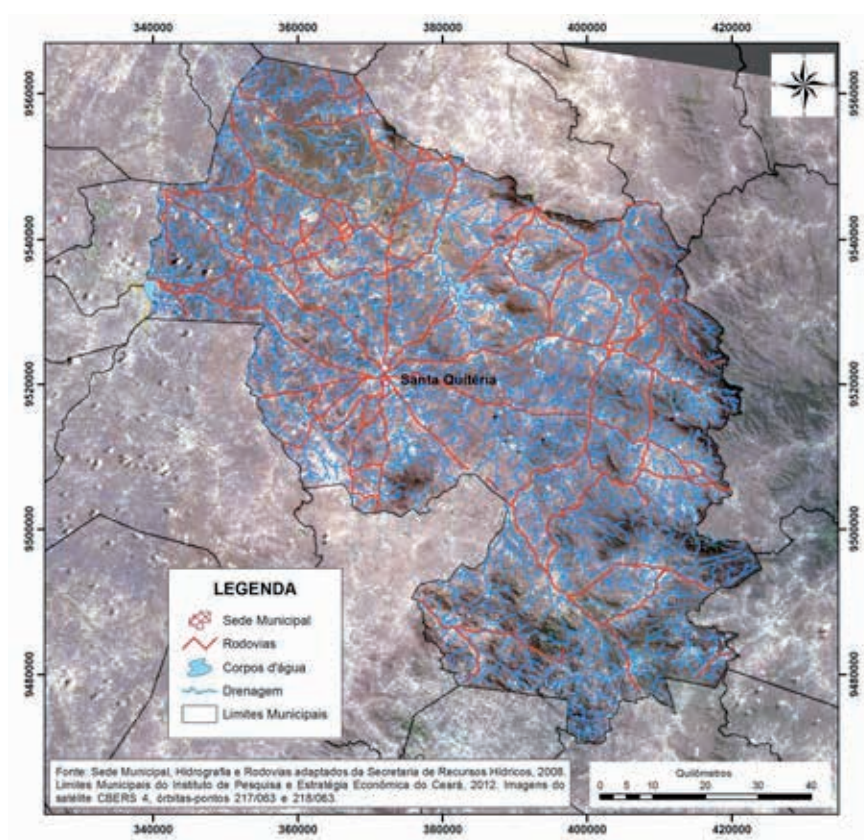


Figura 2 – Carta imagem do Município de Santa Quitéria, com hidrografia e estradas

(Fonte: Elaborado pelo autor)

As feições geomorfológicas são superfícies dissecadas dos Maciços Residuais; superfícies pediplanadas e dissecadas da Depressão Sertaneja; e planícies fluviais (Souza, 2000). Essas feições são cobertas por classes de solos tais como: Luvisolos Crômicos, Planossolos, Argissolos Vermelho-Amarelos, Neossolos Litólicos, Regolíticos e Flúvicos (Embrapa, 2006).

Estes solos apresentam vegetação predominante de Caatinga Arbustiva degradada, em zona de agropecuária e de extrativismo mineral e vegetal (Ceará, 2010). Ao longo da história de uso e ocupação do território, estas atividades têm contribuído para a degradação da terra, tanto em função de sua própria estrutura fundiária, como também inseridas na lógica capitalista em detrimento à sustentabilidade dos recursos naturais.

2.2. Procedimentos Metodológicos

Para atender ao objetivo proposto de mapeamento da cobertura vegetal e o seu estado de conservação/degradação em relação aos usos da terra foi necessária a realização de levantamento de dados sobre a vegetação, cartografia básica, processamento digital de imagens de satélites e trabalhos de campo.

2.2.1. Cartografia

Com base na literatura disponível, foi feito um levantamento prévio de identificação sobre a tipologia e os estratos da vegetação da área de estudo. A partir daí, partiu-se para a seleção de produtos cartográficos e do sensoriamento remoto que oferecesse a melhor relação entre escala cartográfica do mapeamento temático atualizado e resolução espacial.

Para elaboração do mapa base utilizou-se as seguintes informações cartográficas: limites municipais IBGE (2010); malha de rodovias e estradas (DER, 2011); e rios, riachos e corpos d'água (SRH, 2008). Estas informações foram atualizadas e convertidas em arquivos digitais, com formato *shapefile (.shp)*, compatíveis para uso em Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Neste estudo foram utilizadas as imagens de sensores dos satélites CBERS 4 e LANDSAT8, por oferecerem melhor resolução espacial para identificação dos alvos e compatibilidade com o nível de detalhe do mapeamento proposto, disponibilizadas no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2016).

As imagens do sensor MUX (Câmera Multiespectral Regular), do satélite CBERS 4, apresentam resolução espacial de 20m e recobrem o município de Santa Quitéria por meio de duas cenas, com órbitas-ponto 152/105 e 153/105.

Para as imagens sensor OLI (*Operational Land Imager*), LANDSAT8 selecionou-se as cenas órbitas-ponto 217/063 e 218/063, bandas multiespectrais, com resolução espacial de 30m. As imagens foram escolhidas segundo os critérios de disponibilidade de imagens atuais, onde se selecionou as correspondentes do período de 01/10/2015 e 11/08/2016, e a menor cobertura de nuvens.

As informações levantadas e mapeadas foram especializadas na escala de 1:100.000, reprojetadas para o Datum SIRGAS 2000, com coordenadas planas UTM para a Zona 24 Sul.

2.2.2. Processamento Digital

Classificação Não Supervisionada

Os procedimentos utilizados para as imagens de satélite foram a composição das bandas, ou faixas espectrais, mosaico e registro no software SIG ArcGIS. Em extensão *ArcMap* do software ArcGIS foi executada uma composição falsa-cor para as imagens CBERS4, a partir das bandas 5, 6 e 7 nos canais RGB (5R6G7B). Posteriormente, foram registradas por meio de ajuste às imagens Geocover 2000 (NASA), por fornecerem uma maior exatidão cartográfica e possui abrangência mundial (CPRM, 2014).

Após o tratamento dado às imagens, foi feito um mosaico das cenas compostas para o mapeamento da cobertura vegetal/uso, escolhendo-se como técnicas a classificação digital não supervisionada e a interpretação visual para identificação das classes de cobertura/uso.

A partir do critério de reflectância dos alvos na imagem, foram definidas cinco classes de cobertura/uso. Os alvos que não foram diferenciados pelo processo automático foram agregados à classificação por meio de vetorização a partir de interpretação visual e informações levantadas em trabalhos de campo para checagem do mapeamento temático.

Deste modo, foram definidas seis classes de cobertura para composição do mapa temático. As classes foram nomeadas em função da tipologia (Caatinga e Mata Ciliar), estrato (Arbustiva, Arbustiva- Arbórea), e ainda segundo o estado de conservação, ou degradação, em função do tipo de uso atual.

Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)

Entende-se o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, ou *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), a razão entre as bandas do infravermelho e do vermelho, onde seus valores se apresentam em uma escala entre -1 e 1 (Nascimento *et al.*, 2014; Ponzoni, 2012).

Para validação da chave de interpretação do mapa de cobertura vegetal do município de Santa Quitéria, aplicou-se o cálculo de NDVI em imagens LANDSAT8. Para isto, utilizou-se cenas datadas de 01 e 26 de agosto do ano de 2016, com baixa cobertura de nuvens.

As imagens passaram por pré-tratamento e mosaico, em ambiente ENVI. Para a realização do NDVI foi feito um mosaico com as bandas 4 no canal vermelho, e 5 no canal Infravermelho Próximo. Após essa etapa, o mosaico foi tratado no ArcMap, por meio da ferramenta de *Image Analysis*, onde foi gerado o raster do NDVI.

Conforme o cálculo proposto por Rouse *et al.* (1973) apud Nascimento *et al.* (2014), o cálculo do NDVI foi feito conforme a equação (1):

$$NDVI = \frac{IVP - V}{IVP + V} \quad (1)$$

Onde IVP é o valor da reflectância na faixa do Infravermelho próximo; V é o valor da reflectância na faixa do Vermelho do Visível.

2.2.3. Trabalhos de campo

Este procedimento foi fundamental para validação das informações obtidas por meio do processamento digital. Por meio de levantamento de pontos de controle, obtidos por aparelho GPS (*Global Position System*), cada classe temática foi reconhecida e conferida com a verdade terrestre.

A reclassificação do mapeamento proposto foi realizada por meio de ajustes no acréscimo e agregação de classes na chave de interpretação. Para cada classe temática efetivou-se seu registro fotográfico, acrescentando informações qualitativas sobre o estado de conservação, ou de degradação, em função do tipo de uso atual observado *in locus*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Mapa de cobertura vegetal





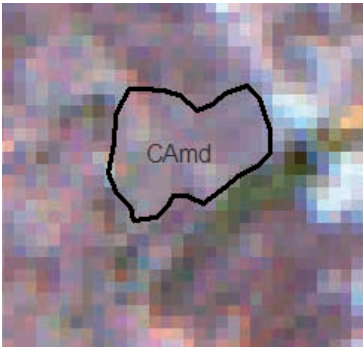

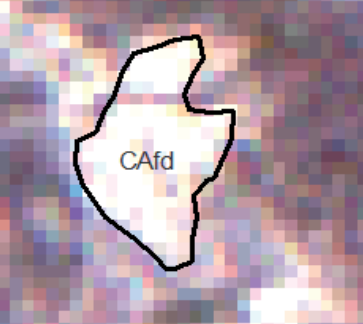

O mapeamento da cobertura vegetal do município de Santa Quitéria foi estabelecido a partir da definição de seis classes. São descritas a seguir:

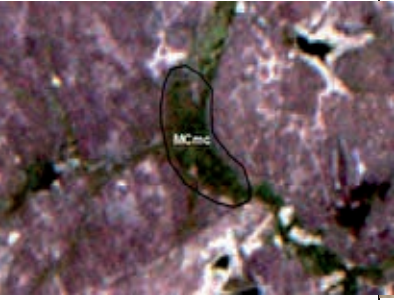

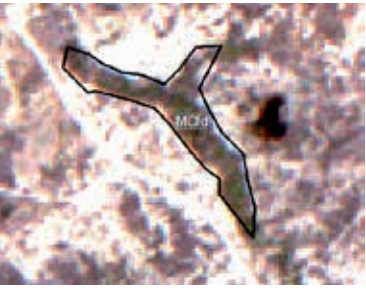

1. Caatinga Arbustiva – Arbórea Moderadamente Conservada (CAAmc)
2. Caatinga Arbustiva-Arbórea Moderadamente Degradada (CAAmD)
3. Caatinga Arbustiva Moderadamente Degradada (CAMd)
4. Caatinga Arbustiva Fortemente Degradada (CAfd)
5. Mata Ciliar Moderadamente Conservada (MCmc)
6. Mata Ciliar Fortemente Degradada (MCfd)

Em etapa de trabalho de campo, as classes foram nomeadas segundo o tipo de formação vegetal, o estrato e o nível de conservação/degradação da vegetação. Esta última informação foi associada à fisionomia das paisagens e identificação de tipos de uso.

O quadro 1 mostra a representação de cada classe na imagem de satélite e o registro fotográfico da área, para que seja possível a identificação e diferenciação das classes.

Quadro 1 – Classes de vegetação mapeadas e seus respectivos registros fotográficos no município de Santa Quitéria – CE

Classe	Código	Perfil da imagem	Registro fotográfico
<p>Caatinga Arbustiva Arbórea Moderadamente Conservada</p>	<p>CAAmc</p>		
<p>Caatinga Arbustiva-Arbórea Moderadamente Degradada</p>	<p>CAAd</p>		
<p>Caatinga Arbustiva Moderadamente Degradada</p>	<p>CAmd</p>		
<p>Caatinga Arbustiva Fortemente Degradada</p>	<p>CAfd</p>		

Mata Ciliar Moderadamente Conservada	MCmc		
Mata Ciliar Fortemente Degradada	MCfd		

Fonte: Elaborado pelo Autor. As imagens utilizadas são de acervo pessoal, datadas de 13 a 15 de setembro de 2016

Na figura 3, o mapa de cobertura vegetal mostra a distribuição dos tipos de vegetação mapeados. A vegetação de Caatinga está representada em mais de 90% da área territorial, e cerca de 7% refere-se à vegetação de Mata Ciliar. Os demais 3% são referentes à área ocupada por corpos d'água.

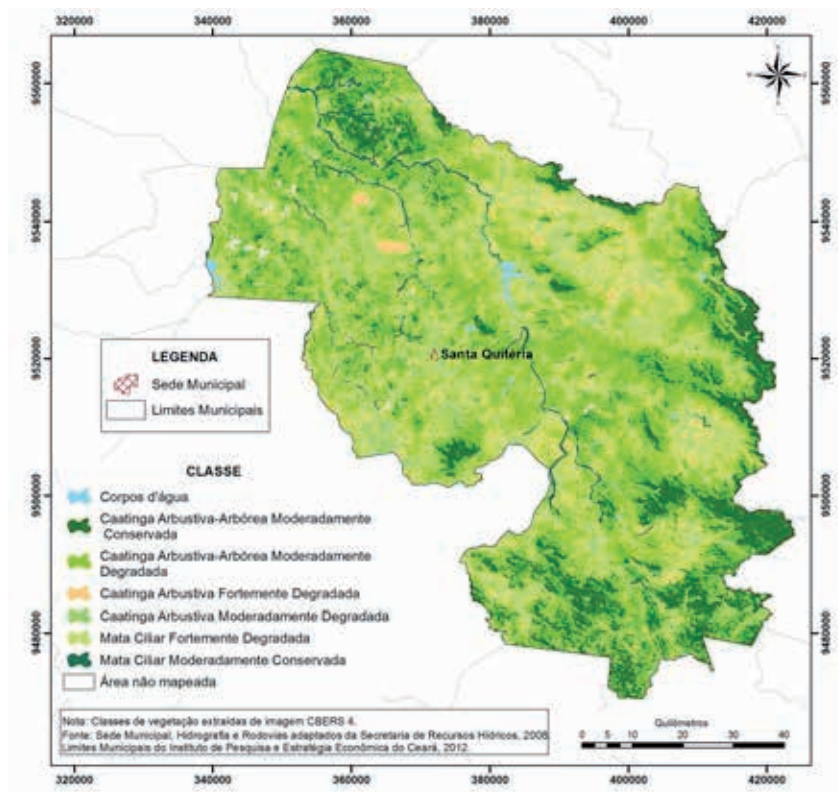


Figura 3 – Mapa de Cobertura Vegetal

(Fonte: Elaborado pelos autores)

Associou-se o estado de conservação/degradação da cobertura vegetal com base nas informações levantadas em campo em função das formas de uso da terra. Foi possível observar que o município apresenta uma proporção de 61,47% de vegetação de Caatinga Arbustiva e Arbustiva-Arbórea em estágio de degradação moderada. Mais de 10% da Caatinga Arbustiva foi classificada como vegetação fortemente degradada.

Com relação aos 7% de Mata Ciliar que ocorre no município, apenas 2% se mantém em estágio moderadamente conservado, os outros 5% estão com vegetação descaracterizada, com degradação forte.

3.2. Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)

A partir das imagens LANDSAT8, o cálculo do NDVI expõe a espacialização dos valores obtidos para o mês de agosto do ano de 2016 (Figura 4). O índice variou entre seis classes, em escala de 0 a 1. As áreas que obtiveram valores mais próximos a 1, evidenciam a presença da folha ainda na estrutura da planta, enquanto aquelas que apresentaram índices mais baixos a 0, apresentam-se sem folha, ou em atividade metabólica reduzida devido à escassez de água no solo.

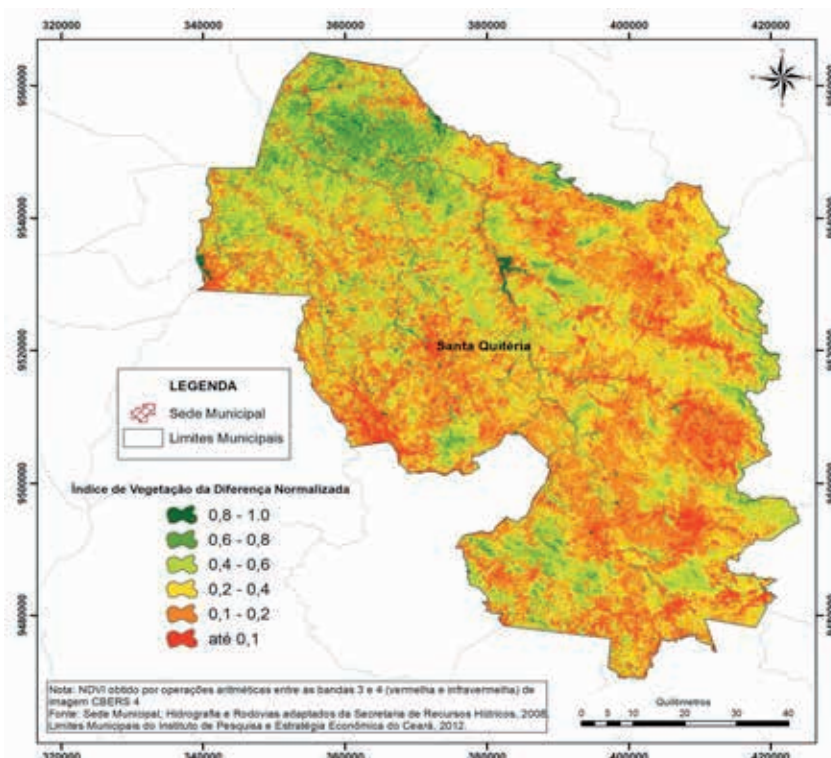


Figura 4 - NDVI do mês de agosto do ano de 2016 - Santa Quitéria – CE
(Fonte: Elaborado pelos autores)

Os índices estimados de NDVI foram atribuídos às classes de vegetação mapeadas. Os valores mais baixos, representado por cores amarelo, laranja e vermelho, foram atribuídos às classes de Caatinga Arbustiva predominante na depressão sertaneja, ou à Mata Ciliar descaracterizada, nas planícies fluviais.

Na escala de valores mais elevados, em tons de verde, foram associados à Caatinga Arbustiva-Arbórea moderadamente degradadas, ou mais conservadas, restritas aos topos das serras.

4. CONCLUSÕES

A análise da cobertura vegetal expressa bem as relações de interação da paisagem e clima, e também das formas de manejo e conservação de recursos naturais no Semiárido Brasileiro. A utilização de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento tem-se mostrado com potentes ferramentas de suporte à análise e monitoramento ambiental.

A metodologia utilizada atendeu às perspectivas, podendo ser expandida para outras áreas com condições ambientais similares. A classificação não supervisionada, combinada às informações de dados de trabalho de campo refletiu bem as classes escolhidas para o mapeamento de cobertura vegetal, em relação à escala cartográfica.

O emprego do NDVI validou o mapa de vegetação do município, corroborando para o ajuste de classes e espacialização dos locais mais sensíveis ao uso atual. Deste modo, foi possível confirmar a sensibilidade da Caatinga à presença/ausência de água.

A partir da fisionomia da vegetação quanto ao seu estado de conservação/degradação, enquanto recurso natural, observou-se que há indicativos de uso intensivo e degradação da terra, nas áreas onde a vegetação de Caatinga se apresentou em baixa densidade, porte mais baixo, mais espaçada, ou mesmo, em áreas de solo exposto.

Nesta perspectiva, é necessária uma análise mais aprofundada dos tipos de uso da terra com os resultados obtidos pelo mapeamento da cobertura vegetal. Há indicativos que mostram um processo intensificação da degradação ambiental. A identificação das áreas mais susceptíveis a desertificação é de suma importância para o planejamento de estratégias de planejamento e gestão ambiental.

5. REFERÊNCIAS

Andrade, L. A.; Fabricante, J. R.; Araújo, E. L. (2011) Estudos de fitossociologia em vegetação de caatinga. In: Felfili, J. M.; Eisenlohr, P. V.; Melo, M. M. R. F.; Andrade, L. A.; Meira Neto, J.A.A. *Fitossociologia no Brasil: métodos e estudo de caso*. Viçosa: UFV, Brasil.

Araújo Filho, J. A. de (2013). *Manejo pastoril sustentável da Caatinga*. Recife-PE: Projeto Dom Helder Câmara.

Bernardes, N. (1999). As caatingas. São Paulo-SP: *Estudos Avançados*, n.13 (35)

Cavalcante, J. C.; Vasconcelos, A. M.; Medeiros, M. de F.; Paiva, I. G. (2003). Mapa geológico do Estado do Ceará. In: *Atlas Digital de Geologia e Recursos Minerais do Ceará*. Fortaleza: CPRM. Escala: 1.500.000. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/2355>>. Acesso em: 15 de agosto de 2016.

Ceará, Secretaria de Recursos Hídricos (2010). *Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAE-CE*. Fortaleza: Ministério do Meio Ambiente. Fortaleza, Brasil.

COGERH, Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará (2016). *Bacias Hidrográficas*. Disponível em <http://www.cogerh.ce.gov.br>. Acesso em: 02 de setembro de 2016.

Costa, C. C. A.; Camacho; R. G. V.; Macedo, I. D. de.; Silva, P. C. M. da. (2010). *Análise comparativa da produção de serapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de caatinga na FLONA de Açú-RN*. Revista Árvore, Viçosa, Brasil.

CPRM - Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais. (2014). *Geodiversidade do Estado do Ceará*. Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade. Fortaleza, Brasil.

DER - Departamento de Estradas e Rodovias (2011). *Mapa Rodoviário do Estado do Ceará*. Disponível em <http://www.der.ce.gov.br>. Acesso em: 02 de setembro de 2016.

Embrapa, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2006). *Santa Quitéria*. In: Embrapa Solos UEP, Recife. Solos do Nordeste. Disponível em www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.html. Acesso em: 05 de setembro de 2016.

IBGE, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010). *Malha municipal (Censo 2010)*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 02 de setembro de 2016.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2016). *Catálogo de Imagens*. Disponível em: <http://www.inpe.br>. Acesso em 05 de dezembro de 2016.

IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2015). *Anuário Estatístico do Ceará 2014*. Fortaleza: IPECE.

MMA, Ministério do Meio Ambiente (2016). *Caatinga*. Disponível em <http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>. Acesso em: 25 ago. 2016.

Nascimento, S. S.; Lima, E. R. V. de; Lima, P.P.S. de. (2014). Uso do NDVI na análise temporal da degradação da caatinga na sub-bacia do Alto Paraíba. *OKARA: Geografia em debate*, v.8, n.1, p. 72-93, João Pessoa-PB. ISSN: 1982-3878.

Oliveira, V. P. V. de (2006). A problemática da degradação dos recursos naturais no domínio dos sertões secos do Estado do Ceará-Brasil. In: Silva, J. B. da; Dantas, E. W. C.; Zanella, M. E.; Meireles, A. J. de A. (orgs.). *Litoral e Sertão, natureza e sociedade no nordeste brasileiro*. Fortaleza: Expressão Gráfica.

Ponzoni, F. J. (2012). A vegetação e sua interação com a radiação eletromagnética. In: Ponzoni, F. J.; Shimabukuro, Y. E.; Kuplich, T. M. *Sensoriamento remoto da vegetação*. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, Cap. 1. p. 13-45. São Paulo, Brasil.

Souza, M. J. N. de (2000). Bases Naturais e Esboço do Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará. In: Lima, L. C.; Morais, J.O. de.; Souza, M. J. N. de. *Compartimentação Territorial e Gestão Regional do Ceará*. Funece. 268p.

SRH. Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará (2008). *Atlas Eletrônico de Recursos Hídricos*. Disponível em <http://www.srh.ce.gov.br>. Acesso em: 16 de abril de 2016.

MODELAGEM DOS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA RESPOSTA HIDROLÓGICA DA BACIA DO RIO XINGU

Wellington Cruz Junior

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
wellington.junior@inpe.br

Adriane Brito

Universidade de Brasília

Daniel Andrés

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

RESUMO

O rio Xingu, um dos principais tributários da calha sul do Amazonas, possui uma bacia que se estende por uma área de 531.250 km², equivalente a 13% da bacia Amazônica, sendo seu clima quente e úmido e seu relevo variado, com alturas desde 600 metros até 109 metros. Sua vazão média é de 22.000 m³, correspondente a 10% da vazão média do Rio Amazonas. Este trabalho expõe as mudanças hidrológicas nas vazões da Bacia do rio Xingu decorrentes das mudanças climáticas, geradas pelo Modelo Hidrológico Distribuído do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (MHD-INPE) desenvolvido pelo Centro de Ciências do Sistema Terrestre. O modelo MHD foi alimentado com resultados dos cenários de mudanças climáticas desenvolvido no CPTEC-INPE com o modelo atmosférico Eta-INPE, e com dados dos modelos atmosféricos *Model for Interdisciplinary Research on Climate* (MIROC) e o *Hadley Center Global Environmental* (HadGEM). Para simular o ciclo hidrológico, foram reunidas informações como mapas topográficos e digitais terrestres e também informações nas quais foram desenvolvidas na primeira etapa deste projeto como: mapas de solo, vegetação e uso da terra. A calibração do MHD-INPE foi realizada de acordo com os postos fluviométricos selecionados para o estudo, apresentando bons resultados para o desenvolvimento. Os resultados obtidos com as projeções mostraram que apesar da dispersão na magnitude do impacto, as vazões tendem diminuir sob o efeito das mudanças climáticas em todas as estações simuladas para ambos os cenários de mudanças climáticas.

Palavras-Chave: Mudanças Climáticas, Bacia do Xingu, Modelagem Hidrológica.

1. INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do rio Amazonas, estende-se por cerca de 7 milhões de km², contemplando 5 países, mais de 7 mil afluentes, e é a maior bacia fluvial do mundo. Com descarga média anual do rio Amazonas de 175 mil m³/s, a Bacia Amazônica representa 1/5 da água que é exultada ao oceano por todos os rios do planeta. Devido a esta dimensão, a bacia Amazônica é foco de estudos e pesquisas de diversas áreas, desde engenharias até ciências socioeconômicas.

A bacia do rio Xingu, uma das principais sub-bacias da bacia Amazônica, possui aspectos marcantes em suas características geográficas e físicas que estão fortemente atreladas ao clima e as mudanças climáticas, pois a mesma corta dois

importantes biomas brasileiros: Cerrado e Amazônia. Tendo sua extensão totalmente em solos brasileiros, dividida entre o Estado do Pará e Mato Grosso. A geração de energia elétrica na bacia Amazônica tem sido objetivo de estudo cada vez mais frequente. Trabalhos sobre projeções climáticas indicam um futuro com queda nas tendências de chuvas (Alves, 2016), tornando o sistema hidroelétrico mais sensível, haja visto que variações das precipitações estão diretamente correlacionadas com as descargas (Chiew, 2006).

Este trabalho foi confeccionado a fim de compreender os efeitos das mudanças climáticas globais na operação dos reservatórios e produção de energia da bacia do rio Xingu. Para atingir o propósito deste trabalho, através de simulações com o modelo hidrológico MHD-INPE alimentado com dados provenientes do modelo atmosférico regional Eta-INPE sob projeções climáticas futuras e modelos atmosféricos globais nos cenários RCP 8.5 e RCP 4.5 (IPCC, 2013).

Foram realizadas comparações das projeções presentes 1970 a 1990 e futuras, 2011 a 2099, tendo como objetivo mensurar as alterações decorrentes das mudanças climáticas de caráter sazonal, variabilidade dos valores máximos e mínimos e estabilidade de valores médios.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

As Series de vazões históricas consistidas, são disponibilizadas pela Agência Nacional de Águas (ANA) do Brasil. A tabela 1 apresenta as estações fluviométricas utilizadas neste estudo. As informações meteorológicas observadas para alimentar o modelo hidrológico foram obtidas do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET do Brasil e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE do Brasil.

Tabela 1 - Dados das estações fluviométricas das sub-bacias.

SB	Estação	ID - ANA	Rio	LAT	LON	Área (km ²)
1	Pousada Matrinxa	18415000	Culuene	-13.569	-53.076	11.600
2	Aldeia Bacajá	18870000	Rio Bacajá	-4.916	-51.428	12.800
3	Jus. Rio Preto	18436000	Comandante Fontoura	-10.047	-52.114	12.000
4	Fazenda Cipaúba	18880000	Rio Bacajá	-3.731	-51.567	24.700
5	Cajueiro	18650000	Rio Curuá	-5.650	-54.520	35.600
6	Boa Esperança	18500000	Rio Fresco	-6.745	-51.773	42.400
7	Laranjeiras	18600000	Rio Iriri	-5.696	-54.245	58.700
8	Pedra do Ó	18700000	Rio Iriri	-4.527	-54.012	122.000
9	UHE São Felix	18470000	Rio Xingu	-6.797	-52.000	210.000
10	UHE Pombal	18514000	Rio Xingu	-5.917	-52.590	266.00
11	Belo Horizonte	18520000	Rio Xingu	-5.392	-52.877	281.000
12	Altamira	18850000	Rio Xingu	-3.214	-52.212	448.000
13	UHE Belo Monte	18901080	Rio Xingu	-3.101	-51.778	482.000

Fonte: Agência Nacional de Aguas (ANA)

As simulações hidrológicas foram desenvolvidas utilizando o Modelo Hidrológico Distribuído do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – MHD-INPE. O modelo MHD-INPE foi desenvolvido a partir do MGB-IPH (Collischonn et al., 2007). A parametrização do MHD-INPE combina a formulação probabilística de distribuição de colunas de água nos pontos de grade como no modelo Xinanjiang (Zhao; Liu, 1995) com os princípios utilizados no TOPMODEL (Beven; Kirkby, 1979) para simular a resposta hidrológica.

Para este trabalho foram utilizadas informações das regionalizações dinâmicas para América do Sul dos modelos HadGEM2-ES e MIROC5 desenvolvidas com o modelo atmosférico regional Eta (Chou et al., 2014) para o período histórico (1970-1990) e as projeções para o futuro (2011-2099). Estas projeções regionais seguem os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 do CMPI5. Os erros sistemáticos das informações meteorológicas do modelo atmosférico foram retirados utilizando metodologias estatísticas (Bardossy; Peagram, 2011). Estas informações são utilizadas para alimentar o Modelo Hidrológico de Grandes Bacias – MHD-INPE.

3. RESULTADOS

3.1. Calibração

Após o processo de calibração, obtêm-se os valores das funções objetivo, dispostos na Tabela 2 para cada sub-bacia. Pode-se observar que os valores do coeficiente Nash-Sutcliffe das vazões diárias (NSE) obtiveram bons resultados para as sub-bacias, assim como também o coeficiente NSLog. O coeficiente R² de correlação das vazões diárias, obteve valores admissíveis, assim como o coeficiente de erro relativo de volume baseado na integração das vazões diárias (ΔV), onde os valores apresentaram-se satisfatórios para todas as sub-bacias.

Tabela 2 - Dados das funções objetivo

BACIA	NASH	NSLOG	R2	ΔV
1	0.77	0.85	0.77	-0.002
2	0.83	0.73	0.83	-0.067
3	0.87	0.88	0.87	-0.023
4	0.86	0.69	0.87	-0.016
5	0.83	0.88	0.84	-0.064
6	0.79	0.89	0.81	-0.104
7	0.79	0.90	0.79	-0.095
8	0.88	0.91	0.88	-0.048
9	0.93	0.92	0.93	-0.039
10	0.92	0.95	0.93	-0.073
11	0.95	0.94	0.96	-0.035
12	0.93	0.95	0.93	-0.051
13	0.93	0.90	0.94	0.039

Fonte: elaborada pelo autor

Os hidrogramas de vazões (Figura 1), apresentam graficamente a comparação das vazões observadas obtidas da ANA (Agência Nacional de Águas) com as vazões simuladas geradas pelo Modelo Hidrológico MHD-INPE nas estações fluviométricas de UHE São Felix e UHE Belo monte. Assim como os resultados apresentados na (Tabela 2), os hidrogramas também apresentaram um bom desempenho do Modelo Hidrológico para as simulações nas sub-bacias.

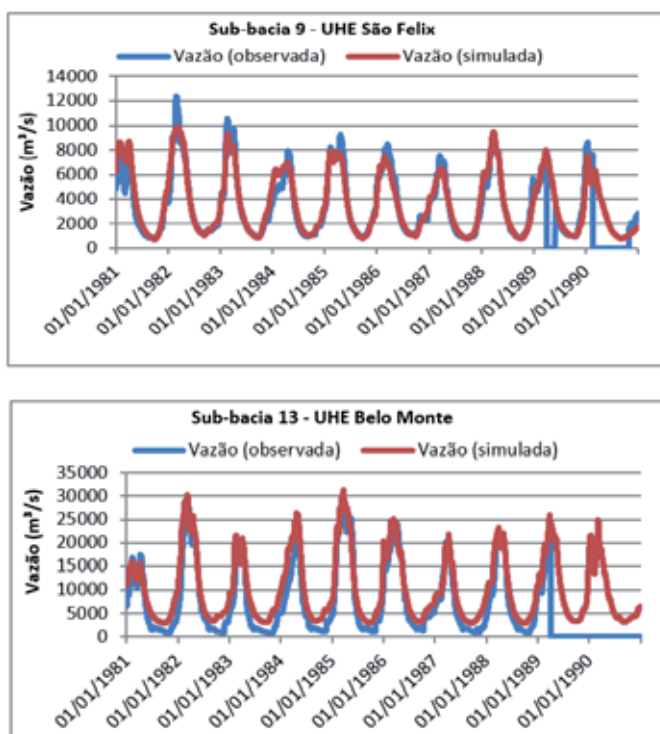
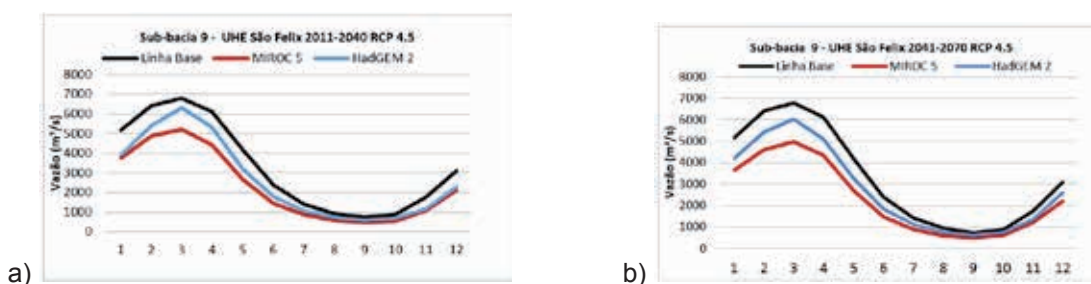


Figura 1 – Hidrograma de vazões – Sub-bacias 9 e 13
(Fonte: Elaborada pelo autor)

3.2. Projeções hidrológicas com o cenário RCP 4.5

As projeções hidrológicas considerando o cenário RCP 4.5 para a estação fluviométrica de São Félix (Figura 2) e Belo Monte (Figura 3), mostram uma diminuição das vazões simuladas por ambos modelos, HadGEM2-ES e MIROC5. As vazões médias mensais diminuem gradativamente em ambos modelos até o final do século. Observa-se que nos períodos mais secos, os modelos apresentaram uma menor diminuição nos valores de vazão em referência a Linha Base. Em geral, as vazões projetadas pelo modelo MIROC são menores as projetadas pelo modelo HadGEM2-ES em todos os períodos. Apenas na estação Belo Monte, na média de janeiro do período 2011-2040 acontece a inversão deste padrão (Figura 3a).



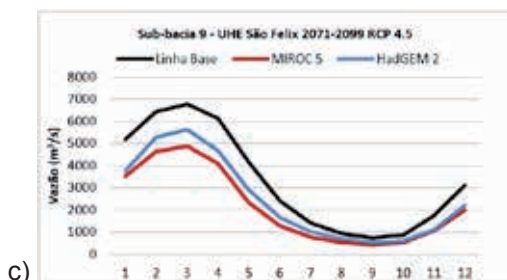
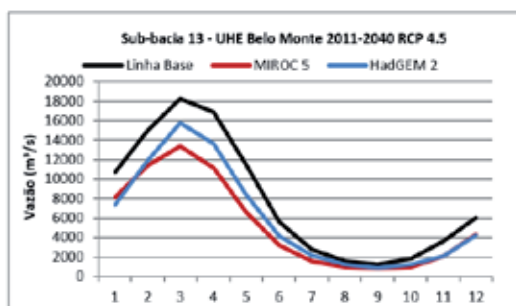


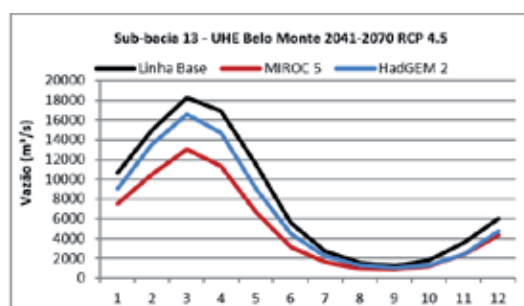
Figura 2 – Projeções Hidrológicas de Vazão com o cenário RCP 4.5 para a sub-bacia 9 - UHE São Felix para os períodos a) 2011-2040; b) 2041-2070; c) 2071-2199.

(Fonte: elaborada pelo autor)

a)



b)



c)

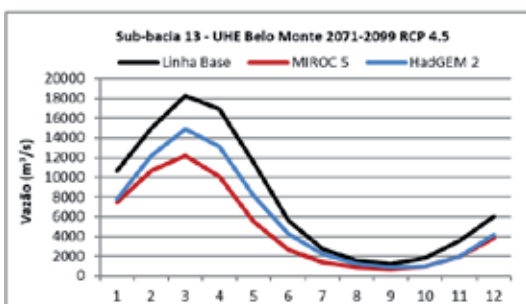


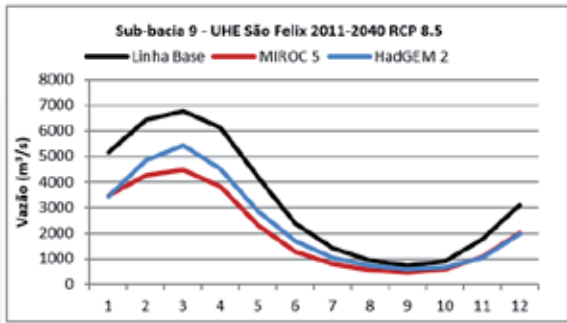
Figura 3 - Projeções Hidrológicas de Vazão com o cenário RCP 4.5 para a sub-bacia 13 - UHE Belo Monte para os períodos a) 2011-2040; b) 2041-2070; c) 2071-2099

(Fonte: elaborada pelo autor)

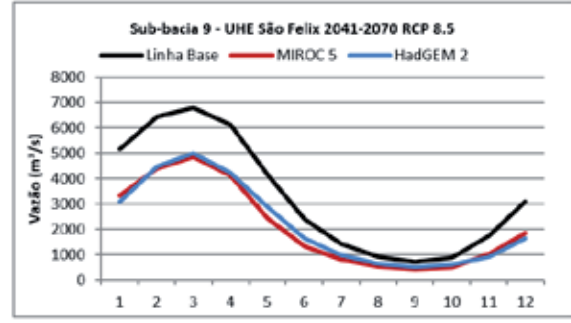
3.3. Projeções hidrológicas com o cenário RCP 8.5

Sob o cenário RCP 8.5, a diminuição das vazões em ambas estações é acentuada (Figuras 4 e 5). É notório uma diferença maior nos picos de vazão se comparados aos do cenário anterior, RCP 4.5. Para este cenário há uma tendência maior na diminuição de vazão sob o efeito das mudanças climáticas no passar dos períodos. O período mais crítico é o de 2071 à 2099, visto que há uma queda considerável nos valores de vazão em relação aos períodos iniciais 2011 à 2040. Em ambas estações se observa que existe uma mudança na ordem de severidade do impacto entre os modelos HadGEM2-ES e MIROC5. No período inicial, as projeções do modelo HadGEM2-ES resultam em diminuições de vazões mais severas que as do modelo MIROC5. Não obstante para o final do século este padrão é revertido durante a época de cheias.

a)



b)



c)

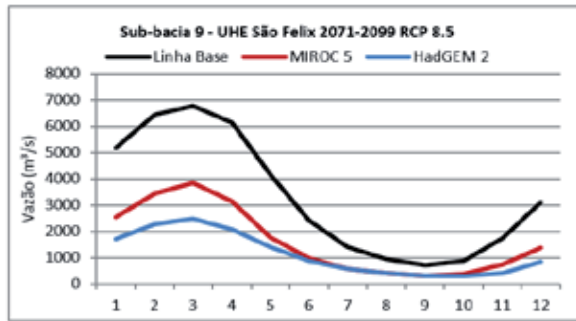
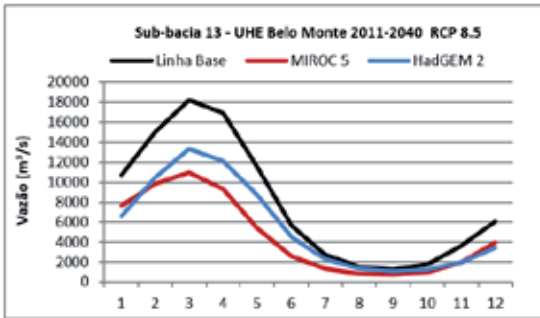


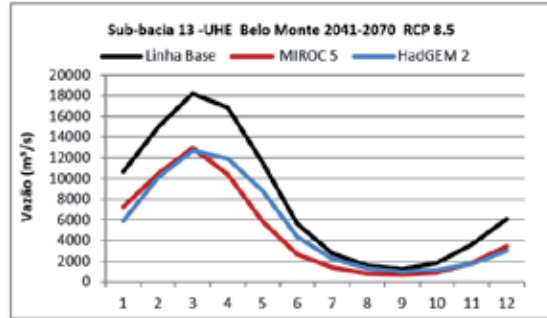
Figura 4 - Projeções Hidrológicas de Vazão com o cenário RCP 8.5 para a sub-bacia 9 - UHE São Felix para os períodos a) 2011-2040; b) 2041-2070; c) 2071-2199

(Fonte: elaborada pelo autor)

a)



b)



c)

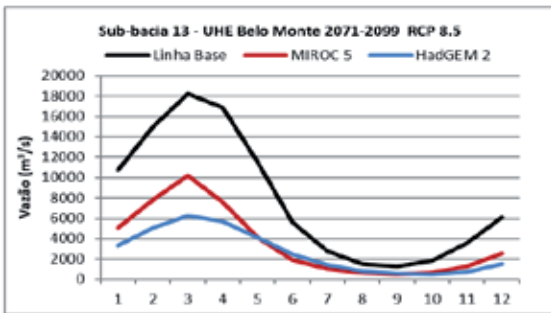


Figura 5 - Projeções Hidrológicas de Vazão com o cenário RCP 8.5 para a sub-bacia 13 - Belo Monte para os períodos a) 2011-2040; b) 2041-2070; c) 2071-2199

(Fonte: elaborada pelo autor)

4. CONCLUSÃO

O Modelo Hidrológico Distribuído MHD-INPE consegue simular as vazões observadas para as 13 sub-bacias, obtendo bons ajustes de calibração. Este comportamento ajuda a diminuir o grau de incerteza no desenvolvimento da etapa de projeções futuras de vazão.

As projeções de vazões sob os efeitos das Mudanças Climáticas, considerando os cenários RCP 4.5 e 8.5 dos modelos climáticos globais HADGEM2-ES e MIROC5, apresentam reduções importantes nos valores de vazões, em forma gradativa até o final do século. Não obstante, os resultados apresentam dispersão enquanto à magnitude do impacto. Estas condutas ocorrem por parte das diferenças das características físico-meteorológicas de execução dos modelos.

A bacia do rio Xingu possui um papel importante no fornecimento de energia hidrelétrica para o Brasil. Atualmente se encontra em fase final de implementação uma Usina Hidrelétrica, Belo Monte, do tipo fio d'água. A usina tem uma potência instalada de 11.000 MW. Os resultados obtidos advertem sobre a potencial diminuição na produção de energia na usina. Não obstante, os resultados devem ser interpretados como referidos aos modelos e cenários aqui aplicados. Uma abordagem que abarca um número maior de modelos e cenários permitirá uma avaliação de incertezas, fornecendo informação de valor para as análises de risco.

5. REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas (2013). *Hidroweb*. Base de dados hidrológicos, <http://hidroweb.ana.gov.br>.

Alves, L.M. (2016). *Análise Estatística da Sazonabilidade e Tendências das Estações Chuvosas e Seca na Amazônia: Clima Presente e Projeções Futuras*. 25 de Abril de 2016. 163 pg. Tese de Doutorado - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Bardossy, A.; Pegram, G. (2011) Downscaling Precipitation Using Regional Climate Models and Circulation Patterns toward Hydrology. *Water Resources Research*, 47, 1-18. <http://dx.doi.org/10.1029/2010WR009689>.

Beven, K.J.; Kirkby, M.J. (1979). A physically based variable contributing area model of basin hydrology, *Hydrological Sciences Bulletin*, 24, 43-69.

Chiew, F. H. S. (2006) Estimation of rainfall elasticity of streamflow in Australia. *Hydrological Sciences Journal*, 51:4, 613-625, DOI: 10.1623/hysj.51.4.613.

Chou, S.C. *et al.*, (2014) Assessment of Climate Change over South America under RCP 4.5 and 8.5 Downscaling Scenarios. *American Journal of Climate Change*, 3, 512-525. <http://dx.doi.org/10.4236/ajcc.2014.35043>.

Collischonn, B.; Allasia, D. G.; Paz, A. R. Modelo hidrológico distribuído para previsão de vazões incrementais na bacia do rio Paranaíba entre Itumbiara e São Simão. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.12, p.43 – 56, 2007.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. *Normais climatológicas*, <http://www.inmet.gov.br/html/clima/mapas/?mapa=tmax>.

IPCC (2013). *Cambridge Univ. Press*.

Zhao, R.J.; Liu, X.R. (1995). The Xinanjiang model. In: Singh, V.P. (Ed.) *Computer Models of Watershed Hydrology*. Highlands Ranch: Water Resources Publication, 215–232.

NÚCLEOS DE DESERTIFICAÇÃO: DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NAS TERRAS SECAS BRASILEIRAS

Lucas Lopes Barreto

Universidade Federal do Ceará

lopes_ufc@yahoo.com.br

Luis Ricardo Fernandes da Costa

Universidade Federal do Ceará

Sulivan Pereira Dantas

Universidade Federal do Ceará

Ana Rosa Viana Cezário

Universidade Federal do Ceará

Vlândia Pinto Vidal de Oliveira

Universidade Federal do Ceará

RESUMO

A desertificação atua de diferentes formas sobre o Planeta, porém as regiões em que este problema socioambiental age de modo mais intenso são os Núcleos de Desertificação, onde causa problemas nas esferas sociais, econômicas e ambientais. Por essa razão, no presente trabalho, foi estudado os Núcleos de Desertificação do Brasil, buscando esclarecer as regiões em que ocorrem, os seus componentes ambientais. A Metodologia consiste em uma revisão bibliográfica sobre a temática das terras secas brasileiras, visando esclarecer como o entendimento da desertificação foi se alterando ao longo do tempo, e no mapeamento das áreas de maior severidade da desertificação, utilizando critérios ambientais e político-administrativos. Pode-se concluir que há oito Núcleos de Desertificação, todos localizados na região nordeste, reafirmando como essa porção do Brasil teve usos inadequados as suas características ambientais.

Palavras-chaves: Desertificação; Núcleos de Desertificação; Ambiente.

1. INTRODUÇÃO

As terras secas são áreas de climas áridos, semiáridos e subúmidos secos que possuem características que podem propiciar o desenvolvimento do processo de desertificação, sendo este causado pelas variações climáticas e atividades sociais (Brasil, 1998). No território brasileiro, as Áreas de Suscetibilidade à Desertificação (ASD) correspondem a 1.338.076km² do território brasileiro, que equivalem a 15,72% e abrigam 18,65% da população brasileira (Brasil, 2004).

As ASD estão nos Estados do Maranhão, do Piauí, do Ceará, do Rio Grande do Norte, da Paraíba, de Pernambuco, de Alagoas, de Sergipe, da Bahia, de Minas Gerais e do Espírito Santo (Santana, 2007), como é representado na Figura 1.

O Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN) entende que a atuação desse problema que atinge as terras secas de modo não homogêneo, sendo os Núcleos de Desertificação, as porções que possuem

alto antropismo e de alta degradação ambiental (Rego, 2012; Brasil, 2004), com manchas de fisionomia desérticas (Vasconcelos Sobrinho, 1974, *apud*. Nimer, 1988), em que a paisagem e a sociedade estariam sendo afetadas do modo máximo pela desertificação (Perez-marín *et al.*, 2012).

Os Núcleos de Desertificação foram delimitados pela primeira vez por Vasconcelos Sobrinho em 1971, tendo o objetivo de entender a atuação do processo em uma escala de maior detalhe (Perez-marín *et al.*, 2012), mas as áreas dos núcleos escolhidas por Vasconcelos Sobrinho não são as mesmas do contexto atual, devido à ampliação do problema.

Por essa razão se desenvolveu o presente trabalho, pois a desertificação não pode ser analisada de maneira estática, exigindo que as pesquisas voltadas a este problema socioambiental, tenham caráter geoambiental, contribuindo no entendimento da sua dinâmica e em políticas mitigatórias e de convivências. Assim, neste trabalho tem o intuito: entender a construção do saber da temática da atuação da desertificação no Brasil, identificar e caracterizar os Núcleos de Desertificação.

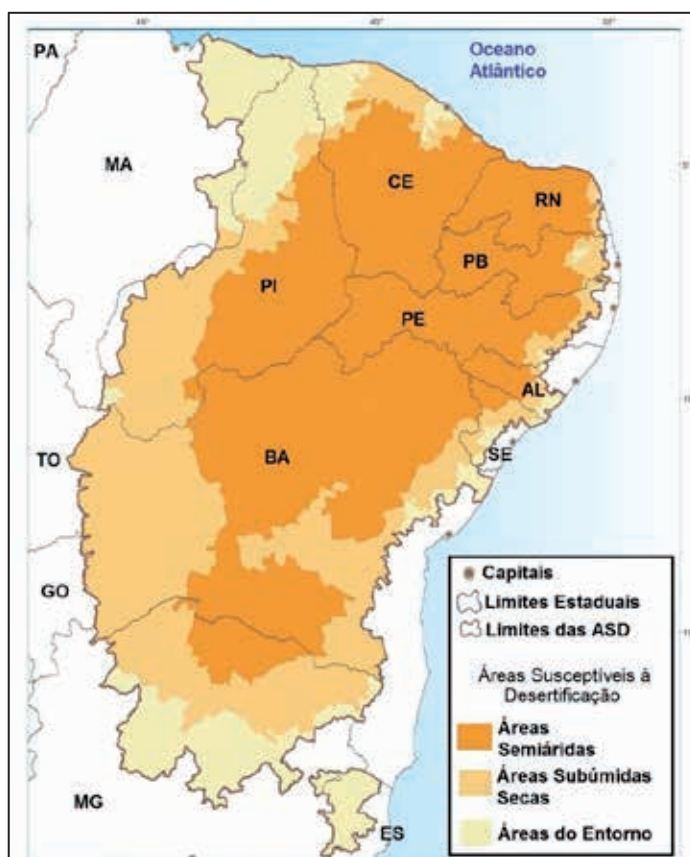


Figura 1 – Áreas Suscetíveis à Desertificação
(Fonte: Adaptado de Santana, 2007)

2. METODOLOGIA

O presente trabalho tem caráter sistêmico, pois a problemática estudada, a desertificação, é ambiental, social, global e plural (Rego, 2012). Por essa razão, é necessário que as pesquisas voltadas a problemática citada tenham um caráter sistêmico, possibilitando análises e políticas mais efetivas, pois buscar entender as conexões entre os elementos da paisagem.

O trabalho se organizou da seguinte maneira: revisão de literatura e identificação dos Núcleos de desertificação. Na primeira etapa, buscou-se ter um entendimento da construção do conhecimento sobre a desertificação no Brasil, através dos trabalhos de Vasconcelos Sobrinho (1950), Ab'Saber (1977) e Suertegaray (1987, 1998).

Para a realização da etapa da identificação dos núcleos, a revisão de literatura tem relevância significativa, pois essa mostrou que a temática da desertificação teve avanços, porém tratando-se especificamente da ocorrência dos núcleos, não se tem um critério chave em sua classificação.

Baseado nisso, se delimitou os núcleos do seguinte modo: revisão de literatura sobre as áreas de ocorrência dos núcleos, através dos dados de Brasil (2004), Santana (2007), Ceará (2010) e Perez-Marin *et al.* (2012), que possibilitou primeira identificação das possíveis áreas de ocorrência; avaliação dos atributos geoambientais, como relevo, solo e clima, havendo a análise dessas características, se havia a suscetibilidade à desertificação; delimitação do núcleo seguindo os limites municipais, pois as classificações anteriores dos núcleos só considerariam apenas áreas de maior degradação, no presente trabalho se delimitou pelos limites políticos-administrativos, contribuindo para as articulações entre as instâncias federais, estaduais e municipais, viabilizando políticas públicas para a desertificação.

3. DESERTIFICAÇÃO NAS TERRAS SECAS BRASILEIRAS

A problemática da desertificação ao Brasil custa, aproximadamente, 800 milhões de dólares anualmente, e para recuperação dessas áreas nos próximos 20 anos seriam necessários 2 bilhões de dólares (Rego, 2012). Entretanto, as ASD foram sendo delimitadas no território brasileiro por meio dos trabalhos voltados a esta temática, entre estes trabalhos, se destacam as contribuições de Vasconcelos Sobrinho (1950), Ab'Saber (1977) e Suertegaray (1987, 1998).

Vasconcelos Sobrinho foi o pioneiro com trabalhos em desertificação no Brasil. Em um estudo, em Pernambuco, esse autor afirmava que haveria um deserto nas áreas do sertão, gerado pelo processo de desertificação provocado pelo homem, que teria afetado no regime das águas, ressecando os solos e atingido na caatinga. Para Vasconcelos Sobrinho (1950), o homem não mudaria as leis da dinâmica natural, mas este deveria ter ações para amenizar aquilo que ele mesmo provocou.

Vasconcelos Sobrinho (1976) diz que haveria uma potencialidade de desertificação desde o Polígono das Secas até as fronteiras com a Bolívia e com o Paraguai. Esse mesmo autor (1976) diz que 2,5 milhões km² estariam sendo atingidos pela desertificação, uma área abrangendo do litoral cearense até o Pantanal, e que o pampa e o cerrado seriam áreas de alta vulnerabilidade ao processo (Rego, 2012).

Ab'Saber (1977) delimita ainda mais a ação da desertificação no Brasil, em que este processo atingiria apenas os domínios do Cerrado e das Caatingas, mas, no domínio Amazônico, as alterações antrópicas causariam outro processo, denominado de Savanização, que seriam alterações na eco-fisiologia, resultando em uma desperenização dos mananciais (Suertegaray, 1998).

Durante a década de 70 do século XX, alguns noticiários e trabalhos de Cordeiro e Soares (1977 *apud.* Suertegaray, 1987) e Solto (1985 *apud.* Suertegaray, 1987) falavam que o sudoeste do Rio Grande do Sul sofreria com a desertificação devido à ação antrópica por meio da agricultura, principalmente a soja, e da pecuária, através do sobrepastoreio.

Associou-se este problema com o deserto e com a desertificação devido à grande produção da quantidade de areia. Suertegaray (1987) esclarece que, na área em questão, não poderia ocorrer a desertificação, pois o clima predominante seria úmido, com precipitações próximas de 1400mm por ano, e que não havia evidências de mudanças climáticas para os climas áridos, semiáridos ou subúmidos secos.

Para essa autora, que estaria ocorrendo seria a Arenização (*Sandization*), sendo este, o processo de formação de areais devido à ação eólica e hídrica sobre materiais consolidados (depósitos areníticos) ou materiais não-consolidados (arenoso) e devido ao fluxo desses sedimentos dificultaria implantação da vegetação (Suertegaray, 1987, 1998; Rossato *et. al.* 2003).

Os trabalhos de Vasconcelos Sobrinho (1950), Ab'Saber (1977) e Suertegaray (1987, 1998) contribuem para que pra não se tenha banalização da atuação da desertificação e para delimitação mais eficaz da desertificação no Brasil. As ASD estão em 1.482 municípios do território brasileiro (Brasil, 2004), e 1.317 destes municípios, aproximadamente 88,86%, estão na região nordeste brasileiro, isso reforça o que diz Oliveira (2006), que a desertificação se constitui como o maior problema socioambiental da região nordeste.

4. NÚCLEOS DE DESERTIFICAÇÃO DO BRASIL

Os núcleos existentes são: Gilbués, Sertões do São Francisco, Cabrobó, Cariris Velhos, Seridó, Sertões de Irauçuba, Sertões do Médio Jaguaribe e Sertões dos Inhamuns, que estão representados na Figura 2.

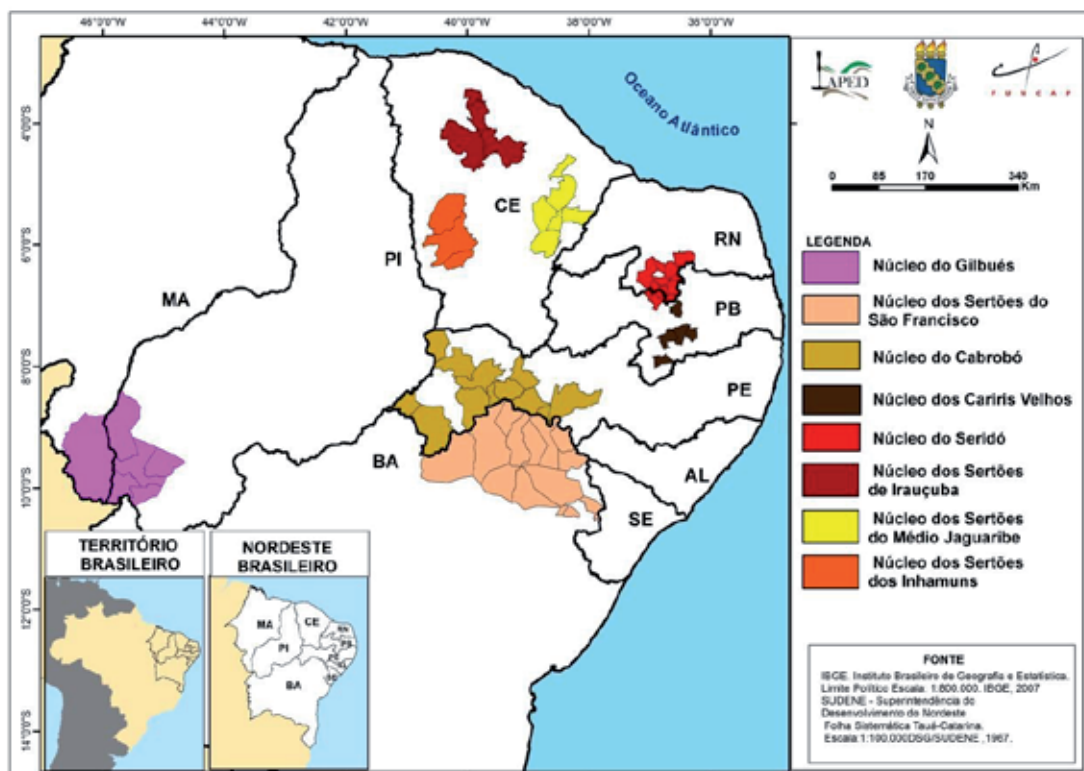


Figura 2 - Mapa de Núcleos de Desertificação do Brasil
 (Fonte: produzida pelos autores)

O Núcleo de Gilbués tem uma área de 26.266,28km², abrangendo os municípios Gilbués, São Gonçalo do Gurgueia, Monte Alegre do Piauí, Santa Filomena, Barreiras do Piauí e Alto Parnaíba; apenas este último está no Estado do Maranhão, o restante dos municípios está no território piauiense (Perez-marín *et al.*, 2012).

Possui o relevo de chapadas, modelado por clima semiúmido com 4 a 5 meses secos, tendo a ocorrência de Neossolos Quartzarênicos e Latossolos que sustentam o bioma do Cerrado (Ibge, 2001, 2002, 2006). O desencadeamento do processo de desertificação está na formação e na morfologia dos solos, na relação solo-paisagem e no uso feito destes (Perez-Marín *et al.*, 2012; Sales, 2003; Sampaio *et al.*, 2003).

Este núcleo possui grande processo de degradação na paisagem, principalmente pela existência de profundas voçorocas nos solos expostos. Isso está vinculado ao material geológico sedimentar, que sustenta o relevo de chapada, resultando assim, em diferentes níveis de erosão, criando formas de processos erosivos, isso atrelado com a mineração por diamante (Sales, 2003; Sampaio *et al.*, 2003) e desmatamento voltado para a pecuária (Perez-marín *et al.*, 2012) e para a produção energética (Sales, 2003) que agravam a erosão.

Assim, os solos encontrados neste núcleo perdem a camada superficial, deixando exposta a camada subsuperficial, popularmente chamando de toá. O toá tem características porosas, desagregadas e ácidas, que contribuem para maiores profundidades da erosão e com a pouca cobertura vegetal, pois não se adaptam à alta acidez, aumentando ainda mais a erosão (Sampaio *et al.*, 2003). Sales (2003) diz que algumas das consequências da atuação do processo neste núcleo estão na queda da produtividade agrícola e no ressecamento dos brejos.

O Núcleo dos Sertões do São Francisco tem 37.893,46km², abarcando os seguintes municípios baianos: Uauá, Macururé, Chorrochó, Abaré, Rodelas, Curaçá, Glória, Jeremoabo, Juazeiro, Canudos, Antas, Coronel João Sá, Novo Triunfo e Paulo Afonso (Perez-marín *et al.*, 2012). A Depressão do Médio Jaguaribe e Tabuleiros são as feições geomorfológicas deste núcleo, que são modelados por clima semiáridos com 9 a 10 meses secos, fazendo desenvolver os Neossolos Litólicos, os Argissolos e os Luvisolos (Ibge, 2001, 2002, 2006).

Nesse núcleo houve a retirada da vegetação de caatinga para implantação da pecuária e agricultura, isso contribuiu para a retirada da camada superficial dos solos, de caráter impermeável, com isso há intensificação do ressecamento da área (Perez-marín *et al.*, 2012).

Uma porção desse núcleo que se destaca é o “deserto de Surubabel”, localizado no município de Rodelas, especificamente na beira do lago de Itaparica (Paiva *et al.*, 2007). Essa área de 400 hectares possui dunas com altura superior a 5 metros, mostrando que essa área tem alta suscetibilidade natural à desertificação devido à atuação dos processos eólicos. Vale ressaltar que, após a construção da barragem de Itaparica, os processos de erosão eólica se intensificaram (Paiva *et al.*, 2007).

O Núcleo de Cabrobó tem uma área de 26.135,62km², onde estão os municípios de Itacuruba, Cabrobó, Santa Maria da Boa Vista, Orocó, Belém do São Francisco, Afrânio, Salgueiro, Parnamirim, Petrolina, Araripina, Floresta e Ouricuri, todos pertencentes ao território pernambucano (Perez-marín *et al.*, 2012). Constituído pelas Depressões do Médio São Francisco e da Floresta com Argissolos, Neossolos Regolíticos, Luvisolos e Latossolos, e com a ocorrência de clima semiárido com 7 a 8 meses secos (Ibge, 2001, 2002, 2006).

O processo de degradação associa-se com: as baixas precipitações, estando próximas de 650mm por ano (Perez-marin *et al.*, 2012). As condições edáficas, devido ao caráter arenoso, facilitam a erosão do horizonte superficial e não retêm as águas suficiente para as plantas (Sá; Sá; Silva, 2006); e o uso e a ocupação da terra, por meio das atividades do sobrepastoreio, salinização e desmatamento (Perez-marin *et al.*, 2012). Sá, Sá, Silva (2006) dizem que 91,13% desse núcleo têm a degradação em níveis severa/acentuados e que a atuação antrópica é elemento potencializador do processo, principalmente nos solos mais férteis, que há atuação da atividade agropecuária.

O Núcleo dos Cariris Velhos tem uma área 2.793,869km², abarcando os seguintes municípios paraibanos: Serra Branca, Juazeirinho, Cabaceiras, São João do Cariri e Camalaú (Perez-marin *et al.*, 2012).

A estrutura geoambiental desse núcleo é de rochas cristalinas, possuindo umas das mais relevantes feições geomorfológicas do nordeste: o Planalto da Borborema, caracterizado por forma semi-colinosa (Perez-marin *et al.*, 2012; Souza; Suertegaray; Lima, 2009). As precipitações são próximas de 500mm por ano (Souza; Suertegaray; Lima, 2010), possuem solos rasos, pedregosos e compactos, como os Neossolos Litólicos e Planossolos (Ibge, 2001), e devido aos projetos de irrigação das águas dos açudes Sumé e Boqueirão, essa área tem problemas de salinização.

A cultura do alho tem papel relevante nesse núcleo, que começou a ser produzido, com fins comerciais, no final do século XIX, mas a produção tem um crescimento após 1970, devido aos financiamentos do Estado (Souza; Suertegaray; Lima, 2010). Mas essa cultura fez aumentar a demanda de água, trazendo os projetos de irrigação, e com ela a salinização. Com isso, o resultado foi a queda de produtividade, afetando em toda a economia da região, assim, já em 1990, quando o alho deixa de ter a sua relevância significativa na região do Cariri Paraibano (Souza; Suertegaray; Lima, 2010).

Outro impacto causado pela irrigação para o alho foi o rebaixamento do lençol freático do Rio Taperoá (Souza; Suertegaray; Lima, 2010). Perez-Marin *et al.*(2012) dizem que a desertificação desse núcleo está nas práticas inapropriadas, juntamente à estrutura fundiária.

O Núcleo de Seridó tem uma área de 5.759,043km², abrangendo os municípios de Caicó, Currais Novos, Equador, Cruzeta, Acari, Carnaúba do Dantas, Parelhas, Jardim do Seridó, São José do Sabuji, Ouro Branco, Santana do Seridó, Santa Luzia e Várzea. Apenas os dois últimos são municípios paraibanos, o restante pertence ao Estado do Rio Grande do Norte (Perez-marin *et al.*, 2012).

As condições geoambientais da área, que são embasamento cristalino e topografia pouca acentuada, com Planalto da Borborema e Depressão sertaneja, com solos raso e pedregosos, como os Neossolos Litólicos e Luvisolos, apresentando clima semiárido (Ibge, 2001, 2002, 2006), com precipitação baixa e irregular, limitam a disponibilidade hídrica para a vegetação, que, mesmo em porte arbóreo, não crescem bastante, sofrendo o processo de nanificação (Sampaio *et al.*, 2003).

A área desse núcleo era utilizada, desde o século XVIII, para a agricultura de subsistência e pecuária, nas áreas de aluviões, e para a cultura algodoeira, nas colinas e encostas. Essas atividades aumentaram a vulnerabilidade natural da paisagem, comprometendo os recursos naturais, juntamente aos impactos econômicos causados pela praga do bicudo, resultaram em maior quadro de pobreza,

isso fez com que a população degradasse ainda mais a paisagem, através do extrativismo vegetal (Sampaio *et al.*, 2003).

Outra atividade que contribui para a degradação é a mineração para retirada de argila para cerâmicas e olarias e outros minérios como tungstênio, gesso, feldspato e cristais (Sampaio *et al.*, 2003). Essa atividade cria impactos localizados, mas profundos, devido às crateras deixadas que, dificilmente, serão reutilizadas por outras atividades (Sampaio *et al.*, 2003).

O Núcleo dos Sertões de Irauçuba tem uma área de 9.706,42km², abarcando os municípios de Irauçuba, Santa Quitéria, Canindé e Miraíma (Ceará, 2010). O relevo que prevalecem é da Depressão sertaneja, modelada por clima semiáridos e pela ocorrência de Neossolos Litólicos e Luvisolos (Ibge, 2001, 2002, 2006).

A estruturação geoambiental desse núcleo tem papel relevante para a vulnerabilidade natural ao processo de desertificação, principalmente as condições climatológicas e pedológicas, isso atrelado com o uso inadequado dos recursos naturais. O clima semiárido tem precipitações irregulares, influenciando no escoamento fluvial esporádico, as precipitações deste núcleo variam entre 550 – 750mm (Ceará, 2010).

O município de Irauçuba é mais afetado por essa problemática, as precipitações são de 530mm anuais, a quantidade de chuvas dessa área é reflexo da influência de sua localização, estando esse município no sotavento do Maciço de Uruburetama (Sales, Oliveira, 2006).

Sampaio *et al.* (2003) e Perez-Marin *et al.* (2012) dizem que os solos que predominam são os planossolos, sendo rasos, possuindo camada superficial arenosa, sendo facilmente removida, pois a camada sub-superficial é argilosa e mais impermeável, dificultando a penetração das raízes da vegetação de porte arbóreo, ocorrendo menor infiltração de água e, consecutivamente, mais evaporação, intensificando maior escoamento superficial, resultando em maior quadro de erosão laminar.

As atividades desenvolvidas são a pecuária e a agricultura. Na pecuária, prevalece o rebanho de caprinos, que, segundo Conti (1995 *apud.* Sales; Oliveira, 2006), são potencialmente “criadores” de desertos, devido ao impacto causado pela concentração desses animais. Na agricultura, prevalece o plantio de banana, de feijão e de milho, ocorrendo nas encostas íngremes, contribuindo para que os poucos centímetros de solos sejam erodidos.

O Núcleo dos Sertões do Médio Jaguaribe tem uma área de 8.422,77km² e abrange os municípios de Jaguaribama, Morada Nova, Jaguaribara, Alto Santo e Jaguaribe (Ceará, 2010). Este possui uma diversidade de feições geomorfológicas como: Depressão Sertaneja, Planície Fluvial do rio Jaguaribe, Tabuleiro e a Chapada do Apodi, isso faz que este núcleo possua diferentes classes de solos como Cambissolos, Argissolos, Luvisolos e Neossolos Flúvicos (Ibge, 2001, 2002, 2006). Se tratando dos usos, se destaca a presença do binômio gado-algodão, desde o período colonial contribui para o atual quadro de degradação ambiental (Guerra; Souza; Lustosa, 2012).

A pecuária foi importante para o processo de ocupação no nordeste brasileiro. Essa atividade se desenvolveu bastante no século XVIII e ocupava as margens dos rios, por isso, Guerra, Souza e Lustosa (2012) chamam essa ocupação de “rios de gado”. Durante o século XVIII, o principal rio deste núcleo, o rio Jaguaribe, começa a ser povoado, contribuindo para a ocupação da área e da Capitania do Ceará (Guerra, 2009), tendo tamanha relevância até século XX, quando as estiagens e a competição

com gado gaúcho resultaram em crises econômicas na atividade da pecuária (Guerra, Souza, Lustosa, 2012).

O algodão ou o ouro branco (Guerra; Souza; Lustosa, 2012) possuía relevância no nordeste semiárido desde o plantio e até industrialização (Guerra; Souza; Lustosa, 2012), sendo um dos principais produtos de comercialização internacional no século XIX, mas esse quadro teve modificações com a praga do bicudo, havendo a desestruturação de sua economia. Essa última atividade também se desenvolveu em toda a bacia hidrográfica do rio Jaguaribe (Guerra; Souza; Lustosa, 2012; Guerra, 2009).

Vale ressaltar que essa atividade contribuiu para o processo de desertificação devido à degradação da caatinga por meio da abertura de clareiras para assentamento do gado e, posteriormente, para implantação da cotonicultura (Guerra; Souza; Lustosa, 2012). Assim, a pecuária e o algodão foram se desenvolvendo devido às condições climáticas e pedológicas, porém de modo insustentável, resultaram em paisagens desertificadas e potencialmente desertificadas.

O Núcleo dos Sertões dos Inhamuns tem uma área de 8.303,46 km² e abrange os municípios de Independência, Tauá e Arneiroz (Ceará, 2010). Esse núcleo de embasamento cristalino e de clima semiárido possui três domínios naturais: os sertões, as serras e os vales (Ceará, 2010).

Os sertões são subdivididos em Sertões de Crateús e Sertões Meridionais dos Inhamuns, que prevalecem possuindo superfícies moderadamente e parcialmente dissecadas em topografias aplanadas e/ou colinas baixas, revestidas pela Caatinga arbustiva aberta degradada (Ceará, 2010).

As serras são subdivididas em Serra da Joanelha, Vertente Ocidental da Serra da Pedra Branca, Cristas Residuais e Inselbergs, com formas das vertentes de como alta declividade e superfície com alta pedimentação em topografias aplainadas revestidas da Caatinga arbórea-arbustiva, caatinga arbustiva e vegetação rupestre (Ceará, 2010). Os vales possuem em sua formação a acumulação dos sedimentos aluviais como mata ciliar (Ceará, 2010).

Nesse núcleo, prevalece os níveis de suscetibilidade entre alta e moderado ao processo de desertificação, o domínio do sertão possui áreas mais degradadas, isso vincula-se aos usos feitos por meio da pecuária extensiva, agroextrativismo e agricultura de subsistência (Ceará, 2010). Oliveira (2006) aponta alguns problemas do processo no município de Tauá, que seriam: a diminuição da biodiversidade, a perda de solos, a diminuição da fertilidade e o processo de salinização e de assoreamento nos rios e riachos; vale ressaltar que o município citado é um dos mais extensos que compõem o Núcleo dos Sertões dos Inhamuns.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento da desertificação sobre as terras secas brasileiras fez que ocorressem maiores pesquisas e políticas relacionadas a essa temática, os trabalhos de Vasconcelos Sobrinho (1950), Ab'Saber (1977) e Suertegaray (1987, 1998) contribuíram significativamente reinterpretação deste problema socioambiental, desmitificando a atuação e que essa não ocorre do mesmo em modo no país.

Os municípios brasileiros que são impactados, ou com suscetibilidade a serem impactados, estão nas regiões sudeste e nordeste, pois essas regiões possuem áreas de climas áridos, semiárido ou subúmido secos, principalmente na região nordeste.

O nordeste brasileiro se destaca pela atuação da desertificação, possuindo os oito os Núcleos de Desertificação do país. Estes núcleos possuem características geoambientais distintas, porém com altos níveis de degradação, mostrando que uso do irracional tem papel bastante significativo no atual quadro de degradação, e isso pode se tornar ainda mais grave com as mudanças climáticas, devido as maiores ocorrências de secas (Marengo *et al.*, 2011), podendo acentuar problemas de escassez hídrica e alterar as estruturas geoambientais e socioeconômicas dessa porção do Brasil.

6. AGRADECIMENTOS

Este trabalho teve o apoio da Universidade Federal do Ceará (UFC), do Departamento de Geografia, do Laboratório de Pedologia, Análise Ambiental e Desertificação (LAPED), e do financiamento da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP).

7. REFERÊNCIAS

Ab'saber, A. N.(1977). *A problemática da desertificação e da savanização no Brasil*. In: Geomorfologia, n° 53. USP, São Paulo, Brasil.

Brasil. (2004). *Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca PAN-Brasil*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, Brasil.

Brasil. (1998). *Convenção das Nações Unidas de combate a desertificação nos países afetados por seca grave e/ou desertificação, particularmente na África*. 2.ed.: MMA/PNUD/FGEB, Brasília, Brasil.

Ceará. (2010). *Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAE – CE*. Ministério do Meio Ambiente Secretaria dos Recursos Hídricos, Fortaleza, Brasil.

Guerra, M. D. F. (2009). *A problemática da desertificação nos sertões do Médio Jaguaribe, Ceará: o contexto do município de Jaguaribe*. Dissertação de Mestrado. Fortaleza, Brasil.

Guerra, M. D. F.; Souza, M. J. N.; Lustosa, J. P. G. (2012). *A pecuária, o algodão e a desertificação nos Sertões do Médio Jaguaribe - Ceará/Brasil*. Mercator (UFC), v. 11, p. 103-112, Fortaleza, Brasil.

Ibge - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2001). *Mapa de solos do Brasil*. Escala: 1:500.000, IBGE, Rio de Janeiro, Brasil.

Ibge - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2002). *Mapa de Climas do Brasil*. Escala: 1:500.000, IBGE, Rio de Janeiro, Brasil.

Ibge - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2006). *Mapa de Unidades de Relevo do Brasil*. Escala: 1:500.000, IBGE, Rio de Janeiro, Brasil.

Marengo, J. A.; Alves, L. M.; Bezerra, E. A.; Lacerda, F. F.(2011). *Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro*. In: Medeiros, S. S.; Gheyj, H. R.; Galvão, C. O.; Paz, V. P. S. (Org.). Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. 1ed., Instituto Nacional do Semiárido, Campina Grande, Brasil.

Nlmer, E. (1988). *Desertificação: realidade ou mito?* Revista Brasileira de Geografia. IBGE, v.50, n.1, p.7-39, Rio de Janeiro, Brasil.

Oliveira, V. P. V. (2006). *A problemática da degradação dos recursos naturais no domínio dos sertões secos do estado do Ceará – Brasil*. In: Silva, J. B.; Dantas, E. W. C.; Zanella, M. E.; Meireles, A. J. A.; (orgs) Litoral e Sertão: natureza e sociedade no nordeste brasileiro. Expressão Gráfica, Fortaleza, Brasil.

Paiva, A. Q.; Araújo, Q. R.; Gross, E. ; Costa, L. M. (2007). *O deserto de Surubabel na Bahia*. Bahia Agrícola, v. 8, p. 21-23, Salvador, Brasil.

Pérez-marin, A. M.; Cavalcante, A. M. B.; Medeiros, S. S.; Tinôco, L. B. M.; Salcedo, I. H.(2012). *Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica?* Parcerias Estratégicas, v.17 n. 34, p.87-106, Brasília, Brasil.

Rego, A.H. (2012). *Os sertões e os desertos: o combate à desertificação e a política externa brasileira*. FUNAG, Brasília, Brasil.

Rossato, M. S.; Bellanca, E. T.; Fachinello, A.; Cândido, L. A.; Silva, C. R. Suertegaray, D. M. A. (2003) *Terra Feições Ilustradas*. Editora da Universidade /UFRGS, Porto Alegre, Brasil.

Sá, I. B.; Sá, I. I. S.; Silva, A. S. (2006). *Desertificação na região de Cabrobó-PE: a realidade vista do espaço*. In: 3º Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, Aracaju-SE. Anais do 3º Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, Brasil.

Sales, M. C. L.; Oliveira, J. G. B. (2006). *Análise da degradação ambiental no núcleo de desertificação de Irauçuba*. In: Silva, J. B.; Dantas, E. W. C.; Zanella, M. E.; Meireles, A. J. A.; (orgs) Litoral e Sertão: natureza e sociedade no nordeste brasileiro. Expressão Gráfica, Fortaleza, Brasil.

Sales, M. C. L. (2003). *Degradação Ambiental em Gilbués, Piauí*. Mercator, v. 02, n.04, p. 115-134, Fortaleza, Brasil.

Sampaio, E. V. B.; Yony, S.; Vital, T.; Araújo, M. S. B.; Sampaio, G. R. (2003). *Desertificação no Brasil: conceitos, núcleos e tecnologias de recuperação e convivência*. Editora Universitária UFPE, Recife, Brasil.

Santana, M. O. (2007). *Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil*. MMA/UFPB/ UNESCO, Brasília, Brasil.

Souza, B. I.; Suertegaray, D. M. A.; Lima, E. R. V.(2009). *Desertificação e seus efeitos na vegetação e solos do Cariri paraibano*. Mercator (UFC), v. 8, p. 201-216, Fortaleza, Brasil.

Souza, B. I.; Suertegaray, D. M. A.; Lima, E. R. V.(2010) *Políticas públicas, uso do solo e desertificação nos Cariris Velhos (PB/Brasil)*. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales., v. XIV, p. 311, Barcelona, Espanha.

Suertegaray, D. M. A.(1987) *A Trajetória da Natureza: um estudo geomorfológico sobre os areias de Quaraí*. Tese do Doutorado. São Paulo, Brasil.

Suertegaray, D. M. A. (1998). *Desertificação: recuperação e desenvolvimento sustentável*. In: Guerra, A. J. T; Cunha, S. B. (orgs.). Geomorfologia e Meio Ambiente. 2ª ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, Brasil.

Vasconcelos Sobrinho, J. (1950). *As Regiões naturais de Pernambuco, o meio e a civilização*. Livraria Freitas Bastos, Rio de Janeiro, Brasil.

Vasconcelos Sobrinho, J. (1976). *A Desertificação Brasileira: conferência proferida pelo Professor João Vasconcelos Sobrinho*. Câmara dos Deputados (Comissão da Bacia do São Francisco), Brasília, Brasil.

O DIREITO À ÁGUA COMO POLÍTICA PÚBLICA EM CONTEXTO DE INSULARIDADE: UMA ANÁLISE A PARTIR DO CASO DE CABO VERDE

Evandra Moreira

Universidade de Cabo Verde
evandramor91@gmail.com

RESUMO

O aumento da população e a melhoria contínua das suas condições de vida têm colocado uma forte pressão sobre os recursos hídricos. Estas pressões se intensificam particularmente sobre as famílias, povos e regiões mais vulneráveis aos efeitos das alterações climáticas sobre o setor dos recursos hídricos, nomeadamente com o acentuar da variabilidade climática, as secas prolongadas como é o caso de Cabo Verde. Como um país saheliano, com precipitações reduzidas e irregulares, a problemática da gestão sustentada da pouca água, tem constituído uma preocupação permanente dos sucessivos governos, através de instituições públicas, bem como do sector privado e da sociedade que se encontram diretamente envolvidos com o setor da água. Num momento onde os direitos humanos estão cada vez mais na agenda do dia, principalmente no países com menos recursos naturais e económicos a nível mundial e este texto visa refletir sobre as políticas públicas elaborada pelo Estado - Plano Estratégico Nacional de Água e Saneamento, que garanta efetivamente o acesso a água enquanto um direito humano num contexto de insularidade. Para o alcance do objetivo fazer-se à uma pesquisa documental e bibliográfica na literatura da área tendo análise do conteúdo como estratégia de análise de dados. Pois a água mais do que o elemento essencial para a sobrevivência humana, ela acaba sendo, um elemento de democracia, da cidadania e participação da sociedade civil que em meio as marcas geracionais acaba criando cada vez mais discrepância entre o que o governo propõe e aquilo que realmente garanta a dignidade de humana.

Palavras-chave: Cabo Verde; Água; Políticas Públicas; Direitos humanos.

1. INTRODUÇÃO

A água é o recurso vital para sustentar todas as formas de vida na Terra. Ela é essencial ao bem-estar de nossa civilização e é o elemento essencial ao crescimento e desenvolvimento do meio ambiente do planeta, assim como requisito básico para sua saúde (Comissão Internacional de Grandes Barragens, 2008, p.13).

Porém nem sempre a água encontra-se disponível quando precisamos dela para suprir as nossas necessidades básicas. Por outro lado, a chuva enquanto uma das principais fontes de captação da água, não se encontra distribuída homogeneamente

ao redor do mundo, dependendo muito da estação ou do local. O que com as mudanças climáticas vem complexificando o fenómeno.

O aumento da população e a melhoria contínua das suas condições de vida têm colocado uma forte pressão sobre os recursos hídricos. Estas pressões se intensificam particularmente sobre as famílias, povos e regiões mais vulneráveis aos efeitos das alterações climáticas sobre o setor dos recursos hídricos, nomeadamente com o acentuar da variabilidade climática, as secas prolongadas e as inundações (Varela, 2016).

Assim sendo, acarretando a grande maioria dos países ao redor do mundo a construírem as barragens ou outros empreendimentos para a captação da água para os mais diversos fins: gerar energia, abastecimento a população e irrigação de modo que garanta o bem-estar das populações.

Entre diversas estratégias particulares de cada país, que visa garantir a justiça social e possibilitar o acesso à água à população, principalmente aquela com maior necessidade da água, foi aprovada a Resolução do Conselho das Nações Unidas N.º 64/292 de Setembro de 2010. No qual reconhece o direito a água limpa e segura para beber e ao saneamento como um direito do homem que é essencial para a satisfação da plenitude da vida e dos direitos humanos. Ainda o acesso a água se configura como um dos requisitos para alcançar um dos Objetivos do Desenvolvimento do Milénio (Rosa, 2014).

No processo desse reconhecimento de água enquanto um direito humano, nem todos os países estavam favoráveis, pois por se tratar de direito era crítico para a sobrevivência para ser simplesmente ignorado. Ou por questões relativas à água tão política quanto jurídicas, dificultava que muitos países chegassem a um acordo (Bulto, 2015).

Cabo Verde enquanto Estado, não está a parte deste cenário. Como um país saheliano, com precipitações reduzidas e irregulares, a problemática da gestão sustentada da pouca água, tem constituído uma preocupação permanente dos sucessivos governos, através de instituições públicas, bem como do sector privado e da sociedade que se encontram diretamente envolvidos com o setor da água (Relatório à Conferência Rio +20, 2012).

E diante deste contexto, traço o seguinte fio condutor que me possibilite fazer esta reflexão: quais as políticas públicas que estão sendo elaborado pelo Estado que garanta efetivamente o acesso a água em Cabo Verde e que garanta a melhoria de vida das pessoas? Num momento onde os direitos humanos estão cada vez mais na agenda do dia, principalmente no países com menos recursos naturais e económicos a nível mundial.

Este texto visa refletir sobre as políticas públicas elaborada pelo Estado - Plano Estratégico Nacional de Água e Saneamento, que garanta efetivamente o acesso a água enquanto um direito humano num contexto de insularidade. Para o alcance do objetivo fazer-se à uma pesquisa documental e bibliográfica na literatura da área tendo análise do conteúdo como estratégia de análise de dados.

2. OS DESAFIO DE ACESSO À ÁGUA EM CONTEXTO DE INSULARIDADE

Cabo Verde é um país situado na zona do Sahel caracterizada pela sua extrema aridez. A precipitação é limitada a uma média de 230mm por ano e ainda assim apenas 13%

dessa precipitação contribui para a alimentação das águas subterrâneas, que aliás, vêm diminuindo de ano para ano. Em consequência, a nação cabo-verdiana depende cada vez mais da água dessalinizada para o consumo. O custo elevado da energia e o facto de cerca de 80% da água para o consumo doméstico em Cabo Verde ser dessalinizada configura a água como um problema de solução extremamente desafiante, delicado e urgente (B. O. da República de Cabo Verde, 2015).

Com um longo historial de estiagem, num país onde apenas 3 meses (Agosto, Setembro e Outubro) se constituem como época da chuva que por vezes é irregular no tempo e no espaço (Moreira, 2014). A tendência para baixar a quantidade de precipitação desde a década de sessenta do século passado, com reflexos negativos não só nas condições de exploração agrícola, mas também no abastecimento de água (Varela, 2016).

Como referiu (Marques *et al.*, 2014), Cabo Verde para prover a economia e garantir a saúde e bem-estar da população através do acesso à água, será preciso ultrapassar alguns desafios como (i) dificuldades financeiras das operadoras dos serviços de água e saneamento que constitui fator de fragilidade de uma futura sustentabilidade financeira do setor; (ii) escassez de água, que obriga que se recorra à dessalinização com custos de produção ainda elevados; (iii) limitações institucionais do setor com sobreposição de funções e responsabilidades e (iv) falta de clareza na definição de fronteiras institucionais.

Diante do cenário internacional o país teve a necessidade de criar mecanismo que respondesse a demanda não só a esta agenda, como também que satisfizesse a necessidade da sua população.

Se para os países com maior potencial a nível hídrico bem como económico o surgimento do direito humano à água tem sido tão lento quanto controverso não se pode deixar de lado os outros com fracos recursos que é o caso de Cabo Verde que ainda é marcada pela falta dela.

3. AS POLÍTICAS PÚBLICAS SOBRE DIREITO À ÁGUA EM CABO VERDE

Com um total de 524833 habitantes, segundo as estimativas de 2015, num país onde as principais atividades económicas são: agricultura, pesca, pecuária, comércio e turismo. Segundo os dados do Instituto Nacional de Estatística de Cabo Verde, são três as principais fontes de água para beber dos agregados familiares: fonte 36,2%; rede pública 30,9% e água engarrafada 26%. Porém 17,5% dos agregados das zonas rurais, da maior ilha – Santiago, ainda consomem água proveniente de fontes não melhoradas para beber. Ainda os dados aponta para o maior índice de pobreza no mundo rural, principalmente nas famílias chefiadas por mulheres.

De acordo com o Censo Nacional de 2010, mais de 92% dos cabo-verdianos tem acesso a água potável. Contudo, os sucessos alcançados não podem iludir os enormes desafios que a Nação, no seu todo, continua a enfrentar. Ainda existem grandes diferenças no acesso entre as cidades e o campo, o custo tende a ser cada vez mais elevado, as ineficiências de gestão, a frequência de cortes e a qualidade e a quantidade do abastecimento deixam ainda muito a desejar, com particular incidência nas populações vulneráveis, do campo e das periferias das cidades. E ainda acrescenta:

Com efeito, todos os macro documentos oficiais de diagnóstico do setor mostram que o acesso à água e ao saneamento afeta sobretudo as populações periurbanas e rurais, e em particular as mulheres chefes de família, reproduzindo a pobreza e a desigualdade de género, bem como as crianças que são prejudicadas, não apenas na sua saúde, como no aproveitamento escolar, ao perderem imenso tempo a carregar água das fontes ou chafarizes, tempo que poderiam dedicar à escola e ao estudo (B.O da República de Cabo Verde, 2015, p. 1).

Neste texto abordamos a política pública como:

(...) Conjunto formado por quatro processos: o estabelecimento de uma agenda de políticas públicas; a consideração das alternativas para a formulação de políticas públicas, a partir das quais as escolhas serão realizadas; a escolha dominante entre o conjunto de alternativas disponíveis e finalmente, a implementação da decisão (Souza 2007, p.25).

As grandes linhas de política geral da estratégia nacional de água e saneamento partem do reconhecimento de que o direito à água e ao saneamento é um direito humanofundamental e conseqüentemente cada cidadão deve ter acesso a uma quantidade mínima diária de água para satisfação dos usos domésticos e beneficiar de condições dignas de saneamento, a um custo acessível (B. O. da República de Cabo Verde, 2015).

Várias instituições internacionais consideram que um futuro Tratado Internacional sobre o Direito à Água deverá estabelecer que cada pessoa, para usos pessoais e domésticos, tem o direito a água que seja (1) bastante, em quantidade, (2) sã, (3) fisicamente acessível e (4) de custo módico.

Para além da questão de se estabelecer qual a mínima quantidade de água que seja considerada como bastante e, em conseqüência, se garanta uma das condições do direito à água, há, em todos os países, mas de modo especial em Cabo Verde, uma outra questão que tem a ver com a fixação da máxima quantidade que se revele bastante para a satisfação de todos os usos domésticos. Ou seja: o reconhecimento do direito à água a par da radical eliminação de todos os desperdícios.

Porém, à água historicamente sempre foi escassa nas ilhas e desde sempre os sucessivos governos criaram medidas que colmatasse a demanda e que garantisse o bem-estar mínimo de sobrevivência a todos os povos das ilhas, principalmente para os mais desfavorecidos de recursos económico. E para assegurar a todos o direito à água e promovero desenvolvimento de Cabo Verde através da melhoria integrada das condições de abastecimento de água, de saneamento e higiene, salvaguardando o uso sustentável dos recursos naturais e do meio ambiente, bem como a equidade e a igualdade de género e das camadas sociais mais desfavorecidas (B. O. da República de Cabo Verde, 2015).

No Programa do Governo da VII Legislatura (2006-2011) indica que a ação do mesmo será orientada para a infra estruturação básica e a implementação de procedimentos e de práticas que assegurem melhorias crescentes das condições de vida e promoção do ambiente sadio. Tendo como eixo prioritário o “desenvolvimento do acesso facilitado das populações aos serviços de água, através de infra estruturas de distribuição de água potável e promoção das ligações domiciliárias de água e esgotos,

nos meios urbanos e rurais (Relatório Diagnóstico do Sector de Água e Saneamento em Cabo Verde, 2007), e ainda reforça:

A ação do Governo será orientada a nível de gestão integrada de recursos hídricas nos seguintes eixos: reforço da utilização das energias renováveis para a produção de água; Melhoria da qualidade e do controlo da água para o abastecimento público, promovendo unidades de tratamento e de controlo a nível nacional e local; Desenvolver legislação, regulamentos e normas aplicáveis; Identificação e redução dos estrangulamentos constitucionais que dificultam o investimento e a iniciativa privada no setor da água, através do aperfeiçoamento institucional que melhor servirá o setor e de maior coordenação entre os intervenientes (Relatório Diagnóstico do sector de água e saneamento em Cabo Verde, 2007, p.8)

Para o efeito o Governo elaborou o Plano Estratégico Nacional de Água e Saneamento (PLENAS), como forma de apoiar a reforma do setor da água e saneamento no país cujo objetivos visam proporcionar orientações estratégicas ao Governo e às Autoridades Locais em relação às políticas para o sector e orientar os processos de planeamento detalhado a serem levados a cabo em cada ilha. O mesmo foi elaborado no âmbito da concretização do segundo Compacto do Millennium Challenge Account (MCA-II), acordado entre a República de Cabo Verde e os Estados Unidos da América, através do Millennium Challenge Corporation (MCC), que é um programa de apoio aos países em desenvolvimento.

O direito a água e ao saneamento passou a estar consagrado como um dos direitos humanos conforme Resolução A/RES/64/292, de 28 de Julho de 2010, da Assembleia Geral das Nações Unidas, em óbvia extensão do direito à vida de cada indivíduo conforme o Artigo 3.º da Declaração Universal dos Direitos Humanos proclamada pela Organização das Nações Unidas em 10 de Dezembro de 1948. Não só Cabo Verde votou a favor de tal Resolução, como a Constituição da República de Cabo Verde acolhe, nas suas disposições, tais fundamentos, em particular no Artigo 28.º (B. O. da República de Cabo Verde, 2015).

Pois o direito à água impõe, na sua plena concretização, mais o seguinte:

(Situações de sobrevivência) não pode ser retirado aos que vivam de modo disperso e, ou em zonas de difícil acesso se tais condições de vida corresponderem a formas de sobrevivência, no cultivo de pequenas parcelas de terreno, na criação e pastoreio de cabeças de gado, não devendo ser negado o acesso das correspondentes populações ao mínimo diário de 40 L/pessoa, dos quais sendo potável, ao menos, quanto a 5 L/pessoa, a custos não superiores a 5% do rendimento familiar;

(situações de opção, seja de 2ª habitação ou como forma de negócio) nos casos de residências isoladas, fora dos limites próprios dos aglomerados populacionais, ocupadas em permanência ou de modo temporário, desde que localizadas em conformidade com as exigências do ordenamento do território, mantém-se o direito à água mas os preços correspondentes ao acesso a um mínimo de 40 L/dia até um máximo de 90 L/dia por pessoa para consumos domésticos, dos quais pelo menos 5 L/dia com a qualidade de água potável, devem cobrir integralmente os correspondentes custos de investimento e de exploração (B.O. de Cabo Verde, 2015, p. 480).

A problemática do abastecimento de água não se restringe às necessidades de consumo das populações; as mais diversas atividades económicas e sociais, a par de serviços públicos, constituem-se como consumidores de água, correspondendo-lhes, genericamente, consumos não-domésticos. As quantidades e qualidades da água relativas aos consumos não-domésticos deverão ser as estritamente necessárias à satisfação otimizada das necessidades das atividades económicas e sociais e dos serviços públicos.

Isto porque o direito de acesso do povo cabo-verdiano à eletricidade, à água e ao saneamento, enquanto direito humano derivado de outros direitos humanos, com a mesma dignidade, como o direito à saúde, ao bem-estar e à qualidade de vida, constitui uma tarefa fundamental do Estado garantido pela Constituição e pela ordem jurídica internacional diretamente vigente na ordem interna (B. O. da República de Cabo Verde, 2015).

1. 3.1. PLANO ESTRATÉGICO NACIONAL DE ÁGUA E SANEAMENTO (PLENAS)

No dia 8 de Janeiro de 2015, o Governo aprovou o Plano Estratégico Nacional de Água e Saneamento (PLENAS) em Cabo Verde, onde o princípio fundamental do mesmo é assegurar o direito de todos os cidadãos à água e promover a melhoria integrada das condições do seu abastecimento, bem como de saneamento e higiene dos cabo-verdianos, salvaguardando o uso sustentável dos recursos naturais e do meio ambiente (B. O. da República DE Cabo Verde, 2015). Ainda segundo o mesmo documento:

Para a consecução desse objetivo, de entre outras medidas, as diferentes fontes de água existentes devem ser geridos de forma integrada, os serviços de abastecimento de água e de saneamento devem ser financeiramente sustentáveis e devem abranger áreas territoriais que maximizem a respetiva eficiência e não sejam determinadas por limites administrativos (B.O da República de Cabo Verde, 2015, p.476).

O PLENAS abrange a totalidade dos recursos hídricos disponíveis para a generalidade dos usos; - o abastecimento de água às populações, atividades económicas e sociais e serviços públicos; - os sistemas de saneamento dos aglomerados populacionais, incluindo o tratamento e reutilização das águas residuais

Quanto às necessidades de água para satisfação dos usos domésticos, os objetivos do Governo são o acesso a um mínimo de quarenta (40) litros de água por pessoa em cada dia e o desincentivo a consumos superiores a noventa (90) litros por pessoa em cada dia, bem como a redução das distâncias para níveis não superiores a dez (10) minutos de percurso para aqueles que não dispõem de ligações domiciliárias.

A nível de equidade social e de género, o grande objetivo do Governo é melhorar a cobertura e o uso efetivo dos sistemas de água e saneamento, com otimização de custos e adoção de soluções tarifárias que tenham em atenção os mais pobres e aliviar o esforço e o tempo consumidos, sobretudo por mulheres e crianças, no acesso aos sistemas atuais. Ainda de integrar a variável género nos processos de decisão e de gestão relacionados com a água e saneamento com uma representação equitativa das mulheres e dos homens nos órgãos de gestão, bem como reduzir a incidência de

doenças relacionadas com as deficientes condições de acesso à água e ao saneamento. (B.O da República de Cabo Verde, 2015, p. 476).

Porém a reforma do setor deve ser acompanhada e suportada pela definição e implementação de uma adequada estratégia de Informação, Educação e Comunicação (IEC), de modo a que os comportamentos e atitudes das populações em relação ao uso eficiente da água, ao saneamento e à higiene permitam que se alcancem plenamente os benefícios esperados com a criação e a melhoria dos sistemas de infraestruturas.

A implementação do PLENAS e dos correspondentes Planos Diretores de Água e Saneamento deverá ser objeto de um adequado processo de monitorização e avaliação, permitindo obter os elementos necessários para que o PLENAS possa ser atualizado periodicamente e avaliado do ponto de vista ambiental, social e de género e das ações estratégicas inicialmente planeadas.

4. ORIGEM E TRATAMENTO DA ÁGUA

As origens de água mobilizáveis em Cabo Verde para a satisfação das necessidades de usos domésticos e não-domésticos são as seguintes, no seu estado bruto:

a) Águas doces - da chuva (captada diretamente e armazenada para usos domésticos à escala residencial e, mesmo, à escala comunitária); - superficiais (retidas por barragens, reservatórios e espelhos de água); - subterrâneas (de nascentes, furos e poços);

b) Águas salinas - salobras; - salgadas;

c) Águas residuais - geradas de água consumida em usos domésticos (águas cinza, águas negras e a mistura de ambas); - geradas de água consumida em usos não-domésticos (B.O. de Cabo Verde, 2015, p. 484)

Consoante as exigências de qualidade associadas aos usos, assim o grau de tratamento a que deve sujeitar a água de cada uma das origens sendo que relativamente aos usos domésticos:

a) Apenas os consumos de água para beber e para cozinhar devem ser, imperiosamente, satisfeitos com água potável;

b) a água para higiene pessoal, bem como a que é exigível em lavagens de loiça e de roupa, pode ter uma qualidade equivalente à de uma água que, pela transparência, ausência de óleos, gorduras e demais resíduos visíveis e que não se constitua como receptora de descarga de esgotos, possa equivaler a uma água banhear não salgada;

c) A água que se destina às descargas nas sanitas e mictórios poderá ter uma qualidade inferior à da água banhear, com exigências mínimas de ausência de cor, de cheiro e de resíduos visíveis a olho nu (B.O. de Cabo Verde, 2015, p. 484).

Das alternativas de uso das origens de água, a que deve ser adotada consiste na combinação de todas as que sejam mobilizáveis em vista do abastecimento de uma dada área de serviço, que se revele mais competitiva em termos de custos levando-se em consideração os custos de adução.

Em todos os casos, a exploração de qualquer origem de água deverá ser acompanhada das medidas mitigadoras que permitam assegurar, de forma sustentável, a qualidade da água.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A problemática da gestão sustentada da água é um dos maiores desafios de Cabo Verde e tem constituído uma preocupação permanente dos sucessivos governos, bem como de instituições públicas, privadas e da sociedade em geral (B. O. da República de Cabo Verde, 2015).

Pensar nas políticas públicas virada para o setor constitui-se um desafio a mais, por se tratar de um país historicamente marcada pela escassez da água. Num momento em que o discurso expositivo dos direitos humanos, acaba sendo mais uma estratégia de dominação, porém em contexto de insularidade esse discurso acaba sendo por vezes incongruente com a realidade desta mesma população. Porém há que haver a permanência que é implementada por via dos direitos humanos onde haverá espaços para os direitos humanos em meio a situação de carência.

A cultura dos direitos humanos não existe e sim existe uma ideia de proteção. Pois a questão de acesso a água enquanto direito humano acaba sendo incluído nos “difíceis ecos dos direitos humanos”.

Aliando as políticas públicas que vai de encontro com a real necessidade dos atores sociais e cidadania, poderá ser uma mais-valia pra o alcance dos direitos humanos ou mais do que isso, cada cidadão cabo-verdiano poderá ter o mínimo de água que satisfaça as necessidades básicas.

Pois á água mais do que um elemento essencial para a sobrevivência humana, ela acaba sendo, um elemento de democracia, da cidadania e participação da sociedade civil que em meio as marcas geracionais acaba criando cada vez mais discrepância entre o que o governo propõe e aquilo que realmente garanta a dignidade de humana. Pois como (Melo, 2010), fala do direito humano como sistematização do qual funciona como contrato. Uma vez que falar do direito a água enquanto direito humano, necessitaria de um profundo debate, pois isso acaba criando outras necessidades: primeiro por naturalmente o país usufruir da falta de água. Além disso, há um grande de número de população que vive em situação de pobreza.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bulto. T. (2015). Muito familiar para ignorar, muito novo para reconhecer: A situação do Direito humano à água em nível global. In: José Esteban Castro, Léo Heller, Maria da Piedade Morais. O direito à água como política pública na América Latina: uma exploração teórica e empírica. Brasília: Ipea.

Comissão Internacional de Grandes Barragens, 2008 http://www.cbdb.org.br/publicacoes/icold_80_years_traducao.pdf Acesso em 12/12/16.

Marques, R.; Gervásio, J.; & Almeida, J. (2014). Desenho do novo Quadro Institucional do Sector de Água e Saneamento em Cabo Verde. 12.o Congresso Da Água / 16.o ENASB / XVI SILUBESA.

Melo, M. (2010). Direitos humanos e cidadania. In: Lunardi. G; Secco. M. Fundamentação Filosófica dos Direitos Humanos. Florianópolis: UFSC.

MOREIRA, E. (2014). Gênero e Desenvolvimento Rural: Mulher e a Agricultura nas Imediações da Barragem de Poilão. Apresentado a universidade de Cabo Verde (Uni-CV) para a obtenção do Grau de Licenciatura em Ciências Sociais.

Relatório à Conferência Rio +20, 2012. Cabo Verde no contexto do Desenvolvimento Sustentável. Junho.
<<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/1036capeverdesummary.pdf>>. Acesso em 16/12/16

Relatório Diagnóstico do Sector de Água e Saneamento em Cabo Verde. (2007). Novembro.

Rosa, Q. (2014). Cabo Verde: Das políticas Públicas aos Objetivos do Desenvolvimento do Milénio. Trabalho de Projeto para obtenção do grau de Mestre em GPP – Gestão e Políticas Públicas apresentado ao Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas da Universidade de Lisboa.

Souza, C. (2007). Estado da Arte da Pesquisa em Políticas Públicas. In: Hochman, G.; Arretche, M. e Marques (org.). Políticas Públicas no Brasil. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz.

Varela. L. Desafios ao Direito Humano à Água e a sustentabilidade dos serviços em Santa Cruz, Cabo Verde. Ambiente & Sociedade n São Paulo v. XIX, n. 41 n p. 209-228 n jan.-mar. 2016.

I SÉRIE — N° 13 «B. O.» da República de Cabo Verde. (2015). De 20 DE Fevereiro. <<http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/cvi148923.pdf>>. Acesso em 16/12/16.

O PROTAGONISMO FEMININO NA CONSTRUÇÃO DE CISTERNAS DE PLACAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Tatiane Cavalcante de Sousa

Universidade Federal do Ceará

tatianenojosa@gmail.com

Andressa Melany Lima da Cruz

Universidade Federal do Ceará

Suellen Barbosa Machado

Universidade Federal do Ceará

Ana Paula Coelho Sampaio

Universidade Federal do Ceará

RESUMO

A água é um recurso natural precioso, regulador da vida no planeta. Dada a sua importância é preocupante o gerenciamento do uso da água. Nos últimos anos se tornou recorrente falar sobre a crise da água e discutir sobre a gestão desse recurso escasso em determinadas regiões áridas e semiáridas do mundo. Alguns estudiosos apontam não somente para os problemas relacionados ao gerenciamento da água, mas também para a pobreza que é consequência da desigualdade social causada pelo acesso restrito à água. Por isso, esse estudo apresenta a implementação das cisternas de placas no Nordeste brasileiro, que tem o objetivo de minimizar o sofrimento das famílias nordestinas que não possuem água encanada, enfatizando o papel da mulher rural, como protagonistas no desenvolvimento e continuidade do projeto.

Palavras-chave: Mulheres Rurais; Água; Desenvolvimento Social.

1. INTRODUÇÃO

A água é o bem mais essencial para a manutenção da vida na terra, porém embora haja tanta riqueza nos oceanos e lençóis freáticos, regiões do planeta sofrem diariamente com a sua quase total ausência. Exemplo disso são os meses de estiagem no semiárido do nordeste brasileiro, que é o mais populoso do mundo e precisou aprender a conviver com a irregularidade da presença do líquido precioso, que só aparecia com certa abundância em alguns meses do ano, na presença das chuvas.

Nesse imperativo de sobreviver às adversidades, começou-se a pensar numa estratégia que viesse a minimizar os efeitos dessa falta de água, pelo menos no que dizia respeito às necessidades básicas das famílias, pois para poder cozinhar ou tomar banho, as mulheres, em regra geral, tinham que percorrer enormes distâncias para obtenção dessa água em açudes ou poços que nem sempre tinham sua qualidade assegurada. Assim, um pedreiro nordestino desenvolveu o que ficou conhecido como cisterna de placas, uma estrutura ovalada que passou a ser instalada nas casas sertanejas, capaz de captar a água da chuva e armazená-la por períodos

de até cinco meses, recebendo um financiamento para sua instalação por instituições privadas e governamentais através da sociedade civil organizada em Organizações Não-Governamentais (ONG's), sendo intitulado Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC).

Nesse beneficiamento das famílias que convivem com o semiárido, insurgiu nas terras áridas a semente da igualdade. Por vezes tão silenciada, a mulher passa a ter seu papel mais influente não apenas pelo fato de não precisar mais percorrer longas distâncias para aquisição da água, mas como mãos capazes de se tornar pedreiras e construir literalmente as cisternas, como também líderes comunitárias, negociantes e representativas nesse processo de instalação.

Esse protagonismo feminino chamou a atenção em visita a uma dessas ONG's, localizada em Fortaleza-CE, que participou ativamente do projeto P1MC em comunidades do interior do referido estado, nos incitando a curiosidade da necessidade de buscar compreender como de fato a mulher se posicionou dentro desse processo e teve sua vida modificada através do acesso mais simplificado a água. Além de também sermos mulheres nordestinas e saber das dificuldades ainda tão grandes da igualdade de gênero, a busca pelo maior entendimento do nosso semiárido e as técnicas insurgentes de convivência nos levaram a consolidação da necessidade de produzir este artigo.

Para tal, o objetivo principal se pautou em demonstrar como a construção de cisternas alavancou a busca da igualdade de gênero dentro de comunidades do semiárido nordestino e como objetivos específicos, caracterizar o semiárido entendendo melhor seus fenômenos, apresentando uma de suas estratégias de convivência que é a construção das cisternas de placas e elucidar a participação da mulher dentro desse programa de abastecimento de água.

2. CARACTERIZAÇÃO DO SEMIÁRIDO

Atualmente o semiárido brasileiro ocupa uma área de 982.563,3 km², que abrange 1.133 municípios da região Nordeste e a porção setentrional de Minas Gerais. Dessa área, 89,5% corresponde a Região Nordeste, compreendendo a maioria dos estados nordestinos, com a exceção somente do Maranhão (IBGE, 2017). Trata-se da região semiárida mais extensa e populosa do mundo, cerca de 22 milhões de pessoas vivem nesta área, o que representa 46% da população nordestina e 13% da brasileira (Malvezzi, 2007).

A maior parte de região é ocupada pela caatinga. Etimologicamente, caatinga quer dizer “mata branca”, e constitui-se numa vegetação formada por plantas com adaptações morfofisiológicas ao clima seco (xerófitas), dentre estas podemos ressaltar: folhas modificadas em espinhos (juremas – *Mimosa* spp.), cutículas altamente impermeáveis (catingueira – *Caesalpinia pyramidalis*), caules suculentos (*Cactaceae* e *Bromeliaceae*), sistema radicular capaz de acumular reservas nutritivas e água (umbu – *Spondias tuberosa*), folhas caducas que caem na estação seca (marmeleiros – *Croton* spp.). A caducifolia confere a vegetação o aspecto morto, garranchento e espinhoso. As primeiras chuvas revitalizam a flora e esta floresce e frutifica rapidamente no intuito de perpetuar as espécies.

A precipitação média anual é 800 mm, embora em algumas áreas a precipitação média não exceda os 400 mm anuais. Trata-se da região semiárida mais chuvosa do planeta. Entretanto, apesar do volume razoável de chuva, a acumulação de água

subterrânea não é simples, devido à formação geológica. O subsolo é formado em 70% por rochas cristalinas, rasas, que dificultam a retenção de água e a formação de mananciais perenes (Garcia, 2013).

A ocorrência de água no semiárido é marcada por sua grande variabilidade espacial e temporal. Vale ressaltar que a quantidade de água da chuva é menor que a evaporação nos corpos hídricos. Segundo Malvezzi (2007), esse fato acarreta um déficit hídrico, pois a evaporação é três vezes maior do que a precipitação e a escassez de água em muitas regiões tem gerado a necessidade de se transportar esse recurso de locais longínquos para abastecer as populações e atender as atividades produtivas. Também, faz-se necessário que o homem do campo acesse esse recurso, tanto para consumo como para as atividades agrícolas.

2.1. A convivência com o semiárido

Conforme Baptista e Campos (2013), conviver com o semiárido significa viver, produzir e desenvolver-se, promovendo a partilha, a justiça, a equidade e a preservação do meio ambiente. Dessa forma, não se trata de “combater a seca”, mas de buscar um novo paradigma de desenvolvimento socioeconômico e ambiental.

Conti e Pontel (2013) salienta que o desenvolvimento deve superar as desigualdades estruturais de forma a conduzir a ascensão humana. Portanto, faz-se necessária uma nova racionalidade que seja ética, pautada por valores, teorias e orientações de base ecológica, que influencie nas mudanças comportamentais das pessoas e nas políticas de desenvolvimento adotadas para a região.

O segredo da convivência está em compreender como o clima funciona e adequar-se a ele de forma inteligente e ambientalmente correta. Esta mudança na percepção da complexidade territorial é fundamental para resgatar e construir relações harmônicas entre o homem e a natureza, com intuito de melhorar a qualidade de vida das famílias sertanejas. Esse entendimento permite enxergar as características do semiárido, seus limites e potencialidades. Nesse sentido, o desenvolvimento do semiárido está relacionado à incorporação de uma nova mentalidade em relação às suas características ambientais e a mudanças nas práticas e no uso indiscriminado dos recursos naturais (Malvezzi, 2007; Conti; Pontel, 2013).

Essa busca para adaptar-se ao semiárido deve também refletir as relações entre as pessoas e delas com o meio ambiente. É fundamental considerar a abordagem de gênero. Sabe-se que, historicamente, as mulheres lidam com a subordinação e opressão em relação aos homens nos espaços de decisão, no trabalho, na família e na política. Deste modo, é imprescindível desenvolver as relações entre homens e mulheres a partir dos princípios da igualdade, da equidade e da justiça. Nesse sentido deseja-se garantir o direito da mulher aos recursos como: abastecimento de água, alimentos em quantidade e qualidade; acesso à terra, crédito, trabalho e renda; formação profissional, escolarização, saúde, mercado, controle e gestão de benefícios sociopolíticos (Schistek, 2013). Essa perspectiva de convívio com o semiárido, alicerçada na sustentabilidade e igualdade de gênero, terá que garantir o empoderamento das mulheres, através do reconhecimento das atividades agrícolas que desempenham.

Difundiu-se, culturalmente, que o semiárido é uma região que não chove, que apresenta solos calcinados, matas secas e as estiagens são prolongadas. Esse é um ponto de vista, ao mesmo tempo, real e ideológico, muitas vezes utilizado para atribuir

a natureza problemas políticos, sociais e culturais, historicamente construídos. Nesse sentido, foram adotadas políticas assistencialistas que visavam o combate à seca, intituladas frentes de trabalho, que se restringiam ao uso de carros-pipa e a escavação de açudes em grandes propriedades rurais. Estes mecanismos favoreceram a concentração da terra, da água, do saber, do poder e o aumento crescente da fome e da miséria na região (Malvezzi, 2007; Baptista; Campos, 2013).

É indispensável adquirir uma cultura que armazene o produzido em tempo de bonança para utilizá-lo no futuro e, assim, garantir a vida e a segurança alimentar (Baptista; Campos, 2013). A água é o principal bem a ser estocado, haja visto que este recurso é indispensável para a sobrevivência. É um direito humano fundamental ter acesso à água de qualidade. Neste sentido, é necessário assegurar condições de armazenamento da água com vistas a garantir o consumo humano e a produção alimentar.

Vale ressaltar, todavia, que para ocorrer essa mudança atitudinal, na convivência e desenvolvimento do semiárido, será necessário um conjunto de ações sociais, econômicas, culturais e políticas, articuladas com a disseminação e a afirmação de valores e práticas de igualdade e respeito à democratização e o acesso à água (Conti; Pontel, 2013).

3. AS ESTRATÉGIAS DE CONVIVÊNCIA: MOBILIZAÇÃO DA SOCIEDADE CIVIL E AS CISTERNAS

3.1. As cisternas de placas

O solo pedregoso da caatinga dificulta a passagem da água da chuva para o subsolo, fazendo com que a maioria dessa água se perca, sendo subaproveitada no semiárido mais chuvoso do planeta. Observando essa problemática, um pedreiro sergipano desenvolveu uma tecnologia que veio a ser conhecida como cisterna de placas.

A construção das cisternas é executada pela própria comunidade, com a aquisição de materiais e mão de obra na própria região, promovendo, geração de renda local. Esses reservatórios apresentam forma ovalada, onde cerca de dois terços da sua altura total encontram-se enterrados no chão. As cisternas são hermeticamente fechadas, não permitindo assim, a entrada de luz, objetivando assegurar o acesso à água para consumo da população da zonal rural do semiárido brasileiro. O volume d'água armazenado é suficiente para abastecer água para beber e cozinhar para uma família de até cinco pessoas durante um período de até oito meses. Vale destacar, que as cisternas representam um meio de promover à saúde e a da segurança alimentar e nutricional das famílias (Arsky *et al.*, 2013; Gnadlinger, 2011).

Essa água é captada através de calhas de zinco ou PVC, instaladas nos telhados das casas, que conduzem a água até o tanque de armazenamento, que tem sua capacidade definida a partir do número de moradores de cada residência, girando em torno, no Ceará, de 16.000 a 21.000 mil litros. A exemplo, os cálculos afirmam que, para instalação de uma cisterna de 16.000 L, se faz necessário um telhado cuja área seja de aproximadamente 33 m² e é capaz de abastecer uma família de quatro pessoas pelo período de cinco meses, baseada na utilização de 25 L/dia/pessoa.

Baseado em Ceará (2010), as vantagens de utilização dessa estratégia de contenção, é seu baixo custo de construção, sendo feito também em um curto período de tempo e com ferramentas por vezes, disponíveis nas comunidades rurais, fornecendo uma

água de boa qualidade em um equipamento ecologicamente correto, reduzindo assim, o tempo gasto na busca de água, a diminuição da dependência governamental e seus carros-pipa e a fixação do homem no campo com melhores recursos.

Porém, quando se parte para a efetiva implementação, surgem impasses tais como: a necessidade de pedreiros qualificados e a indisponibilidade de recursos financeiros por parte das famílias rurais. Assim inicia-se a luta por financiamentos de modo a beneficiar o maior número de famílias possíveis culminando com o nascimento do Projeto Um Milhão De Cisternas (P1MC) que obteve recursos de maneira descentralizada, ou seja, não apenas do governo federal, mas também de entidades internacionais, instituições privadas como bancos, empresas, etc. que pelo projeto ter nascido na sociedade civil, faziam o repasse de verbas para entidades ligadas a movimentos sociais e acompanhavam esse processo de implementação.

Conforme Sales (2016), o programa de construção de cisternas para captação e armazenamento de água da chuva, foi concebida a partir dos encontros da Terceira Convenção de Combate à Desertificação e à Seca da Organização das Nações Unidas (ONU) ocorrido em Recife no ano de 1999. Daí resultou a “Declaração do Semiárido”, cujo objetivo é a sustentabilidade da vida no semiárido, e onde se fundou a Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA). A ASA é uma rede formada por organizações da sociedade civil que objetiva fortalecer a sociedade civil na construção de processos participativos para o desenvolvimento sustentável e a convivência com o semiárido.

A implementação desse sistema repercute na qualidade de vida das famílias, haja visto que diminuem a incidência de doenças de veiculação hídrica e, conseqüentemente, a mortalidade infantil. Também, ameniza o trabalho das mulheres de abastecer os lares. Sendo assim, a dimensão social da sustentabilidade é atingida e proporciona à redução das desigualdades sociais e a ampliação da coesão social, na proporção que garante direitos fundamentais aos mais vulneráveis, o que possibilita a fixação do homem no campo, além de garantir às famílias técnicas agrícolas sustentáveis. Já a dimensão econômica é refletida pelo baixo valor unitário do investimento, na durabilidade e facilidade de manutenção do equipamento, e nos benefícios economicamente mensuráveis obtidos pelos beneficiários (Arsky, 2009).

Segundo Sales (2016) esses reservatórios não suprem as grandes demandas por água, como irrigação e aglomerados urbanos, mas representa um meio para atender as necessidades de comunidades rurais.

3.2. O programa Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC)

O programa P1MC nasceu da sociedade civil organizada que começou a procurar apoio e parcerias para a consolidação da construção de um milhão de cisternas nas comunidades nordestinas do Brasil, edificando os reservatórios se aproximando das famílias. Para tal, foi criada uma Comissão Municipal, que ficava responsável por registrar as reuniões, mobilizar e organizar os cursos de gerenciamento de recursos hídricos e de pedreiros, além de selecionar as comunidades e famílias a serem beneficiadas pelo projeto e supervisionar a execução do programa, desde a realização dos cursos a efetiva construção das cisternas (Baptista; Campos, 2013).

Seguindo os critérios estabelecidos pelo Programa, as comunidades a serem beneficiadas eram escolhidas pela observação dos seguintes indicadores: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH); número de crianças e adolescentes em situação de

risco e taxa de mortalidade infantil. Obedecendo a esses critérios, a comunidade passava a ser integrante do programa e as famílias eram beneficiadas a partir de outras exigências, tais como famílias cujo chefe era mulheres; número de crianças de 0 a 6 anos bem como frequência dessas crianças na escola; número de adultos com idade igual ou superior a 65 anos e existência de deficientes físicos e mentais.

O referido programa teve início em meados ano 2000 e segundo o site da ASA, em março de 2017 já haviam sido construídas 596.668 cisternas rurais, assegurando o direito à água potável, bem como uma maior segurança alimentar e autonomia a famílias que antes possuíam menos acesso a esse recurso. O que vale ressaltar também é que tão importante quanto a maior disponibilidade desse recurso, foi à organização da comunidade rural para a efetivação desse fim.

O protagonismo do camponês, através de suas organizações comunitárias, foi a argamassa principal para se articular na busca de melhorias, de maneira que chover hoje no sertão não é garantia apenas de colheita, mas também de água para o consumo humano, produção de alimentos e criação animal.

3.3. Sociedade Civil Organizada: O Esplar e suas lutas

A convivência com o semiárido possuía seus agentes de lutas bem antes da instituição do P1MC. Centenas de Organizações Não-Governamentais (ONGs), já atuavam no intuito de buscar melhorias não só no que diz respeito a água, mas aos diversos outros desafios que assolam o camponês diariamente.

Nesse sentido, foi fundada em 1974, uma dessas organizações sem fins lucrativos, com sede em Fortaleza - CE, chamada Esplar, um centro de pesquisa e assessoria para atuar em municípios do semiárido cearense, com foco principalmente na agricultura familiar.

Segundo o site da referida instituição, (Esplar, 2017) seus trabalhos são realizados sob temáticas tais como a promoção à justiça ambiental e igualdade de gênero, a partir do direito à terra, à água e a biodiversidade. No que diz respeito à temática água, desde o ano de 1998 o Esplar já desenvolvia atividades na busca de assegurar esse direito por parte dos camponeses, tendo, no ano de 1992, construído duzentas e cinquenta cisternas no município de Tauá-CE, como parte de ações do Plano de Desenvolvimento Agroecológico do município.

Por essas experiências anteriores, o Esplar começou a atuar ainda na fase piloto do P1MC, sendo responsável por um dos núcleos municipais, no papel de Unidade Executora Municipal, definidos pela Caritas diocesana, no estado do Ceará, como nos contou uma das integrantes do projeto atuantes na instituição.

Sendo responsável pela construção de mais de dez mil cisternas no estado, o Esplar veio se consolidando nessa luta do acesso a água e difundindo seus tentáculos em outras práticas, tais como a produção do algodão agroecológico, livre de agrotóxicos e passível de práticas sustentáveis como a não agressão do solo em processos como as queimadas, a exemplo, e trabalhando o plantio associado com outras culturas.

Com a realização desse trabalho de base e suas sondagens, não só se definia a família a ser beneficiada pelo reservatório, como era feito um acompanhamento a respeito da real necessidade da instalação daquele equipamento, o que levou o Esplar as comunidades e casas desses moradores rurais e tecer relações não apenas no cunho funcional da instalação, visto que havia a preocupação de capacitar a mão-de-

obra dentro da própria comunidade, mas também no seu âmbito cultural, sobretudo no que diz respeito ao papel da mulher nesse processo.

Podemos constatar anteriormente, que o critério primário de escolha das famílias para recebimento das cisternas era que as mesmas tivessem mulheres como chefes do lar. Mas o que poderia existir para além disso? Não seria a mulher por vezes, a grande responsável por percorrer os incontáveis quilômetros na busca do líquido quase sagrado e agora o tinha no seu quintal?

Esses questionamentos também perpassaram algumas das diversas associações envolvidas no processo, tais como o Esplar, e buscaram incluir a temática da igualdade de gênero em uma proposta que foi muito além da água.

4. A PARTICIPAÇÃO DA MULHER NO PROGRAMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA REGIÃO SEMIÁRIDA NORDESTINA

As desigualdades de gênero foram produzidas e reproduzidas na nossa sociedade, de tal modo que, esse processo determinou papéis antagônicos para homens e mulheres, sustentados em valores patriarcais.

Na divisão do trabalho no contexto da agricultura é possível enxergar de forma explícita as desigualdades expressas nas relações sociais de gênero, ao homem se encarrega geralmente à exclusividade de desenvolver serviços que demandam maior força física. À mulher, de um modo geral, lhe compete apenas executar tanto as atividades ligadas a casa ou ao serviço agrícola, como as de caráter menos pesado.

Com grande participação e contribuição nas comunidades rurais, em especial no semiárido, o trabalho da mulher desempenha um papel desvalorizado. As atividades econômicas desenvolvidas pelas mulheres nas comunidades continuam a ser consideradas como complementares à renda familiar diante de políticas públicas.

Os programas governamentais voltados para a agricultura familiar que reproduzem a divisão social do trabalho contribuem cada vez mais para a invisibilidade feminina e conseqüentemente a desconsiderá-la enquanto trabalhadora, uma vez que a sua participação vista como ajuda omite o seu direito de igual participação no resultado do trabalho. Esta relação gera injustiça, pois ignora a sua contribuição econômica na produção agrícola e nega a sua condição de trabalhadora. (Nascimento *et al.*, 2013).

As mulheres no campo exercem responsabilidades tanto na produção quanto nos trabalhos domésticos. Isso inclui também buscar água em poços ou lagoas, gerenciar água potável, cozinhar, lavar, limpar e cuidar dos filhos. Elas são responsáveis pela gestão da saúde da família e limpeza, além de tarefas agrícolas, como cuidar de jardins e animais.

Em períodos de falta de água ou desprovisionamento, provocado por problemas de cunho ambiental e má distribuição local, o trabalho da mulher aumenta, devido às dificuldades para realizar o abastecimento da casa. De acordo com Melo (2010) quando o transporte da água é realizado a pé, se torna uma atividade ainda mais difícil numa época de seca, pela redução no número de fontes de água. Além de necessitar andar mais para adquirir a água, a mulher precisa ficar à espera da água, uma vez que, a fonte é uma cacimba e na ocorrência de uma seca, facilmente se esgota por constantes retiradas de água realizadas pela população local necessitada.

A Construção de cisternas de placas foi um desenvolvimento alternativo de abastecimento para o semiárido, e as famílias nordestinas que convivem com a

escassez hídrica no solo pudessem ter acesso à água de boa qualidade, armazenada das chuvas, para o consumo (Centro feminista 8 de Março, 2006).

Com a implantação das cisternas de placas pelo programa nacional “Um Milhão de Cisternas” atuante no semiárido nordestino apoiado pela ASA, já expresso no presente artigo, foram realizadas obras de construção de cisternas feitas por famílias rurais e capacitadas pelo próprio programa. Foram também realizados serviços gerais de escavação, aquisição e fornecimento da areia e da água. Eles ganham pelo serviço prestado, e a contribuição das famílias na construção das cisternas se caracteriza como a contrapartida no processo.

É por meio dessas cisternas que as famílias adquirem água de qualidade para o consumo humano. Como resultado, houve uma melhoria significativa na saúde das famílias. Além disso, as cisternas possibilitaram às mulheres mais tempo para desempenhar outras atividades. A capacitação para a função de pedreira dura cerca de uma semana, tempo médio de construção de uma cisterna. (Centro feminista 8 de março, 2006).

Segundo dados da ASA (2010), o programa tem priorizado bastante a mobilização das famílias para a convivência com a região. As mulheres se envolvem nos cursos, nas capacitações para funções de pedreira, nos intercâmbios de experiências, também se tornam grandes educadoras, não apenas para sua família, mas também para toda a comunidade. Portanto, ganhando assim, mais autonomia nas decisões de sua própria família e de sua comunidade.

Desse modo, novas atribuições são dadas às mulheres em virtude da construção de cisternas, e vem mostrando que esse trabalho não deve ser incumbido à apenas aos homens. As mulheres são capazes de construir cisternas e assim se tornando possível vencer todos os preconceitos no que diz respeito ao que é trabalho do homem e do que é trabalho da mulher.

Pontes (2012) ratifica que, é necessário que as mulheres sejam reconhecidas como agentes do espaço público, por sua luta pela terra, água e pelo acesso aos programas de desenvolvimento rural. O seu papel deve ser reconhecido para além do trabalho doméstico. Logo, a importância à cerca do movimento de lutas e mobilização social para contribuição de um aprendizado político, em que as mulheres exerçam ações que possam diminuir a submissão de gênero.

5. DISCUSSÃO E RESULTADOS

Os resultados obtidos para o presente artigo se basearam à cerca de informações colhidas dos órgãos responsáveis pela execução de cisternas de placas, sendo este, por meio do endereço eletrônico da ASA. Como ferramenta de auxílio à pesquisa considerou a tese “*Gendered Waters: the Participation of Women on the Program ‘One Million Cisterns’ in the Brazilian Semi-arid Region*” escrita por Andrea Ferreira Jacques de Moraes em associação com a Instituição Esplar, que por desta, realizamos um breve diálogo com Elzira, sócia fundadora da ONG e coordenadora do P1MC durante dez anos.

Em primeira instância, foi constatado que, a existência de liderança feminista entre as ONGs participantes foi essencial para chamar atenção quanto à questão do gênero no programa. Em diversas localidades do Nordeste a atuação das organizações feministas levantou a questão da política e da economia da participação das mulheres

no programa, ao mesmo tempo, mobilizando dentro da ASA a exigência de treinamentos para as mulheres que se interessarem pela construção de cisternas.

Um dos principais desafios enfrentados pelas mulheres na construção de cisternas deveu-se de que as mesmas seriam incapazes de realizar tal ofício, e que seriam difíceis demais para mulheres executar, expressando, portanto, de que apenas homens eram capazes de executar. Quando as mulheres executaram, as comunidades passaram a expressar que a construção de cisternas era de fato fácil e que por isso, as mulheres conseguiram.

Outro desafio enfrentado por mulheres foi o tamanho das placas para construir as cisternas. As placas aumentaram de tamanho e por isso se tornaram pesadas e somente homens poderiam carregá-las. Diante disso, mulheres que estavam construindo cisternas desistiram do trabalho, as ferramentas eram inapropriadas para o trabalho da mulher, baldes de água e de cimentos, por exemplo, eram bastante pesados para a capacidade física da mulher.

Elzira informou que a participação das mulheres na construção de cisternas lhe trouxe justamente essa preocupação, em vista que, o trabalho como pedreira poderia ser insalubre para mulher. Além disso, ela declarou que a participação da mulher também deve ser tomada a partir da atuação política das mulheres nas comunidades, do fortalecimento das organizações feministas.

As mulheres capacitadas para execução das cisternas ensinavam mulheres de diferente outras comunidades e localidades, dessa forma, era necessário à disponibilidade de se estar viajando, e por motivos pessoais, ou até mesmo da família não apoiar, essas mulheres encarregadas de ensinar tiveram que desistir.

Contudo, um dos pontos positivos trazidos pelo programa foi pelo destaque dos os ganhos financeiros decorrentes de mudanças nas atividades econômicas desenvolvidas pelas mulheres na construção de cisternas, o ganho era dez vezes maior em frente à atividade de descascar mandiocas. Ademais, as mulheres expressaram gostar do trabalho e se sentiam recompensadas. A conquista das mulheres quanto à capacitação de construir cisternas trouxe também possibilidade de poder construir ou reformar suas próprias casas.

Outro ponto positivo advindo do P1MC é que se teve uma melhoria das condições para trabalhar em direção ao desenvolvimento sustentável, segurança alimentar e igualdade de gênero. Como também, ganhos de conhecimento sobre terra e agricultura, bem como gênero e consciência social. A construção de cisternas representa uma tecnologia essencial e reconhecida como grande impacto assertivo nos períodos de estiagem do semiárido.

A execução do programa tem possibilitado o reconhecimento do papel das mulheres no desenvolvimento da região, da sua comunidade e da sua família. Na realidade, é mostrar que seu trabalho tem igual valor ao trabalho dos homens e de seus companheiros. A promoção da igualdade entre mulheres e homens é construir uma convivência sustentável com o Semiárido.

No caso de Fortaleza – Ceará, as comissões de liderança a respeito da importância da discussão do gênero foram suficientes para abrir espaços para a participação das mulheres. A ONG que coordena o P1MC em Fortaleza, Esplar, desempenha um compromisso através da perspectiva feminista, o fortalecimento da auto-organização das mulheres em espaços como os sindicatos, associações comunitárias, grupos de mulheres e movimentos feministas, em busca de igualdade e autonomia.

Na Esplar é desenvolvido iniciativas para grupos de mulheres em assentamentos e comunidades. A Instituição trabalha com mulheres agrícolas numa perspectiva de capacitação feminista, em especial a aquelas comunidades em que ainda não possuem uma abordagem organizacional. A participação das ONGs encoraja e amplifica a atuação das mulheres rurais em políticas, movimentos e programas.

Para as mulheres ocuparem esses espaços, sua ligação às organizações e às redes feministas é primordial. Esses vínculos fornecem compromisso, inteligência, irmandade e apoio à mudança das mulheres: em termos de cultura, educação, direitos, reflexão, autoestima e socialização.

6. CONCLUSÃO

O objetivo principal deste trabalho foi apresentar os resultados obtidos pelo projeto P1MC desde a sua implementação há 17 anos atrás, projeto este que visava melhorar a qualidade de vida da população rural frente as adversidades de se viver no semiárido nordestino e que por fim, alcançou o objetivo pretendido e ainda concedeu uma mudança significativa na vida das mulheres rurais devido à sua participação em comissões municipais, que expandiram seu alcance de ação e de conhecimento. E nesse contexto mais amplo, o Nordeste brasileiro tem conseguido apesar de uma resistência significativa de desenvolvimento das políticas sociais criar oportunidades para a população sertaneja, em especial as mulheres.

7. REFERÊNCIAS

Arsky, I. C. *A sustentabilidade dos programas e políticas públicas de captação e manejo de água de chuva para a garantia da soberania e segurança alimentar no semiárido brasileiro*. In: Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água da Chuva, 7, 2009, Pernambuco. Anais. Disponível em: <http://www.abcmac.org.br/files/simpósio/7simp_arsky_asustentabilidade.pdf>. Acesso em: 14/04/2017.

Arsky, I. C. Santana, V. L. Pereira, C. M. Acesso à água no semiárido: a água para o consumo humano. In: Conti, I. L. e Schroeder, E. O. (Org.). *Convivência com o semiárido brasileiro: autonomia e protagonismo social*. Brasília, DF. Editora IABS, 2013. Disponível em: <<http://www.asabrazil.org.br/images/UserFiles/File/convivenciacomosemiaridobrasileiro.pdf>> Acesso em: 19/02/2017.

Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA) (2010). *Cisternas trazem novas atribuições socioeconômicas a mulheres do semiárido*. Disponível em: <<http://www.asabrazil.org.br/acoes/p1-2>>. Acesso em: 08 abr. 2017.

Baptista, N. Q. Campos, C. H. (2013). A convivência com o semiárido e suas potencialidades. In: Conti, I. L. e Schroeder, E. O. (Org.). *Convivência com o semiárido brasileiro: autonomia e protagonismo social*. Brasília, DF. Editora IABS. Disponível em: <<http://www.asabrazil.org.br/images/UserFiles/File/convivenciacomosemiaridobrasileiro.pdf>> Acesso em: 19/02/2017.

Brasil. IBGE. Áreas especiais. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/semiario.shtm?c=4>>. Acesso em: 21/02/2017.

Ceará. Secretaria dos Recursos Hídricos (2010). *Cisterna de placas: construção, uso e conservação* / França, F. M. C. [et al.] - Fortaleza: Secretaria dos Recursos Hídricos..

Centro Feminista 8 de março (2006). *Construindo cisternas, desconstruindo tabus: mulheres capacitando mulheres para o acesso à água*. Cadernos 8 de março. Mossoró. Centro Feminista 8 de março.

Conti, I. L. Pontel, E. (2006). Transição paradigmática na convivência com o semiárido. In: Conti, I. L. e Schroeder, E. O. (Org.). *Convivência com o semiárido brasileiro: autonomia e protagonismo social*. Brasília, DF. Editora IABS, X. Disponível em:

<<http://www.asabrazil.org.br/images/UserFiles/File/convivenciaomosemiaridobrasileiro.pdf>> Acesso em: 19/02/2017.

Esplar (2017). *O Esplar: quem somos*. Fortaleza, CE. Disponível em: <<http://www.esplar.com.br/o-esplar/quem-somos>> Acesso em: 21 mar.

Garcia, I. F. (2013). *Convivência com o semiárido e organização da sociedade civil no sertão do Araripe (PE)*. 2013. 175f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) – Instituto de Ciências Humanas e Sociais. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://r1.ufrjr.br/cpda/wp-content/uploads/2013/05/Conviv%C3%Aancia-com-o-semi%C3%A1rido-e-organiza%C3%A7%C3%A3o-da-sociedade-civil-no-Sert%C3%A3o-do-Araripe-PE.pdf>>. Acesso em: 19/02/2017.

Gnadlinger, J. (2011). Captação de água de chuva: Uma ferramenta para atendimento às populações rurais inseridas em localidades áridas e semiáridas. In: Medeiros, S. S. Gheyi, H. R. Galvão, C. O. Paz, V. P. S. (Editores). *Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas*. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido.

Malvezzi, R. (2007). *Semiárido: uma visão holística*. Brasília, DF. Confea. Disponível em: <<http://www.agrisustentavel.com/doc/Semi-arido.pdf>>. Acesso em: 19/02/2017.

Melo, L. A. (2010). *A mulher agricultora: relação íntima com a água*.

Moraes, A. F. J., Rocha, C. (2013). Gendered waters: the participation of women on the 'one million cisterns' rainwater harvesting program in the Brazilian semi-arid region. *Journal of cleaner production*, v.60: 163-169.

Nascimento, S. M. V.; Rodrigues, F. C.; Santos, N. A. (2013). *Agricultura familiar, agronegócio e a produção das trabalhadoras rurais: processos de expropriação, dominação e resistência na zona rural do Maranhão*. VI Jornada Internacional de Políticas Públicas. São Luís-MA, p. 1-9.

Pacheco, M. E. L. (2009). *A questão de gênero no desenvolvimento agroecológico*. Disponível em: <http://www.asabrazil.org.br/sugestao-de-leitura?cat_show=141#categoria_img> Acesso em: 08/04/2017.

Pontes, E. T. (2012). *A estreita relação entre mulher e água no semiárido: o caso do programa um milhão de cisternas rurais*. DOI: 10.5212 / Rlagg. v. 4. i1. 3070. Revista Latino-Americana de Geografia e Gênero, v. 4, n. 1, p. 14-21.

Sales, M. L. S. (2016). *Avaliação financeira e econômica das ações de captação, acumulação e suprimento de água no estado do Ceará*. 107f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Departamento de Economia Agrícola. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza,

Schistek, H. (2013). O semiárido brasileiro: uma região mal compreendida. In: Conti, I. L. e Schroeder, E. O. (Org.). *Convivência com o semiárido brasileiro: autonomia e protagonismo social*. Brasília, DF. Editora IABS. Disponível em: <<http://www.asabrazil.org.br/images/UserFiles/File/convivenciacomosemiaridobrasileiro.pdf>> Acesso em: 19/02/2017.

PEGADA HÍDRICA DA PRODUÇÃO DE COCO EM TRAIRI-CE

Anne Karolyne Pereira da Silva

Universidade Federal do Ceará
anne.lyne.8@gmail.com

Ana Paula Coelho Sampaio

Universidade Federal do Ceará

Maria Cléa Brito de Figueirêdo

Embrapa Agroindústria Tropical

RESUMO

O Ceará se destaca no cenário brasileiro como um dos estados mais significativos na produção de coco. Entretanto, o Ceará passa por uma renovação produtiva nesse setor, ou seja, observa-se a difusão dos coqueiros anão e híbrido, o distanciamento dos coqueirais do litoral e o foco da produção também está sendo alterado, passando de coco seco para coco verde, objetivando a comercialização da água de coco. A avaliação do ciclo de vida (ACV) é empregada nesse trabalho com o intuito de avaliar a trajetória da cultura do coqueiro anão no município de Trairi – CE, visto que a ACV é uma ferramenta de gestão e até de marketing, auxiliando na compreensão, controle e/ou redução dos impactos decorrentes do ciclo de vida de determinado produto. Contudo, este artigo está focado no estudo dos impactos relacionados com o uso da água, por isso realizou-se a pegada hídrica dessa cultura. O estudo foi realizado adotando como unidade funcional a produção de um quilo de coco por hectare por ano, considerando todas as fases de produção agrícola do coqueiro, ou seja, a produção em um hectare ao longo dos dezessete anos do pomar. Dessa forma, os resultados indicaram que a etapa de produção em campo impactou principalmente as categorias escassez hídrica, eutrofização marinha e ecotoxicidade. Enquanto que as outras categorias avaliadas: eutrofização de água doce, toxicidade humana cancerígena e não cancerígena, os processos produtivos que aumentaram o potencial de impacto ambiental foram o uso e produção de fertilizantes.

Palavras-chave: ACV; Coco; Pegada hídrica.

1. INTRODUÇÃO

A ACV consiste na ideia de analisar a questão ambiental de forma holística. Estudos de ciclo de vida de produtos consideram todos os aspectos e impactos relacionados aos processos de extração de matérias-primas, transporte, fabricação, consumo e descarte final do produto (Chehebe, 1997). Entretanto, esse estudo é focado somente nos impactos causados pelo uso da água, devido à cultura do coqueiro ser uma das mais exigentes com relação à quantidade de água que deve ser utilizada na sua irrigação. Por isso, é utilizada a avaliação da pegada hídrica considerando, apenas, os aspectos e impactos relacionados ao uso da água e que trazem dano potencial à saúde humana, as reservas de recursos naturais e a saúde do ecossistema, em todas as etapas do ciclo de vida do produto (ISO 14046). Para calcular e relatar a pegada hídrica de produtos, processos e organizações tomam-se por base a avaliação de

impactos dos estudos de ACV, de acordo com a ISO 14046, que estabelece princípios, requisitos e orientações para o cálculo da pegada hídrica.

Tendo em vista que a avaliação da pegada hídrica é uma forma de analisar como as atividades humanas ou produtos específicos se relacionam com questões de escassez e poluição da água (Hoekstra, 2002), este estudo torna-se importante para o estado do Ceará, pois este, comumente sofre com os longos períodos de estiagem e a elevada taxa de evaporação.

Por fim, esse estudo tem o objetivo de analisar a cultura do coqueiro anão no município de Trairi – CE sob o ponto de vista da pegada hídrica, considerando a avaliação do seu ciclo de vida. Pretendendo, ainda, responder aos seguintes questionamentos: (1) Qual o maior impacto causado pelo cultivo do coqueiro anão em relação ao uso da água? (2) Como o cultivo do coqueiro anão está correlacionado a escassez hídrica?

2. METODOLOGIA

A produção de coco começa com a seleção das sementes que irão gerar as mudas para o plantio. No sistema tradicional, tem-se duas fases para a produção de mudas: o germinadouro e o viveiro. O primeiro consiste em dispor as sementes, no solo, horizontalmente. E, então, de acordo com a velocidade de germinação as sementes são selecionadas para a etapa de viveiro, onde as mudas são plantadas obedecendo um espaçamento adequado. A irrigação é de fundamental importância nessas fases. Tanto no germinadouro quanto no viveiro recomenda-se quantidades equivalentes de água, contudo, na fase de viveiro também é importante o processo de adubação (Rollemberg, 2007).

A área de plantio definitivo deve ser rigorosamente preparada e essa manipulação inicia-se um mês antes da plantação. A partir disso, começa-se o plantio das mudas onde os coqueiros irão florescer. Contudo, os coqueiros começam sua produção apenas após o segundo ano do plantio, do terceiro ao quinto ano a produção está em crescimento e a partir do sexto ano a produção se estabiliza (Rollemberg, 2007).

Segundo Ferreira *et al.*, 1997, para que a produção de coco obtenha sucesso são necessários bons programas de irrigação e adubação. Portanto, o produtor precisa conhecer o solo em que a cultura será implantada, os aspectos básicos de nutrição, como remoção e a função e os sintomas de deficiência dos nutrientes. Há, ainda, a preocupação com as pragas do coqueiro, fazendo-se necessário o uso de defensivos nas plantações. Complementarmente, são necessários tratamentos culturais para controle de plantas daninhas, como coroamento, roçagem, entre outros.

Diante disso, definiu-se o escopo do estudo, respondendo as seguintes perguntas.

- Função do sistema?

A função de uma planta de coqueiro é gerar coco e a performance pode ser a quantidade de cocos fornecidos por planta;

- Unidade funcional do sistema?

No caso da produção de coco, foi determinado como sendo a produtividade de coco por hectare por ano, ou seja, a geração de 1 (um) quilograma de coco em 1 (um) hectare em 1 (um) ano;

- Fluxo de referência?

O fluxo de referência é o elemento quantitativo associado à unidade funcional, porém, para esse caso, como se trata de produtividade o fluxo de referência é igual à unidade funcional.

- Limites do sistema?

A fronteira tecnológica definida para avaliar a pegada hídrica da cultura do coqueiro anão no Ceará foi a etapa de produção agrícola, ou seja, serão avaliados os impactos da produção de coco no campo que consiste nas etapas de produção de mudas, implantação no pomar e produção no pomar, como exemplificado na figura 1 abaixo.

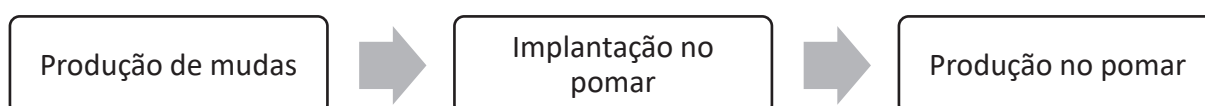


Figura 1 - Fronteira tecnológica do processo de produção de coco
(Fonte: elaborada pelo autor em junho/2017)

As categorias de impactos avaliadas são as que se relacionam com o uso consuntivo e não-consuntivo da água, ou seja, eutrofização de água doce e marinha, escassez hídrica, ecotoxicidade e toxicidade humana cancerígena e não cancerígena. Estes impactos estão relacionados com as atividades de irrigação, fertilização e uso de defensivos inerentes a produção agrícola. A seguir, na figura 2 está esquematizada a cadeia de causa-efeito que relaciona o tipo de uso da água doce aos impactos potenciais, e então, às áreas de proteção: saúde humana, qualidade do ecossistema e recursos.

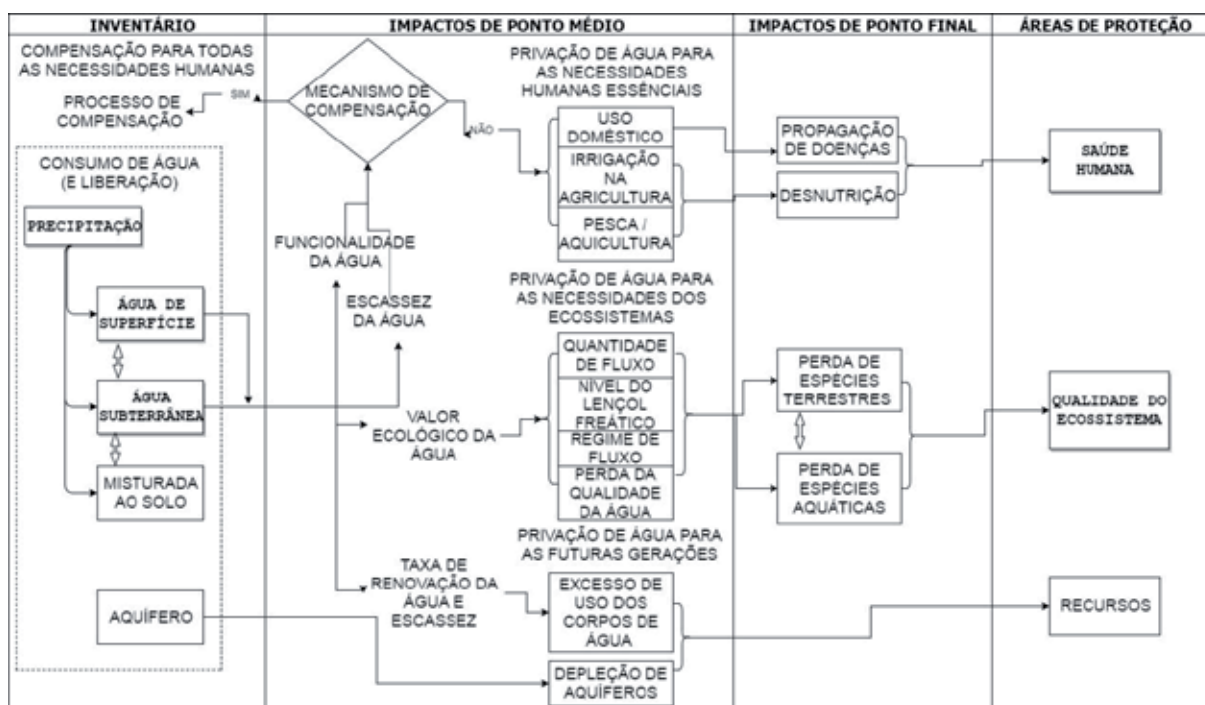


Figura 2 - Relação causa-efeito relacionando o tipo de uso da água aos impactos potenciais
(Fonte: Adaptado de Kounina *et al.*, 2012)

Existem diversos métodos desenvolvidos para avaliar a pegada hídrica de produtos considerando o seu ciclo de vida. Contudo, como explica Boulay *et al.* (2015) ainda há falta de consenso nos métodos desenvolvidos, porém a União Europeia forneceu

um guia com recomendações acerca dos métodos mais indicados para cada categoria de impacto. O quadro 1 contém o resumo dos métodos que serão utilizados para a avaliação dos impactos de interesse nesse estudo.

Quadro 1 – Categorias de impacto

Categorias de impacto	Indicadores	Métodos
Toxicidade humana	Unidade tóxica comparativa para os seres humanos	Modelo USEtox (Rosenbaum et al., 2008)
Ecotoxicidade	Unidade tóxica comparativa para os seres vivos	Modelo USEtox (Rosenbaum et al., 2008)
Eutrofização	Excesso acumulado	ReCiPe Midpoint
Escassez hídrica	O uso de água relacionada com a escassez dos locais	Pfister et al. (2009)

Fonte: adaptado de European Commission (2011)

O método USEtox foi utilizado como indicador, em nível *midpoint*, para a avaliação da toxicidade e ecotoxicidade, utilizando fatores para impactos cancerígenos, não cancerígenos e impactos no ambiente aquático, o qual se baseia na evolução, exposição e efeitos das substâncias químicas. O Recipe, também utilizado em nível *midpoint*, avaliou as substâncias que contribuem para a eutrofização, como os compostos nitrogenadas e fosfatadas. Por fim, o método Pfister *et al.* (2009) avaliou os impactos relacionados com a disponibilidade de água, visto que, este método analisa o consumo hídrico de uma região em relação a sua disponibilidade hídrica (Dias, 2016).

Para a coleta de dados foi definido que os dados primários serão referentes a produção no pomar, visto que, por ser uma produção perene e de, aproximadamente, dezessete anos, os produtores não possuem base de dados do início da produção. Enquanto que os dados secundários serão utilizados, complementarmente, para a produção de mudas e implantação no pomar. Tem-se ainda que para o cálculo das emissões serão necessárias informações morfológicas e ecofisiológicas do coqueiro, as quais são encontradas em literatura, portanto, também serão dados secundários.

Para se determinar como as incertezas dos dados e pressupostos se propagam nos cálculos e como afetarão a confiabilidade dos resultados dos resultados da ACV utiliza-se o método de simulação Monte Carlo, método estatístico que, segundo Goedkoop *et al.* (2013), consiste em tomar uma variável aleatória para cada valor dentro da faixa de incerteza especificada e recalcula os resultados, os quais são armazenados. Em seguida, o cálculo é repetido tomando-se amostras diferentes do intervalo de incerteza, e também este resultado é armazenado. Depois de repetir o procedimento por exemplo 1000 (um mil) vezes, tem-se 1000 (um mil) diferentes respostas. Estas respostas formam a distribuição de incerteza dos dados.

O próximo ponto é estimar o desvio-padrão geométrico, através da matriz Pedigree, de acordo com Goedkoop *et al.* (2013), cada ponto de dados é avaliado com base em seis critérios, confiabilidade, integridade, correlação geográfica, tecnologia adicional e a incerteza básica (que depende do tipo de dados).

No inventário houve a quantificação de todos os aspectos relacionados ao ciclo de vida do coco, em estudo, assegurando os requisitos de qualidade estabelecidos na primeira fase. A tabela 1, a seguir, contém as informações do inventário da fazenda de coco localizada em Trairi-CE, em que os dados da fase de estabilização foram coletados in loco. Com base nas informações levantadas no inventário calcularam-se as emissões, seguindo a metodologia de Nemecek e Schnetzer (2012) da produção agrícola de coco para o ar, para as águas superficial e subterrânea, assim como para o solo.

Tabela 1 – Inventário da Fazenda de Trairi-CE

Discriminação	Un	Produção			Ano médio
		Estabelecimento (1 a 2 anos)	Crescimento (3 a 5 anos)	Estabilização (6 a 17 anos)	
		Qtde	Qtde	Qtde	
1. INSUMOS					
1.1 Fertilizantes					
Super Fosfato Simples	kg/ha	213,28	693,16	1.599,96	147,44
Uréia	kg/ha	319,92	746,648	6.399,84	439,20
Cloreto de Potássio	kg/ha	186,62	533,2	5.199,87	348,22
Composto orgânico	L/ha			89.597,76	5.270,46
1.2 Defensivos - Controle de Ácaro					
Cipitrim	L/ha		0,90	3,60	0,26
Agritoato	L/ha		1,20	4,80	0,35
Óleo de algodão	L/ha		15,00	60,00	4,41
Sabão neutro	L/ha		9,00	36,00	2,65
1.3 Água e energia					
Água	m ³ /ha	2607,93	3.911,9	15.647,61	1.303,97
Energia elétrica	kWh				0,00
2. MECANIZAÇÃO					
Pulverização			27	108	7,94
Roçagem (manual)					0,00
Colheita (trator + carroça)			27	108	7,94
Total					
Produtividade anual	frutos/ha.ano		21328	149.996,25	10.077,90

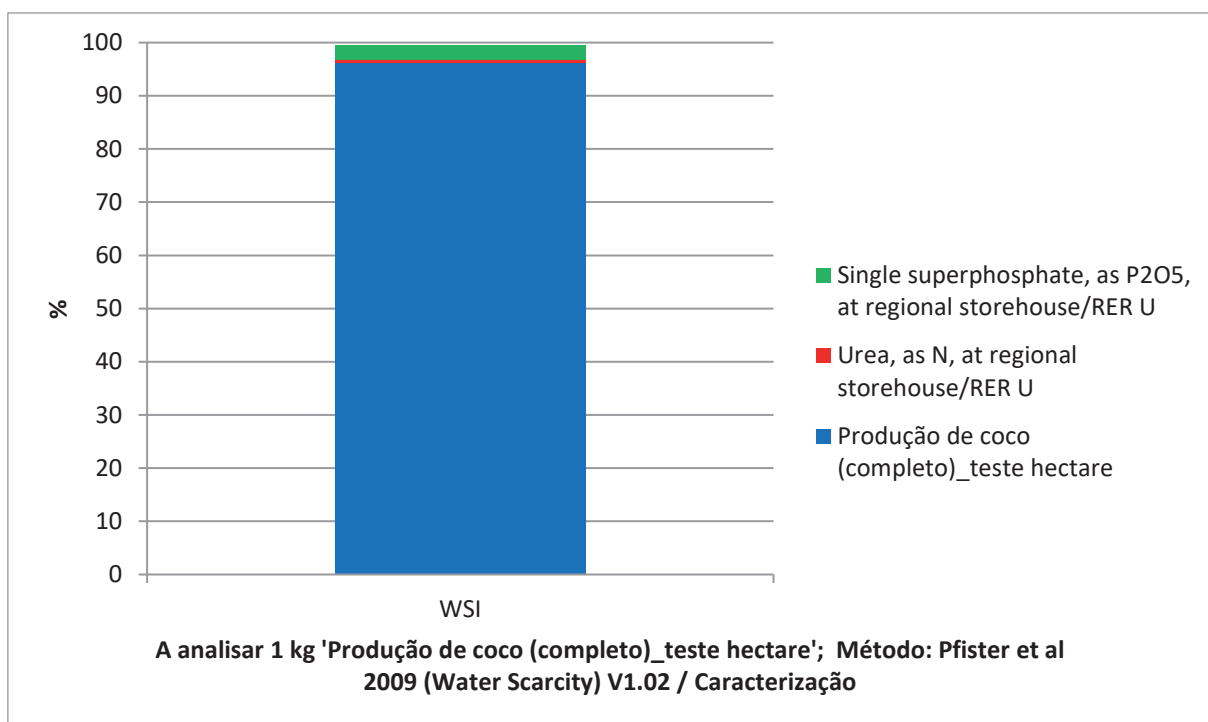
Fonte: elaborada pelo autor

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Portanto, os dados coletados no inventário foram inseridos no software de ACV, SimaPro, que permitiu modelar o sistema a partir de uma perspectiva de ciclo de vida e utilizando a base de dados do Ecoinvent. Os gráficos 1, 2 e 3 contêm os resultados das categorias analisadas.

A etapa de produção em campo contribuiu significativamente para os impactos ambientais, principalmente, nas categorias escassez hídrica, eutrofização marinha e ecotoxicidade. O uso da água, em campo, para o cultivo do coqueiro é responsável pela escassez hídrica, enquanto o uso de fertilizantes nitrogenados aumenta o potencial de eutrofização marinha. Para a ecotoxicidade tem-se que investigar qual substância está elevando o potencial de impacto dessa categoria. Para as demais categorias, eutrofização de água doce, toxicidade humana câncer e não câncer, o uso e produção de fertilizantes foram os processos que aumentaram o potencial de impacto ambiental.

Gráfico 1 – Categoria escassez hídrica



Quadro 2 – Categoria eutrofização

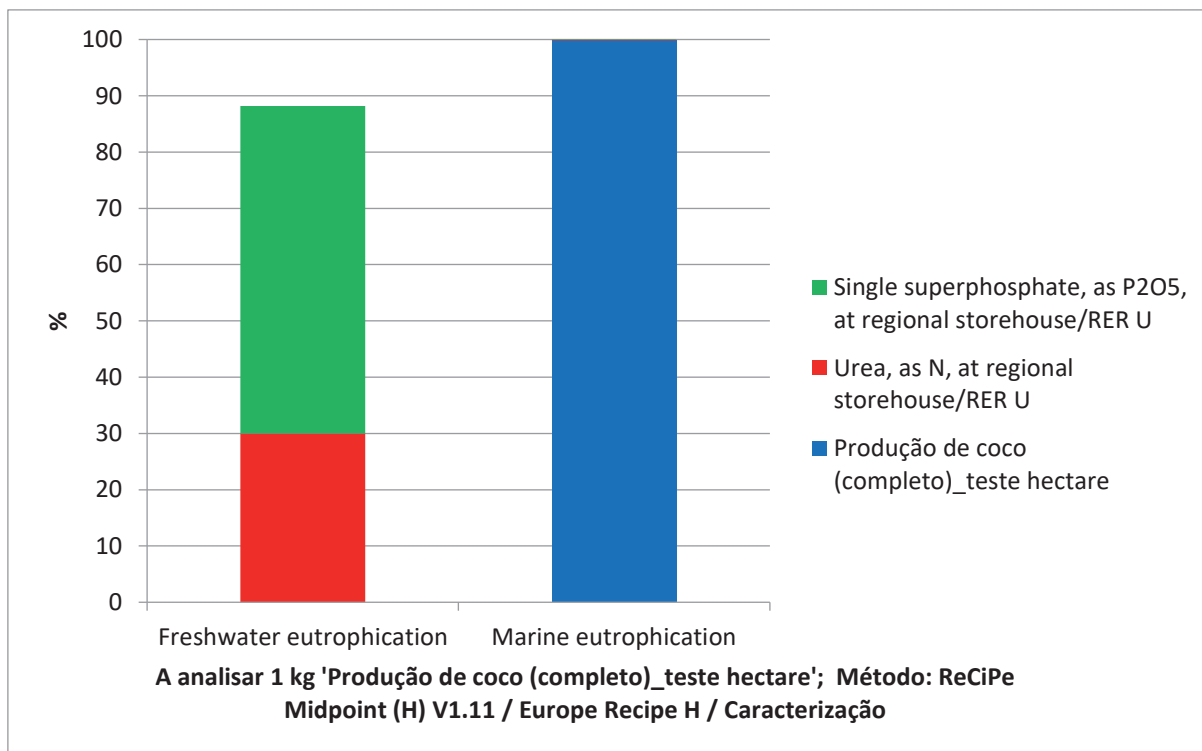
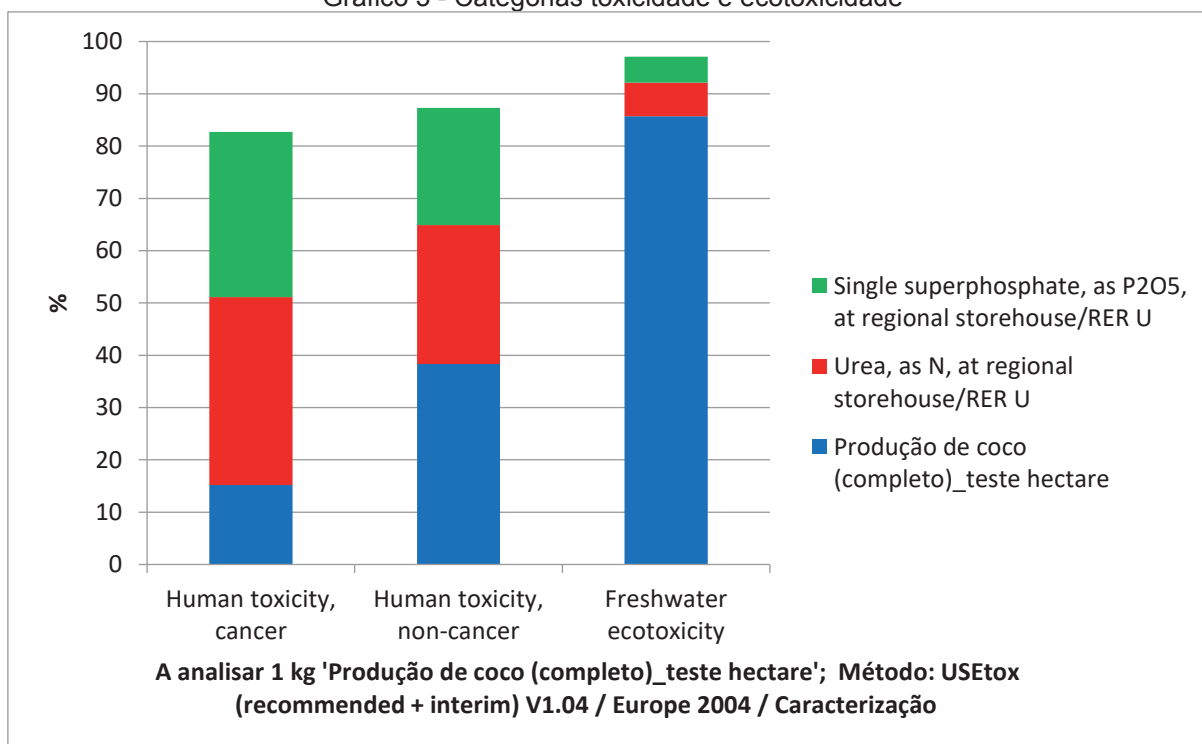


Gráfico 3 - Categorias toxicidade e ecotoxicidade



4. CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

O estudo da ACV constitui-se, portanto, em uma ferramenta imprescindível no levantamento de impactos ambientais nas cadeias de produção e consumo de um produto. No cenário atual percebe-se a mudança da sociedade diante das questões ambientais, ou seja, as pessoas estão mais conscientes e optam por produtos que respeitam a natureza, assim como critérios ambientais estão sendo mais discutidos e normatizados pelos países.

Os produtos da agroindústria podem gerar impactos negativos na biodiversidade, na água e no solo. Esses impactos devem ser mensurados e caracterizados, visando aperfeiçoar a produção e minimizar os passivos ambientais. Esta é uma tendência global, inserir uma visão ecológica no manejo dos recursos naturais e produtivos, obedecendo o desenvolvimento sustentável.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chehebe, J.R.B. (1997). *Análise do ciclo de vida de produtos: ferramenta gerencial da ISO 14000*. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark.

Dias, A. F. (2016). Pegadas de carbono e hídrica da manga em sistemas conservacionistas de produção. Dissertação – Universidade Estadual do Ceará, Mestrado Acadêmico em Recursos Naturais.

European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability. (2012). *Characterization factors of the ILCD recommended Life Cycle Impact Assessment methods*. Database and Supporting Information. First edition. Luxembourg. Publications Office of the European Union.

Ferreira, J. M. S., Warwick, D. R. N., Siqueira, L. F. (1997). *A cultura do coqueiro no Brasil – 2. Ed. Ver. e ampl.* – Brasília: Embrapa-SPI; Aracajú: Embrapa-CPATC. 292p.

Goedkoop, M., Oele, M., Leijting, J., Ponsioen, T., Meijer, E. (2013). *Simapro8: Introduction to LCA with SimaPro*. Netherlands: PRé-Consultants.

Hoekstra, A. Y.; Chapagain, A. K.; Aldaya, M. M; Mekonnen, M. M. (2011). *The Water Footprint Assessment Manual: Setting the global standard*. London: Earthscan.

International Organization for Standardization (ISO). (2014). *ISO 14046:2014- Environmental management – Water footprint – Principles, requirements and guidelines*. Geneva: ISO.

Kounina, A., Margni, M., Bayart J., Boulay A., Berger, M., Bulle, C., Frischknecht F., Koehler, A., Milà i Canals, L., Motoshita, M., Núñez, M., Peters, G., Pfister, S., Ridoutt, B., Van Zelm, R., Verones, F., Humbert, S. (2012). *Review of methods addressing freshwater use in life cycle inventory and impact assessment*.

Rolleberg, H. F., Ferreira, J. M. S., Siqueira, L. A. (2007). *Sistema de produção para a cultura do coqueiro*. Aracaju: Embrapa – Tabuleiros Costeiros. 63p.

POLÍTICA NACIONAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS: DA FORMAÇÃO DA AGENDA AOS ENTRAVES PARA SUA IMPLEMENTAÇÃO

Paula Emília Oliveira Pimentel

Universidade de Brasília

paula_gea@yahoo.com.br

Júlio César dos Reis

Universidade de Brasília

Geórgia Moutella Jordão

Universidade de Brasília

RESUMO

Esse artigo consiste num exercício de avaliação da formulação da Política Nacional de Mudanças Climáticas à luz do enquadramento do Modelo de Múltiplos fluxos de Kingdon (2011). A natureza intersetorial das externalidades produzidas pelas “mudanças do clima” implica na necessidade de uma grande articulação para a construção de soluções eficientes. Esse aspecto se apresenta como o principal avanço e, ao mesmo tempo, a principal fraqueza da PNMC. Se por um lado a construção dessa política buscou aglutinar setores altamente emissores de GEE no sentido de promover um alinhamento em relação ao enfrentamento da mudança do clima, sua implementação, baseada em rotinas e processos de avaliação inadequados, tem se mostrado pouco efetiva em função da subordinação dessa agenda à lógica econômica e política do Brasil.

Palavras-chave: Política Nacional de Mudanças Climáticas; Modelo de Múltiplos Fluxos; Planos setoriais; Mudança do clima.

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo busca construir um panorama do conjunto de prioridades do Estado brasileiro no que se refere à construção e disseminação de argumentos para sensibilizar os diversos atores quanto à relevância e urgência da questão das mudanças climáticas e a formulação de políticas públicas.

No Brasil, o marco normativo é a Política Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC), que instituiu objetivos e instrumentos para as organizações brasileiras em função das metas de redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) assumidas pelo País.

Considerando o caráter multisetorial da PNMC e a complexidade em relação a sua implementação, utilizaremos o Modelo de Múltiplos Fluxos proposto por Kingdon (2011) para avaliar a formação da agenda de mudança do clima no Brasil assim como o processo que culminou com a promulgação da PNMC em 2009.

2. O CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E O PAPEL DO BRASIL

Ao longo das últimas cinco décadas, as externalidades negativas decorrentes das ações humanas levaram a comunidade internacional a inserir na agenda das discussões sobre o futuro do planeta a percepção de que os recursos naturais são finitos. Esse movimento ganha relevância a partir do final dos anos de 1960 e início dos anos 1970 com a reunião do Clube de Roma em 1968, com a publicação dos livros “A bomba populacional”⁷ e “Os limites do Crescimento”⁸ e com a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano em 1972.

O aumento da população e do consumo em escala global tem exercido uma pressão sem precedentes sobre as reservas de recursos naturais. Esse cenário apresenta-se como pano de fundo para a discussão de um novo paradigma que integre o desenvolvimento econômico com a manutenção das condições ambientais, especialmente a disponibilidade de recursos naturais (Steffen *et al.*, 2004).

Um importante fator que dificulta a operacionalização desse tema é a característica estrutural dos fenômenos climáticos que, muitas das vezes, assumem dimensões globais como o aumento da temperatura da terra, a degradação da qualidade do ar e a elevação do nível de mares e oceanos, impactando de forma mais incisiva os mais vulneráveis que, via de regra, são as parcelas mais pobres da população e que muitas das vezes são os que, relativamente, menos contribuem para a degradação das condições ambientais (PNUD, 2007). Ademais, esses grupos tendem a ser menos organizados e os que menos conseguem influenciar a formulação da agenda de políticas públicas.

O rebatimento dessas questões no âmbito dos países, considerando tanto o processo de formulação da agenda quanto de tomada de decisões para lidar com as mudanças do clima, apresenta os mesmos condicionantes.

Observando especificamente o caso brasileiro, essa situação é potencializada tanto pela extensão territorial do país, implicando em grande complexidade em relação a implementação de políticas com características de retorno difuso e de longo prazo, quanto pela importância econômica do Brasil no contexto mundial em relação ao consumo e também à produção de alimentos, setor que apresenta forte relação com a exploração de recursos naturais.

Ademais, outro fator que merece consideração nesse contexto é a grande reserva de biodiversidade que o Brasil possui. A conservação desse recurso é importante para o planeta e estratégico para o país. Contudo, observa-se intenso conflito intersetorial em relação à utilização desse recurso, como será destacado adiante.

Em que pese essas especificidades, o Brasil vem desempenhando um papel de liderança em relação à construção de uma agenda de políticas para lidar com as mudanças do clima em escala global. O primeiro movimento nesse sentido foi a

⁷Earhlich, Paul. The population bomb. Ballantine books, 1968.

⁸Meadows, Donella H., Denis L. Meadows, and Jorgen Randers. "Limites do crescimento: um relatório para o projeto Clube de Roma sobre o dilema da humanidade." Perspectiva, 1972.

iniciativa do Brasil em sediar, no Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Eco-92).

Essa conferência ficou marcada pela consolidação da preocupação com os impactos das ações humanas sobre o meio ambiente, fato evidenciado pelo grande número de participantes, sendo o maior encontro internacional em número de países no âmbito da ONU até então, e pelo aprofundamento da utilização do conceito de desenvolvimento sustentável, elaborado inicialmente no ano de 1987 no Relatório Brundtland.

Ainda como desdobramento da Eco-92 foi criada em 1994 a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC). A UNFCCC é um espaço de discussão internacional voltado especificamente para a agenda de mudança do clima, no qual o Brasil tem participado de forma ativa desde a primeira reunião do grupo, ocorrida em 1995 em Berlim⁹.

O Brasil foi o primeiro país assinar o acordo para criação da UNFCCC e já na primeira reunião elaborou uma proposta para subsidiar as discussões sobre a operacionalização do “princípio das responsabilidades comuns, mas diferenciadas”¹⁰. A proposta brasileira apresentava dois eixos centrais: i) um critério objetivo para estabelecer a responsabilidade individual dos países desenvolvidos em relação às causas do efeito estufa e; ii) a criação de um fundo para a promoção do desenvolvimento limpo.

Essa proposta brasileira, embora não aceita integralmente pelos países desenvolvidos, foi importante para subsidiar a construção da mais conhecida decisão tomada no âmbito das COPs até então, o Protocolo de Quioto em 1997. Nessa conferência ficou acordado o compromisso coletivo, em escala internacional, de redução de emissões de GEE em 5% abaixo dos níveis observados para o ano de 1990¹¹.

Outro fator a ser destacado em relação ao Protocolo de Quioto foi o seu caráter vinculante, ou seja, uma vez assinado pelos países, esses passavam a assumir o compromisso em alcançar as metas propostas. O Brasil aderiu ao Protocolo de Quioto em 2002¹² e essa decisão foi central para a incorporação do tema “mudança do clima” no âmbito das discussões sobre políticas públicas no país.

Após a assinatura do Protocolo de Quioto em 2002, e tendo em conta a estreita relação entre uso da terra e emissão de GEE, a primeira iniciativa concreta do Brasil no sentido de implementar uma agenda de políticas para enfrentamento aos fatores que influenciam de forma negativa as condições ambientais foi a implementação do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento da Amazônia Legal (PPCDAM) em 2004, com o objetivo central de reduzir de forma contínua e consistente

⁹As reuniões da UNFCCC ocorrem anualmente. São as Conferências das Partes signatárias da convenção do clima, as COPs.

¹⁰Princípio das Responsabilidades Comuns, mas Diferenciadas: as Partes devem proteger o sistema climático para o benefício das gerações presente e futuras, com base na equidade e de acordo com suas responsabilidades comuns, mas diferenciadas, e respectivas capacidades. Neste sentido, os países desenvolvidos devem tomar a liderança no combate à mudança do clima e aos impactos adversos dessa mudança.

¹¹Embora o Protocolo de Montreal (1987) tenha sido considerado um esforço internacional bem-sucedido, quando os países conseguiram reduzir as emissões dos clorofluorocarbonetos (CFC), gases responsáveis pela redução da camada de ozônio, utilizados principalmente em aerossóis e refrigeração.

¹²Decreto Legislativo nº 144 de 2002.

o desmatamento e criar as condições para se estabelecer um modelo de desenvolvimento sustentável na Amazônia Legal (Brasil, 2004).

O sucesso em relação ao controle do desmatamento, resultante das ações de fiscalização, da sofisticação do monitoramento por satélite¹³ e, especialmente, da criação de mais de 24 milhões de hectares de áreas protegidas na região (Soares *et al.* 2010), somadas às campanhas do governo federal e ao cancelamento do crédito àqueles que ocuparam terras ilegalmente (Moutinho *et al.*, 2011), e conseqüentemente, reversão na trajetória das emissões brasileiras, implicando em expressiva redução (65%) ao longo dos anos de 2006 a 2010 proporcionou ao Brasil condições de rapidamente cumprir com suas metas, tendo em conta o Protocolo de Quioto¹⁴. Entretanto, em anos recentes, o desmatamento tornou a crescer (Prodes, 2017).

Nesse sentido, o avanço em reconhecer a redução do desmatamento como fator determinante para reduzir emissões e contribuir para mitigação das mudanças do clima encontra-se ameaçado. Uma conjunção de fatores interfere nos esforços para conter o desmatamento, como: i) a flexibilização do Código Florestal; ii) os investimentos federais e privados em infraestruturas que promovem o desmatamento e, iii) a elevação dos preços da carne e da soja no mercado internacional, que apresenta como desdobramento uma maior pressão sobre a floresta (Soares *et al.* 2010; Moutinho *et al.*, 2011).

Em paralelo, a grande expectativa internacional para a proposição de um novo acordo vinculante, em escala global, para lidar com as reduções de GEE, dado que os níveis acordados para o Protocolo de Quioto foram considerados demasiado conservadores e, tendo em conta que o referido protocolo tinha como prazo para expirar o ano de 2012, a realização da COP 15 em Copenhague, no ano de 2009, foi cercada de grande expectativa e marcou a consolidação do Brasil como importante liderança nas discussões sobre mudança do clima.

Após a COP-15, o governo brasileiro indicou, de maneira voluntária, ações de mitigação da mudança do clima que o país pretendia adotar. O potencial da redução das emissões de GEE resultantes dessas ações é de 36,1% – 38,9% em relação às emissões brasileiras projetadas até 2020, de acordo com a Lei 12.187/2009, que instituiu a Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC). Para tanto, o art. 11 dessa Lei prevê a criação de Planos Setoriais de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas visando à consolidação de uma economia de baixo consumo de carbono no Brasil.

Recentemente, em 2015 o Brasil apresentou à UNFCCC, antes da COP 21, a sua proposta de Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (iNDC), no contexto das negociações de um protocolo, outro instrumento jurídico ou resultado acordado com força legal sob a convenção e aplicável a todos os países, de maneira a contribuir

¹³Ao longo desse período foram realizadas várias operações da Polícia Federal de grandes proporções com o objetivo de combater o desmatamento ilegal. Ainda, merece destaque os aportes financeiros no Projeto Prodes que realiza o monitoramento por satélites do desmatamento por corte raso na Amazônia Legal.

¹⁴As Partes Anexo I são aquelas que têm metas de redução em relação ao Protocolo de Quioto. São países-membros da OCDE e os países do antigo bloco soviético, que são chamados de países em transição para economia de mercado. O Brasil não faz parte desse grupo.

para a concretização do que veio a ser chamado de Acordo de Paris, pelas negociações da COP-21, em dezembro/2015¹⁵.

Em relação à mitigação, o Brasil se comprometeu a reduzir as emissões de GEEs em 37% abaixo dos níveis de 2005 até o ano de 2025, além de uma contribuição indicativa, subsequente, de reduzir as emissões de GEEs em 43% abaixo dos níveis de 2005, até o ano de 2030. Nessa ação, o Brasil apresentou as seguintes propostas adicionais de redução de emissões de gases de efeito estufa: i) aumentar a participação de bioenergia sustentável na matriz energética; ii) fortalecer o Código Florestal; promover o desmatamento ilegal zero até 2030; iii) reflorestar 12 milhões de hectares e iv) alcançar uma participação estimada de 45% de energias renováveis na composição da matriz energética até 2030, além de ações nos setores industrial e de transporte. Essas ações identificaram reduções absolutas de emissão de GEE e não relativas, como era o esperado para os países em desenvolvimento.

Em setembro de 2016, o Brasil ratificou os compromissos assumidos no Acordo de Paris, e as iNDCs passaram de pretensões a metas, as NDCs.

3. AGENDA DE MUDANÇAS DO CLIMA NO BRASIL E MODELO DE MÚLTIPLOS FLUXOS

O cenário de formulação da agenda de mudança do clima no Brasil, marcado por múltiplos atores, soluções que carecem de ampla coordenação, interdependência entre atores e setores e problemas de difícil enquadramento é particularmente característico de situações nas quais a utilização do Modelo de Múltiplos Fluxos (Kingdon, 2011) oferece elementos e arcabouço interpretativo interessantes para a compreensão e análise do processo tanto de formulação da agenda quanto de implementação da política pública.

Esse modelo representa o processo de formulação de políticas públicas como composto por diferentes fluxos: i) fluxo de problemas; ii) fluxo de soluções e iii) fluxo político, considerados independentes. Ainda, considera a figura dos empreendedores políticos, caracterizados como especialistas com grande poder de persuasão e capilaridade política. Esses atores podem ser tanto públicos quanto privados e atuam na formulação da agenda do governo. Dado a capacidade de influência dos empreendedores políticos, eles contribuem tanto para a formação da agenda de governo quanto para a formação da agenda de decisões. Por fim, outro aspecto central para o modelo é a existência de “janelas de oportunidade”, definidas como os momentos propícios para que a política pública seja implementada (Zahariadis, 2007; Kingdon, 2011).

Cada um desses fluxos é influenciado por diferentes fatores. O mais diverso e aberto a incorporação de demandas é o fluxo de problemas. No contexto das mudanças climáticas esse fluxo seria composto pelos processos antrópicos que promovem alterações de temperatura como as altas taxas de desmatamento, o aumento da urbanização e a intensificação de atividades e o crescimento de setores altamente

¹⁵O documento inicial usou o termo “pretendida” porque naquele momento, essa iniciativa ainda dependia da ratificação, aceitação ou aprovação do acordo de Paris, podendo dessa maneira, sofrer ajustes

poluidores como aqueles baseados no consumo de combustíveis fósseis e na exploração de recursos naturais não renováveis.

À luz do modelo de Kingdon (2011), esses aspectos somente passam a ser considerados problemas passíveis de intervenção pública à medida que são socialmente e politicamente reconhecidos, momento no qual os formuladores de políticas públicas identificam que ações e políticas devem ser implementadas. Para tanto, e considerando o ambiente de incerteza, a racionalidade limitada e as limitações cognitivas por parte dos agentes, a forma de apresentação, articulação e definição problema assume importância central¹⁶.

O fluxo de soluções, por sua vez, é fundamentalmente determinado pela viabilidade técnica e econômica de determinada solução, pela aceitação da comunidade em relação à solução proposta e, também, se o estado é capaz de arcar com os custos associados à implementação da solução (Zahariadis, 2007; Kingdon, 2011). No caso brasileiro, as soluções foram apresentadas considerando as especificidades setoriais tendo como norte o incentivo à adoção de práticas e tecnologias que permitiriam redução das emissões de GEE em setores chave como agricultura e energia (Brasil, 2009)¹⁷.

Já o fluxo político é influenciado pelo ambiente político, pelas forças políticas organizadas, e pelo governo como agente tomador de decisões (Kingdon, 2011; Zahariadis, 2016). Dentre esses três fatores, Kingdon (2011) destaca que o que mais contribui para a formação agenda é o ambiente político. Os formuladores usam esse fator como um termômetro, avaliando a pertinência de se tratar determinando tema.

Dado esse arcabouço, e considerando a perspectiva de análise apresentada pelo “Modelo de Múltiplos Fluxos”, a política pública é implementada quando surge a janela de oportunidade e ocorre o “acoplamento” dos diferentes fluxos descritos (Kingdon, 2011; Zahariadis, 2016). Assim sendo, a observação dos momentos propícios para a implementação da política pública é de fundamental relevância para que as soluções escolhidas sejam implementadas (Zahariadis, 2016), principalmente porque, no modelo apresentado por Kingdon (2011), o surgimento das janelas de oportunidade é aleatório e função de fatores conjunturais.

Retomando a discussão sobre a formação da agenda do clima no Brasil e considerando os elementos de interpretação fornecidos pelo modelo proposto por Kingdon (2011) tem-se o ano de 2009, com a realização da COP 15 em Copenhague e a necessidade de apresentação de medidas mais concretas para o enfrentamento dos efeitos da mudança do clima, isso no plano internacional, e a articulação da sociedade civil em torno do tema “atividade produtiva, emissão de GEE e mudanças climáticas” e início da organização de forças e pautas para a eleição de 2010 no Brasil, como uma janela de oportunidade para a formulação e implementação da Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC). O contexto, especialmente o ambiente político, era propício para o “acoplamento” dos diferentes fluxos e, em dezembro de 2009, a PNMC foi promulgada.

¹⁶Em relação a essa discussão sobre o enquadramento do problema, Kingdon (2011) destaca como principais instrumentos: i) o uso de indicadores; ii) as crises, os eventos extremos e os símbolos e; iii) os *feedbacks* das ações governamentais.

¹⁷Uma discussão mais detalhada sobre os planos setoriais de agricultura e energia será apresentada na seção 4

Ainda na esfera pública destaca-se a atuação dos ministérios relacionados a setores que contribuem fortemente para a emissão de GEE e, por isso, estratégicos para a formação de uma agenda de políticas voltadas para a promoção de uma economia de baixo carbono: Ministério do da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Ministério de Minas e Energia (MME), Ministério dos Transportes (MT) e Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC).

Como atores transversais, não ligados diretamente a atividades setoriais, mas elementos chaves e aglutinadores das ações governamentais, especialmente no plano federal, tem-se o Ministério do Meio Ambiente (MMA), que capitaneou as discussões sobre mudança do clima no Brasil até 2010, 2011; o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCTI), que ocupou o espaço do MMA após 2011; e o Ministério das Relações Exteriores (MRE) que fazia a ligação entre as políticas e discussões internas com a comunidade internacional, especialmente na participação das reuniões e convenções como as COPs.

Considerando o setor privado, observou-se uma grande mobilização em torno desse tema, potencializada pela realização da COP 15. Dentre o conjunto de ações mais relevantes do período pode-se destacar: i) a Aliança de Empresas Brasileiras pelo Clima, formada por empresas dos setores de agricultura, bioenergia e florestas plantadas que apresentou, em setembro de 2009, o compromisso de utilização de práticas voltadas para reduzir o desmatamento no Brasil, particularmente na Amazônia e incentivo a uma matriz energética limpa (Aliança de Empresas Brasileiras pelo Clima, 2017); ii) a Carta Aberta ao Brasil sobre Mudanças Climáticas, iniciativa liderada pelo Instituto Ethos, que apresentou uma lista de compromissos voluntários das empresas signatárias com os esforços para a redução dos impactos das mudanças climáticas (Carta Aberta ao Brasil sobre Mudanças Climáticas, 2017) e; iii) a Coalizão de Empresas pelo Clima que reuniu um grupo inicial de 15 empresas e entidades do setor produtivo brasileiro com o objetivo envolver todos os setores do país quanto ao problema da mudança climática e a urgência na busca por soluções para o seu enfrentamento (FBDS, 2009).

Por fim, observou-se também articulações da sociedade civil no sentido de contribuir com a busca de propostas envolvendo a questão do clima. Nesse sentido, vale destacar a iniciativa do Observatório do Clima, uma coalização de organizações da sociedade civil brasileira, que formulou um documento – “Projeto de Lei alternativo das ONGs” - que foi entregue aos principais candidatos à eleição presidencial de 2010. Esse documento apresentava um conjunto de diretrizes para a formulação de políticas públicas de clima no Brasil (Observatório do Clima, 2016).

A posição de liderança assumida pelo Brasil na COP 15 e a iniciativa do compromisso voluntário de redução das emissões de GEE foi muito influenciada pelo ambiente político criado em fundação dessa mobilização interna e ratificou o fortalecimento das ações e da atuação do Ministério do Meio Ambiente (MMA) no âmbito do Governo Federal. Esse processo teve início em 2003 com a ativa atuação da então ministra Marina Silva e teve continuidade com o ministro Carlos Minc até a eleição de 2010.

Desde o início do governo Lula, no ano de 2003, o MMA foi ganhando espaço e os resultados positivos do PPCDAM, associados à crescente preocupação social com os impactos ambientais das atividades produtivas proporcionaram as condições para que

as demandas relacionadas à proteção ambiental ganhassem espaço¹⁸. Também nesse momento observa-se uma maior atuação Organizações Não Governamentais (ONGs) nacionais e internacionais engajadas em pautas ambientais.

Todavia, e caracterizando a fluidez na formulação da agenda de mudanças do clima do Brasil, mesmo nesse período marcado por importantes avanços, refletidos pela implementação da PNMC e pela expressiva votação recebida por Marina Silva na eleição presidencial em 2010, 19 milhões de votos, observou-se o fortalecimento de movimentos contrários, no âmbito interno, que, pós eleição, limitariam o alcance e a efetividade da PNMC, como será destacado a adiante.

4. PNMC E LIMITAÇÕES NA SUA IMPLEMENTAÇÃO

A PNMC foi planejada para acontecer em duas fases. Na primeira, anterior ao lançamento do segundo relatório nacional brasileiro de emissões de GEE (MCTI, 2014), o governo anunciou cinco planos setoriais para reduzir emissões: i) Plano de Ação de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia (PPCDAM) (80% da redução até 2020 em relação à média entre 1996 e 2005); ii) Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado (PPCerrados) (redução de desmatamento em 40% até 2020 em relação à média entre 1999 e 2008); iii) Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC) ações para o setor agrícola (como a recuperação de pastagens degradadas, promoção de integração entre plantações-pecuária-florestas, expansão de plantio direto e fixação de nitrogênio); iv) Ações para o setor de energia (como melhorias na eficiência energética e no uso de fontes renováveis) e; v) Redução de emissões do setor metalúrgico (como a substituição do carbono vindo do desmatamento para florestas plantadas).

Numa segunda fase, e após publicação do relatório nacional, o governo pretende implementar mais sete planos, estes para os setores como transporte, indústria de manufaturas e de consumo de bens duráveis, química fina, papel e celulose, mineração, construção civil e saúde.

A questão da trajetória tecnológica como instrumento para o alcance dos compromissos indicados na PNMC é particularmente relevante. O exemplo da agricultura é emblemático e característico para o que acontece nos demais setores. O Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura, Plano (ABC), apresenta como diretriz o uso de tecnologias para aumentar a produtividade agropecuária e reduzir custos de produção, melhorando o nível de renda e promovendo a diminuição de emissão de GEE por meio de práticas agrícolas sustentáveis, mudanças adaptativas no processo produtivo e transferência de tecnologias.

¹⁸Merecem destaque nesse sentido as iniciativas da moratória da soja e da moratória da carne.

Em que pese o potencial efeito positivo para a redução das emissões da agricultura em virtude da utilização dessas tecnologias, essas já estavam disponíveis quando do estabelecimento da PNMC, situação característica do Modelo de Múltiplos Fluxos de Kingdon (2011). Ademais, essas tecnologias são lançadas como solução mesmo sem se ter ao certo o real efeito de mitigação proporcionado por elas e mais, são estabelecidos valores para ampliação de áreas sem se ter ao certo a área ocupada por elas quando da implementação da política.

Outro aspecto importante em relação ao Plano ABC é seu foco em tecnologias que implicam em uma mudança no processo de produção agrícola de larga escala vigente. Esse aspecto é central, pois esse setor é dos mais articulados e influentes dentro da esfera político-econômica brasileira, com a chamada “bancada ruralista”. Se, por um lado, esse grupo teve pouca influência na elaboração do Plano ABC, dado a conjuntura favorável para as questões ambientais, pouco depois das eleições de 2010, quando da elaboração do Novo Código Florestal¹⁹ observou-se uma grande articulação da “bancada ruralista”, e o Novo Código, em que pese alguns aspectos positivos, acabou flexibilizando aspectos que afetavam diretamente os grandes produtores, principalmente em relação à observação de áreas de reserva legal, áreas de preservação permanente e a necessidade de restauração e recomposição florestal²⁰.

Esses fatos, evidenciando a subordinação da agenda do clima ao desempenho econômico e às questões de curto prazo, explicitam tanto a dificuldade em relação à formulação de políticas de longo prazo no Brasil quanto a fragilidade e fragmentação dos grupos que atuam na agenda do clima em relação aos principais setores econômicos do país, principalmente pós 2010, justamente no período posterior à implementação da PNMC.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise empreendida sobre a PNMC usando o Modelo de Múltiplos Fluxos (Kingdon, 2011) indica que seu processo de formulação, em função da abertura de uma janela de oportunidade, deixou a desejar no que diz respeito a sinergia de estratégias e compromissos intersetoriais para mitigar as mudanças climáticas. O aglutinamento intempestivo de soluções, rotinas e programas já existentes em setores com elevado grau de emissão bruta de gases de efeito estufa evidencia o atendimento da agenda de crescimento econômico, na qual atores auto interessados têm mais força para direcionar as estratégias de desenvolvimento do país indo de encontro às metas estabelecidas no Acordo de Paris.

Constatou-se que desde a implementação da PNMC e de acordos convergentes assumidos em Copenhague (2010) e, recentemente, em Paris (2015), que deram origem as *NDCs*, pouco se evoluiu na construção ou na adequação de instrumentos setoriais de implementação e monitoramento da PNMC capazes de lidar com a redução de GEE. As ambições da PNMC são adequadas ao lidar de forma

¹⁹Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012

²⁰Até 2020, o setor de agricultura e pecuária está planejando dobrar sua produção (Plano Agrícola e Pecuário, 2011), ameaçando os objetivos da PNMC em função do consequente aumento do desmatamento. Estima-se que 32 PgC (Petagramsofocarbon 1 PgC = 1 GtC) podem ser emitidos para a atmosfera até 2050, caso o desmatamento siga o padrão das últimas duas décadas ou se não houver continuidade nas ações para reduzir as taxas com que a floresta é derrubada (Soares *et al.* 2010).

intersetorial com as mudanças climáticas, mas encontram entraves na governança intrasetorial e na demanda governamental por performance do PIB nacional.

Pode-se ainda dizer que grande parte dos entraves à PNMC estão diretamente relacionados à sua gênese, seu *design*. Ou seja, são marca e reflexo do modelo de formulação da política pública baseado no acoplamento contingente de múltiplos fluxos, no aproveitamento de uma janela de oportunidade e em soluções formatadas à *anterior* nas respectivas organizações envolvidas.

Por fim, sem que haja uma mudança na concepção do modelo de desenvolvimento brasileiro, submetido a lógica do crescimento econômico a qualquer custo e a longevidade política de governos, pouco se avançará em questões que exigem mudanças institucionais, planejamento e engajamento intersetorial à longo prazo, como o caso das mudanças climáticas. Em sendo assim, a PNMC acaba sendo mais um instrumento político, que posiciona o país numa agenda ambiental positiva e afinada com as tendências globais, do que um instrumento que de fato resolve problemas de cooperação, coordenação e comunicação, agregando o interesse comum às questões climáticas.

6. REFERÊNCIAS

Aliança de Empresas Brasileiras pelo Clima. Disponível em: <<http://www.brasilagro.com.br/conteudo/com-olhos-na-cop15-entidades-lancam-alianca-brasileira-pelo-clima.html#.WV0-aojyvIU>>. Acessado em 01 de julho de 2017.

Brasil (2009). *Lei no 12.187, de 29 de dezembro de 2009*. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) e dá outras providências. Brasília: Presidência da República (PR).

Carta aberta ao Brasil sobre Mudanças Climáticas. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/182/_arquivos/cartamudancasclimaticas_182.pdf> Acessado em 01 de julho de 2017.

FBDS (2009). *Coalizão empresas pelo clima*. Disponível em: <<http://fbds.org.br/Coalizao/>>. Acessado em 01 de julho de 2017.

EPE (2017). *Plano Decenal de Expansão de Energia 2026*. Disponível em: <http://epe.gov.br/PDEE/Forms/EPEEstudo.aspx>. Acessado em: 25 de junho de 2017.

Kindon, J. W. (2011). *Agendas, Alternatives and Public Policies*. Boston: Longman.

MCTI (2014). *Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil*. Sistema de Registro Nacional de Emissões. Disponível em: <http://sirene.mcti.gov.br/>. Acessado em: 10 de junho de 2017.

Moutinho, P. *et al.* (2011). *REDD no Brasil: um enfoque amazônico: fundamentos, critérios e estruturas institucionais para um regime nacional de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação florestal – REDD*. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. Disponível em: http://ipam.org.br/wp-content/uploads/2015/12/redd_no_brasil_um_enfoque_amaz%C3%B4nico.pdf. Acessado em: 30 de junho de 2017.

Observatório do Clima (2016). *Análise das emissões de GEE Brasil (1970-2014) e suas implicações para políticas públicas e a contribuição brasileira para o Acordo de Paris*. Disponível em: <http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2016/09/WIP-16-09-02-RelatoriosSEEG-Sintese.pdf>. Acessado em: 20 de junho de 2017.

PNUD (2007). *Relatório do Desenvolvimento Humano 2007/2008*. Combater as alterações climáticas: solidariedade humana num mundo dividido. Disponível em: www.cptec.inpe.br/mudancas_climaticas/pdf. Acessado em: 25 de junho de 2017.

PRODES, Projeto. *Monitoramento da floresta Amazônica Brasileira por satélite*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais Projeto Prodes. Disponível em <<http://www.obt.inpe.br/prodes>>. Acessado 01 de em julho de 2017.

Rockström, J. *et al.* (2009). A safe operating space from humanity. *Nature*, 461, pp.472-475.

Soares Filho, B. *et al.* (2010). *The role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation*. PNAS. Disponível em: www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0913048107. Acessado em: 30 de junho de 2017.

Steffen, W. (2004). *Global Change and the Earth System: A Planet Under Pressure*. Global Change and the Earth System - Executive Summary. Stockholm: IGBP Secretariat.

Viola, E.; Basso, L. (2015). *Dá para acreditar nas metas do Brasil?* Disponível em: <<http://www.observatoriodoclima.eco.br/da-para-acreditar-nas-metas-do-brasil/>>. Acessado em: 28 de novembro de 2016.

Viola, E.; Franchini, M. (2014). Brazilian climate politics 2005-2012: ambivalence and paradox. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, [s.l.], v. 5, n. 5, p.677-688. Wiley-Blackwell. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/wcc.289>. Acessado em: 28 de novembro de 2016.

Zahariadis, N. (2016). Bounded Rationality and Garbage Can Models of Policy-Making. In: Peters, B. G.; Zittoun, P. *Contemporary Approaches to Public Policy: Theories, Controversies and Perspectives*. London: Palgrave MacMillan.

Zahariadis, N. (2007). Multiple Streams Framework: Structure, Limitations and Prospects. In: Sabatier, P. *Theories of the Policy Process*, Boulder: Westview Press.

REFLEXÃO SOBRE O PROCESSO DE DESERTIFICAÇÃO NO NORDESTE BRASILEIRO

Ricardo Matos Machado

Universidade Federal do Ceará

r.matosmachado@gmail.com

Karla Nayara de Sousa Cajuí

Universidade Federal do Ceará

Jorge Ricardo Félix de Oliveira

Universidade Federal do Ceará

Ernesto Martin

Universidade Federal do Ceará

RESUMO

O presente artigo versa uma construção analítica sobre a convivência humana com o clima semiárido através das experiências no nordeste brasileiro, especificamente no Estado do Ceará. Foi usado como critério, em um primeiro momento, identificar as peculiaridades envolvendo a região semiárida no Brasil, abordando as características naturais e sociais como forma de construir um cenário ambiental para identificação de pontos que possam evidenciar espacialmente o processo de desertificação. Em um segundo momento, destaca-se a necessidade do planejamento e gestão ambiental nesta região com ênfase na conservação dos recursos hídricos abrangendo as bacias hidrográficas, comumente intermitentes e sazonarias. O semiárido nordestino ainda é vulnerável às catástrofes e às secas, no entanto, é uma realidade que pode ser mudada pela educação dos que ali habitam, pela responsabilização dos municípios e empresas e pela mudança das tecnologias e dos usos da terra, gerando perspectivas positivas e alcançáveis do ponto de vista da sustentabilidade.

Palavras-chave: Semiárido, Nordeste brasileiro, Desertificação.

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo é resultado de um trabalho coletivo envolvendo a disciplina de Análise dos Processos de Degradação e Desertificação do Programa de Pós-Graduação em Geografia pela Universidade Federal do Ceará.

Como critérios de elaboração do trabalho buscou-se, em um primeiro momento, identificar as peculiaridades envolvendo a região semiárida no Brasil, abordando as características naturais e sociais como forma de construir um cenário ambiental para identificação de pontos que possam evidenciar espacialmente o processo de desertificação, já em um segundo momento.

Como pressuposto inicial, segundo informações contidas no Dossiê Nordeste Seco (Nordeste, 1999), o Semi-Árido brasileiro é a área semiárida mais povoada do mundo e, em função das adversidades climáticas, associadas a outros fatores históricos, geográficos e políticos, que remontam centenas de anos, abriga a parcela mais pobre da população brasileira, com ocorrência de graves problemas sociais.

Nesse sentido, nas pesquisas que envolvem a temática do Semiárido, faz-se necessário evidenciar os aspectos relacionados à natureza, enquanto superestrutura, e o homem, como agente que participa do sistema envolvente, obtendo a capacidade potencial de intervir e adaptar-se.

2. IDIOSSINCRASIA AMBIENTAL PARA REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE-BRASIL

A região semiárida brasileira abrange 53% da região Nordeste, ocupando mais significativamente os estados do Rio Grande do Norte, Ceará, Pernambuco e Paraíba (Figura 1). A vegetação de caatinga ocupa a maior parte dessa região, apresentando enorme riqueza biológica e endêmica. A precipitação é bastante irregular, tanto na distribuição quanto no espaço e no tempo, com chuvas concentradas em poucos meses, geralmente de fevereiro a maio. Em alguns locais, a média de pluviosidade pode chegar a 800 mm por ano, enquanto em outros não passa dos 300 mm anuais (Baptista; Campos, 2013). Essa disparidade pluviométrica que atinge a região provoca grandes problemas sociais, econômicos e políticos, com consequências para as atividades desenvolvidas e consumo humano.

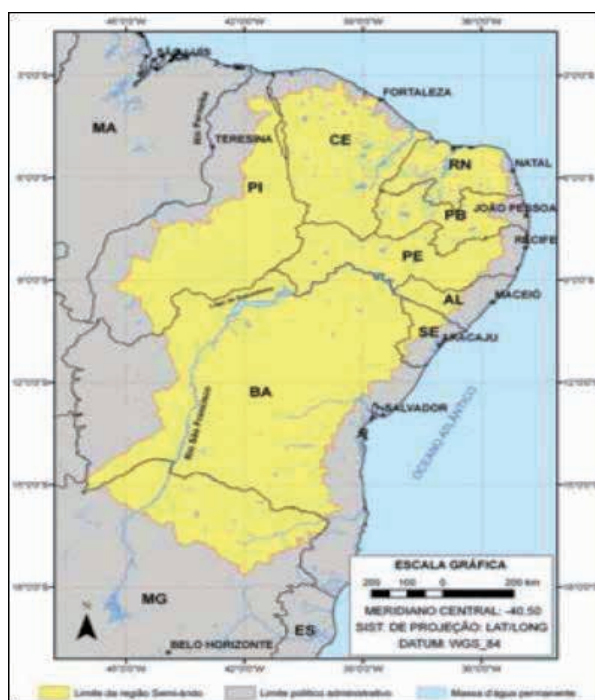


Figura 1 – Mapa de localização da região semiárida do Nordeste, Brasil
(Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa)

Neste contexto, destaca-se a necessidade do planejamento e gestão ambiental nesta região com ênfase na conservação dos recursos hídricos abrangendo as bacias hidrográficas, comumente intermitentes e sazonarias. Este recorte espacial permite identificar de maneira clara as estreitas relações existentes entre a água, os demais recursos naturais e as atividades humanas, de modo dinâmico e integrado (Santos, 2004).

Dentro desta abordagem, Farias (2015) utilizou a Geoecologia das Paisagens que, a partir dos preceitos teóricos e metodológicos da visão sistêmica e integrada, buscou unificar os diferentes agentes atuantes no uso e ocupação dos recursos naturais na bacia hidrográfica do rio Palmeira, localizada na divisa entre os municípios de Barroquinha e Camocim, com nascentes em Granja, Ceará. A autora definiu diretrizes para o planejamento ambiental a partir do potencial de uso das unidades geoecológicas e capacidade de gestão dos recursos naturais, concluindo que a aferição do estado ambiental e os graus de sustentabilidade em bacias se destacam como importantes ferramentas para quantificar e verificar os diferentes usos e impactos, destacando a importância de estudos voltados para a conservação dos recursos do semiárido.

Outra questão importante para a gestão sustentável do território, dessa vez com enfoque na saúde, é a qualidade do ar em ambientes urbanos. A poluição atmosférica urbana é um dos principais agentes de degradação que podem afetar a qualidade de vida da população, estando diretamente ligada ao regime dos ventos e a ocorrência de chuvas, fatores climáticos locais que podem interferir no tempo de permanência dos poluentes na atmosfera (Silva *et al.*, 2016). Neste mesmo estudo, os autores analisaram parâmetros climáticos e concluíram que a precipitação é a principal responsável por depurar a atmosfera e diminuir a concentração de poluentes, assim como o vento tem o papel de dispersá-los. Desta forma, o presente estudo chama a atenção para a influência da sazonalidade, típica de ambientes semiáridos, na concentração de materiais particulados respiráveis (MPR) para a saúde da população local, assim como a necessidade de haver o planejamento do uso do solo, como a implantação de áreas verdes.

Assim, o Semiárido nordestino faz-se palco de preocupação para governantes, produtores e cidadãos que sofrem as severas consequências da irregularidade hídrica. Registros históricos apontam a ocorrência do fenômeno de seca em intervalos próximos de dez anos, podendo se prolongar por períodos de três, quatro e até mesmo cinco anos (Silva, 2013).

Como exemplo de seca extrema, temos a grande seca de 1877, a qual hoje se estima que a mortandade chegou a cerca de quinhentas mil pessoas como consequência. O engenheiro André Rebouças, abolicionista, negro, respeitado por suas ideias progressistas, calculava em mais de dois milhões as pessoas atingidas pela seca, ainda em novembro de 1877 (Miranda, 2013). Na Figura 2 obtemos o registro fotográfico, dos flagelados da seca de 1877, amontoados na estação ferroviária de Iguatu à espera de trem para Fortaleza. Evidenciando o reflexo desse fenômeno perante a população que possui poucos meios de superação e/ou adaptação, nos levando a refletir como o esse fenômeno é tratado pela sociedade do século XXI.



Figura 2 – Embarque na ferroviária de Iguatu - CE em 1877
(Fonte: Arquivo Público do Ceará, 2016. Autor desconhecido)

Entre as várias propostas para que a região Nordeste adote de maneira efetiva hábitos mais adequados de convivência com a sua realidade climática, destacam-se a construção de adutoras, poços artesianos, barragens, açudes e cisternas; a incorporação de novas tecnologias como irrigação por gotejamento e introdução de plantas geneticamente modificadas, com maior capacidade de conviver com o estresse hídrico; e a criação de animais adaptados ao semiárido (Doederlein, 2014) também se fazem necessárias.

A Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação conceituou a desertificação como o processo de degradação das terras das regiões áridas, semiáridas e sub-úmidas, resultante de diferentes fatores, entre eles, as variações climáticas e as atividades humanas. Ligados a esse conceito estão as degradações do solo, fauna, flora e recursos hídricos (Accioly, 2011).

No Brasil, o Plano Nacional de Combate à Desertificação (PNCD) considerou que a grande maioria das terras suscetíveis à desertificação se encontra nas áreas semiáridas e sub-úmidas do Nordeste. A quantificação dessas áreas mostra que cerca de 181.000 km² (o que corresponde a aproximadamente 20% da área semiárida da região Nordeste) se encontram em processo de desertificação. Neste contexto, as áreas semiáridas do Brasil representam um desafio para o aumento da produtividade e melhoria dos recursos naturais devido às suas características de incertezas pluviométricas, fertilidade dos seus solos e pressões populacionais em ambientes tipicamente frágeis (idem, 2011), com suscetibilidade a eventos extremos, risco e vulnerabilidade socioambiental.

A noção de risco está bastante difundida na sociedade, sendo objeto de debates, análises e estudos no meio acadêmico, governamental e empresarial. Na maior parte das vezes, é acompanhada de adjetivos como: risco ambiental, risco social, risco tecnológico, risco financeiro, risco natural. Geralmente, o risco está associado a

acidentes naturais, segurança pessoal, saúde, condições de habitação, trabalho, transporte, condição da criança e do adolescente, violência, investimentos financeiros, enfim, ao cotidiano da sociedade moderna. Neste texto, a noção de risco ambiental se filia às análises que têm entre seus marcos a teoria defendida por Beck (1992) da sociedade de risco.

Para Jacobi (2006), que utiliza a expressão “riscos ambientais urbanos”, a população, especialmente a de mais baixa renda, está sujeita aos riscos das enchentes, escorregamentos de encostas, contaminação do solo e das águas pela disposição clandestina de resíduos tóxicos industriais, acidentes com cargas perigosas, vazamentos em postos de gasolina, convivência perigosa com minerações, através do ultra-lançamento de fragmentos rochosos e vibrações provenientes da detonação etc. (idem, 2006, p.117).

A exposição aos riscos ambientais nas cidades torna parcelas da população vulneráveis a eventos dessa natureza. Nesse caso, a vulnerabilidade pode ser entendida como a probabilidade de o indivíduo (ou grupo) ser afetado negativamente por um evento ambiental, ou contaminado via um elemento da natureza (Deschamps, 2004).

A vulnerabilidade é diferente do risco. A base etimológica da palavra advém do latim “ferir”. Enquanto que o risco implica a exposição a perigos externos em relação aos quais as pessoas têm um controle limitado, a vulnerabilidade mede a capacidade de combate a tais perigos sem que se sofra, em longo prazo, uma potencial perda de bem-estar (PNUD, 2007, p.78).

Ao integrar as dimensões sociais e ambientais na identificação e análise da vulnerabilidade, é pertinente a adoção da terminologia vulnerabilidade socioambiental. Essa premissa se justifica porque a vulnerabilidade aos riscos ambientais depende de fatores sociais, econômicos, tecnológicos, culturais, ambientais e a relação destes com o ambiente físico-natural, envolvendo, portanto, a dinâmica social e a dinâmica ambiental, esta última, inclusive, quando em estado de degradação (Esteves, 2011).

Dessa forma, em países que apresentam acentuada desigualdade social, como o Brasil, faz-se pertinente a utilização de estudos calcados nos conceitos de vulnerabilidade socioambiental na abordagem das situações de risco ambiental. O desenvolvimento de metodologias baseadas nesta conceituação é tão importante quanto a identificação das áreas de risco ambiental, e ambas devem ser utilizadas integradamente (Esteves, 2011).

Nesse sentido, como forma de encaminhar as discussões envolventes na temática exposta, procuramos realizar nessa segunda parte do trabalho a identificação de áreas que potencialmente tem estabelecido áreas de desertificação no semiárido nordestino. Vale frisar que os autores, seguindo o critério de associação às pesquisas individuais no artigo, realizaram a proposta de evidenciar espacialmente áreas que denotam extremos efeitos da desertificação, como mote de localização do fenômeno, através de uma análise ambiental com vista ao diagnóstico prévio.

3. ESPACIALIZANDO A DESERTIFICAÇÃO NO NORDESTE

No Brasil, a ocorrência dos processos de desertificação é observada, especialmente, no ambiente do sertão nordestino nas denominadas “Áreas Susceptíveis à Desertificação (ASD)”, conforme definidas no Plano de Ação Nacional de Combate à Desertificação (PAN - Brasil) do Ministério do Meio Ambiente. Essas áreas englobam

a porção semiárida e sub-úmida seca do território nacional, abrangendo todos os Estados da Região Nordeste (Brasil, 2007). A degradação ambiental crescente vem ocasionando processos de desertificação cada vez mais significativos nas ASD, trazendo como consequências imediatas, dentre outras, a perda da fertilidade do solo e da biodiversidade, a destruição de *habitats* naturais e o êxodo rural (Pacheco; Borges, 2006).

Um importante material cartográfico temático e informativo foi publicado em Brasil (2007) – “Atlas das Áreas Susceptíveis à Desertificação do Brasil”. Neste Atlas são retratados os espaços semiáridos, com ênfase nas Áreas Susceptíveis à Desertificação (ASD).

As Áreas Susceptíveis à Desertificação (ASD) caracterizam-se por altas taxas de evapotranspiração, ocorrência de períodos de secas, solos de pouca profundidade e reduzida capacidade de retenção de água, o que limita consequentemente seu potencial produtivo. As diferenças no número e tipo de indicadores, e também, nos critérios de classificação das áreas potencialmente suscetíveis à desertificação, têm levado à produção de mapas que diferem em área e/ou no grau de ocorrência da desertificação no semiárido brasileiro (Brasil, 2007).

A ocorrência dos processos de desertificação depende, fundamentalmente, da fragilidade natural do meio frente às ações de uso e ocupação do solo e da consequente susceptibilidade aos processos de degradação, basicamente marcadas pelas limitações climáticas e edáficas locais.

De acordo com o Programa de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca na América do Sul, o fenômeno se manifesta de duas maneiras: i) difusa no território, abrangendo diferentes níveis de degradação dos solos, da vegetação e dos recursos hídricos e; ii) concentrada em pequenas porções do território, porém com intensa degradação dos recursos da terra (Brasil, 2007). Os núcleos de desertificação são áreas limitadas onde os danos são de profunda gravidade, identificando-se quatro núcleos principais na região Nordeste, onde tais processos podem ser considerados extremamente acentuados (Brasil, 2007). São eles: Cabrobó - PE, Gilbués - PI, Irauçuba - CE e Seridó - RN, totalizando cerca de 15.000 km², conforme Figura 3.

Essa região caracteriza-se por evapotranspiração elevada, ocorrência de períodos de secas, solos de pouca profundidade e reduzida capacidade de retenção de água, o que limita consequentemente seu potencial produtivo. Todos esses elementos conjugados evidenciam um ecossistema muito frágil, o qual se agrava principalmente devido à degradação da cobertura vegetal e do uso incorreto das terras, através da exploração predatória da Caatinga e dos desmatamentos e queimadas.

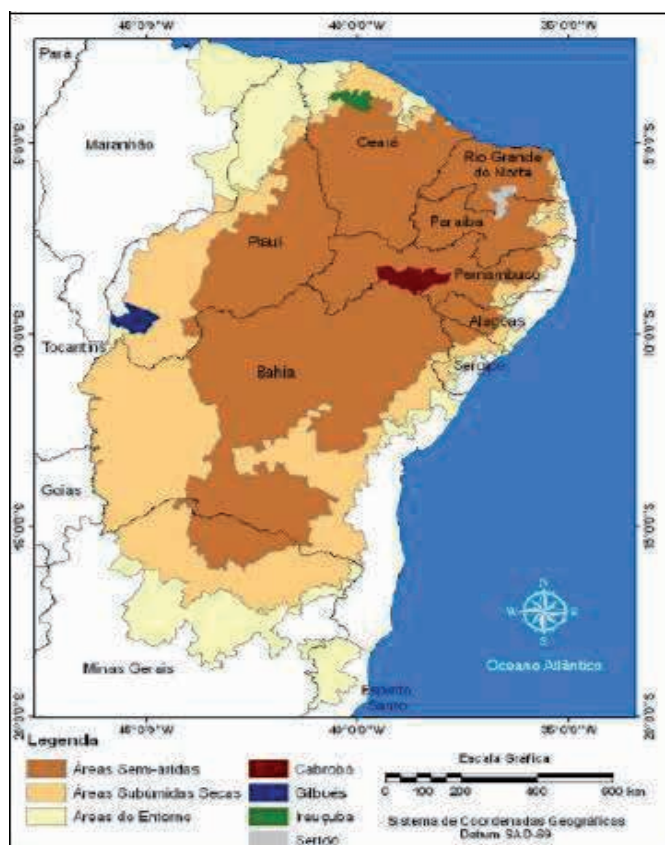


Figura 3 - Mapa dos principais núcleos de desertificação do Nordeste (Fonte: Brasil, 2007)

Os estudos na região Nordeste do país, e principalmente nesse ecossistema, são imprescindíveis, pois o Bioma Caatinga é um dos mais ameaçados devido ao uso inadequado e insustentável dos recursos naturais.

É necessário que sejam separadas as mudanças reais das presumidas, as quais informam sobre o potencial de mudança, relacionadas ao risco de degradação. Ribeiro, Sampaio e Galindo (2009) apresentaram uma série de informações sobre diferentes ordens de solos representativas do semiárido, visando avaliar o seu risco de desertificação, indicando que podem ter consideráveis riscos à degradação os Neossolos litólicos, Argissolos, Luvisolos e Planossolos, os quais perfazem juntos mais da metade da área.

Leite *et al.* (2003), levando em consideração aspectos físicos e ambientais, identificaram e mapearam áreas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação na região do Médio Jaguaribe, Estado do Ceará. No referido trabalho, a severidade da degradação foi constatada a partir de imagens orbitais e verificação no campo da devastação da cobertura vegetal nativa e intensidade dos fenômenos erosivos.

Como resultado dos processos de degradação dos solos na região semiárida, podem ocorrer os seguintes efeitos: depleção de nutrientes; salinização e sodificação; compactação e encrostamento; erosão; e alteração das relações entre solos e vegetação (tipo, número e densidade de espécies) (Ribeiro; Sampaio; Galindo, 2009). Galindo *et al.* (2008) coloca como característica essencial do fenômeno da desertificação no semiárido nordestino a presença de manchas de solo exposto, por

entre as caatingas, onde são observadas áreas de solos rasos e com limitações químicas e físicas.

Segundo Ribeiro, Sampaio e Galindo (2009), tendo em vista as complexidades de resposta a determinados valores críticos que possam ser estabelecidos, é necessário que seja desenvolvido um conjunto de diretrizes que orientem o estabelecimento desses valores para cada situação cultura/ambiente. De acordo com os autores, existem muitos trabalhos que tratam do monitoramento da qualidade do solo, contudo, poucos abordam a questão da sua degradação em regiões áridas e semiáridas, ocorrendo ainda uma ausência de padronização no método de avaliação, bem como nas etapas de amostragem, tratamento das amostras e análise e interpretação dos dados.

Para Sales (2003), são observadas divergências quanto às metodologias empregadas nos estudos de desertificação em todo o mundo, inclusive para o Nordeste do Brasil. A autora observou ainda que há uma incompatibilidade entre a escala de trabalho e as metodologias propostas, reconhecendo que em escala local a especificidade de cada área atingida deve ser considerada para a produção de diagnósticos mais precisos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das informações apresentadas neste trabalho foi possível realizar o levantamento dos principais parâmetros utilizados para o diagnóstico e monitoramento dos processos que levam à desertificação. Estas informações podem ser úteis como subsídio na elaboração de estratégias para a recuperação das áreas afetadas.

Observando as conclusões dos estudos supracitados, é possível uma convivência harmoniosa com a semiaridez, apesar das peculiaridades, a partir de processos educativos que abracem uma proposta de desenvolvimento viável e que sejam embasados em políticas públicas centradas na perspectiva da convivência com o clima e bioma específicos da região (Baptista; Campos, 2013).

O semiárido nordestino ainda é vulnerável às catástrofes e às secas, no entanto, é uma realidade que pode ser mudada pela educação dos que ali habitam, pela responsabilização dos municípios e empresas e pela mudança das tecnologias e dos usos da terra, gerando perspectivas positivas e alcançáveis do ponto de vista da sustentabilidade.

5. REFERÊNCIAS

Accioly, L. J. O. (2011). *Degradação do solo e Desertificação no nordeste do Brasil*. In: [http://: goo.gl/GqUkgS](http://goo.gl/GqUkgS).

Baptista, N. de Q.; Campos, C. H. (2012). *Convivência com o semiárido brasileiro: autonomia e protagonismo social*. In: Conti, I. R; Schroeder, E. O. (Org). Brasília, Editora IABS, 2013, p. 45-58.

Beck, U. (1992). *Risk society: towards a new modernity*. Londres: Sage Publications.

Brasil. (2007). Ministério do Meio Ambiente. *Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil*. Brasília, DF 134p. il.

Deschamps, M. V. (2004). *Vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba*. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

Doederlein, N. (2014). *Projetos tentam prevenir desastres causados por secas e enchentes*. In: [http://: goo.gl/65UZMp](http://goo.gl/65UZMp).

Esteves, C. J. de O. (2011). Risco e vulnerabilidade socioambiental: aspectos conceituais, Cad. *IPARDES*. Curitiba, PR, ISSN 2236-8248, v.1, n.2, p. 62-79, jul./dez. - Pag.75.

Galindo, I. C. L.; Ribeiro, M. R.; Santos, M. F. A. V.; Lima, J. F. W. F.; Ferreira, R. F. A. L. (2008). Relações solo-vegetação em áreas sob processo de desertificação no município de Jataúba, PE. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, 32:1283-1296.

Jacobi, P. (2006). Dilemas socioambientais na gestão metropolitana: do risco à busca da sustentabilidade urbana. *Política & Trabalho*, João Pessoa: UFPB, Mestrado em Ciências Sociais, n.25, p.115-134, out.

Leite, F. R. B.; Oliveira, S. B. P.; Carvalho, G. M. B. S.; Freitas Filho, M. R. (2003). Degradação ambiental e susceptibilidade aos processos de desertificação na região do Médio Jaguaribe-CE. *Anais XI SBSR*, Belo Horizonte, Brasil, INPE, p. 1315-1322.

Miranda, A. (2013). *A grande seca de 1877*. In: [http://: goo.gl/1ioEBz](http://goo.gl/1ioEBz).

Pacheco, A. P., Freire, N. C. F., Borges, U. N. (2006). A Transdisciplinaridade da Desertificação. *Geografia Londrina*. Vol. 15, Nº. 1.

PNUD. Relatório do Desenvolvimento Humano 2007/2008 – *Combater as mudanças climáticas: solidariedade humana em um mundo dividido*. (2007). Nova York: PNUD. Disponível em: <http://hdr.undp.org/en/media/hdr_20072008_pt_complete.pdf>. Acesso em: jul. 2011.

Ribeiro, M. R.; Sampaio, E. V. S.; Galindo, I. C. L. (2009) Os solos e o processo de desertificação no semiárido brasileiro. *Tópicos em ciência do solo*, ed. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. v.6. p.413-459.

Sales, M. C. L. (2003). Evolução dos estudos de desertificação no Nordeste brasileiro. *GEOUSP - Espaço e Tempo*, São Paulo, n. 14, pp. 9-19.

Santos, R. F. dos. (2004). *Planejamento ambiental: teoria e prática*. São Paulo: Oficina de textos.

Silva, I. B. da; Silva, T. L.; Rocha, C. A.; Cavalcante, R. M.; Silva, M. V. C. da. (2016). Uso da geoestatística na avaliação da distribuição de material particulado respirável na cidade de Fortaleza, Ceará. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.9, n.2, p. 334-344.

Silva, B. C. S. M. (2013). *A seca no Nordeste: um desastre natural?* In:[http://:goo.gl/6L3HZ1](http://goo.gl/6L3HZ1).

RESPOSTA TAXONÔMICA E FUNCIONAL DA VEGETAÇÃO DA CAATINGA AO LONGO DE UM GRADIENTE ESPACIAL DE CLIMA

Ana Cláudia Pereira de Oliveira

Universidade de Lisboa

Alice Nunes

Universidade de Lisboa

Paula Matos

Universidade de Lisboa

Renato Garcia Rodrigues

Universidade Federal do Vale do São Francisco

Cristina Branquinho

Universidade de Lisboa

RESUMO

As projeções climáticas prevêm uma diminuição da precipitação e o aumento da temperatura que, juntas, poderão afetar a evapotranspiração. Essa combinação poderá ter efeitos catastróficos para os ecossistemas semiáridos, podendo levar à sua conversão em sistemas mais áridos e agravar a desertificação. A Caatinga é um ecossistema semiárido exclusivo do Brasil, cuja conservação é hoje ameaçada pela combinação de degradação antrópica e mudanças climáticas, que favorecem o avanço do processo de desertificação. Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi contribuir para perceber os efeitos das mudanças climáticas e ambientais na diversidade e funcionamento da Caatinga. Para tal, foram avaliadas alterações em métricas de biodiversidade taxonômica e funcional de plantas lenhosas ao longo do gradiente climático no espaço, baseado na aridez. Os resultados mostraram que a estrutura funcional e, em menor grau, a diversidade funcional foram afetadas pela aridez, ao contrário da diversidade taxonômica, sugerindo que as métricas funcionais são melhores indicadores do impacto do clima nestes ecossistemas semiáridos. Num cenário de mudanças climáticas, o aumento da aridez poderá levar à redução da altura das plantas na Caatinga e à perda de características funcionais restritas (por exemplo, fruto carnosos), o que poderá comprometer o fornecimento de serviços ecossistêmicos.

PALAVRAS-CHAVE: Desertificação; Índice de aridez; Semiárido; Gradiente climático.

1. INTRODUÇÃO

As projeções climáticas prevêm uma diminuição da precipitação e o aumento da temperatura (IPCC, 2014) que em conjunto, poderão afetar a evapotranspiração. Essa combinação poderá ter efeitos catastróficos para os ecossistemas, sobretudo para os ecossistemas semiáridos, podendo levar à sua conversão em sistemas mais áridos (Nobre *et al.*, 1991). Estas transições podem levar à perda de espécies e/ou a criação de um novo ecossistema dominado por espécies com características funcionais

específicas, que possam trazer vantagens adaptativas nas novas condições ambientais (Reu *et al.*, 2011).

Há consenso de que a perda da diversidade afeta o funcionamento do ecossistema, do qual depende o fornecimento de serviços essenciais para o bem-estar humano. Porém, estudos direcionados a avaliar os efeitos das mudanças climáticas e ambientais na diversidade e funcionamento nos ecossistemas semiáridos são poucos frequentes (Nunes *et al.*, 2017).

Em termos sócio-econômicos, a perda do fornecimento dos serviços ecossistêmicos em regiões secas, que incluem os climas árido, semiárido e subúmido seco, pode afetar cerca de 40% da população mundial (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) e, desses, 25 milhões de brasileiros (MMA, 2006).

No Brasil, a Caatinga é um dos representantes por excelência do ecossistema semiárido. É um tipo de ecossistema exclusivo do Brasil, e recobre a maior parte do Nordeste brasileiro. Naturalmente apresenta características extremas dentre os parâmetros meteorológicos, tais como, elevada radiação solar e temperatura média anual, elevada evapotranspiração e, sobretudo precipitação reduzida e irregular, limitada a um período curto do ano (Reis, 1976). Para além dessas características climáticas extremas, a Caatinga vem sofrendo de forma crescente e acelerada com a degradação antrópica. Pode-se citar como exemplos o avanço de solos salinizados devido às excessivas atividades de irrigação, que na maioria das vezes, são mal manejadas e planejadas e o sobrepastoreio, principalmente por caprinos (Pereira Filho *et al.*, 2013).

Essa combinação de degradação antrópica e mudanças climáticas é perfeita para o avanço do processo de desertificação (Chidumayo; Gumbo, 2010), que poderá levar a substituição da vegetação atual da Caatinga por uma com características mais árida (Nobre, 2001). Nesse sentido, entender como a diversidade responde às mudanças climáticas e ambientais é de suma importância para conservação desse ecossistema e do bem-estar da população que o habita.

Uma das formas de entender essa questão é realizando estudos *in situ*, através da avaliação de alterações na biodiversidade e no funcionamento do ecossistema ao longo de gradientes climáticos e/ou ambientais no espaço (Mason *et al.*, 2013), que funcionam como *proxies* das alterações que se podem estudar ao longo do tempo.

Para avaliar os efeitos das mudanças climáticas e ambientais nos ecossistemas são utilizadas métricas de biodiversidade como, por exemplo, a diversidade de espécies. Contudo, a diversidade taxonômica não tem em conta o papel das espécies no funcionamento do ecossistema. No entanto, a estrutura funcional - frequentemente avaliada através da média ponderada da comunidade ou '*community weighed mean*' (CWM) -, e a diversidade funcional - e.g. riqueza funcional (FRic) e dispersão funcional (FDis) -, consideram características funcionais das espécies que possam atuar como estratégias adaptativas ao ambiente em que ocorrem (Garnier *et al.*, 2007). São exemplo disso as características vegetativas (forma de crescimento e altura), reprodutivas (duração da floração) ou regenerativas (e.g. modo de dispersão) (Cornelissen *et al.*, 2003).

Dentro de todo o contexto exposto, este estudo pretende contribuir para perceber os efeitos das mudanças climáticas e ambientais na diversidade e funcionamento do ecossistema Caatinga. Para tal, serão avaliadas alterações em métricas de biodiversidade taxonômica e funcional de plantas ao longo de um gradiente climático

espacial. A expectativa é que os resultados ajudem a definir as melhores estratégias de gestão para minimizar os impactos das mudanças climáticas e ambientais desse ecossistema.

2. MATERIAL E MÉTODO

2.1. Área de Estudo

O gradiente de estudo abrangeu municípios inseridos em três estados brasileiros (Pernambuco, Ceará e Paraíba) e está recoberto pela Caatinga. Seguindo a base de dados climáticos global, WorldClima (www.worldclim.org) (Hijmans *et al.*, 2005), a temperatura média anual ao longo do gradiente varia de 22 a 25°C e a média da precipitação média anual entre 495 a 908 mm.

Botanicamente, está representado por formações arbustivo-arbóreas (Gentry, 1982).

2.2. Desenho experimental, coleta de dados e análise

2.2.1. Inventário florístico e diversidade taxonômica (riqueza de espécies)

Ao longo do gradiente foram instaladas 27 unidades amostrais (UAs). Em cada UA foram definidas cinco parcelas de 10 x 10m (total 135 parcelas) distribuídas na vegetação mais conservada no entorno de dois quilômetros do ponto central das UAs.

As unidades amostrais foram monitoradas semestralmente, desde 2008, pela equipe do Projeto “Programa de conservação da fauna e flora vinculado ao Projeto de Integração do Rio São Francisco com as bacias do Nordeste Setentrional (PCFF - PISF), sob coordenação do Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental (Nema) da Universidade do Vale do São Francisco (Univasf).

Para o objeto de estudo foi considerada a leitura semestral de fevereiro de 2016, que teve como critério de inclusão a contagem e mensuração de todos os indivíduos arbóreos e arbustivos com o diâmetro ao nível do solo (DNS) maior ou igual a 3 cm (Rodal *et al.*, 1992). Inclusive os indivíduos mortos ainda em pé, cuja a base do tronco estivesse dentro da parcela, mesmo quando o fuste e a copa estivessem fora. O DNS foi medido com o auxílio de uma fita métrica. A altura dos indivíduos foi medida com auxílio de uma vara com tamanho conhecido (1,5m). O material botânico foi coletado para confirmação e testemunho das espécies existentes e foi depositado junto ao Herbário Vale do São Francisco (HVASF) da Universidade do Vale do São Francisco. A diversidade taxonômica foi quantificada pela riqueza de espécies.

2.3. Escolha da variável preditora – definição do gradiente

Foram utilizadas 19 variáveis climáticas de precipitação e temperatura da base de dados climáticos global (<http://www.worldclim.org.br>). Para o índice de aridez (IA) foi considerado o proposto pelas Nações Unidas (Atlas, 1992), que representa a razão da média anual da precipitação com a média anual do potencial de evapotranspiração. De acordo com o índice de aridez, o gradiente de estudo incluiu áreas com clima semiárido a subúmido seco ($0.25 < IA < 0.56$). Nessa etapa foi realizada uma análise de ordenação através do Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) com base na abundância das espécies presentes, com intuito de reduzir a dimensionalidade dos dados, extraindo os principais eixos de variação.

Primeiro foi averiguado o número de dimensões (eixos) capaz de representar os dados com o menor stress possível. Após determinar o número de dimensões a usar, a análise foi corrida novamente para esse número de dimensões e buscou-se o menor stress possível. Para essa análise utilizou-se uma matriz composta com a abundância das espécies em cada unidade amostral e a função metaMDS do pacote Vegan (Oksanen et al., 2013). Obtiveram-se assim os escores das espécies e dos locais na ordenação final, com os quais foi elaborado um gráfico. As variáveis climáticas foram então projetadas sobre a ordenação, utilizando-se uma matriz composta com essas variáveis preditoras para cada unidade amostral do estudo. Foi avaliada a significância das correlações de Spearman entre os scores dos locais e as variáveis climáticas (incluindo o índice de aridez), de modo a selecionar as variáveis a usar como preditoras.

2.4. Estrutura e diversidade funcional

Para a diversidade funcional foram mensuradas, no campo e/ou com recurso a dados bibliográficos, oito características funcionais das 81 espécies vegetais registradas ao longo do gradiente, a saber: presença ou ausência de látex e/ou resina, de fruto carnoso e de acúleo, forma de crescimento, DNS, altura, modo de dispersão e tipo de fruto. Essas características estão associadas a parte vegetativa, reprodutiva e defesa das plantas (Cornelissen *et al.*, 2003; Angelo; Dalmolin, 2007).

Para a estrutura funcional foi obtida a média ponderada das características funcionais na comunidade (CWM – *Community weighed mean*) (Lavorel et al., 2008). Em 2004 foi proposto por Garnier e colaboradores calcular a média dos valores das características funcionais ponderados pela abundância relativa de cada espécie. Essa métrica é entendida como definindo as características funcionais dominantes em uma comunidade e está diretamente relacionada à hipótese da relação em massa ou “*mass-ratio hypothesis*” (Grime, 1998). Essa hipótese considera que as características funcionais das espécies mais abundantes determinam em grande parte os processos ecossistêmicos (Mokany *et al.*, 2008).

Para determinar a diversidade funcional foram calculadas a riqueza funcional (FRic) e a dispersão funcional (FDis). O primeiro índice é considerado o volume ocupado pelas espécies no espaço funcional (Cornwell *et al.*, 2006; Villéger *et al.*, 2008) e segundo índice está relacionado à distância média de uma espécie no espaço funcional multidimensional para o centroide de todas as espécies (Laliberté; Legendre, 2010).

Tanto para estrutura quanto para a diversidade funcional a análises foram realizadas usando a função dbFD do pacote FD (Laliberté *et al.*, 2014) no software R (R Core Team, 2015).

2.5. Correlações

Para testar a significância das correlações entre as variáveis resposta (diversidades taxonômica, funcional e a estrutura funcional) e as variáveis climáticas, utilizaram-se correlações de Spearman, uma vez que algumas relações entre as variáveis poderiam não ser lineares.

Todas as análises foram realizadas usando o software R (R Core Team, 2015).

3. RESULTADOS

3.1. Comunidade ao longo do gradiente

Ao longo do gradiente foram mensurados 5.729 indivíduos, distribuídos em 81 espécies, agrupados em 23 famílias e 59 gêneros. Cerca de 80% dos indivíduos registrados no estudo foram representados por oito espécies dominantes e, desses, aproximadamente 60% está representado por três espécies (*Croton blanchetianus* Baill., *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz e *Aspidosperma pyriformium* Mart. & Zucc.).

3.2 Escolha da variável preditora – definição do gradiente

O resultado da análise de ordenação NMDS indicou que a maior parte da variedade na estrutura da comunidade vegetal estudada foi explicada pelo eixo 1 ($r^2 = 43\%$), enquanto que o eixo 2 explicou 23%. O estresse mínimo da ordenação foi de $p=0.15$. Os escores das unidades amostrais do primeiro eixo do NMDS mostraram-se significativamente correlacionadas com oito variáveis climáticas. Como essas correlacionavam entre si e com o índice de aridez (IA), então, foi assumido o índice de aridez como o principal filtro da ordenação das comunidades estudadas (Tabela 01).

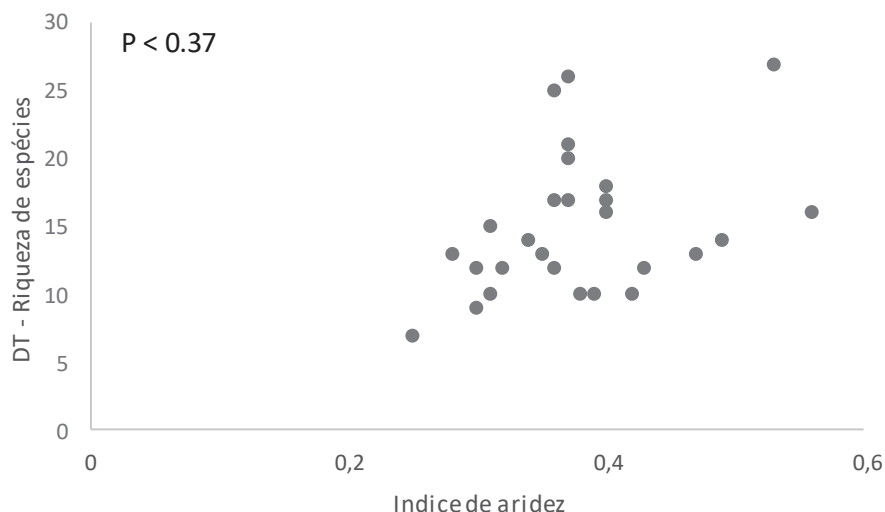
Tabela 01 – Correlação (Spearman = ρ) das variáveis climáticas com o índice de aridez. Valor de p : * <0.05 ; ** <0.01 ; *** <0.001

	Média do índice de aridez (media_IA)	Spearman ρ
Temperatura média anual	media_bio_1	-0.23
Média da amplitude da temperatura diurna	media_bio_2	0.05
Isotermalidade	media_bio_3	0.52**
Sazonalidade da temperatura	media_bio_4	-0.59**
Temperatura máxima no período mais quente	media_bio_5	-0.33
Temperatura mínima no período mais frio	media_bio_6	-0.26
Amplitude anual da temperatura	media_bio_7	-0.28
Temperatura média do trimestre mais úmido	media_bio_8	-0.71***
Temperatura média do trimestre mais seco	media_bio_9	-0.05
Temperatura média do trimestre mais quente	media_bio_10	-0.37
Temperatura média do trimestre mais frio	media_bio_11	0.05
Precipitação anual	media_bio_12	0.97***
Precipitação no período mais úmido	media_bio_13	0.87***
Precipitação no período mais seco	media_bio_14	0.37
Sazonalidade da precipitação	media_bio_15	0.09
Precipitação no trimestre mais úmido	media_bio_16	0.93***
Precipitação no trimestre mais seco	media_bio_17	0.59**
Precipitação no trimestre mais quente	media_bio_18	-0.21
Precipitação no trimestre mais frio	media_bio_19	0.54**

3.3. Efeitos do índice de aridez na diversidade taxonômica, estrutura funcional e diversidade funcional

O índice de aridez não mostrou correlação significativa com a diversidade taxonómica ($P < 0.37$) (Gráfico 01).

Gráfico 01 - Relação entre a diversidade taxonómica (DT), nomeadamente riqueza de espécies, com o índice de aridez



A estrutura funcional (CWM) e da diversidade funcional (FRic e FDis) mostraram estar significativamente correlacionadas com o índice de aridez ao longo do gradiente (Tabela 02). De oito características funcionais mensuradas, quatro apresentaram correlação significativa à estrutura funcional (DNS, altura, tipo de fruto e fruto carnoso), e uma relativamente à diversidade funcional (fruto carnoso).

Tabela 02 – Valores calculados para cada característica funcional (média \pm desvio padrão), e correlações de Spearman (Spearman = p) entre as diferentes métricas funcionais (CWM, FRic e FDis) e o índice de aridez (aridez maior quanto menor for o índice). Para diversidade funcional (FRic e FDis) foram analisadas somente as características funcionais que tiveram correlações com CWM. Valor de p: * <0.05 ; ** <0.01 ; *** <0.001

Características funcionais	Categorias/unidades	Estrutura funcional (CWM)		Diversidade funcional	
		Média \pm DP	Spearman p	FRic	FDis
Presença de Latex e/ou resina		0.54 \pm 0.19	-0.09		
Forma de crescimento	Arbusto	0.13 \pm 0.15	-0.07		
	Árvore	0.86 \pm 0.15	0.07		
Diâmetro ao nível do solo (DNS)	cm	7.49\pm0.86	-0.44*	0.16	-0.16
Altura	m	4.36\pm0.61	0.55**	0.22	-0.24
Modo de dispersão	Anemocórica	0.40 \pm 0.19	-0.36		
	Autocórica	0.55 \pm 0.20	0.27		
	Zoocórica	0.02 \pm 0.04	0.36		
Tipo de fruto	Baga	0.01\pm0.07	0.42*	-0.14	-0.04
	Cápsula	0.31\pm0.24	0.53**		
	Drupa	0.04\pm0.04	0.42*		
	Esquizocarpo	0.11 \pm 0.14	-0.29		

	Folículo	0.11±0.17	-0.57**		
	Legume	0.40±0.19	-0.19		
Presença de acúleo		0.16±0.13	0.00		
Fruto carnoso		0.06±0.09	0.50**	0.17	0.48*

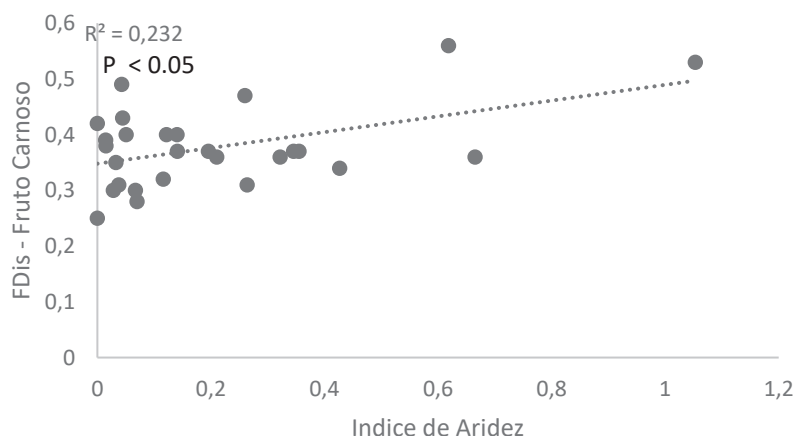
A comunidade estudada é predominantemente arbórea (86%), com a altura média dos indivíduos alcançando os quatro metros e com a média do diâmetro ao nível do solo (DNS) ultrapassando os sete centímetros (Tabela 02). A CWM da altura e do DNS foram influenciados pelo índice de aridez, observando-se a diminuição da altura e aumento do DNS com o aumento do índice de aridez (Tabela 02).

A presença de látex e/ou resina verificou-se em média em 54% da comunidade de plantas e a presença de acúleo em 16% (Tabela 02). E não teve correlação com o índice de aridez.

O modo de dispersão teve duas categorias que se destacaram, autocórica (55%) e anemocórica (40%), acarretando o destaque para a maior ocorrência frutos secos (94%). Dos frutos secos a proporção do tipo de fruto cápsula ($P < 0.01$) aumento com o índice de aridez e do tipo de fruto folículo ($P < 0.01$). Todavia, o modo de dispersão não teve correlação com o índice de aridez. Pelo contrário, a proporção de espécies com fruto carnoso aumentou com o índice de aridez ($P < 0.01$) e, bem como, com o fruto de tipo baga ($P < 0.05$) ou drupa ($P < 0.05$) (Tabela 02).

A diversidade funcional da característica funcional fruto carnoso foi a única a apresentar uma correlação significativa com o índice de aridez ($P < 0.05$) (Tabela 02 e Gráfico 02).

Gráfico 02) Relação entre a diversidade funcional (FDis) da característica funcional fruto carnoso com o índice de aridez



4. DISCUSSÃO

A estrutura e a diversidade funcional refletiram o gradiente de aridez enquanto a diversidade taxonómica não. Isto indica que as métricas funcionais, ao contrário das métricas taxonómicas, permitem a detecção da influencia de estresse abiótico na comunidade de plantas, reforçando a crescente evidência apontada na literatura da

importância das características funcionais das espécies na resposta dos ecossistemas a filtros ambientais. Isto deve-se ao fato de abordagem funcional ter em conta as funções desempenhada pelas espécies na dinâmica das comunidades e no funcionamento dos ecossistemas, enquanto que a abordagem clássica se baseia na identidade individual de cada espécie (Garnier *et al.*, 2007).

Estes resultados demonstram a vantagem da partilha das métricas taxonómica e funcional para avaliar os impactos das mudanças climáticas na biodiversidade e funcionamento do ecossistema (Maestre *et al.*, 2012), bem como do uso de diferentes métricas funcionais, tal como, o CWM e FDis. Apesar dessas métricas serem complementares, elas possuem alguma interdependência (Ricotta; Moretti, 2011; Nunes *et al.*, 2017). Esse fato foi registrado no presente estudo com a resposta ao índice de aridez de quatro características funcionais para CWM e uma para FDis.

Para além das métricas citadas, é crescente o consenso da necessidade da inclusão da variabilidade intraespecífica para enriquecer os resultados da diversidade funcional (Nunes *et al.*, 2017). Pois, há evidências de que há diferenças funcionais entre indivíduos de uma mesma espécie que são importantes para os processos da comunidade (Reusch *et al.*, 2005). No caso do presente estudo essa inclusão seria enriquecedora, pois a comunidade estudada foi dominada por poucas espécies, em especial, *C. blanchetianus*, *P. pyramidalis* e *A. pyriformium* que possuem ampla distribuição na Caatinga e são as principais representantes da maioria dos estudos florísticos (Silva *et al.*, 2012).

A forma de crescimento e altura das plantas em áreas com diferentes níveis de aridez estão entre os principais critérios utilizados para classificar as diferentes fisionomias da Caatinga. Por exemplo, a constatação da presença de indivíduos arbóreos mais altos e em maior abundância em locais com maior disponibilidade de água (Andrade-Lima 1981). Em termos fisiológicos, a estatura da planta está intimamente associada a cavitação. Um menor tamanho dos indivíduos sujeitos a elevado estresse hídrico pode ser uma estratégia para reduzir o risco de cavitação (Enquist, 2002).

Para além da forma de crescimento e altura, Andrade-Lima (1981) apontou a possível influência da pastagem para determinar o tipo de vegetação localizado em ambiente mais seco. A pastagem na Caatinga é predominantemente ocasionada por caprinos que são os principais herbívoros desse ecossistema (Leal *et al.*, 2003). A herbivoria por caprinos é considerada um importante fator de seleção natural capaz de afetar a distribuição e abundância de espécies lenhosas. Como resposta à herbivoria, as plantas desenvolveram mecanismos de defesa tal como a presença de látex e/ou resina e de espinhos, ambos registrados na maior parte da comunidade do presente estudo (Baraza *et al.*, 2007).

O predomínio das categorias de dispersão autocórica e anemocórica, na comunidade estudada, parecem estar fortemente associados a disponibilidade de água. Esse resultado está de acordo com outros estudos que apontam que, em florestas secas, o modo de dispersão é, sobretudo através do vento, enquanto que, em florestas mais úmidas, há uma maior preponderância da dispersão feita por animais. Por exemplo, em uma floresta seca de Caatinga (803 mm/ano) foram apontadas cerca de 26% de espécies lenhosas dispersas por vertebrados (Machado *et al.*, 1997). Enquanto que em uma única área de Floresta Atlântica na região nordeste do Brasil (2.400 mm/ano) foram registradas cerca de 95% de espécies lenhosas dispersas por vertebrados (Griz; Machado, 1998).

No presente estudo, o tipo de fruto carnoso está representado pelas categorias baga e drupa, que se correlacionaram com o gradiente de índice de aridez, diminuindo com o aumento do índice de aridez. Os frutos carnudos representaram não somente uma estratégia de dispersão relevante na Caatinga, mas também uma fonte de alimento importante para a população local. Em 2012, Santos e colaboradores apontaram as categorias de tipo de frutos drupa e baga e o fruto carnoso como fontes de alimentos da população sergipana, um estado que tem 42 dos 75 municípios total ou parcialmente inseridos nesse ecossistema.

Ao compilar a parte ecológica e social desse problema fica evidente a necessidade da conservação desses ecossistemas semiáridos que correm o risco de serem alterados para um ambiente mais árido, seja por pressão climática, ambiental e, até mesmo, da interação entre ambas.

5. CONCLUSÃO

A estrutura funcional e, em menor grau, a diversidade funcional da Caatinga foram afetadas pelo índice de aridez, ao contrário da diversidade taxonômica. Estes resultados demonstram que as métricas funcionais são melhores indicadores do impacto da disponibilidade de água, um filtro ambiental chave nestes ecossistemas semiáridos.

Todavia, este estudo considerou um único valor de cada característica funcional por espécie. A inclusão de características funcionais intraespecíficas funcionais ao longo do gradiente, poderia possivelmente vir a ampliar a compreensão dos padrões de diversidade funcional, sobretudo neste tipo de ecossistemas que são dominados por poucas espécies.

Este estudo considerou somente espécies lenhosas, de porte arbóreo ou arbustivo. A inclusão de espécies herbáceas poderia fornecer uma perspectiva mais completa da variação funcional na comunidade de plantas em resposta ao índice de aridez.

De uma forma geral, no cenário de mudanças climáticas o aumento da aridez pode levar à redução da altura das plantas e à perda de características funcionais restritas (por exemplo, fruto carnoso) de ecossistemas dependentes da disponibilidade de água, que comprometerá o fornecimento de serviços ecossistêmicos tanto para fauna quanto para o ser humano, que depende dos recursos naturais da Caatinga.

6. REFERENCIAS

Andrade-Lima, D. de. 1981. The caatinga dominium. *Revista Brasileira Botânica*, 4: 149-53.

Angelo, A. C.; Dalmolin, A. Interações Herbívoro-Planta e suas Implicações para o Controle Biológico: Que tipos de inimigos naturais procurar? In: Pedrosa-Macedo, J. H.; DalMolin, A.; Smith, C. W. (orgs.). *O Araçazeiro: Ecologia e Controle Biológico*. FUFPEF, Curitiba, p. 71-91, 2007.

Atlas, U. (1992) *World Atlas of Desertification*, Vol. 80. UNEP and E. Arnold Ltd, Kent, UK.

Baraza, E.; Zamora, R.; Hódar, J. A.; Gómez J. M. (2007). Plant–herbivore interaction: Beyond a binary vision. Pages 481–514 *In* F. I. Pugnaire & F. Valladares (eds). *Functional Plant Ecology*. 2nd Edition. CRC Press, Boca Raton, Florida

Chidumayo, E. N.; Gumbo, D. J. 2010. 304p. *The dry forests and woodlands of Africa: managing for products and services*. ISBN 978-1-84971-131-9. London – Washington, DC.

Cornelissen, J. H. C.; Lavorel, S.; Garnier, E.; Díaz, S.; Buchmann, N.; Gurvich, D. E.; Reich, P. B.; ter Steege, H.; Morgan, H.D.; van der Heijden, M. G. A.; Pausas, J. G.; Poorter, H. (2003) A handbook of protocols for standardized and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, Melbourne, 51, 335–380.

Cornwell, W.K.; Schwilk, D.W.; Ackerly, D.D. (2006) A trait-based test for habitat filtering: convex hull volume. *Ecology*, 87, 1465–1471.

Enquist, B. J.; Haskell, J. P.; Tiffney, B. H. (2002) General patterns of taxonomic and biomass partitioning in extant and fossil plant communities. *Nature*, 419:610–613.

Garnier, E.; Lavorel, S.; Ansquer, P.; Castro, H.; Cruz, P.; Dolezal, J.; Eriksson, O.; Fortunel, C.; Freitas, H.; Golodets, C.; Grigulis, K. (2007) Assessing the effects of land-use change on plant traits, communities and ecosystem functioning in grasslands: a standardized methodology and lessons from an application to 11 European sites. *Annals of Botany*, London, 99, 5:967–985.

Gentry, A.H. (1982) "Neotropical floristic diversity". *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 69: 557–593.

Grime, J. (1998) Benefits of plant diversity to ecosystems: immediate, filter and founder effects. *Journal of Ecology*, 86, 902–910.

Griz, L. M. S.; Machado, I. C. S. (1998). Aspectos morfológicos e síndromes de dispersão de frutos e sementes na Reserva Ecológica de Dois Irmãos. p. 197–224. In: Machado, I. C.; Lopes, A. V.; Pôrto, K. C. (Orgs.). *Reserva Ecológica de Dois Irmãos: Estudos em um Remanescente de Mata Atlântica em área Urbana (Recife-Pernambuco-Brasil)*. Editora Universitária da UFPE, Recife.

Hijmans, R. J.; Cameron, S. E.; Parra, J. L.; Jones, P. G.; Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25, 1965–1978.

IPCC (2014) *Climate Change 2014: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, RK Pachauri and LA Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

Laliberté, E.; Legendre, P. (2010). A distance-based framework for measuring functional diversity from multiple traits. *Ecology*, 91(1), 299–305. DOI: 10.1890/08-2244.1

Laliberté, E.; Legendre, P. & B. Shipley. (2014). FD: measuring functional diversity from multiple traits, and other tools for functional ecology. R package version 1.0-12.

Lavorel, S.; Grigulis, K.; McIntyre, S.; Williams, N.S.; Garden, D.; Dorrough, J.; Berman, S.; Quetier, F., Thebault, A.; Bonis, A. (2008) Assessing functional diversity in the field—methodology matters! *Functional Ecology*, 22, 134–147.

Leal, I. R.; Vicente, A.; Tabarelli, M. Herbivoria por caprinos na Caatinga da região de Xingó: uma análise preliminar. In: Leal, I. R.; Tabarellu, M.; Silva, J. M. C. (Ed.). *Ecologia e conservação da Caatinga*. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2003. cap. 17, p. 695-715.

Machado, I. C. S.; Barros, L. M.; Sampaio, V. S. B. (1997). Phenology of Caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. *Biotropica*, 29:57-68.

Maestre, F. T.; Quero, J. L.; Gotelli, N. J. *et al.* (2012) Plant Species Richness and Ecosystem Multifunctionality in Global Drylands. *Science* 335, 214. DOI: 10.1126/science.1215442

Mason, N.W.H.; Ausseil, A.-G.E.; Dymond, J.R.; Overton, J.M.; Price, R. & Carswell, F.E. (2012) Will use of non-biodiversity objectives to select areas for ecological restoration always compromise biodiversity gains? *Biological Conservation*, 155, 157-168.

Millennium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystems and Human Well-Being: Desertification Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC.

Ministério do Meio Ambiente. 2006. Programa de ação nacional de combate à desertificação. Disponível em: <<http://desertificacao.cnrh-srh.gov.br>>.

Mokany K.; Ash, J.; Roxburgh, S. (2008) Functional identity is more important than diversity in influencing ecosystem processes in a temperate native grassland. *Journal Ecology*, 96:884–893

Nobre, C.A., "Amazônia: fonte ou sumidouro de carbono?" In: *Causas e dinâmica do desmatamento na Amazônia*. Ministério do Meio Ambiente, p.197-224. 2001.

Nobre, C. A.; Sellers, P. J.; Shukla, J. (1991) "Amazonian deforestation and regional climate change". *Journal Clim.*, 4, 957-988.

Nunes, A.; Köbel, M.; Pinho, P.; Matos, P.; de Bello, F.; Correia, O.; Branquinho, C. (2017) Which plant traits respond to aridity? A critical step to assess functional diversity in Mediterranean drylands. *Agricultural and Forest Meteorology* 239:176-184.

Oksanen, J.; Blanchet, F.G.; Kindt, R.; Legendre, P.; Minchin, P.R.; O'hara, R.B.; Simpson, G.L.; Solymos, P.; Stevens, M.H.H.; Wagner, H.; Oksanen, M.J. (2013) *Package "Vegan"*. Community ecology package, version 2 (9).

Pereira Filho, J. M.; Silva, A. M. A; Cézar, M. F. (2013) Manejo da Caatinga para produção de caprinos e ovinos. *Revista Brasileira Saúde Produção Animal*. 14(1):77-90.

Reis, A. C. (1976). *Clima da caatinga*. Anais da Academia Brasileira de Ciências 48: 325-335.

Reu, B.; Proulx, R.; Bohn, K.; Dyke, J.G.; Kleidon, A.; Pavlick, R.; Schmidtlein, S. (2011). The role of climate and plant functional trade-offs in shaping global biome and biodiversity patterns. *Global Ecology and Biogeography*, 20, 570-581.

Reusch, T.B.H.; Ehlers, A.; Hammerli, A.; Worm, B. (2005) Ecosystem recovery after climatic extremes enhanced by genotypic diversity. *P. Natl. Acad. Sci.* 102:2826-2831

Ricotta, C.; Moretti, M. (2011). CWM and Rao's quadratic diversity: a unified framework for functional ecology. *Oecologia* 167:181-188.

Rodal, M. J. N.; Sampaio, E. V. S. B.; Figueiredo, M. A. (1992), *Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico - ecossistema caatinga*. Sociedade Botânica do Brasil, Brasília, 24p.

Santos, T. C.; Júnior, J. E. N.; Prata, A.P.N. (2012). Frutos da Caatinga de Sergipe utilizados na alimentação humana. *Scientia Plena* vol.8, num 4.

Siefert, A.; Violle, C.; Chalmandrier, L.; Albert, C.H.; Taudiere, A.; Fajardo, A.; Aarssen, L. W. *et al.* (2015) "A global meta-analysis of the relative extent of intraspecific trait variation in plant communities." *Ecology Letters*, 18 (12): 1406-1419.

Silva, S. O.; Ferreira, R. L. C.; Silva, J. A. A.; Lira, M. A.; Alves Júnior, F. T.; Cano, M. O. O.; Torres, J. E. L. (2012) Regeneração natural em um remanescente de caatinga com diferentes históricos de uso no agreste pernambucano. *Revista Árvore*, v.36, n.3, p.441-450.

Team, R. C. (2015) *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: 2014.

Villéger, S.; Mason, N. W. W.; Moullot, D. (2008). New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in Functional Ecology. *Ecology*, 89(8), 2290–2301. DOI: 10.1890/07-1206.1

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DA ABORDAGEM NEXUS MUNDIAL COM FOCO NA INTERAÇÃO ENERGIA-ÁGUA

Ana Cristina Borges Carvalho

Universidade de Brasília
aninhacristinaborges@gmail.com

RESUMO

O aumento populacional tem aumentado a concorrência pelos recursos cada vez mais limitados. Somando-se isso aos crescentes impactos ambientais que ocorrem mundialmente, é evidente a necessidade de modificação do *status quo*. A abordagem nexus chega para trazer uma análise sistêmica entre as áreas de comida, energia e água, sendo que somente as interações entre as duas últimas são focadas neste artigo. Foi feita uma revisão da bibliografia relacionada à área do binômio energia-água entre 2010 e 2017, analisando-se as inovações e novas pesquisas aplicadas da área. Foram encontrados diversos estudos nacionais, regionais e locais, como no Texas (EUA), Alasca (EUA), Abu Dhabi (Emirados Árabes Unidos), e Etiópia; além de análises no âmbito de cidades e das perspectivas locais, além da influência deste nexu no alcance dos objetivos estabelecidos pela ONU. Apesar da área ser relativamente nova e não grande haver disponibilidade de dados, é uma área que vem crescendo e começado a ter impactos na formação de leis aplicadas, possibilitando a construção de políticas integradas e que maximizam os *trade-offs* entre as áreas.

Palavras-chave: Energia; Água; Nexu água-energia.

1. INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com projeções das Nações Unidas, a população mundial será de mais de 9,5 bilhões de pessoas em 2050 (United Nations, 2017), sendo a grande maioria destes concentrada em zonas urbanas. Este aumento populacional torna mais acentuadas as vulnerabilidades relacionadas ao aumento da competição por recursos (Stillwell et al., 2011). Em um mundo sob crescente pressão devido às mudanças climáticas, aumento de temperatura, e demandas nacionais e internacionais pelo aumento populacional, levar em consideração as interdependências entre as áreas de água, comida e energia é de vital importância (Bellfield, 2015).

As mudanças climáticas vêm trazendo profundas modificações ambientais mundialmente, havendo lugares com secas prolongadas, enquanto outros sofrem com longos períodos de enchentes (IPCC, 2014), entre diversos desafios globais enfrentados. Estes desafios têm alto peso econômico e financeiro para quase todos os países. Por exemplo, estima-se que os custos anuais globais de adaptação às mudanças do clima são estimados em um mínimo de US\$49 – US\$171 bilhões até 2030, sendo que seus efeitos são distribuídos de maneira desigual, afetando principalmente as camadas mais pobres da população mundial (UNEP, 2011).

Além disso, a urbanização e industrialização modificam a disponibilidade de água local, resultando em deterioração da qualidade da água e diminuição no abastecimento de água doce, especialmente em regiões áridas (Paul; Tenaiji; Braimah, 2016). A quantidade de esgoto e de resíduos urbanos cresce cada vez mais, impulsionada pelo rápido crescimento da população, urbanização, melhoria nas condições de vida e desenvolvimento econômico (Rocha; Anjos; Andrade, 2015). A reutilização do esgoto foi provavelmente a maior descoberta hídrica do século XXI, ocasionando a recuperação de recursos como água e nutrientes, sendo no entanto muito energeticamente custosa (Schnoor, 2011). O aumento da demanda de energia e seus preços crescentes elevam preocupações sobre sua segurança, confiabilidade e acessibilidade, e isso pode ser alcançado mudando a oferta de energia para combustíveis renováveis, além de contribuir para diminuição de gases de efeito estufa (UNEP, 2011).

Os sistemas de água e energia são intrinsicamente conectados de diversas formas, como através da irrigação de plantações; fornecimento doméstico, comercial e industrial; tratamento de água; fornecimento de energia através de hidrelétricas, entre outros (Bellfield, 2015). A estas interconexões, ou relações de causa e efeito, normalmente se dá o nome de "nexus", denominando-se no caso dessas duas áreas "nexus/nexo água-energia". O termo "nexus" ganhou destaque em novembro de 2011, quando o Governo Federal Alemão organizou a Conferência Internacional The Water Energy and Food Security Nexus – Solutions for the Green Economy. A abordagem nexus não surgiu como solução de emergência para as eminentes crises mundiais, mas sim como uma resposta para responder aos desafios atuais, identificando trade-offs e aumentando sinergias, e buscando investimentos para aumentar a segurança destas áreas (Bellfield, 2015).

Apesar de serem áreas intrinsecamente ligadas, o planejamento para o fornecimento de energia normalmente dá pouca atenção aos problemas de abastecimento de água, e o planejamento do abastecimento de água geralmente negligencia os requisitos de energia associados (World Economic Forum, 2009). Estas falhas são demonstradas, por exemplo, ao não se levar em conta que secas e ondas de calor podem levar a racionamentos de água, ocasionando um racionamento de energia; e também ao não se levar em consideração que falhas no sistema energético podem levar a falhas nos setores de água e esgoto (Stillwell et al., 2011). Esta ignorância mútua suscita dúvidas se ao responder um problema em uma área, não estamos simplesmente jogando o problema para outra área (Kenway; Lant; Daniels, 2011).

Estudos nesta área também são importantes para clarificar as conexões entre as áreas, ainda não totalmente exploradas, e também suas conexões com outras áreas de conhecimento, tais como economia, sociologia, política, entre outros. Ao aumentar o entendimento entre água e energia, atingindo-se clareza entre os conceitos e suas interconexões, há maiores possibilidades de aplicações cada vez mais conscientes, maximizando as sinergias e os resultados e aumentando a chance do setor hídrico contribuir para minimizar o uso de energia, além de ocasionar que planejamentos e políticas públicas levem a resultados acessíveis e sustentáveis (Kenway; Lant; Daniels, 2011).

O objetivo do presente artigo é fazer uma revisão relacionada ao nexo água-energia na literatura científica mundial, especialmente relacionado aos novos campos de estudos e novas descobertas. Por ser uma abordagem que surgiu há poucos anos,

objetiva-se também notar ao longo dos anos o crescimento deste tipo de pesquisa e o tipo de impacto que estas têm ao longo dos anos.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi revisão da literatura especializada de 2010 a 2017. Para tanto, utilizaram-se banco de dados (Pubmed) e a plataforma de pesquisa Google, por meio de palavras chave: “nexus water-energy-food”, “nexus WEF”, “nexus water energy”, “nexus energy”. Foram incluídos artigos científicos ou cartilhas publicados, contendo no título ou no resumo a palavra “nexus” e relacionados exclusivamente à área de energia-água, e que não se limitavam somente à descrição do que era o nexo, mas que também trabalhavam sua aplicação.

Foram encontrados um total de 7 artigos relacionados à área e disponíveis para download e leitura. Também foram incluídos dois artigos encontrados nas referências bibliográficas dos artigos, devido à pertinência temática e possibilidade de enriquecimento da revisão.

3. RESULTADOS E ANÁLISE

Pesquisas sobre o assunto estão sendo feitas internacionalmente, sendo os Estados Unidos da América (EUA) um dos principais contribuintes (Kenway; Lant; Daniels, 2011). Enquanto algumas áreas já foram bem estudadas (como as dimensões tecnológica e ambiental no impacto da infraestrutura hídrica no uso de energia), ainda há campos com grandes lacunas de conhecimento, tais como a influência dos setores industriais e comerciais nos fluxos de energia, impactos agrícolas do uso da água no uso de energia, a influência da infraestrutura energética no uso da água, além das dimensões econômica, social, política e legal dos estudos (Kenway; Lant; Daniels, 2011). A falta de conhecimento relacionada ao desenvolvimento de leis específicas e como isso modifica a governança de um país também é uma lacuna desafiadora (Kenway; Lant; Daniels, 2011).

Diversos fatores foram apontados como influenciadores no uso de água ou de energia. Foi identificado que o preço de energia tem mais impacto econômico e ambiental que mudanças no preço da água (Kenway; Lant; Daniels, 2011; Paul; Tenaiji; Braimah, 2016) o que é um importante dado influenciador na formação das políticas de taxas e subsídios. Fatores sociais, como demografia, nível de renda e despesas domésticas também influenciam o consumo hídrico e energético (Kenway; Lant; Daniels, 2011); e também devem ser levados em consideração na tomada de decisão dos agentes públicos.

Diversos estudos consideraram a conexão água-energia em diversas escalas, desde no uso de aparelhos domésticos a cidades e nações, embora não existam muitos estudos sobre a influência temporal, da rotina diária à passagem das décadas, ou em resposta a diminuição do quantitativo de água devido a situações adversas (Kenway; Lant; Daniels, 2011). Com a maioria das pesquisas considerando cidades-modelo, os autores apontam a falta de estudos em cidades reais, e a falta de análise das cadeias de causa e efeito entre água e energia nas cidades ou nas paisagens urbanas atuais (Kenway; Lant; Daniels, 2011). A falta de pesquisas aplicadas a cidades reais está diminuindo com o passar dos anos, com estudos aplicando a abordagem em diversas cidades, países ou regiões, como no Alasca, Texas, e Abu Dhabi.

No texto de Eichelberger (2010), demonstra-se como o saneamento, o acesso doméstico à água e as práticas de higiene no Ártico do Alasca dependem da disponibilidade e do custo da energia, e sua relação com doenças. Os altos custos de energia reduzem o acesso à água para diversas famílias, especialmente aquelas com falta de homens adultos ou sem acesso a carros/gasolina, levando à insegurança hídrica e a diversas doenças relacionadas a falta de higiene (Eichelberger, 2010). O fornecimento de água nos meses de inverno tem custo energético muito alto, criando e aprofundando a insegurança hídrica em famílias sem o serviço de água encanada em casa, tanto na produção quanto nos níveis domésticos (Eichelberger, 2010). Há aumento de gastos com gasolina e energia em diversas famílias, com diversos aspectos levando à fragilidade social e financeira de diversas famílias. Abordar a escassez de água e a insegurança requer pensar sobre onexo água-energia, sobre o seu impacto nas relações sociais e sobre as tecnologias envolvidas na produção e aquisição doméstica de água doméstica (Eichelberger, 2010).

O exame da energia e água também é extremamente relevante em áreas de clima árido e com elevada população, como é o caso de Abu Dhabi. Há muito tempo esgotando seus lençóis freáticos, atualmente a cidade depende exclusivamente da dessalinização para abastecimento, o que, em conjunto com uso de ar condicionado, corresponde a 65% do gasto energético da cidade (Paul; Tenaiji; Braimah, 2016). O governo dos Emirados Árabes se comprometeu a reduzir significativamente as emissões de carbono do país e sua dependência de petróleo, desenvolvendo energias sustentáveis e energia nuclear como substituição parcial destas fontes de energia (Paul; Tenaiji; Braimah, 2016). As estações de água e de energia ficam na costa, e funcionam em cogeração, com diversas sinergias e aproveitamentos de energia, aumentando-se a eficiência (Paul; Tenaiji; Braimah, 2016). No entanto, é necessário diversificar a matriz energética, pois a demanda de energia é sazonal, enquanto a de água se mantém constante. Entende-se necessário desacoplar a produção de água e energia e criar usinas de água "solitárias" (Paul; Tenaiji; Braimah, 2016). Existe a necessidade de integrar a demanda de energia e água em uma abordagem que maximize a segurança hídrica e minimize o uso de energia, demonstrando que o desenvolvimento de ambas as áreas deve se dar em conjunto (Paul; Tenaiji; Braimah, 2016).

A preocupação com onexo energia-água é bem evidente em cidades áridas, conforme mostra o estudo de Ruddell e Dixon (2014). Estes mostram que ambas as áreas estão fortemente correlacionadas, mesmo quando não consideramos a água necessária para produção de energia elétrica. A utilização de menos água não implica uma compensação com maior consumo de energia elétrica, sendo na realidade grandezas diretamente proporcionais (Ruddell; Dixon, 2014). Os autores também demonstraram que a mudança da paisagem para vegetação desértica ou xérica, apesar de à primeira vista diminuir gastos com água, aumenta a microtemperatura da região e aumenta o gasto energético, e conseqüentemente de água (Ruddell; Dixon, 2014). Ao estudar a influência da vegetação na determinação da temperatura local, os autores comprovaram que áreas urbanas e xéricas estão relacionadas a maiores temperaturas, enquanto regiões méxicas são as mais frescas (Ruddell; Dixon, 2014). Isso traz a necessidade de maiores estudos sobre o custo-benefício dos incentivos governamentais para mudanças na vegetação, analisando custos e benefícios, e analisando as conexões com fatores humanos e sociais (Ruddell; Dixon, 2014). Os autores também demonstraram que casas novas consomem mais energia do que casas velhas, o que pode ser explicado por serem maiores, com muitos utensílios

domésticos, e com a frequente presença de piscinas, o que nos traz a necessidade de repensar a forma de configurar nossas residências (Ruddell; Dixon, 2014).

Outra área árida analisada foi a região do Texas, nos Estados Unidos. O autor analisou o balanço energético estadual, em comparação com o nacional, e trouxe diversas considerações sobre as interações entre água e energia, além das interações com outras áreas. O autor fala da utilização da água do esgoto como alternativa de economia de água, utilizando águas não completamente tratadas para regar gramados e dar descarga, sendo mais econômica que adquirir água de outras fontes, ou limpá-la até atingir o nível necessário para consumo humano. A água recuperada do esgoto também pode servir para recarregar artificialmente os aquíferos das águas subterrâneas, ou pode ser tratada e reutilizada para complementar o abastecimento público de água potável (Stillwell et al., 2011).

O autor também defende que, por estarem intrinsecamente ligados, o aumento da eficiência energética da geração de energia elétrica diminui as emissões de carbono e conseqüentemente reduz o consumo de água, assim como diminuições no consumo de água auxiliam na diminuição do gasto energético. Assim, podemos ver que existem trade-offs entre qualidade do ar, geração de eletricidade e consumo de água, e que estas terão um papel cada vez mais importante no futuro (Stillwell et al., 2011).

Maiores estudos são necessários na análise das conexões entre energia, água e emissões de carbono. Atualmente, as políticas públicas destinadas a reduzir o uso da água para a energia, como a substituição da água nos sistemas de resfriamento e condensação por ar, podem levar a aumentos nas emissões de carbono. Por outro lado, as políticas para reduzir as emissões de carbono, como captura e seqüestro de carbono, podem aumentar o uso da água. E as políticas energéticas, como a promoção de biocombustíveis alternativos para o transporte, têm efeitos competitivos sobre o uso da água (Stillwell et al., 2011).

Apesar de ser um tema relativamente novo, sua influência começou a chegar no Congresso americano. O poder legislativo dos Estados Unidos está analisando alguns projetos de lei, entre eles a necessidade de entrega dos planos de água e de ar no planejamento da construção de novas usinas de energia, ao contrário da entrega posterior, como acontecia anteriormente (Stillwell et al., 2011). Isso auxilia no aumento da consciência do impacto que novas usinas têm nos recursos locais.

Dentre as diversas análises possíveis do binômio água-energia, também são necessários estudos relacionados com suas interações com outras áreas. O artigo de Verhoeven (2013) nos traz sua perspectiva com relação à interação do binômio com a política externa da Etiópia, conforme preocupações com escassez de água, preço da comida e impactos da modificação climática emergem. Desenvolvimentos futuros em torno da segurança da água e do desenvolvimento de energia no mundo e na África não são simples, pois não há ligações automáticas entre o desenvolvimento, a segurança e o nexos água-alimento-energia. O futuro de ambas as áreas é moldado pela política, mediado por uma grande mistura de interesses e forças políticas, e pode levar as diversos destinos, como à integração regional e desenvolvimento nacional inclusivo; ou ao antagonismo geopolítico (Verhoeven, 2013).

Água e energia são utilizadas e perdidas na aquisição, produção, processamento, transporte e uso final, e quase nunca são levados em consideração na tomada de decisão por serem custos invisíveis (Perrone; Murphy; Hornberger, 2011). No entanto, há poucos dados atualmente sobre a quantidade de recursos necessários e dispersos

em cada uma destas fases. Novas ferramentas estão sendo desenvolvidas para quantificar a água utilizada na produção de energia, e a energia utilizada na produção de água. A mais famosa é a ferramenta WEN (water-energy nexus), que compila dados entre as duas áreas, e leva em consideração métodos de transporte, tecnologias utilizadas nas áreas, localização geográfica, fontes dos recursos, utilização destes recursos pela comunidade, entre outros (Perrone; Murphy; Hornberger, 2011). Apesar dos dados necessários à utilização desta ferramenta ainda não estarem facilmente disponibilizados ao público ou não existirem em muitos casos, esta ferramenta abre portas para análises profundas relacionadas ao binômio água-energia, sem a necessidade de análises extensas e com alto investimento financeiro.

O binômio água-energia também guarda relação com os objetivos de desenvolvimento sustentável desenvolvidos pela ONU, figurando entre os objetivos ("Objetivo 6: assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos." e "Objetivo 7: Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos"). As ações relacionadas a estes temas devem: abordar desafios de desenvolvimento, colocando a energia no centro da agenda global de desenvolvimento; mudar a forma como produzimos e utilizamos energia, desacoplando emissões de carbono do crescimento econômico; interligando os diversos sistemas globais e vendo suas interdependências (por exemplo, água, mudanças climáticas, sistemas de produção de terra e alimentos, etc) (Yumkella; Yillia, 2015). Há evidências que o desenvolvimento econômico pode ser alcançado diminuindo as emissões de carbono, trazendo segurança energética e ambiental aos países que investem em energias limpas. Entretanto, o alcance dos objetivos estabelecidos pela ONU só será realmente acessível quando virmos as interconexões entre áreas como energia, água, comida, uso da terra e outros, e com coordenação e associações entre os diferentes setores da sociedade.

Finalmente, uma das soluções propostas para os problemas urbanísticos e de coorenação destas áreas é a criação de "cidades do futuro" ou "ecocidades", que representam uma grande mudança de paradigma na maneira como interpretamos cidades. Cidades são sistemas complexos que utilizam recursos de variadas formas, o que é chamado de "metabolismo urbano". Atualmente, a enorme maioria das cidades utiliza o chamado "metabolismo linear", ou "tomar, fazer, descartar", que é insustentável por produzir muita poluição e por precisar de mais recursos para funcionar que o sistema semi-fechado baseado em reutilização e reciclagem (Novotny, 2012). O desenvolvimento e utilização de instalações que coletam, tratam e reutilizam água; produzem energia e recuperam nutrientes da água; não produzem poluição e sequestram carbono (chamados de "integrated resource recovery facility", ou IRRF) ainda é distante, mas modelos estão sendo desenvolvidos para acoplar diversos mecanismos das diversas áreas, trazendo sinergia e com isso diversos benefícios econômicos. Novotny defende que em dez anos podemos chegar a uma das alternativas propostas por ele, com medidas razoáveis de economia de água e energia. No entanto, em 15 anos, segundo ele, podemos chegar à sua proposta de IRRP que gera energia, gera hidrogênio, eletricidade e nutrientes comercializáveis, além de sequestrar carbono da atmosfera.

4. CONCLUSÃO

Entende-se que no futuro as análises deverão ser cada vez mais sistêmicas, levando-se em consideração diversos fatores para atender aos novos desafios do futuro.

Foram analisados neste artigo apenas dois temas (água e energia), mas resta claro que estes dois guardam relação com os mais diversos campos do conhecimento.

O maior desafio atualmente é o levantamento dos dados necessários para os estudos. Muitas vezes a obtenção dos dados necessários para uma região específica é desafiadora não somente porque os dados são habitualmente agregados em escala nacional, mas também porque muitas vezes estão desatualizados, não estão disponíveis para uso público ou estão em forma bruta, exigindo tempo e recursos para torná-los úteis.

Além disso, devido à falta de estudos aprofundados em diversos pontos, alguns autores divergem em algumas das soluções apresentadas. Um exemplo disso é a utilização de vegetação xérica. Novotny (2012) defende a utilização de vegetação xérica na sua visão de reforma para as cidades no espaço de tempo de 10 anos, diminuindo os gastos com água. No entanto, Ruddell e Dixon (2014) demonstraram o efeito contraprodutivo que esse tipo de vegetação tem na manutenção de microclimas mais quentes na região, propiciando maiores gastos energéticos. Maiores estudos são necessários para assegurar quais seriam as escolhas mais adequadas para cada tipo de situação, de forma a auxiliar os gestores a tomarem decisões acertadas.

Apesar deste tipo de análise ainda ser incipiente, está crescendo com o tempo, e já são encontrados diversos estudos aplicando os conceitos da abordagem nexus na prática, assim como já consegue-se ver esparsamente suas consequências chegando nos altos níveis governamentais. A necessidade de análises conjuntas é essencial para a gestão eficiente dos nossos limitados recursos. Espera-se com o tempo que este tipo de análise chegue à alta cúpula governamental, trazendo modificações na nossa gestão de recursos atual, e levando a uma realidade mais sustentável.

5. REFERÊNCIAS

Bellfield, H. (2015). *Water, Energy and Food Security in Latin America and the Caribbean*. Global Canopy Programme.

Eichelberger, L. (2010). Living in Utility Scarcity: Energy and Water Insecurity in Northwest Alaska. *American Journal of Public Health, 100* (6).

IPCC - Intergovernmental Panel On Climate Change. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva, Switzerland.

Kenway, S.; Lant, P.; Daniels, P. (2011). The connection between water and energy in cities: a review.-. *Water Science & Technology*.

Novotny, V. (2012). Water and Energy Link in the Cities of the Future - Achieving Net Zero Carbon and Pollution Emissions Footprint. In V. Lazarova, K. Choo, & P. Cornel, *Water/Energy Interactions of Water Reuse*. Londres: IWA Publishing.

Paul, P.; Tenajji, A.; & Braimah, N. (2016). A Review of the Water and Energy Sectors and the Use of a Nexus Approach in Abu Dhabi. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 13* (364).

Perrone, D.; Murphy, J.; Hornberger, G. (2011). Gaining perspective on the Water-Energy Nexus at the Community Scale. *Environmental Science & Technology*, 45, 4228-4234.

Rocha, G.; Anjos, J.; Andrade, J. (2015). Energy trends and the water-energy binomium for Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 87 (2), pp. 569-594.

Ruddell, D.; Dixon, P. (2014). The energy–water nexus: are there tradeoffs between residential energy and water consumption in arid cities? *International Journal of Biometeorology*, 58, pp. 1421-1431.

Schnoor, J. (2011). Water-Energy Nexus. *Environmental Science & Technology* , pp. 5065-5065.

Stillwell *et al.* (2011). The Energy-Water Nexus in Texas. *Ecology and Society*, 16 (1).

UNEP. (2011). *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*.

United Nations. (2017). *Department of Economic and Social Affairs, Population Division, World Population Prospects 2017*. Retrieved from <https://esa.un.org/unpd/wpp/>

Verhoeven, H. (2013). The politics of African energy development: Ethiopia's hydro-agricultural state-building strategy and clashing paradigms of water security. *Philosophical transactions of the royal society A* (371).

World Economic Forum (2009). *Energy Vision Update 2009. Thirsty energy: water and energy in the 21st century*.

Yumkella, K.; Yillia, P. (2015). Framing the water-energy nexus for the post-2015 development agenda. *World Water Week*. Stockholm.

SANEAMENTO BÁSICO E SAÚDE: PERCEPÇÕES DE USUÁRIOS DE UBS EM DOIS MUNICÍPIOS POTIGUARES

Jacqueline Cunha de Vasconcelos Martins

Universidade Federal Rural do Semi-Árido
jacquelinevasconcelos@ufersa.edu.br

Madelyne Paulo Tomás

Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Alan Martins de Oliveira

Universidade Federal Rural do Semi-Árido

RESUMO

O saneamento básico está diretamente relacionado às condições de saúde das populações e interfere diretamente na qualidade de vida. Este trabalho tem por objetivo analisar as percepções dos usuários das Unidades Básicas de Saúde das cidades Lucrécia-RN e Frutuoso Gomes-RN sobre a relação entre saneamento básico e saúde. Para tanto, foi utilizada amostragem não probabilística, através de aplicação de questionários com os usuários e entrevistas semi-estruturadas com os secretários de saúde dos dois municípios. Foi verificado que as doenças ambientais que ocorrem em maior proporção nas duas cidades são diarreia e infecções estomacais. Em relação ao esgotamento sanitário, Lucrécia dispõe de 70% de saneamento público, enquanto que em Frutuoso Gomes 68,5% da população utiliza fossa negra. Assim, não foram identificados níveis alarmantes de doenças ambientais.

Palavras-chave: Políticas públicas; Doenças ambientais; Esgotamento sanitário.

1. INTRODUÇÃO

O saneamento básico está diretamente relacionado às condições de saúde e interfere diretamente na qualidade de vida das populações, logo é uma questão de saúde pública. Todavia, é fundamental o entendimento da população sobre a relação entre saneamento e saúde. É importante ainda conhecer os dados da realidade dos municípios na perspectiva de subsidiar políticas públicas por um ambiente mais saudável, inclusive no que se refere à Constituição Federativa (Brasil, 1988) que atribui à União a responsabilidade de instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive saneamento básico.

Embora a Organização das Nações Unidas do Brasil – ONU Brasil (2014), destaque que 2,5 bilhões de pessoas sofrem com falta de acesso a saneamento básico e que para cada dólar investido em água e saneamento, economiza-se 4,3 dólares em saúde global, no Brasil, a universalização do acesso é um dos requisitos que ainda não foi atendido plenamente.

Para Borja (2014), para se atingir a universalização do saneamento básico de qualidade no Brasil é necessário um amplo esforço político-ideológico dos diversos segmentos da sociedade civil organizada. Além disso, a autora acrescenta como

variáveis fundamentais, as fontes de financiamento, a gestão, a matriz tecnológica, e o controle social.

Em muitas cidades, as condições de saneamento estão aquém do que preconiza a Política Nacional de Saneamento Básico - PNSB, Lei nº 11.445/2007 (Brasil, 2007), que em seu artigo 3º, determina o conjunto de serviços, infra-estrutura e instalações operacionais que o saneamento básico deve incluir: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas.

Uma das prioridades fundamentais para a população encontra-se no suporte fornecido pelo sistema de abastecimento de água em quantidade e qualidade satisfatórias (Tsubota, 2006). Deste modo, o abastecimento de água deve incluir qualidade adequada para o consumo humano, para garantir a proteção da saúde da população, além de quantidade condizente com a necessidade (Guimarães *et al.*, 2007; Ribeiro; Rooke, 2010).

No Brasil, a relação entre saúde e saneamento impacta diretamente nos atendimentos realizados pelo Sistema Único de Saúde – SUS, através de suas Unidades Básicas de Saúde – UBSs. Assim, esta pesquisa tem por objetivo geral analisar as percepções dos usuários das Unidades Básicas de Saúde das cidades Lucrécia-RN e Frutuoso Gomes-RN sobre a relação entre saneamento básico e saúde; e tem por objetivos específicos, identificar a origem da água para consumo humano e como se dá o esgotamento sanitário nas residências; além de verificar a compreensão sobre doenças possivelmente relacionadas a ausência de saneamento.

2. SANEAMENTO BÁSICO, SAÚDE E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

O saneamento básico é fundamental na manutenção da qualidade de vida da população. Porém, o contexto econômico e operacional de grande parte das cidades brasileiras é insuficiente, faltando, muitas vezes, habilidade administrativa e técnica para elaborar, executar e fiscalizar projetos e obras. Segundo a FNE (2016) as cidades brasileiras carecem de planejamento de ações que sejam capazes de contribuir com o bem-estar da sociedade.

Desse modo, o saneamento básico inclui intervenções que buscam tanto conservar como modificar o meio, com o propósito de reduzir o aparecimento de doenças, além de propagar saúde, conforto e qualidade de vida para a população, desde o abastecimento de água, esgotamento sanitário e tratamento de resíduos sólidos (Souza, 2002).

Dentre os sistemas que compõem o saneamento básico, vale ressaltar os de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. O sistema de abastecimento de água é constituído de captação, transporte, tratamento, armazenamento e distribuição (Leal, 2008). Enquanto o sistema de esgotamento sanitário compreende o conjunto de obras e instalações responsáveis pela coleta, transporte, afastamento, tratamento e disposição final dos esgotos; servindo para afastar da comunidade possíveis contatos com dejetos humanos e desses com a água para consumo, reduzindo ainda o contato com vetores transmissores de doenças (Ribeiro e Rooke, 2010).

As doenças ambientais, dentre as quais diarreia, febre tifóide e malária, responsáveis por grande número de mortes, são transmitidas diretamente pela exposição desde a água contaminada, a esgoto e resíduos sólidos sem tratamento ou armazenados

incorretamente (Souza, 2007; Ricardo; Campanili, 2008). Os autores destacam também outras enfermidades associadas à ausência de saneamento como dengue, hepatite A, leptospirose, tifo e febre amarela.

Nessa linha, Ribeiro e Rook (2010), sintetizam as principais consequências socioambientais dos poluentes encontrados nos esgotos (Quadro 1).

Quadro 1 – Consequências de poluentes encontrados nos esgotos

Poluentes	Parâmetros de caracterização	Tipos de efluentes	Consequências
Sólidos em Suspensão	Sólidos em suspensão total	Domésticos Industriais	Problemas estéticos Depósitos de Lodo Absorção de Poluentes Proteção de patogênicos
Sólidos flutuantes	Óleos e graxas	Domésticos Industriais	Problemas estéticos
Matéria Orgânica biodegradável	Demanda bioquímica de oxigênio	Domésticos Industriais	Consumo de oxigênio Mortandade de peixes Condições sépticas
Patogênicos	Coliformes	Domésticos	Doenças de veiculação hídrica
Nutrientes	Nitrogênio Fósforo	Domésticos Industriais	Crescimento excessivo de algas Toxicidade aos peixes Doença em recém-nascidos (nitratos)
Compostos não degradáveis	Pesticidas Detergentes Outros	Industriais Agrícolas	Toxicidade e espumas Redução de transferência de oxigênio Não biodegradabilidade Maus odores
Metais pesados	Elementos específicos (ex.: arsênio, cádmio, cromo, mercúrio, zinco, etc)	Industriais	Toxicidade Inibição de tratamento biológico dos esgotos Problemas de disposição do lodo na agricultura Contaminação da água subterrânea
Sólidos inorgânicos dissolvidos	Sólidos dissolvidos totais Condutividade elétrica	Reutilizados	Salinidade excessiva Toxicidade a plantas (alguns íons) Afeta permeabilidade do solo (sódio)

Fonte: Barros *et al.* (1995)

A ausência de saneamento pode comprometer a saúde da população. Os principais riscos se dividem em duas categorias: os associados à ingestão de águas infectadas por agentes biológicos, vírus, bactérias e parasitas, também pelo contato direto ou por insetos vetores; e os decorrentes de poluentes oriundos de esgotos industriais ou acidentes ambientais, os poluentes químicos e radioativos (Funasa, 2007).

Em relação à gestão do saneamento, pode ser desenvolvida por diferentes profissionais das áreas de engenharia civil, química, ambiental, sanitária, mecânica, elétrica e da computação, além de químicos e biólogos. Todavia, compete ao engenheiro civil projetar e operar os sistemas que compreendem o saneamento (FNE, 2016).

A Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007, chamada “Nova Política Nacional do Saneamento”, estabelece diretrizes que tem por objetivos resolver os problemas enfrentados no Brasil que são consequência direta ou indireta da ausência de saneamento. Ela aponta como um dos objetivos, promoverem educação ambiental voltada para economia de água pelos usuários (Brasil, 2007).

Por sua vez, a Lei 9.795/99 (Brasil,1999) que estabelece as diretrizes da Política Nacional de Educação Ambiental - PNEA, como sendo os processos utilizados pelos indivíduos que possibilitam construir valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências que visam a preservação do meio ambiente e bens que tenham por essencialidade à sadia qualidade de vida e a sustentabilidade. Estabelece ainda, que a educação ambiental é um constituinte fundamental e permanente no que se refere a educação nacional, devendo assim, encontrar-se presente em todos os níveis e modalidades do processo educativo.

3. METODOLOGIA

O Universo da pesquisa corresponde aos usuários das Unidades Básicas de Saúde (UBSs) dos municípios Lucrécia e Frutuoso Gomes, ambos na Microrregião do Alto Oeste Potiguar, Estado do Rio Grande do Norte (Figura 1).

O Município de Lucrécia tem uma população estimada de 3.968 habitantes, com esgotamento sanitário em 72,4% das residências, enquanto que Frutuoso Gomes, com população estimada de 4.204 habitantes, tem uma situação de esgotamento sanitário, bastante baixa, 1,7%, compreendida aqui, como saneamento básico público (IBGE, 2016).



Figura 1 – Localização das cidades de Lucrécia e Frutuoso Gomes-RN
(Fonte: Adaptado de IBGE, 2016)

A amostragem foi não probabilística (Richardson, 2014) em ambas as cidades. Em Lucrécia, constou de 92% dos usuários de uma UBS em área urbana, em quatro dias de uma semana, no mês de abril de 2017 e no município de Frutuoso Gomes, 85% da quantidade de atendimentos em quatro dias de uma semana do mês de agosto de 2016, também em uma UBS urbana, proporcionando amostras respectivamente, de 91 e 73 usuários em Lucrécia e em Frutuoso Gomes, em um total de 164 participantes.

O instrumento de coleta de informações foi um questionário com informações socioambientais e relacionadas ao saneamento e saúde. Outra fonte de informação, foram os secretários de saúde de ambos os municípios, que foram entrevistados para complementar e confrontar dados em relação aos questionários aplicados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As cidades de Lucrécia e Frutuoso Gomes no Rio Grande do Norte, têm suas economias baseadas predominantemente na prestação de serviços e agricultura. Em dados de 2015, o IBGE (2016) informa que o percentual das receitas oriundas de fontes externas é de 97,3% nas duas cidades, ou seja, existe uma forte dependência de programas governamentais de transferência de renda, de aposentadorias e de pensões.

Em relação aos dados de saúde oficiais (Tabela 1), verifica-se que a média de mortalidade infantil de 40 óbitos por mil nascidos vivos, antes de completar um ano de idade, está acima da média do Nordeste de 33,2 que é a Região brasileira com maior índice (IBGE, 2016).

Tabela 1 – Mortalidade infantil e internações por diarreia em Lucrécia e Frutuoso Gomes, RN

Dados de saúde	Lucrécia	Frutuoso Gomes
Mortalidade infantil (2014) ²¹	40	40
Internações por diarreia (2016) ²²	6,3	6,3

(Fonte: IBGE, 2016)

No tocante à variável educacional, o nível de escolaridade, foi levantado entre os usuários das UBSs (Tabela 2), onde destaca-se que em Lucrécia, 50% tem no máximo ensino fundamental completo e em Frutuoso Gomes, 60,2%. Esta variável, principalmente dos pais de família, pode interferir diretamente no que se refere ao aparecimento de doenças no âmbito familiar (Aranha et al., 2006).

²¹ Óbitos por mil nascidos vivos, antes de completar um ano de idade.

²² Internações por mil habitantes

Tabela 2 – Nível de escolaridade dos usuários das UBSs de Lucrécia e Frutuoso Gomes, RN

Escolaridade	Lucrécia %	Frutuoso Gomes %
Não alfabetizado	4,0	8,2
EJA	2,5	-
E. Fundamental Incompleto	36,0	45,2
E. Fundamental Completo	7,5	6,8
E. Médio Incompleto	7,5	9,6
E. Médio Completo	32,5	26,0
E. Superior Incompleto	2,0	1,4
E. Superior Completo	7,0	1,4
Pós-Graduado	1,0	1,4

Em ambas as cidades, o consumo de água potável, tanto para beber como para cozinhar se dá por carro-pipa (Tabela 3). As secretarias de saúde dos municípios responsabilizam o período de seca prolongada que passa o Estado e o semiárido brasileiro.

A Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte – CAERN, que é a empresa que possui a concessão dos serviços públicos de saneamento básico, captação, tratamento e distribuição de água no Estado, não consegue suprir de forma suficiente às necessidades da população, na ótica dos usuários investigados nesse ensaio.

Assim, outras alternativas de obtenção de água são necessárias para suprir a demanda da população. Contudo, a qualidade de parte dessa água, pode não ter os requisitos mínimos para o consumo humano. Tsutiya (2006) enfatiza que a água consumida pelas famílias tem relação direta com a saúde e com o crescimento industrial.

Tabela 3 – Água para beber e para cozinhar, dos usuários das UBSs de Lucrécia e Frutuoso Gomes, RN

Meio de acesso	Água para beber %		Água para Cozinhar %	
	Lucrécia	Frutuoso Gomes	Lucrécia	Frutuoso Gomes
Caern	2,0	-	18,0	1,4
Carro-pipa	51,0	68,5	51,0	72,6
Poço	12,0	11,0	11,0	13,7
Cisterna	15,0	20,5	15,0	12,3
Mineral	20,0	20,5	5,0	12,3

No que diz respeito ao tratamento da água consumida, a filtragem é o método com maior ocorrência, com 40% em Lucrécia e 46,6% em Frutuoso Gomes, conforme dados da Tabela 4. Segundo Heller e Pádua (2006) para um tratamento satisfatório, além da utilização de filtros, é muito importante a utilização de soluções químicas acrescidas a água, pois a junção dessas duas medidas possibilita uma eficiência confiável no tratamento.

Tabela 4 – Tratamentos realizados na água, pelos usuários das UBSs de Lucrécia e Frutuoso Gomes, RN

Tratamento	Lucrécia %	Frutuoso Gomes %
Fervura	3,0	–
Filtragem	40,0	46,6
Sem tratamento	35,0	39,7
Água Mineral industrial	20,0	9,6
Outros	2,0	4,1

As formas de esgotamento sanitário foram divergentes entre os municípios, uma vez que em Lucrécia, 70% da área do município encontra-se saneada, enquanto que em Frutuoso Gomes, 68,5% das destinações de esgoto são para fossas negras (Tabela 5). É de grande relevância que a população possua um sistema de esgotamento sanitário de qualidade, com capacidade de afastar da comunidade os efluentes e dejetos humanos, pois assim ocorrerá uma redução no contato da mesma com vetores transmissores de doenças (Ribeiro; Rooke, 2010).

Contudo, Borja (2014) reflete sobre os investimentos em saneamento básico no Brasil e confirma que algumas cidades avançaram mais do que outras, em reflexo do esforço político-ideológico e do planejamento e envolvimento da sociedade. A autora acrescenta como fatores que influenciam os programas de implementação de saneamento básico “os contextos fiscais, a política macroeconômica, os aportes de recursos, a sua constância, as regras de acesso e os critérios de elegibilidade” (Borja, 2014, p. 445).

Tabela 5 – Esgotamento sanitário nas residências dos usuários das UBSs de Lucrécia e Frutuoso Gomes, RN

Descarte de esgoto	Lucrécia %	Frutuoso Gomes %
Fossa séptica	–	–
Fossa negra	10,0	68,5
Saneamento público	70,0	–
Esgoto a céu aberto	20,0	31,5

Os atendimentos realizados nas UBSs nos dois municípios são principalmente para consultas com o clínico geral e tratamentos odontológicos (Tabela 6). Com efeito, os riscos decorrentes da ausência de saneamento podem estar ligados tanto a ingestão de águas infectadas, como ao contato com poluentes oriundos de esgotos (Funasa, 2004).

Desta forma, não basta ter um serviço de esgoto adequado, mas também, se faz necessário a existência de um abastecimento que proporcione um controle apropriado da qualidade da água que será consumida pela população, pois somente se ambas

estiverem funcionando de forma apropriada, ocorrerá uma redução na procura por atendimento médico, (Guimarães et al., 2007).

Tabela 6 – atendimentos realizados nas UBSs de Lucrécia e Frutuoso Gomes, RN

Atendimentos	Lucrécia %	Frutuoso Gomes %
Vacinas	5,0	12,3
Consulta com clínico geral	72,0	49,3
Tratamento odontológico	12,0	26,1
Outros	11,0	12,3

As doenças ambientais que ocorrem em maior proporção nas duas cidades são diarreia e infecções estomacais, como pode ser visualizado na Tabela 7. Para Ricardo e Campanili (2008), a presença desse tipo de doença está diretamente associada à falta de saneamento básico. Os autores citam outras doenças frequentes nessas realidades, como dengue, febre tifóide e malária, contudo, nessa investigação não foram identificadas pela população.

Para Oliveira, Leite e Valente (2015) uma ampliação dos serviços de saneamento básico e da melhoria da qualidade da água, trarão benefícios econômicos e sociais relacionados à redução das doenças diarreicas e, conseqüentemente, à melhoria na qualidade de vida de crianças menores de cinco anos.

Tabela 7 – Diagnósticos dos usuários atendidos nas UBSs de Lucrécia e Frutuoso Gomes, RN

Diagnósticos	Lucrécia %	Frutuoso Gomes %
Diarreia	8,0	11,1
Infecções estomacais	–	13,9
Outros (“doenças não ambientais”)	92,0	75,0

No que diz respeito à avaliação que a população faz da qualidade de atendimento dos médicos e demais servidores das UBSs, os níveis de satisfação em ambos os municípios estão elevados (Tabela 8), todavia, critérios qualitativos e quantitativos precisam ser investigados, para que se possa ter maior precisão na avaliação dessas unidades.

Tabela 8 – Avaliação da qualidade de atendimento dos médicos e dos enfermeiros e outros servidores, pelos usuários das UBSs de Lucrécia e Frutuoso Gomes, RN

Avaliação	Médicos %		Enfermeiros e outros servidores %	
	Lucrécia	Frutuoso Gomes	Lucrécia	Frutuoso Gomes
Ótimo	44,0	38,4	30,0	36,0
Bom	47,0	57,5	58,0	57,5
Regular	9,0	2,7	12,0	5,5

Ruim	–	1,4	–	–
Péssimo	–	–	–	–

Os parâmetros de análise levantados estão de acordo com os dados oficiais de acesso a saneamento público no município de Lucrécia. Quanto à Frutuoso Gomes, embora não existam condições iguais nesse aspecto e o uso de fossas negras não corresponderem ao ideal do ponto de vista da sanidade pública, mas essa tecnologia rudimentar de destinação dos esgotos é frequente no Estado. Assim, novas pesquisas podem ser propostas no sentido de avaliar a substituição gradativa por fossas ecológicas e verificar as razões que impedem o poder público de avançar, de forma mais significativa, na otimização de programas de saneamento, acompanhado de ações de educação ambiental e de saúde pública.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na cidade de Lucrécia, o saneamento básico atinge 70% do município e provavelmente esse aspecto tem impacto positivo nos resultados. No município de Frutuoso Gomes, por sua vez, embora a existência de fossa negra não seja o ideal quanto ao tratamento de esgotos, essa tecnologia precária reduz a exposição de dejetos a céu aberto. Ademais, não foram identificados níveis alarmantes de doenças ambientais nos dois municípios estudados, pelo menos na percepção dos usuários das UBSs.

Percebe-se ainda que nas cidades de menor porte, notadamente na região Nordeste, o saneamento básico ainda precisa de investimentos significativos para atender o que está preconizado na PNSB. Nessa linha, no Estado do Rio Grande do Norte, o desafio para a universalização do saneamento básico está posto e a sociedade civil organizada tem a responsabilidade de cobrar o cumprimento da legislação sobre o tema.

5. REFERÊNCIAS

Aranha, S. C., *et al.* (2006). Condições ambientais como fator de risco para doenças em comunidade carente na zona sul de São Paulo. *Revista APS*, v. 9. p. 20-28.

Barros, R. T. V.; Heller, L.; Möeller, L. M.; Chernicharo, C. A.; Sperling, M. V.; Barros, J.; Chernicharo, M. S. (1995). *Saneamento*. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG. 221 p. (Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios, 2).

Borja, P. C. (2014). Política pública de saneamento básico: uma análise da recente experiência brasileira. *Saúde e sociedade*, São Paulo, v. 23, n.2, p. 432-447. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&id=0104-1290&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 07 jul. 2017.

Brasil. (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em 04 Jul. 2017.

_____. (1999). *Lei Nº 9.795/1999*. Política Nacional de Educação Ambiental. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9795.htm>. Acesso em 01 Jul. 2017.

_____. (2007). *Lei Nº 11.445/2007*. Política Nacional de Saneamento Básico. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em 04 Jul. 2017.

Federação Nacional dos Engenheiros – FNE. (2016). *Cresce Brasil: Engenharia, Desenvolvimento e cidades*. Brasília: FNE, 94p.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. (2007). *Manual de Saneamento*. Brasília: Ministério da Saúde. Disponível em: <<http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariacivil/pos-graduacao/funasa-manual-saneamento.pdf>>. Acesso em: 20 de Fevereiro de 2017.

Guimarães A. J. A.; Carvalho D. F.; Silva, L. D. B. (2007). *Saneamento Básico*, IT 179 – Saneamento Básico. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/Cap%201.pdf>>. Acesso em: 25 maio de 2017.

Heller, L.; Pádua, V. L. de (Org.). (2006). *Abastecimento de água para o consumo humano*. Belo Horizonte: Editora UFMG. 859 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2016). *Cidades: Informações sobre os Municípios Brasileiros*. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/233NW>>. Acesso em: 06 Jul. 2017.

ONU Brasil. (2014). *OMS - para cada dólar investido em água e saneamento, economiza-se 4,3 dólares em saúde global*. Disponível em <https://nacoesunidas.org/oms-para-cada-dolar-investido-em-agua-e-saneamento-economiza-se-43-dolares-em-saude-global/>. Acesso 05 Jul.2017.

Ribeiro, J. W.; Rooke, J. M. S. (2010). *Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública*. Juiz de Fora, MG.

Ricardo, B.; Campanili, M. (2007). *Almanaque Brasil Socioambiental 2008*. 2ª ed. São Paulo: ISA. 552p.

Richardson, R. J. (2014). *Pesquisa social*. 3. ed. São Paulo: Atlas.

Souza, C. M. N. (2007). *Relação saneamento-saúde-ambiente: os discursos preventivistas e da promoção da saúde*. Saúde e Sociedade, n.16, v.3, p. 125-137.

Tsutiya, M. T. (2006). *Abastecimento de água*. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Oliveira, A. F.; Leite, I. C.; Valente, J.G. (2015). *Carga Global das doenças diarreicas atribuíveis ao sistema de abastecimento de água e saneamento em Minas Gerais, Brasil*. Ciência e saúde coletiva [on line], Rio de Janeiro, v. 20, n. 4, p. 1027-1036, Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232015000401027&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 07 jul. 2017.

Organização Mundial de Saúde (2014). *Investimento em água e saneamento: aumento do acesso, redução de desigualdades, relatório especial para a Reunião de Alto Nível de Saneamento e Água para Todos (SWA)*. OMS.

SISTEMAS AMBIENTAIS E INDICADORES GEOBIOFÍSICOS DE DESERTIFICAÇÃO (IGBD) DOS MUNICÍPIOS DE ARNEIROZ E TAUÁ/SERTÃO DOS INHAMUNS/CEARÁ/BRASIL

Ana Cristina Fernandes Muniz Vida

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará

anacfmuniz@gmail.com

Vlândia Pinto Vidal de Oliveira

Universidade Federal do Ceará

Huascar Pinto Vidal de Oliveira

Universidade Federal do Ceará

RESUMO

O artigo aborda os sistemas ambientais e os indicadores Geobiofísicos de Desertificação (IGBD) dos municípios de Arneiroz e Tauá na Microrregião dos Inhamuns, estado do Ceará – Brasil, destacando a compartimentação do relevo como um dos componentes do sistema ambiental. A metodologia baseou-se na análise sistêmica e de indicadores geobiofísicos de desertificação. Resultou-se na delimitação de 7 (sete) sistemas ambientais, cujos indicadores IGBD mais elevados, foi 3,57, correspondendo aos sertões pediplanados, indicando como um dos mais desertificados por atividades agropecuárias. Enquanto que, o menor valor de IGBD com valor de 2,57, compreendendo às planícies fluviais.

Palavras-chave: Mapeamento; Unidades Ambientais; Componentes Naturais.

1. INTRODUÇÃO

A Teoria Geral dos Sistemas (TGS) apresentada em Chicago (1937) pelo biólogo Ludwig Von Bertalanffy, destacou o papel interdisciplinar para a solução de problemas encontrados na organização e ordem dos sistemas naturais e antrópicos. A teoria salienta que o comportamento das partes difere quando estudados separadamente. (Bertalanffy, 1973). A aplicação desta em pesquisas de cunho geográfico possibilita a interpretação de problemas complexos como a degradação/desertificação, especialmente quando aliada a análise criteriais obtidas através do relevo a exemplo da Geomorfologia.

Neto (2008) mostra um ponto importante acerca do raciocínio de Ludwig Von Bertalanffy: a sensibilidade do estudo em relação ao esgotamento e limitações dos esquemas metodológicos da ciência clássica, entendendo assim, a necessidade do estudo integrado. Inspirado na escola naturalista do século XIX a TGS alocou avanços e abordagens significativas às pesquisas direcionadas ao estudo dos sistemas, possibilitando, assim, a contribuição de vários autores para o desenvolvimento de conceitos, metodologias e pesquisas sobre Geossistemas. Autores como Bertrand (1969), Sochtava (1976); Tricart (1977); Hurt (1986), Souza (1989), Christofolletti (1999) Guerra (2002) Souza e Oliveira (2003), Oliveira (2011), Souza e Oliveira

(2011), Souza et. al (2012), abordaram a importância holística e integrada dos componentes ambientais, que denotam a importância de estudos interdisciplinares para a delimitação de sistemas ambientais. Percebe-se, nos trabalhos de Souza e Oliveira (2011), que os mesmos requerem mecanismos que integram harmonicamente o ambiente, considerando a sua complexidade e heterogeneidade. Pode-se dizer que dentre os componentes naturais, a compartimentação do relevo destaca-se, na delimitação dos sistemas ambientais.

Christofoletti (1999) definiu assim duas formas de abordagens para a análise em sistemas: Os ecossistemas (sistemas ambientais biológicos - análise na perspectiva ecológica) e os Geossistemas (sistema ambiental para a sociedade humana – análise na perspectiva geográfica). Nessa perspectiva Souza (2000) destaca o modelo sistêmico como ambiente complexo, pois, o mesmo deriva de relações mútuas e interações entre componentes do potencial ecológico e componentes da exploração biológica afirmando assim, que as relações assumem maior complexidade quando incorporadas a variáveis ligadas as atividades de uso e ocupação do solo. As mesmas tendem a apresentar um arranjo espacial decorrente da similaridade das relações atribuídas aos componentes naturais de natureza geológica, geomorfológica, hidroclimática, pedológica e bioecológica (Oliveira, 2011).

O presente trabalho tem como objetivo mostrar a influencia dos sistemas naturais na composição da paisagem, destacando os aspectos relevantes do relevo que compõem os municípios de Arneiroz e Tauá no estado do Ceará – Brasil, considerando o uso de indicadores geobiofísicos para a análise do processo de desertificação.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

Os Municípios de Arneiroz e Tauá localizam-se na região dos Inhamuns, porção sudoeste do Estado do Ceará. Tauá encontra-se sob as coordenadas 6° 00' 11" Lat.(S), 40° 17' 34" Long. (WGr), Arneiroz com coordenadas 6° 19' 25" Lat.(S), 40° 09' 38" Long. (WGr) totalizando uma área de 5.084,62 km², (Figura 1).

Geologicamente a área é composta de rochas antigas do escudo cristalino que apresentam orientações de NE-SW, incluindo granitos, granodioritos e paraderivadas do Neoproterozóico. Os depósitos inconsolidados são de natureza aluvial e coluvial, compondo o Quaternário regional. Como relevo dominante, tem-se a depressão sertaneja, com ocorrência de cristas e maciços residuais nas áreas em relevo plano, suave ondulado e ondulado. Desenvolvem variados tipos de solos, dos quais se destacam os Chernossolos Argilúvicos, Litossolos Amarelos, Latossolos Amarelos, Luvissolos Crômico, Neossolos Flúvicos, Neossolos Litólicos e Vertissolos, recobertos por vegetação de caatinga com estrutura fisionômica arbórea, arbórea-arbustiva) com inclusões do uso de cultura de subsistência. O aspecto mais degradado da caatinga apresenta-se dominância de espécies das famílias cactaceae, bromeliceae que denomina-se vegetação rupestre - desenvolvidas em afloramentos rochosos e/ou com cobertura herbáceas, em função da degradação do solo. Essa degradação resultou na adaptação de espécies compatíveis com a modificação das condições ecológicas do habitat em consequência do intensivo uso.

Os municípios apresentam índices pluviométricos que variam de 600 a 900 mm anuais com destaque para os climas Tropical Quente Semiárido e Tropical Semiárido Brando,

com chuvas de fevereiro a abril e temperaturas mínimas de 19° C e máximas em torno dos 33° C. As precipitações ocorrem entre os 800mm a 900mm em áreas mais elevadas. Estão drenados pela bacia hidrográfica do Alto Jaguaribe. Fazem parte, os riachos Carrapateira, Trici, Favelas, Puiú, riacho Condado, riacho Jucá e rio Truçu.

Quanto à hidrogeologia, há uma predominância de rochas cristalinas, onde a água subterrânea é condicionada por uma porosidade secundária, representada por fraturas e fendas, caracterizando a área com reservatórios de pequena extensão, contribuindo para um baixo potencial em rochas cristalinas (Ceará, 2009).

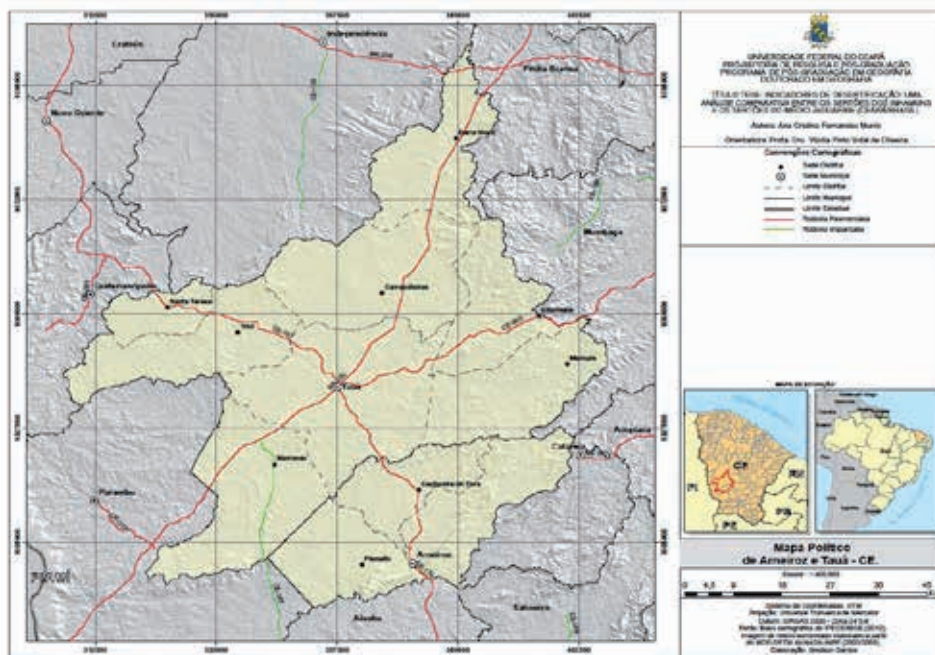


Figura 1: Mapa de Localização de Arneiroz e Tauá
(Fonte: CPRM, 2003; 2009)

3. METODOLOGIA

Analisando a desertificação, Ferreira (1994) diz que esta constitui fenômeno integrador de processos econômicos, sociais, naturais e/ou induzidos, que destroem o equilíbrio do solo, da vegetação e da água, bem como a qualidade de vida humana, nas áreas sujeitas a uma natureza edáfica ou climática. Nessa perspectiva, o uso de indicadores se torna fundamental para resolver as dificuldades encontradas na análise desse processo como um todo.

A proposta metodológica constitui-se na delimitação dos sistemas ambientais baseados em autores como por Bertrand (1969); Sotchava (1976); Tricart (1977); Hurt (1986) Guerra (2002) Souza e Oliveira (2003), Oliveira (2011), Souza e Oliveira (2011) e Souza, Santos e Oliveira (2012). Enquanto que para os indicadores geobiofísicos foram baseados em informações contidas nos trabalhos de Santibanez (1996); FAO (1998), Abraham e Torres (2006), adaptada por Oliveira (2003), Oliveira (2009) e Oliveira (2011/ 2012).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Sistemas Ambientais

Christofolletti (1999) definiu assim duas formas de abordagens para a análise em sistemas: Os ecossistemas (sistema ambiental biológico - análise na perspectiva ecológica) e os Geossistemas (sistema ambiental para a sociedade humana – análise na perspectiva geográfica). Nessa perspectiva Souza (2000) destaca o modelo sistêmico considerando ambiente complexo, pois, a mesma deriva de relações mútuas e interações entre componentes do potencial ecológico e os componentes da exploração biológica e afirma que, essas relações assumem maior complexidade quando incorporadas as variáveis ligadas as atividades de uso e ocupação do solo.

Nesse contexto se destaca a avaliação dos sistemas ambientais de forma interdisciplinar. O produto cartográfico (Figura 2) foi gerado com as informações obtidas no mapeamento geológico, geomorfológico e solos dos municípios estudados através do programa ArcMap™. ARCGIS, version 9.3: ESRI e assim delimitados.

I - Planície fluvial do alto Jaguaribe / áreas inundáveis: superfície baixa bordejando calhas fluviais e formando largas faixas de acumulação de sedimentos aluviais com Neossolos Flúvicos, Planossolos e Vertissolos revestidos por matas ciliares.

II - Sertões moderadamente dissecados em colinas rasas: predominância de xistos e gnaisses do Grupo Ceará com ocorrência de rochas graníticas da Suíte Magmática e dioritos. Superfície erosiva variando desde aplainada a moderadamente dissecada com ocorrência de alinhamentos de cristas paralelas com predominância de Neossolos Litólicos; afloramentos rochosos; Luvisolos Crômicos e Planossolos.

III - Sertões dissecados em colinas ondulares e agrupamentos de cristas e inselbergs: formas aguçadas com vertentes dotadas de declividades acentuadas e morros isolados oriundos de erosão diferencial, com neossolos litólicos e afloramentos rochosos revestidos por caatinga arbustiva e vegetação rupestre.

IV - Sertões pediplanados de Arneiroz: superfície moderadamente dissecada em morros e colinas baixas, em rochas do embasamento cristalino, com Neossolos Litólicos, Luvisolo, Argissolos e afloramentos rochosos revestidos por caatingas arbustivas em zona de pecuária extensiva e agricultura de subsistência.

IV - Sertões pediplanados de Tauá: superfície pediplanada a moderadamente dissecada truncando rochas do embasamento cristalino com neossolos litólicos, Luvisolo, Argissolo e afloramentos rochosos revestidos por caatinga degradada em área de pecuária extensiva e agroextrativismo.

VI - Maciço residual da Serra da Joaninha: superfície suspensa de pediplanação em topografia aplainada a moderadamente dissecada em rochas de embasamento cristalino, com predominância de Argissolos e Neossolos Litólicos revestidos por caatinga parcialmente degradada e agricultura familiar.

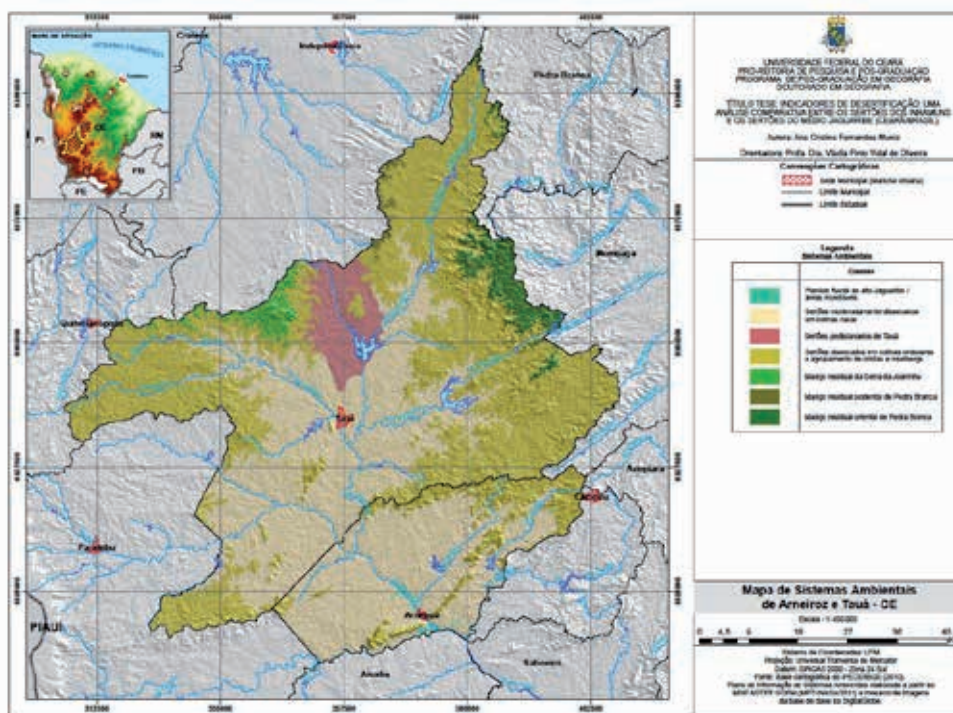


Figura 2 - Mapa Sistemas Ambientais Arneiroz e Tauá

(Fonte: FUNCEME, 2012)

4.2. Análise dos sistemas ambientais e indicadores geobiofísicos à desertificação.

De acordo com os dados obtidos da avaliação dos Indicadores Geobiofísicos das áreas suscetíveis à desertificação (Quadro 1) verificou-se que os Municípios de Arneiroz e Tauá apresentaram a maior média de IGBD, obtido da comparação dos sistemas ambientais sertões pediplanados com valor de 3,57 e a menor, da planície fluvial Alto Jaguaribe e áreas inundáveis com 2,571.

Quadro 1 – Sistemas Ambientais com seus respectivos indicadores geobiofísicos de desertificação (Arneiroz e Tauá)

SISTEMAS AMBIENTAIS	INDICADORES GEOBIOFÍSICOS DE DESERTIFICAÇÃO IGBD							ÍNDICE IGBD
	IGBD 1	IGBD2	IGBD 3	IGBD 4	IGBD5	IGBD 6	IGBD7	
Planícies fluviais do alto Jaguaribe e áreas inundáveis	1	1	4	4	3	1	4	2,571
Sertões moderadamente dissecados em colinas rasas	3	3	3	3	3	2	4	3,143
Sertões Pediplanados de Tauá/Arneiroz	5	2	4	4	3	2	5	3,571
Sertões dissecados em colinas onduladas e agrupamentos de cristas e inselbergs	3	3	2	3	4	3	4	3,000
Maciço residual da Serra da Joanhina	5	4	3	3	2	2	3	3,143
Maciço Residual Ocidental de Pedra Branca	5	4	2	2	2	2	4	2,833

Maciço Residual Oriental de Pedra Branca	5	5	2	2	1	1	3	2,714
Média	3,86	3,143	2,86	3,0	2,571	1,857	3,833	2,996
Desvio Padrão	1,618	1,345	0,976	0,690	0,976	0,690	0,7528	0,470
	ESTATÍSTICA DE CLASSIFICAÇÃO							
	Média				Medidas de Dispersão			
	2,874				Variância:		Desvio Padrão	
					0,27		0,52	

Dentre os sistemas ambientais que apresentaram média com os mesmos valores, foram Sertões moderadamente dissecados em colinas ondulados e agrupamento de cristas e Inselbergs e o sistema ambiental do maciço residual da serra da Joaninha, ambos com valor de média 3,00 correspondendo à moderada suscetibilidade geobiofísica à desertificação de acordo com os cálculos estatísticos contidos.

Ambos os sistemas ambientais representados pelas planícies fluviais do alto Jaguaribe apresentam categorias de muito baixo a baixo IGBD à desertificação, pois embora grande parcela da vegetação primária tenha sido retirada, parte expressiva da planície é ocupada por área de cultivo, refletido nitidamente na imagem de satélite e constatada no campo. Associada a outros indicadores resultaram no valor de 2,6, 1,86, ou seja, baixa a muito baixa categoria de indicador geobiofísico à desertificação, referindo, respectivamente as planícies do alto.

Os indicadores mais graves correspondem aos sertões pediplanados com valor de 3,57 correspondente as áreas ocupadas por atividades agropecuárias e de caatingas moderadamente degradadas, o que tem contribuído a forte erosão hídrica em sulcos e ravinas em solos rasos dos Neossolos Litólico associados aos Luvisolos de moderada espessura.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os respectivos municípios encontram-se inseridos no Núcleo II – dos Inanhuims das ASD (áreas suscetíveis a desertificação). Verificou-se a presença de 7 (sete) sistemas ambientais delimitadas nos Municípios Arneiroz e Tauá. Admite-se que as proporções maiores dos ambientes analisados estão inseridas nas terras semiáridas, sendo assim, fator determinante da maior vulnerabilidade socioeconômico, especialmente nos sistemas ambientais dos sertões.

De modo geral, os municípios apresentaram categoria de suscetibilidade alta à desertificação considerável, sendo que Tauá se configura com maior. Isso se deve em grande parte a proporcionalidade em tamanho de área (Arneiroz tem 1.066,43 km² e Tauá 4.018,19 km²) o que reflete os danos provocados pela atividade agropecuária sem manejo

6. REFERENCIAS

ArcMap™. ARCGIS. License type: Desktop. Version 9.3: ESRI® Inc., Copyright 1999-2008. CD-ROM.

Bertrand, G. – (1969). *Paisagem e Geografia Física Global: Esboço Metodológico*. In Caderno de Ciências da Terra.

Christofolletti, A. (1999). *Modelagem de Sistemas Ambientais*. 1ª edição – São Paulo; Edgard Blucher.

FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (2008 - 2012)

Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. (2002). *Geomorfologia e Meio Ambiente*. Rio de Janeiro, Bertrand do Brasil. 394p.

Hurt, M. G. (1986) - *Geomorphology Pure and Applied*. Londres, Allan and Unwin Publishers. 228p.

IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2010). *Perfil Básico dos Municípios*. Governo do Estado do Ceará. 10p.

IBGE (2010) - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – *Malha Municipal*, 2010.

Oliveira, V. P.; Bezerra, C. L. (2011) - Indicadores Biofísicos de Desertificação, Cabo Verde/África. *Mercator*, Fortaleza, v. 10, n. 22, p. 147-168, mai./ago.

RADAMBRASIL – Folhas As. 24/25 (1981) – *Jaguaribe/Natal - Brasil*, MME, Levantamento de Recursos Naturais, Vol. 23.

Souza, M. J. N. de; Santos, J. de O.; Oliveira, V. P. V. de (2012). Sistemas Ambientais e Capacidade de Suporte na Bacia Hidrográfica do Rio Curu – Ceará. *Revista Continente* (UFRRJ), Rio de Janeiro, ano 1, n. 1.

Souza, M. J. N. de; Oliveira, V. P. V. de (2011). Análise Ambiental – Uma Prática da Interdisciplinaridade no Ensino e na Pesquisa. *REDE – Revista Eletrônica do Prodepa*, Fortaleza, v. 7, n.2, p. 42-59, nov.

Souza, M. J. N. De; Oliveira, V. P. V de. (2003) - Semiárido do Nordeste do Brasil e o fenômeno da seca. In: *Desastres Naturales en América Latina*. Fundo de Cultura Econômica. México. 207-221.

Souza, M. J. N. de (2000). Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará. In: Lima, L. C.; Morais J. O. de; Souza, M. J. N de. *Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará*. Parte I. Fortaleza: FUNECE.

Souza, M. J. N. de (1989). *Análise Geoambiental e Ecodinâmica das Paisagens do Estado do Ceará*. UECE. Deptº de Geociências, Fortaleza.

Sotchava, V. B. (1976). *O Estudo dos Geossistemas*. Métodos em Questão. V.20, p. 1-19. IGEOG. USP. São Paulo.

Tricat, J. (1977). *Ecodinâmica*. FIBGE / SUPREN. 97 p. Rio de Janeiro

SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA NA PRODUÇÃO INTENSIVA DE SUÍNOS E AVES

Caroline Gabriela Hoss

Universidade Federal de Santa Catarina
carolg.hoss@gmail.com

Jorge Manuel Rodrigues Tavares

Universidade Federal de Santa Catarina

Paulo Armando Victoria de Oliveira

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Paulo Belli Filho

Universidade Federal Santa Catarina

RESUMO

A ocupação não sustentável e a exploração agropecuária intensiva do estado de Santa Catarina, principalmente no oeste catarinense, refletiram negativamente na quantidade e na qualidade das águas superficiais e subterrâneas, cuja disponibilidade pode ser ainda mais comprometida durante os períodos cíclicos de estiagem, que castigam a região. A produção confinada de animais, tanto de suínos quanto de aves, é um dos setores que mais utiliza água subterrânea no estado, por necessitar de volumes elevados de água para o consumo animal, procedimentos de limpeza das instalações e conforto térmico, exigindo a dessedentação, uma água de ótima qualidade. Neste contexto, os sistemas de aproveitamento de água da chuva vêm se mostrando uma alternativa promissora para garantir a segurança hídrica das propriedades de produção agropecuária e como medida de proteção dos recursos hídricos. Apesar de já serem bastante difundidos, estes sistemas ainda não são amplamente utilizados na dessedentação animal, por não existirem estudos concretos sobre a qualidade da água resultante e a viabilidade econômica desses sistemas para tal finalidade. O presente estudo visa expor as potencialidades e elencar as possíveis configurações e materiais utilizados em sistemas de aproveitamento de águas pluviais, cabíveis para aplicação na produção de animais confinados (suínos e aves). O intuito é evidenciar aos produtores, técnicos, pesquisadores da área e agroindústrias sobre a viabilidade da utilização da água da chuva como fonte essencial para a dessedentação animal e demais usos exigidos pelas propriedades agropecuárias, ressaltando a sua importância como ferramenta de gestão dos recursos hídricos e sustentabilidade na produção animal.

Palavras-chave: Sistemas de aproveitamento de água da chuva; Produção animal; Recursos hídricos; Segurança hídrica.

1. INTRODUÇÃO

A água é um elemento fundamental para a vida. Ela está presente em todas as células do organismo e desempenha papel importante no equilíbrio das mais diversas funções de sobrevivência de todos os seres vivos da Terra. Devido ao aumento da demanda de água associado ao seu uso desordenado e à falta de gestão dos recursos hídricos, a escassez desse bem tão precioso, em quantidade e/ou qualidade, já pode ser sentido em diversos lugares do mundo.

Em regiões de produção agropecuária intensiva, onde são exigidas grandes quantidades de água para a obtenção de resultados produtivos satisfatórios, a carência de água assim como a poluição dos recursos hídricos por meio do mau gerenciamento desse recurso pode vir a ser preocupante. O estado de Santa Catarina, principalmente no oeste catarinense, é um exemplo disso. A região referida, destaque nacional e internacional na produção e exportação de proteína animal, apresenta a maioria dos seus corpos d'água com qualidade inviável para fins mais nobres, como a dessedentação animal. Na busca por água em quantidade e qualidade compatível para o uso agropecuário vem-se observando uma perfuração desenfreada de poços na região, o que gera um grave problema relacionado à segurança dos recursos hídricos subterrâneos, existindo, atualmente, um elevado número de poços esgotados ou simplesmente abandonados, que podem, por sua vez, gerar poluição nas águas armazenadas. Os períodos de estiagem que afetam a região costumam agravar ainda mais a situação, gerando a insuficiência de água e ameaçando a produção agropecuária, que é a principal fonte de renda para muitas famílias que ali residem.

Neste contexto, não existem dúvidas sobre a importância da água na produção animal. Este recurso torna-se necessário não apenas no consumo animal, mas em toda a cadeia de produção: manejo das pastagens para produção de grão, sanidade animal, limpeza das instalações, entre outros, tendo assim uma demanda elevada (Viola *et al.*, 2011; Oliveira *et al.*, 2012). Sendo limitado e tão importante para a manutenção da vida, o uso da água necessita ser eficiente e racionalizado garantindo assim a produção e o bem-estar da população para a atual e futuras gerações. Com o objetivo de promover a conservação da água e a segurança hídrica é fundamental atuar tanto na gestão da demanda quanto na oferta. Assim, o aproveitamento da água da chuva apresenta-se como uma alternativa promissora de oferta que poderá minimizar o problema da escassez da água (Lisboa, 2011). A tecnologia da cisterna promove na propriedade rural a segurança hídrica contribuindo ainda para a viabilidade econômica das produções. Em geral, a água da chuva tem uma boa qualidade que associando-se a procedimento de tratamento simples, pode-se tornar potável e atender aos requisitos mínimos para a dessedentação animal, que é a finalidade mais nobre em um sistema de produção.

Pesquisas relacionadas com o aproveitamento de água da chuva vêm sendo desenvolvidas no Brasil, e no mundo, mostrando os benefícios trazidos pela implantação e utilização destes sistemas em diversas situações e analisando a sua viabilidade econômica (Lisboa, 2011). Apesar desta fonte alternativa de água apresentar inúmeras vantagens, a falta de conhecimento do público em geral e das agências governamentais locais têm freado a ampla utilização de sistemas de aproveitamento de águas pluviais (Lye, 2009). Para os produtores de aves e suínos, a utilização da água da chuva para dessedentação animal ainda apresentam entraves pelo desconhecimento e ausência de estudos concretos sobre a adequabilidade qualitativa dessas águas para tal fim. Para que essa utilização se amplie, a informação

necessita ser robusta e chegar a todos os atores envolvidos, desde os produtores até às entidades fiscalizadoras, para então poder ser vista como parte de um sistema de planejamento dos recursos hídricos em escalas locais, regionais e globais, contribuindo para minimizar os problemas hídricos de determinadas regiões, como o oeste catarinense, e em setores consumidores, como o agropecuário.

2. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

A Mesorregião do Oeste Catarinense concentra parte significativa do efetivo agrícola do Estado de Santa Catarina, que é destaque no cenário brasileiro. A elevada dependência de abastecimento de água e a grande concentração de segmentos econômicos: suinocultura, avicultura e bovinocultura de leite agravam ainda mais a demanda de água. Dessa forma, algumas propriedades deixam de expandir sua produção por falta de disponibilidade hídrica (Bellaver; Oliveira, 2009). De acordo com Denardin e Sulzbach (2005), no oeste de Santa Catarina, as demandas de água se chocam entre o uso de água tratada, para atender à população urbana, com a sua utilização para receber dejetos agropecuários, industriais e urbanos.

A ocupação não sustentável e a exploração agropecuária intensiva da região oeste de Santa Catarina refletiram diretamente na quantidade e, principalmente, na qualidade das águas superficiais, tornando a água subterrânea a alternativa para suprir a crescente demanda de água. Atualmente, os recursos hídricos subterrâneos são fundamentais para o desenvolvimento econômico da região, que apresenta um crescente e alarmante número de perfurações de poços tubulares. O meio rural possui um potencial elevado de consumo de água na criação de aves e suínos e atende sua demanda basicamente a partir de poços tubulares de até 300 m, sendo estes comunitários ou individuais. Estima-se que existam mais de 5.000 poços tubulares na região oeste catarinense, muitos deles com problemas na sua construção, sobre-exploração e consequente esgotamento, interferência devido à proximidade de outros poços e equipamentos de bombeamento mal dimensionados. A maioria dos poços capta água do Aquífero Fraturado da Serra Geral em profundidade média de 117 metros. A maioria da recarga que ocorre nesse aquífero provém da precipitação tendo assim sua vazão drasticamente diminuída nos longos períodos de estiagem que costumam castigar a região (Freitas, 2002).

A estiagem no Oeste Catarinense é um fenômeno cíclico. Quase todos os anos a região passa por um período de pouca chuva, durante o qual há falta de água para suprir a demanda de consumo humano (usos não-potáveis), animal e agrícola. A falta de água compromete, portanto, a economia da região, já que o setor agroindustrial é predominante. Apesar da precipitação na região ser boa, variando de 1.600 a 2.000 mm/ano, e se apresentar distribuída durante quase todo o ano, observa-se deficiências hídricas, principalmente no verão. Vários fatores são responsáveis pela crise da água do oeste catarinense, que vem preocupando a população e os governantes, tornando assim necessário um planejamento integrado dos recursos hídricos locais, pensando e agindo localmente e globalmente. Além de tecnologias e processos alternativos, é preciso que os conceitos de conservação da água e uso eficiente sejam finalmente colocados em evidência, e acima de tudo, colocados em prática. É de extrema importância a implementação de programas de apoio à conscientização do uso eficiente da água. (Lisboa, 2011).

3. A ÁGUA NA PRODUÇÃO ANIMAL

3.1. Importância

A água é um elemento fundamental para a manutenção da vida de qualquer ser vivo. Para se ter uma produção animal com desempenho adequado, deve-se atribuir à água uma importância, pelo menos, semelhante àquela que se dá a outros fatores de produção como: instalações, alimentação e manejo (Viola *et al.*, 2011). Mais de 70% do peso dos animais é constituído por água, e a mesma desempenha funções importantes como a manutenção do pH e concentração de eletrólitos, sendo ainda o meio no qual ocorre a transferência de energia química e o transporte de nutrientes. (Viola *et al.*, 2011). No metabolismo animal, a água atua nas reações bioquímicas e na dissipação do calor de reações metabólicas, tendo ainda uma função diluente e de substrato para outras reações químicas (Bellaver; Oliveira, 2009). Por outro lado, restrições de água podem gerar desajustes fisiológicos de difícil reparação, diminuição do volume sanguíneo, aumento da concentração de toxinas e catabólitos na urina, aumento da frequência respiratória e, no geral, uma redução da performance do animal (Oliveira *et al.*, 2012). Na produção de suínos e aves, a água não pode ser pensada só como um recurso natural, ela é o principal nutriente, devendo ser oferecido em quantidade e qualidade (Lisboa, 2011).

3.2. Legislação

A legislação brasileira, através da Resolução CONAMA Nº. 357 de 17 de março de 2005 estabelece que as águas superficiais para o consumo animal devem ser enquadradas nos padrões de qualidade da água da Classe 3. Essa resolução não se aplica totalmente à produção de suínos e aves, pois esta exige melhor qualidade da água. Em geral, a água utilizada não é captada diretamente dos rios, por apresentar qualidade dúbia e riscos sanitários, tendo assim, origem em fontes naturais ou poços subterrâneos (Bellaver; Oliveira, 2009). Os padrões da Classe 3 têm como base a conservação dos ecossistemas e não a saúde animal.

Existem outras resoluções e normas, nacionais e internacionais, que norteiam de forma mais exigente a qualidade da água para o consumo animal. As divergências observadas são ocasionadas pela grande variedade de finalidades que podem ser dadas à água de uma mesma fonte ou reservatório. O padrão de qualidade esperado para qualquer uma dessas aplicações deve ser, primariamente, aquele que não cause prejuízos à qualidade dos produtos e ao bem-estar dos animais (Lisboa, 2011). Segundo Oliveira *et al.* (2012), a água para consumo animal deve ser potável, atendendo aos requisitos mínimos de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde, através da Portaria Nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Além disso, a água deve apresentar inexistência de coliformes fecais, matéria orgânica, bactérias e substâncias tóxicas que possam causar doenças.

4. SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA

Na busca pela minimização dos problemas causados por estiagens, insuficiência de água e dependência excessiva de fontes superficiais ou subterrâneas de abastecimento, os sistemas de aproveitamento de água da chuva mostram-se uma

ótima alternativa (Perdomo; Figueiredo; Sangoi, 2003). A água da chuva, além de não possuir valor econômico, pode ser considerada um recurso hídrico com qualidade e quantidade que pode atender a diversas demandas, principalmente aquelas não-potáveis. Em alguns casos, a água da chuva pode ser a fonte mais viável ou mesmo a única disponível no momento, ou de melhor qualidade entre as acessíveis. Por exemplo, quando o regime pluviométrico local é favorável, a água de chuva pode ser utilizada como um recurso hídrico alternativo, complementar ao abastecimento, como é o caso da região oeste catarinense (Lisboa, 2011). Pode-se dizer que um sistema de aproveitamento de água de chuva é um sistema descentralizado e alternativo de suprimento de água, visando entre outros, a conservação dos recursos hídricos, reduzindo a demanda e o consumo de água potável (Prosab, 2006). Em áreas descentralizadas ou isoladas, o aproveitamento da água da chuva pode apresentar grandes possibilidades de uso já que ela é captada junto ao local de consumo, dispensando o transporte ou construção de estruturas adutoras (Andrade et al., 2009).

Diante do atual cenário de consumo dos sistemas de produção de animais confinados, os sistemas de aproveitamento de água da chuva mostram-se uma alternativa sustentável, eficiente e economicamente viável para uso nas grandes regiões produtivas. O uso da água da chuva na dessedentação animal e/ou demais finalidades, como procedimentos de limpeza das instalações e conforto térmico, diminui a exploração de recursos hídricos subterrâneos, além de garantir maior segurança para os produtores (Regelmeier; Kozerski, 2015). Segundo Lisboa (2011), o aumento do interesse pelos sistemas de aproveitamento de águas pluviais se dá, entre outros fatores, pela poluição das águas superficiais, que traz risco à saúde e a percepção de que existe uma eficiência econômica associada ao uso da água de chuva (Lisboa, 2011).

Para o dimensionamento de um sistema de aproveitamento de águas da chuva devem ser considerados: área de captação disponível; o índice pluviométrico médio da região; estimativa de demanda para o uso previsto e dimensionamento do reservatório. Os principais componentes comumente encontrados nestes sistemas são a área de captação; calhas e condutores verticais e horizontais; dispositivo de descarte de sólidos; dispositivo de desvio das primeiras águas de cada chuva; reservatório de armazenamento; e dispositivos de proteção sanitária (Andrade *et al.*, 2009). A extensa superfície de telhado das estruturas existentes nas propriedades rurais constituem excelentes fontes de captação de água a baixo custo. No entanto, alguns cuidados devem ser atendidos para assegurar a boa qualidade da água estocada para os diferentes usos (Perdomo; Figueiredo; Sangoi, 2003).

5. QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA

A água da chuva, em sua generalidade, possui boa qualidade pois, antes de ocorrer a precipitação, passa por uma espécie de “destilação natural”, devido às etapas de evaporação, condensação e precipitação (purificação da água). Porém, a água pode captar poluentes ao passar pela atmosfera e ser alterada por compostos químicos presentes no ar, podendo levar a um aumento da sua acidez provocando a chuva ácida (Oliveira *et al.*, 2012). Adicionalmente, ao passar pela superfície de captação, a qualidade da água pode piorar, devido ao carreamento de material que ali se depositou durante o período de estiagem. Para melhorar a qualidade da água captada no telhado, as calhas, tubulações e cisternas devem ser sujeitas a manutenções frequentes e possuir um bom sistema de filtragem. Análises da qualidade da água

devem ser feitas com alguma frequência. Em sistemas de aproveitamento de águas da chuva adequadamente concebidos, construídos e mantidos, a água pode ter qualidade aceitável para beber e cozinhar (Lye, 2009).

Para que se possa fazer o aproveitamento da água da chuva de forma segura, é necessário estabelecer os padrões de qualidade que a mesma deve atender, segundo os usos que se pretende fazer da mesma (Prosab, 2006). Os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, onde as águas podem ser utilizadas após tratamento adequado, são fornecidos pela NBR 15527:2007 (Lisboa, 2011).

6. COMPONENTES DOS SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA NA PRODUÇÃO ANIMAL

6.1. Área de captação, calhas e condutores

A área de captação em sistemas implantados em propriedades de produção de suínos e aves é, na sua maioria, nos telhados dos edifícios onde os animais estão alojados, pois são mais limpos que os solos, onde circulam pessoas e animais, e estão em cota superior ao local onde será instalado o reservatório de armazenamento, fazendo com que o sistema funcione sem custos energéticos, por meio da gravidade.

As calhas que captam a água que cai nos telhados e os condutores verticais e horizontais, que transportam a água da chuva de uma etapa à outra do sistema, podem ser diferentes materiais: PVC, alumínio, chapas galvanizadas, geomembranas, entre outros. A qualidade da água da chuva pode variar segundo as condições de limpeza e dos materiais utilizados nos telhados, calhas e condutores.

6.2. Sistema de filtração

A filtração retira as partículas macroscópicas, gerando uma melhoria na qualidade da água da chuva. A filtragem da água da chuva é um processo necessário para retirar partículas macroscópicas em suspensão que são arrastadas pela água ao passar pela cobertura das edificações. Este processo compreende o pré-filtro, depósito da primeira água da chuva e os filtros (pode ser usado um ou mais, dependendo da qualidade da água desejável).

6.2.1. Dispositivo de descarte de sólidos

O dispositivo de descarte de sólidos tem a função de reter e evitar que os detritos mais grosseiros presentes nos telhados (folhas de árvores, insetos e fezes de animais) escoem juntamente com a água da chuva para o reservatório. Os modelos podem ser de concreto, PVC, fibra de vidro ou alvenaria, possuindo filtração por meio de telas ou britas, funcionando como um filtro rápido. Existem também modelos pré-fabricados. Para uma melhor qualidade da água, podem ser usados mais de um tipo de dispositivo de filtração, como por exemplo, o uso de um pré-filtro com britas de grande diâmetro e, após, um sistema com diferentes diâmetros de tela.

6.2.2. Dispositivo de desvio das primeiras águas

A função desse dispositivo é desviar as primeiras águas de cada chuva, pois as mesmas possuem qualidade inferior por fazerem a limpeza da atmosfera, área de

captação, calhas e condutores. Essa separação diminui a probabilidade da presença de microrganismos, entre eles os coliformes oriundos da defecação de animais no telhado, entre outras melhorias na qualidade da água a ser armazenada no reservatório. A quantidade de água descartada é calculada em função da área de captação (entre 0,5 mm e 2,0 mm de água por metro quadrado de superfície de captação). O modelo mais utilizado em sistemas de aproveitamento de água da chuva é o desvio das primeiras águas para um mecanismo de descarte de primeiras águas, que ao ter o seu volume preenchido, começa a encaminhar a água para dentro da cisterna, por meio de condutores. Esse recipiente deve possuir um dreno de fundo em que, após cada período de chuva, deve ser envaziado para que possa fazer o descarte novamente.

6.3. Reservatórios de armazenamento

Os reservatórios possuem a finalidade de armazenar a água da chuva. Se a água for utilizada para fins mais nobres, como a dessedentação animal, as cisternas necessitam ser fechadas, para evitar contaminação externa, e feitas de material que não interfira na qualidade da água captada.

O custo da construção de um cisterna representa entre 50% a 85% do valor total investido em um sistema de aproveitamento de água da chuva e, portanto, a escolha da melhor tecnologia a ser adotada para a construção do reservatório exerce influência direta na viabilidade econômica dos sistemas (Thomas, 2001).

6.3.1. Reservatórios em alvenaria ou concreto armado

Podem ser construídos no local ou pré-fabricados, feito com placas. Podem ser subterrâneos ou não. É apto a qualquer quantidade de volume à armazenar. Possui tendência em ocasionar fissuras e vazamentos e, se for usado para fins potáveis, necessita de revestimento interior com material de qualidade. O cálcio presente diminui a acidez da água, o que pode ser positivo devido face às características da água da chuva. A Figura 1 apresenta um reservatório de concreto armado construído na cidade de Itapiranga – SC, com capacidade para 3.000 m³.



FIGURA 1 - RESERVATÓRIO EM CONCRETO ARMADO
(Fonte: Crivelatti, 2010)

6.3.2. Reservatórios de ferrocimento

A concepção de um reservatório de ferrocimento (Figura 2) se dá pela colocação de uma tela de alambrado com forma cilíndrica, sobre uma base de concreto, e então se aplicam camadas de argamassa até que a parede obtenha a resistência necessária.



FIGURA 2 - CISTERNA DE FERROCIMENTO
(Fonte: Lisboa, 2012)

6.3.3. Reservatórios com chapa de aço galvanizado

Estes reservatórios, tal como indicado pelo nome, são constituídos por paredes de chapa de aço galvanizada corrugada e calandrada e apoiados sobre uma base de concreto armado ou areia compacta (Figura 3). A cobertura é feita com telhas e tesouras de aço galvanizado. Armazenam grandes volumes e são indicados para consumo animal e irrigação. Deve-se tomar cuidado na soldagem das chapas para não comprometer o material.



FIGURA 3 - RESERVATÓRIO DE CHAPA DE AÇO GALVANIZADO
(Fonte: Rhino, 2010)

6.3.4. Reservatórios de placas de ardósia

A ardósia é uma pedra que pode ser encontrada a baixo custo na região central de Santa Catarina. Essa técnica construtiva apresenta facilidade na execução, pois a ardósia serve de forma para a camada estrutural. A cobertura pode ser feita com telhas e tesouras de aço galvanizado corrugada e argamassa e a base deve ser feita de concreto armado. Essa tecnologia é adequada para grandes volumes e permite acabamento com pintura, como se ilustra na Figura 4.



FIGURA 4 - RESERVATÓRIO DE PLACAS DE ARDÓSIA
(Fonte: Andrade; Lisboa; Lisboa, 2011)

6.3.5. Reservatórios em fibra de vidro

Estes reservatórios são pré-fabricados, de boa durabilidade e exige pouca mão-de-obra na instalação e podem ser enterrados ou não. Porém, são encontrados para até 20 mil litros ou somente piscinas (até 150 m³). Pode ser feito o uso de um sistema conectado de vários reservatórios. São considerados caros quando comparados a cisternas de outros materiais para grandes volumes. A Figura 5 apresenta a sua utilização em instalações de produção animal.



FIGURA 5 - CISTERNAS DE FIBRA DE VIRO
(Fonte: Oliveira *et al.*, 2012)

6.3.6. Reservatórios de PEAD (Polietileno de Alta Densidade)

Tratam-se de reservatórios enterrados, constituídos de uma escavação revestida de geomembrana (Figura 6). A sustentação da cobertura é feita por meio de uma estrutura galvanizada de barras de aço galvanizado. É atualmente uma das tecnologias mais utilizadas em grandes reservatórios. Possui boa resistência a ação de intempéries, porém o sol resseca a geomembrana, reduzindo sua vida útil.



FIGURA 6 - CISTERNA EM PEAD
(Fonte: BIOTER, 2010)

6.3.7. Reservatórios em PVC (policloreto de vinila)

Estes reservatórios são enterrados, construídos de forma semelhante aos de PEAD, sendo que se distinguem pelo material de revestimento ser a lona PVC. Dois exemplos de reservatórios são apresentados na Figura 7.



FIGURA 7 - RESERVATÓRIOS CONSTRUÍDOS EM PVC
(Fonte: Oliveira *et al.*, 2012)

7. CONSIDERAÇÕES

A pecuária é uma atividade de extrema importância no desenvolvimento econômico do país e a maior geradora de empregos no oeste de Santa Catarina. Por outro lado, a criação confinada dos animais, como aves e suínos, é grande geradora de carga poluidora, que por sua vez vêm afetando a qualidade das águas superficiais, sendo também uma das principais responsáveis pela utilização de águas subterrâneas, devido ao fato da atividade necessitar de elevados volumes de água de boa qualidade para a dessedentação animal. Diante deste cenário, torna-se evidente a importância do desenvolvimento e implantação de tecnologias sustentáveis para a produção animal e medidas que reduzam os impactos negativos deste atual modelo de produção, buscando não apenas a conformidade no que diz respeito ao atendimento de normativas e padrões nacionais e internacionais como também a otimização dos recursos e insumos através da gestão ambiental adequada. A utilização de sistemas de aproveitamento de águas da chuva mostra-se, assim, uma alternativa promissora para garantir a segurança hídrica na produção de suínos e aves, além de estratégia de preservação dos recursos superficiais e subterrâneos.

A revisão presente neste trabalho revela as potencialidades do sistema de aproveitamento da água da chuva na produção de aves e suínos. A existência de inúmeras opções construtivas torna a tecnologia mais acessível e viável, sendo que a escolha do modelo deve atender à disponibilidade dos materiais a serem utilizados, principalmente para os reservatórios. Fica evidente a necessidade de realização de estudos sobre a viabilidade econômica e, principalmente, da qualidade da água proveniente desses sistemas. É fundamental sanar as dúvidas dos produtores, técnicos da área e empresas agropecuárias sobre a qualidade da água proveniente dos sistemas de aproveitamento de águas da chuva, para que assim sua utilização seja impulsionada nos sistemas de produção de animais confinados, visando a sustentabilidade, segurança hídrica e preservação dos recursos hídricos. Além de garantir o suprimento da demanda de água das produções, a utilização destes sistemas irá possibilitar a expansão produtiva em locais onde a água se apresente como fator limitante. Adicionalmente, segundo o Código das Águas, as águas pluviais pertencem e podem ser dispostas à vontade pelo dono do local onde as mesmas caem diretamente, não podendo assim ser cobrado pelo seu uso. Já as águas superficiais e subterrâneas são dotadas de valor econômico, necessitando de outorga e podendo lhes ser atribuídos valores para utilização. Neste contexto, a utilização das águas da chuva se torna, também, economicamente favorável.

8. REFERÊNCIAS

Andrade, M. A. N.; Lisboa, M. B.; Lisboa, H. M. (2011). *Desenvolvimento de tecnologias para construção de reservatórios de armazenamento de água da chuva no oeste catarinense*. In: 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES, Porto Alegre, Brasil.

Andrade, M.; Marinoski, A. K.; Becker, R. H. (2009). *Casa Eficiente: Uso Racional da Água*. v.3, Florianópolis, Brasil.

Bellaver, C., Oliveira, P.A. (2009). Balanço da água nas cadeias de aves e suínos. *Avicultura Industrial*, n.10, p. 39-44. Concórdia, Brasil.

BIOTER. Disponível em <<http://www.bioter.com.br>>. Acesso em 01/07/2017.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (2000). *Resolução CONAMA nº 357 de 29 de novembro de 2000*. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em 20/05/2017.

Crivelatti. Disponível em <<http://www.crivelatti.com.br>>. Acesso em 01/07/2017.

Denardin, V. F.; Sulzbach, M. T. (2005). Os possíveis caminhos da sustentabilidade para a agropecuária da região oeste de Santa Catarina. *Desenvolvimento em questão*, julho-dezembro, ano/vol. 3, número 006, p. 87-115. Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul. Ijuí, Brasil.

Freitas, M. A.; Caye, B. R.; Machado, J. L. F.; Antunes, R. B.; Miranda Junior, G. X. (2002). *Água subterrânea: um recurso vital para o Oeste Catarinense*. In: XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Florianópolis, Brasil.

Lisboa, M. B. (2011). *Proposição e avaliação de tecnologias para sistemas de aproveitamento de água da chuva*. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.

Lye, D. J. (2009). Rooftop runoff as a source of contamination: A review. *Science of the Total Environment*, v. 407, n. 21, p. 5429-5434. Ohio, USA.

Oliveira, P. A. V. de; Matthiensen, A.; Albino, J. J.; Bassi, L. J.; Grings, V. H.; Baldi, P. C. (2012). *Aproveitamento da Água da Chuva na Produção de Suínos e Aves*. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 42p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 157). Concórdia, Brasil.

Perdomo, C. C.; Figueiredo, E. A. P. de; Sangoi, V. (2003). *Critérios para a captação e aproveitamento da água da chuva na avicultura de corte*. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 4 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 331). Concórdia, Brasil.

PROSAB – Programa de Pesquisas em Saneamento Básico. Rede cooperativa de pesquisas (2006). *Tecnologias de segregação e tratamento de esgotos domésticos na origem, visando à redução do consumo de água e da infraestrutura de coleta, especialmente nas periferias urbanas*. UFES, UFSC, UNICAMP IPT. Rio de Janeiro, Brasil.

Regelmeier, F. A.; Kozerski, C. E. (2015). *Aproveitamento de água da chuva em zonas rurais: captação e reservação*. In: EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO, 19., ASSEMBLEIA NACIONAL DA ASSEMAE, 45. p.1-15. Poços de Caldas, Brasil.

Rhino tanks. Disponível em <www.rhinotanks.com.au>. Acesso em 01/07/2017.

Thomas, T. (2001). *Escolha de Cisternas para Captação de Água de Chuva no Sertão*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 3. Campina Grande, Brasil.

Viola, E. S; Viola T. H.; Lima, G. J. M. M. de; Avila, V. S. de. (2011). *Água na avicultura: importância, qualidade e exigências*. In: Embrapa, 2011. *Manejo Ambiental na Avicultura*. Documentos 149. p. 37-123. Concórdia, Brasil.

TRANSPORTE ATIVO: UMA ALTERNATIVA VIÁVEL PARA A SUSTENTABILIDADE URBANA

Kelma Lima Cardoso Leite

Faculdade Grande Fortaleza

kelma.leite@hotmail.com

RESUMO

O objetivo deste artigo é a partir da discussão do conteúdo do *Caderno Técnico para Projetos de Mobilidade Urbana: Transporte Ativo*, realizar uma abordagem reflexiva sobre meios possíveis de serem adotados para tornar nossas cidades mais ativas e sustentáveis. O supracitado Caderno é fruto da iniciativa do Ministério das Cidades e contou com o apoio técnico da WRI Brasil. Parte-se da premissa de que a elaboração do *Caderno Técnico para Projetos de Mobilidade Urbana: Transporte Ativo* é uma resposta à demanda das cidades brasileiras por projetos tecnicamente bem estruturados do ponto de vista urbano. A fim de entender os pressupostos teóricos que fundamentam tal demanda buscou-se primeiramente entender as definições atribuídas ao desenvolvimento sustentável e a sustentabilidade urbana para depois discutir os pressupostos técnicos definidos pelo Caderno no que se refere a implantação de infraestrutura adequada garantidora de segurança e acessibilidade a todos. Neste sentido, pode-se afirmar que para redação deste artigo foram realizadas a pesquisa bibliográfica e a análise documental.

PALAVRAS-CHAVE: Transporte Ativo; Desenvolvimento Sustentável; Sustentabilidade Urbana.

1. INTRODUÇÃO

É notório atualmente o crescimento das cidades numa velocidade sem precedentes. De acordo com Edward Madureira, Secretário de Ciência e Tecnologia para Inclusão Social, “a população urbana deve dobrar até 2030, adicionando mais 2 bilhões de pessoas ao meio urbano e acelerando a demanda por infraestrutura, serviços básicos, habitação e aumentando a pressão sobre os recursos naturais.” (Brasil, 2016). Segundo o Banco Mundial, “as cidades respondem por cerca de 60% do consumo global de energia, e são responsáveis por mais de 70% das emissões globais de gases de efeito estufa.” (Brasil, 2016).

E o que dizer do Brasil? O Brasil é apontado como um dos países mais industrializados da América Latina, reflexo de um febril processo de expansão das cidades que teve início, sobretudo, a partir da segunda metade do século XX e resultou numa concentração de aproximadamente 85% da população em áreas urbanas. A estimativa é que este percentual atinja o ápice de 90% até 2020. (Brasil, 2016)

Concomitante a expansão da industrialização nos centros urbanos e da concentração da população no contexto citadino, explodem também avaliações negativas sobre a cidade: “cidades em crise, sede de crime, violência, degradação paisagística e ambiental, decadência de infra-estruturas, carência habitacional, declínio do emprego

formal, estrangulamento da mobilidade e poluição atmosférica.” (Acsehrad, 2004, p. 26).

Em resposta aos desafios que o desenvolvimento e a sustentabilidade urbana apresentam, o Ministério das Cidades em parceria com a WRI Brasil elaborou o *Caderno Técnico para Projetos de Mobilidade Urbana: Transporte Ativo* com o intuito de oferecer um guia de consulta alternativo confiável para elaboração de projetos baratos e viáveis que efetivem a transição para cidades mais sustentáveis.

Parte-se da premissa de que a elaboração do *Caderno Técnico para Projetos de Mobilidade Urbana: Transporte Ativo* é uma resposta à demanda das cidades brasileiras por projetos tecnicamente bem estruturados do ponto de vista urbano que incentivam o transporte ativo visando a minimização da falta de segurança nas ruas, a redução da poluição atmosférica e do uso de veículos automotores responsáveis pelo sedentarismo e prolongadas horas de congestionamento que acaba dificultando o fluxo dinâmico das pessoas.

A fim de entender os pressupostos teóricos que fundamentam tal demanda buscou-se primeiramente entender as definições atribuídas ao desenvolvimento sustentável e a sustentabilidade urbana para depois discutir os pressupostos técnicos definidos pelo Caderno no que se refere a implantação de infraestrutura adequada garantidora de segurança e acessibilidade a todos por meio do uso de calçadas que atendam aos critérios apropriados de dimensionalidade e qualificação. Neste sentido, pode-se afirmar que para redação deste artigo foram realizadas a pesquisa bibliográfica e a análise documental.

2. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A trajetória do termo “desenvolvimento sustentável” tem início na década de 1980, quando a UICN (União Internacional para Conservação da Natureza) apresenta o documento *Estratégia de Conservação Mundial* com a intenção de alcançar o desenvolvimento sustentável por meio da conservação dos recursos vivos. O documento recebeu críticas de alguns autores, dentre estes Khosla, que considerou o foco na conservação dos recursos vivos incapaz de tratar de questões ambíguas e conflituosas intrinsecamente relacionadas a esfera internacional política e econômica, a população dos nichos urbanos e aos problemas decorrentes de guerras e investimentos bélicos. (Baroni, 1992, p. 15).

Não obstante, o documento é bem recebido e apoiado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) que se esforça em disseminar o conceito ao destacar seus princípios e conteúdo: assistência aos demasiadamente pobres cuja única alternativa devido à falta de opção é a destruição do meio ambiente; a perspectiva do desenvolvimento autossustentado de acordo com os limites dos recursos naturais; a noção de desenvolvimento com custo real fundamentado em critérios econômicos não tradicionais; o pressuposto de uma demanda de iniciativas a serem focadas nas pessoas. (Baroni, 1992, p. 15-16).

Ainda na década de 1980, mais precisamente em 1986, a Conferência de Ottawa, então patrocinada pela UICN, PNUMA e WWF (*World Wide Fund for Nature*), afirma que o desenvolvimento sustentável tem por objetivo responder aos seguintes requisitos: amalgamar conservação e desenvolvimento; atender de maneira satisfatória as necessidades básicas do ser humano; atingir os ideais de equidade e justiça

social;promover a autodeterminação social e a diversidade cultural;manter a integração ecológica. (Baroni, 1992, p. 16).

Por fim, em 1987 a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED) consagra através do relatório *Nosso Futuro Comum*, mais conhecido como *Relatório Brundtland* (1987), a seguinte definição: “desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer as habilidades das futuras gerações de satisfazerem suas necessidades”. Tal definição pressupõe um tipo de desenvolvimento capaz de promover uma relação equilibrada entre a economia e os recursos do meio ambiente de modo a atender às necessidades e atividades humanas num sistema global interdependente.

Todavia, nos países em desenvolvimento como o Brasil, a adoção desse conceito é dificultada pelas limitações oriundas da esfera econômica e social. A satisfação das necessidades, que no contexto das sociedades de consumo são redefinidas como desejos, não são plenamente atingidas dado que boa parte da população nesses países é órfã de políticas públicas no âmbito rural e urbano, o que compromete sobremaneira a sustentabilidade econômica.

3. SUSTENTABILIDADE URBANA

Segundo Silva (2004, p. 1), “o meio ambiente, qualificado de urbano, engloba tanto o meio ambiente natural quanto o meio ambiente transformado, resultado da ação do homem e da sociedade, ou seja, o meio ambiente na e da cidade”. Não obstante, este espaço que coaduna o meio natural e o ambiente construído evidencia uma dinâmica de organização intrinsecamente relacionada à evolução da sociedade.

Para Castells (2014), o processo de estruturação das sociedades e de cristalização de formas sociais se inserem em respectivos contextos históricos e é resultado de particularidades circunstanciais. As práticas urbanas emergem a partir da inclusão do sistema urbano na estrutura social fundamentada em esferas econômicas, políticas e ideológicas.

Todavia, as novas configurações estabelecidas no intuito de atender as demandas do crescimento urbano e os anseios humanos, têm ocasionado multifacetados problemas relacionados à infraestrutura, serviços básicos, habitação e transporte que resultam numa pressão sobre os recursos naturais e a qualidade de vida. Faz-se necessário, portanto, “repensar como planejar e projetar as cidades com enfoque na natureza e nas pessoas.” (Herzog, 2013, p. 23).

Entretanto, Jacobs (2000) assegura que a análise dos problemas urbanos não segue uma linha de raciocínio unívoca e linear. Com tal premissa em mente, a autora propõe uma reflexão acerca das cidades e da história do planejamento urbano em consonância com as três etapas históricas do pensamento científico, a saber:

- Problemas de simplicidade elementar: baseado na análise de problemas de duas variáveis, característicos das ciências físicas nos séculos XVII ao XIX;
- Problemas de complexidade desorganizada: método criado pelas ciências físicas no início do século XX que se caracteriza pela capacidade de lidar com problemas com inúmeras variáveis cujo conjunto era constituído por propriedades médias ordenadas e analisáveis;
- Problemas de complexidade organizada: etapa propiciada pelo avanço das ciências biológicas cuja principal capacidade é lidar com problemas de

complexidade organizada onde muito mais importante do que a quantidade de variáveis envolvidas é a inter-relação entre elas.

O conceito “problemas de complexidade organizada”, retomado por Jacobs a partir da analogia entre a história do pensamento científico – proposto no ensaio do Dr. Weaver publicado em 1958 no relatório anual da Fundação Rockefeller Center - e a história do planejamento urbano, prevê “a negociação simultânea de um número grande de fatores que estão inter-relacionados em um todo orgânico.” (Jacobs, 2000, p. 432).

De acordo com Jacobs (2000), o planejamento urbano mal direcionado recrudescer a insustentabilidade urbana e é decorrente da estagnação do modelo de pensamento oriundo das ciências físicas pautado em problemas de simplicidade elementar e/ou de complexidade desorganizada que suscitam um completo pouco-caso ou desdém pelas cidades:

A teoria do planejamento da Cidade-Jardim teve origem no final do século XIX, e Ebenezer Howard abordou o problema do planejamento de cidades como um cientista de ciências físicas analisando um problema simples de duas variáveis. As duas variáveis principais na concepção de planejamento da Cidade-Jardim eram a quantidade de moradias (ou população) e o número de empregos. Elas foram consideradas como estando inter-relacionadas de maneira direta e simples, na forma de sistemas relativamente fechados. Por sua vez, as moradias tinham suas variáveis, a elas relacionadas da mesma maneira direta, simples e interdependente: playgrounds, áreas livres, escolas, centro comunitário, equipamentos e serviços padronizados. A cidade como um todo era mais uma vez considerada uma entre duas variáveis numa relação simples e direta entre cidade e cinturão verde. Como sistema ordenado, praticamente se resumia a isso (Jacobs, 2000, p. 484).

Obviamente, Jacobs (2000) revela-se ciente de que as cidades e as ciências biológicas apesar de apresentarem tipos semelhantes de problemas não possuem essencialmente os mesmos problemas. “A analogia estabelecida foi apenas um recurso que possibilitou chamar a atenção para a necessidade de refletir as cidades enquanto organismo repleto de inter-relações intrincadas e inteligíveis” (Pinho, 2016, p. 95).

A autora também chama a atenção para alguns “equívocos intelectuais” perpetrados contra a cidade decorrentes de um antagonismo socialmente construído entre natureza, homem e cidade. A partir do momento que se consolida a “sentimentalização da natureza” alicerçada na concepção benigna do binômio natureza/homem natural, as cidades passam a ser representadas como centros malignos e inimigos da natureza (Jacobs, 2000). Difícil, portanto, conceber que este ambiente de experiências e vivências humanas pode ser construído de maneira sustentável.

Na percepção de Jacobs (2000, p. 498), “as cidades vivas têm uma estupenda capacidade natural de compreender, comunicar, planejar e inventar o que for necessário para enfrentar as dificuldades”. No que tange as dificuldades envolvendo a sustentabilidade urbana resultante da falta de segurança, Jacobs (2000) propõe a vitalidade das relações das pessoas nas ruas e calçadas.

Para Jacobs, três características principais constituiriam uma rua segura: um pertencimento dos habitantes ao lugar em que vivem, o que geraria “proprietários naturais da rua”, cujos olhos estariam para ela voltados; uma nítida separação entre o espaço público e o espaço privado, de modo que fique claro qual a área em que deve haver vigilância e em qual se deva ter privacidade; e uma circulação ininterrupta de usuários nas calçadas, de modo que seja induzida uma variedade de observadores desse movimento, potencializando assim o número de olhos atentos ao espaço público. (Pinho, 2016, p. 97)

Este trabalho parte da premissa de que o transporte ativo – que depende da propulsão humana sob ruas e calçadas - além de gerar segurança, elemento imprescindível para a sustentabilidade urbana, também minimiza impactos ambientais. Nesta perspectiva, vale citar o conceito de cidade sustentável utilizada pela iniciativa sueca *SimbioCity*:

Uma cidade sustentável é planejada para minimizar impactos ambientais negativos através da redução da demanda de recursos não renováveis e da geração de poluição e refugos nocivos. Reduzir o uso de combustíveis fósseis constitui um desafio chave, uma vez que não são renováveis e produzem CO₂, maior causador do aquecimento global e da mudança climática. (Brasil, 2016, p. 20)

A abordagem da *SimbioCity* expressa o aprendizado global desenvolvido sobretudo no século XX a respeito das pressões humanas sobre o meio natural (BRASIL, 2000, p. 20). Segundo o Banco Mundial os seres humanos que habitam as cidades e/ou nela trabalham e se deslocam são responsáveis por cerca de 70% das emissões globais de gases de efeito estufa. É preciso atentar para o fato de que o paradigma rodoviário e a supremacia do automóvel no deslocamento moldaram cidades insustentáveis onde a população custeia um transporte poluente e ineficaz. Além disso, especialistas afirmam que a poluição atmosférica é uma das principais causas de problemas de saúde e agravamento de doenças nos centros urbanos e periferias industriais. “Somente na cidade de São Paulo, cerca de quatro mil pessoas morrem anualmente em consequências de problemas causados pela poluição.” (Cruz; Callejas; Santos, 2014, p. 68)

Percebe-se, portanto, que o tema mobilidade urbana vem ganhando destaque nas discussões sobre desenvolvimento sustentável/planejamento urbano no Brasil por diversas razões: insegurança nas ruas e poluição atmosférica. Não obstante, o aumento significativo de veículos automotores nas ruas dos grandes nichos urbanos tem gerado também grandes congestionamentos que desembocam no sedentarismo e consumo de tempo exacerbado no processo de deslocamento.

De acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), chegar ao trabalho custa mais tempo nas regiões metropolitanas de São Paulo e Rio de Janeiro do que em Londres, Nova York, Tóquio, Paris e várias outras grandes cidades. O tempo despendido no trânsito vem piorando consideravelmente ao longo das últimas décadas, tanto pela carência de transporte público, quanto pelo aumento da frota de veículos, que congestionam as vias públicas. O tempo de deslocamento gasto está diretamente associado ao bem-estar e qualidade de vida dos indivíduos, uma vez que, ao

se perder mais tempo nos deslocamentos diários, diminui-se o tempo para práticas esportivas e lazer. (Cruz; Callejas; Santos, 2014, p. 68)

Assim, segundo Cruz, Callejas e Santos (2014, p. 68), “em uma escala inversa, aumenta-se o número de doenças e complicações diretamente relacionados ao sedentarismo e obesidade”. De acordo com Cambricoli, Toledo e Italiani (2014) a quantidade de óbitos no Brasil desencadeados por complicações relacionadas a obesidade triplicou em um período de dez anos.

Todas as questões postas atestam que visando a sustentabilidade é preciso priorizar condições alternativas de mobilidade urbana mais eficientes e não poluentes. Em consonância com isso insere-se o transporte ativo, já mencionado como uma alternativa viável para fortalecer a segurança de transeuntes nas ruas e calçadas; conteras consequências nefastas do sedentarismo/obesidade e para minimizar a queima de combustíveis fósseis pelos automóveis. Sabe-se que os combustíveis fósseis não são renováveis e produzem CO₂, o grande vilão do aquecimento global e das mudanças climáticas.

Num contexto em que vêm crescendo mundialmente estudos relacionados ao tema deslocamento ativo, encaixa-se o *Caderno Técnico para Projetos de Mobilidade Urbana: Transporte Ativo*, realizado pela Secretaria Nacional de Mobilidade Urbana do Ministério das Cidades e que contou com o apoio técnico da WRI Brasil. O supracitado Caderno é constituído por cinco módulos, a saber: 1. Calçadas; 2. Infraestrutura Cicloviária; 3. Acessibilidade Universal; 4. Segurança Viária; 5. Contexto do Projeto. Devido a limitação de páginas impostas, discutirei neste artigo apenas o Módulo I do caderno destinado aos critérios relacionados a dimensionalidade e qualificação das calçadas.

4. CADERNO TÉCNICO PARA PROJETOS DE MOBILIDADE URBANA: TRANSPORTE ATIVO

O *Caderno Técnico Para Projetos de Mobilidade Urbana: Transporte Ativo* trata dos meios de transporte que necessitam da propulsão humana. Esboça de maneira genérica os critérios para efetivação de infraestrutura adequada para assegurar segurança e acessibilidade às pessoas durante seus deslocamentos nas calçadas, ciclovias e ciclofaixas. O Caderno disponibiliza também “subsídios para a concepção, avaliação e aprovação de projetos voltados à infraestrutura qualificada dos meios de transporte ativo” (Ministério das Cidades, 2017, p. 5).

Segundo o próprio Caderno, os critérios técnicos utilizados para sua elaboração foram definidos levando em consideração as leis e as normas vigentes no Brasil que devem ser rigorosamente atendidas, o estado da prática que suscita recomendações para maior qualificação de projetos de mobilidade urbana ativa e as recomendações da literatura nacional e internacional. Obviamente que dependendo do projeto e de sua proposta de intervenção focada na implantação e/ou expansão do transporte ativo, alguns módulos ou critérios do Caderno não se aplicam.

4.1. Módulo I: Calçadas

Este módulo traça os critérios indispensáveis para implantação de uma rede de calçadas propícia para o transporte ativo de todas as pessoas. Tais critérios dizem respeito ao dimensionamento e a qualificação das calçadas. No que diz respeito ao dimensionamento de calçadas, o Caderno contempla as características da faixa de serviço, da faixa livre e da faixa de transição.

A faixa de serviço ou de mobiliário é aquela adjacente ao meio fio onde “devem estar localizados o mobiliário urbano (pontos de parada do transporte coletivo, vasos, caixas de correio, bancas de revista, etc.)”. (Ministério das Cidades, 2017, p. 13). Esta faixa deve conter ainda “os postes de luz, a sinalização vertical, as tampas de inspeção e a vegetação.” (Ministério das Cidades, 2017, p. 13). Segundo o Caderno “a largura mínima para a faixa de serviço deve ser de 0,70 m, excluindo a dimensão do meio-fio”. (Ministério das Cidades, 2017, p. 13).

A faixa livre, também reconhecida como passeio, é aquela “dedicada à circulação exclusiva de pedestres, deve medir, pelo menos, 1,20 m”, todavia, o recomendável é no mínimo 1,50 m. (Ministério das Cidades, 2017, p. 13). Esta faixa deve apresentar-se “isenta de interferência e obstáculos que reduzam sua largura e dificultem o fluxo de pessoas.” (Ministério das Cidades, 2017, p. 13). Visando uma melhor organização visual o Caderno recomenda que a faixa livre “seja destacada visualmente, em termos de cores e texturas, em relação as demais faixas”. (Ministério das Cidades, 2017, p. 13).

A faixa de transição ou de acesso é aquela que se encontra “entre a faixa livre e a testada da edificação ou lote, possibilitando a transição principalmente em áreas de recuo pequeno ou inexistente e em locais de comércio e serviços.” (Ministério das Cidades, 2017, p. 14). Ocasionalmente pode ser utilizada para “alocar alguns elementos de mobiliário temporário, como mesas, cadeiras, anúncios, entre outros. A largura mínima recomendada é de 0,45 m.” (Ministério das Cidades, 2017, p. 14). A gravura que segue expressa a padronização necessária para acomodar satisfatoriamente a faixa de serviço, a faixa livre e a faixa de transição:

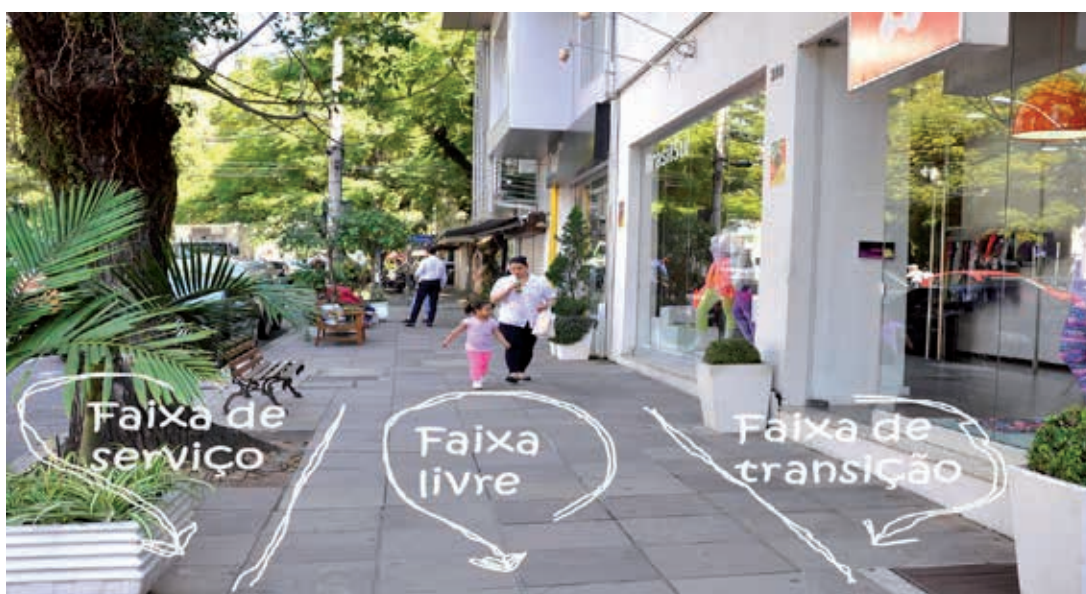


Figura 1 – Dimensionamento de calçadas

(Fonte: <http://thecityfixbrasil.com/2015/04/01/nossa-cidade-os-oito-principios-da-calcada/>)

Quanto à qualificação das calçadas, sete critérios devem ser considerados: pavimento, inclinação para drenagem, iluminação dedicada, conforto climático, mobiliário urbano, sistema de informação e continuidade da calçada. O pavimento precisa disponibilizar condições apropriadas para os pedestres a partir da utilização de material que apresente regularidade, firmeza e estabilidade sob qualquer condição. “As faixas livres e de transição devem possuir revestimentos uniformes e contínuos, como concreto moldado *in loco*, concreto permeável, asfalto, ladrilho, hidráulico e blocos intertravados.” (Ministério das Cidades, 2017, p. 16).

A inclinação para drenagem é de suma importância para garantir o escoamento e, conseqüentemente, evitar poças de água que comprometem o transcurso de pedestres sob a calçada. Assim, “a faixa livre deve ter declividade transversal máxima de 3% para que usuários possam transitar com conforto.” (Ministério das Cidades, 2017, p. 17). O desvio da água “pode ser direcionado para jardins de chuva, instalados junto à faixa de serviço da calçada, o que permite maior absorção da água pelo solo, atenuando o volume escoado para o sistema de drenagem pluvial.” (Ministério das Cidades, 2017, p. 17). A gravura abaixo apresenta um modelo eficiente e agradável no sentido paisagístico de escoamento d’água:



Figura 2 – Escoamento para o jardim de chuva
(Fonte: <http://thecityfixbrasil.com/2015/04/01/nossa-cidade-os-oito-principios-da-calcada/>)

A iluminação dedicada fundamenta-se na premissa de que além de aumentar a segurança pública, viabiliza “a movimentação, a orientação e a identificação de obstáculos pelos pedestres.” (Ministério das Cidades, 2017, p. 18). O Caderno salienta que os projetos que priorizam o transporte ativo nas cidades devem atentar para a iluminação dedicada atrelada ao conforto climático. Neste sentido, é preciso que os projetos contemplem áreas para vegetação, “visto que elas tornam o ambiente mais agradável visualmente e promovem o conforto climático local.” (Ministério das Cidades, 2017, p. 19).

Todavia, deve-se observar “as potenciais dimensões da vegetação escolhida e sua manutenção, levando em conta que a altura mínima livre de obstruções aéreas na

faixa livre é de 2,10 m.” (Ministério das Cidades, 2017, p. 19). Neste sentido, é importante que os projetos garantam que a vegetação não encobrirá a iluminação das calçadas e que a raiz da vegetação escolhida não danificará o pavimento das calçadas, conforme exprime a gravura na próxima página:



Figura 3 – Vegetação que não compromete a iluminação nas calçadas
(Fonte: <http://thecityfixbrasil.com/2015/04/01/nossa-cidade-os-oito-principios-da-calcada/>)

O mobiliário urbano deve se localizar exclusivamente na faixa de serviço, “de forma a não obstruir o percurso dos pedestres. É importante que a faixa de serviço conte com lixeiras e bancos.” (Ministério das Cidades, 2017, p. 19). A boa localização do mobiliário urbano é tão importante quanto a localização de placas e totens com setas indicativas de sentido, mapas, fotos e tempos de caminhada que constituem o sistema de informação. “Informações em pontos estratégicos, como ruas com intenso fluxo de pedestres e terminais de transporte, podem incluir, por exemplo, destinos e serviços disponíveis em um raio de 15 minutos de caminhada”, evidenciando ruas e rotas mais convenientes para acessá-los (Ministério das Cidades, 2017, p. 20). A seguinte gravura evidencia a importância de um sistema de informação eficaz:



Figura 4 – Ponto de informação

(Fonte: <http://thecityfixbrasil.com/2015/04/01/nossa-cidade-os-oito-principios-da-calcada/>)

De acordo com o Caderno, “para garantir a continuidade das calçadas, desníveis entre 5 e 20 mm devem ser tratados como rampa, admitindo-se inclinação máxima de 50%.” (Ministério das Cidades, 2017, p. 22). De modo geral as calçadas não devem apresentar degraus e precisam acompanhar a declividade do leito carroçável. A gravura mostra o quão importante é atentar para a questão da continuidade das calçadas visando o deslocamento ativo:

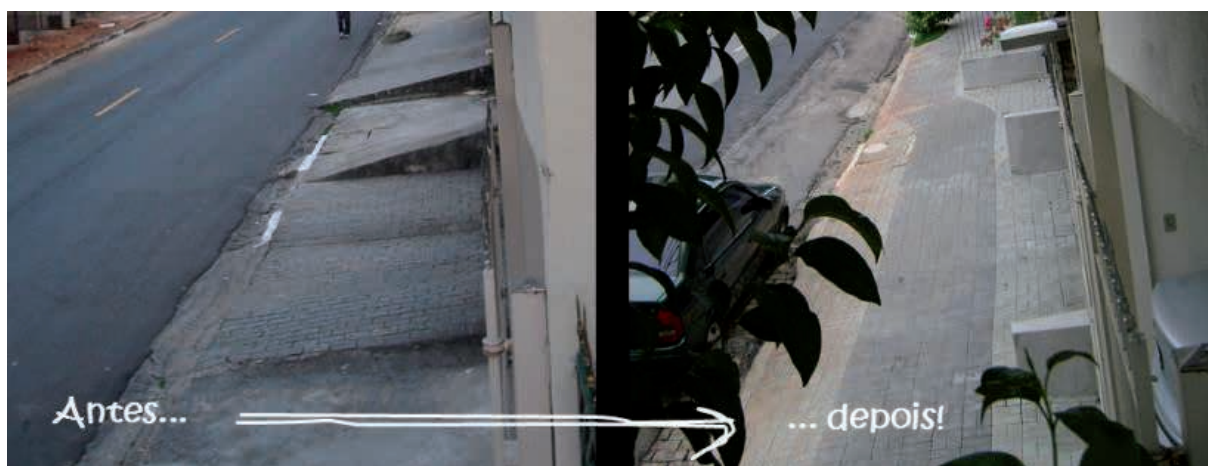


Figura 5 – A padronização adequada para a continuidade da calçada
(Fonte: <http://thecityfixbrasil.com/2015/04/01/nossa-cidade-os-oito-principios-da-calcada/>)

Tudo o que foi considerado até agora destacamos o planejamento das calçadas a partir de critérios fundamentados nas leis e normas brasileiras e nas recomendações da literatura nacional e internacional, incentivam viagens a pé e contribuem para deslocamentos ativos. Daí a importância de instâncias governamentais responsáveis pela administração do espaço público e urbano desempenharem a contento o papel de cumprir e fazer cumprir o que é expresso por lei e pelo consenso dos estudiosos da temática “desenvolvimento e sustentabilidade urbana” em todo o mundo que discutem o dimensionamento e a qualificação das calçadas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tudo o que foi discutido até agora evidencia que a mobilidade urbana vem adquirindo destaque nas discussões sobre desenvolvimento/sustentabilidade urbana no Brasil no decorrer dos anos em virtude de diversos fatores. Dentre estes sobressaem-se o aumento do grau de urbanização, a elevação da taxa populacional e, sobretudo, a intensificação do uso de veículos automotores nas ruas dos grandes centros urbanos que agrava os problemas de saúde pública decorrentes da poluição, do sedentarismo e dos grandes congestionamentos.

Para elaboração deste trabalho partiu-se da premissa de que o planejamento das calçadas visando a mobilidade urbana a partir da propulsão humana pode transformar o ambiente urbano e promover mudanças significativas na população. É visível que a frenética urbanização das grandes cidades brasileiras desencadeou a priorização do transporte individual, contribuiu para a proliferação de condomínios fechados, bairros

de baixa densidade e crescente descaso com a manutenção de espaços públicos como parques, praças, áreas de recreação e calçadas.

Enfim, a insuficiência e ineficácia das redes de transporte público existentes e a escassez de infraestrutura de calçadas e ciclovias acaba por incitar a utilização de veículos privados para deslocamentos cotidianos. Portanto, uma das estratégias principais a ser adotada pelo poder público e pela sociedade de um modo geral é, respectivamente, o incentivo e prática do deslocamento ativo. Daí a relevância de iniciativas como a do Ministério das Cidades que com o suporte técnico da WRI Brasil elaborou o Caderno Técnico para Projetos de Mobilidade Urbana: Transporte Ativo.

6. REFERÊNCIAS

Achselrad, Henri. (2004). Desregulamentação, contradições espaciais e sustentabilidade urbana. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*, Curitiba, n.107, p.25-38, jul./dez. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/pdf/revista_PR/107/henri.pdf>. Acesso: 20 de Abr. 2017.

Baroni, Margaret. (1992). Ambiguidades e deficiências do conceito de desenvolvimento sustentável. *Revista de Administração de Empresas*. São Paulo, p. 14- 24, abr./jun. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rae/v32n2/a03v32n2.pdf>>. Acesso em: 15 de fev. 2017.

BRASIL. (2016). *Políticas públicas para cidades sustentáveis: integração intersetorial, federativa e territorial*. / [coordenação de] Alberto Lopes. – Rio de Janeiro: IBAM, MCTI. Disponível em: <<http://www.iicabr.iica.org.br/wp-content/uploads/2016/12/livro-Pol%C3%ADticas-P%C3%ABlicas-para-Cidades-MCTI.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2017.

BRUNDTLAND, G. (1987). *Nosso futuro comum*. São Paulo: Editora Fundação Getúlio Vargas.

Cambricoli, F., Toledo, J. R., Italiani, R. (2014). *Epidemia triplica o número de mortes por obesidade em dez anos no país*. O Estadão. São Paulo, 28 abril. Disponível em: <<http://saude.estadao.com.br/noticias/geral,epidemia-triplica-o-numero-de-mortes-por-obesidade-em-dez-anos-no-pais-imp-,1159484>>. Acesso em: 28 de maio 2017.

Castells, M. (2000). *A questão urbana*. São Paulo: Paz e Terra.

_____ (2014). 6. ed. São Paulo: Paz e Terra.

Cruz, Callejas, Santos. (2014). Em busca de cidades ativas: a prática da corrida como mobilidade urbana. *Rev. Cult. e Ext. USP*, São Paulo, n. 12, p.67-81, nov. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rce/article/viewFile/86805/89804>>. Acesso em: 4 de mar. 2017.

Herzog, C. P. (2013). *Cidades para todos: (re)aprendendo a conviver com a natureza*. 1. ed. Rio de Janeiro: Mauad X: Inverde.

Jacobs, Jane. (2000). *Morte e vida de grandes cidades*. Trad. Carlos Rosa. São Paulo: Martins Fontes.

Ministério das Cidades. (2017). *Caderno Técnico para projetos de mobilidade urbana: transporte ativo*. Brasília, fev. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/component/content/article/265-secretaria-nacional-de-transporte-e-da-mobilidade/publicacoes-semob/4925-transporte-ativo>>. Acesso em: 05 de abr. 2017.

Pinho, F. A. S. (2016). “*Um grito na rua*”: Jane Jacobs e a vida das grandes cidades. *Revista Políticas Públicas & Cidades*, v.4, n.1, p.92 – 106, ago./dez. 2016. Disponível em <https://doi.org/10.23900/2359-1552.2016v4n2p102>. Acesso em: 04 de fev. 2017.

Silva, S. T. (2004). *Políticas públicas e estratégias de sustentabilidade urbana*. In: SÉRIE GRANDES Eventos - Meio Ambiente. Escola Superior do Ministério Público da União. Brasília. v.1. Disponível em: <<http://www.esmpu.gov.br/publicacoes/meioambiente>>. Acesso em: 16 de fev. 2017.

USO DO SOLO E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MULATO, ESTADO DO PIAUÍ

Karoline Veloso Ribeiro

Universidade Federal do Piauí
karolynnyribeiro_18@hotmail.com

Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque

Universidade Federal do Piauí

RESUMO

A pesquisa objetiva avaliar a degradação ambiental na bacia hidrográfica do Rio Mulato, estado do Piauí, na perspectiva de verificar as formas de uso e os processos degradacionais associados. A metodologia empregada baseou-se na abordagem sistêmica, fazendo uso de técnicas e ferramentas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG). Foram realizados registros fotográficos e coletados pontos georreferenciados de interesse *in loco*, no intuito de identificar as áreas mais representativas dentro do escopo da pesquisa. Os resultados mostraram uma sobrecarga de atividades dentro do sistema natural, derivada de práticas agropecuárias deletérias, a exemplo da supressão da cobertura vegetal nativa, em alguns setores da bacia em epígrafe, para o cultivo de soja e eucalipto.

Palavras-chave: Geotecnologias; Sustentabilidade; Recursos Hídricos.

1. INTRODUÇÃO

O uso do solo quando realizado de modo inadequado tende a degradar o ambiente, tendo em vista que as variáveis ambientais encontram-se interligadas na natureza. Não obstante, destaca-se que essas formas podem variar em grau de intensidade conforme a função que um determinado ambiente assume, decorrente da apropriação dos seus recursos naturais frente às ações antrópicas (Albuquerque; Medeiros, 2017).

Nesse sentido, normalmente prioriza-se o fator socioeconômico em detrimento do ambiente natural, transformando-o em um espaço que demanda a uma exploração acima de sua capacidade de suporte, fazendo estabelecer, assim, uma nova dinâmica na relação homem/natureza e ocasionando, por vezes, danos irreversíveis ao meio natural (Chueh; Santos, 2005).

Acerca dos problemas ambientais causados pela sociedade, em seu processo de construção e de reconstrução do espaço, estes decorrem sobretudo do modo como as sociedades se apropriam da natureza, usam, destinam e transformam os recursos naturais (Araújo; Barbosa; Moraes Neto, 2003).

Trabalhos como os de Medina (1994), Rosa e Brito (1996), Kawakubo, Morato e Luchiari (2004), Li *et al.* (2011), entre outros, mostram que as pesquisas desenvolvidas no âmbito das geotecnologias são extremamente úteis e garantem resultados expressivos, devido à possibilidade de se representar e referenciar espacialmente as características do objeto analisado, além de permitir uma

dinamicidade na geração de informações, versatilidade no manuseio dos dados, maior produtividade e atualizações quanto aos recortes temporais.

Sob esta perspectiva, o objetivo principal desta pesquisa foi avaliar a degradação ambiental na bacia hidrográfica do Rio Mulato, estado do Piauí, na perspectiva de verificar as formas de uso e os processos degradacionais associados, a fim de verificar a intensidade da exploração do ambiente em função do uso agro-destrutivo e, dessa forma, alertar para a necessidade de um maior planejamento das atividades realizadas dentro do espaço analisado.

Nesse contexto, ressalta-se que a degradação ambiental no Brasil, e particularmente no estado do Piauí, decorrente essencialmente da agropecuária, considerando a região dos Cerrados, tem transformado consideravelmente o espaço natural, resultando em desmatamento, compactação do solo, erosão, assoreamento de rios, contaminação do lençol freático e perda da biodiversidade (Cunha *et al.*, 2008).

Portanto, o interesse em se trabalhar a bacia hidrográfica do Rio Mulato deve-se ao avanço das áreas agrícolas (agricultura comercial/agronegócio) voltadas, principalmente, à escala de produção, como fator determinante associado aos processos degradacionais, a exemplo da supressão vegetal nativa por meio das diversas formas de uso da terra.

A pesquisa foi estruturada a partir do reconhecimento da composição da paisagem, fazendo uso das ferramentas de Sistema de Informação Geográfica (SIG), seguida da validação dessas informações em campo, no intuito de identificar as áreas mais representativas dentro do escopo da pesquisa.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização e Descrição da Área de Estudo

A área em análise compreende a bacia hidrográfica do Rio Mulato (figura 1), localizada no estado do Piauí, inserida no grupo das bacias difusas do médio Parnaíba Piauiense. Abrange cerca de oito municípios, com uma área de aproximadamente 1.049,13 km², contando com uma população estimada em 70.017 habitantes de acordo com o IBGE (Brasil, 2010). Os principais canais fluviais que drenam esta bacia são: Riacho do Riachão, Riacho da Sambaíba, Riacho da Baixa, Riacho Rodeado, Riacho da Jurubeba, Riacho da Gameleira e Riacho Mulato.

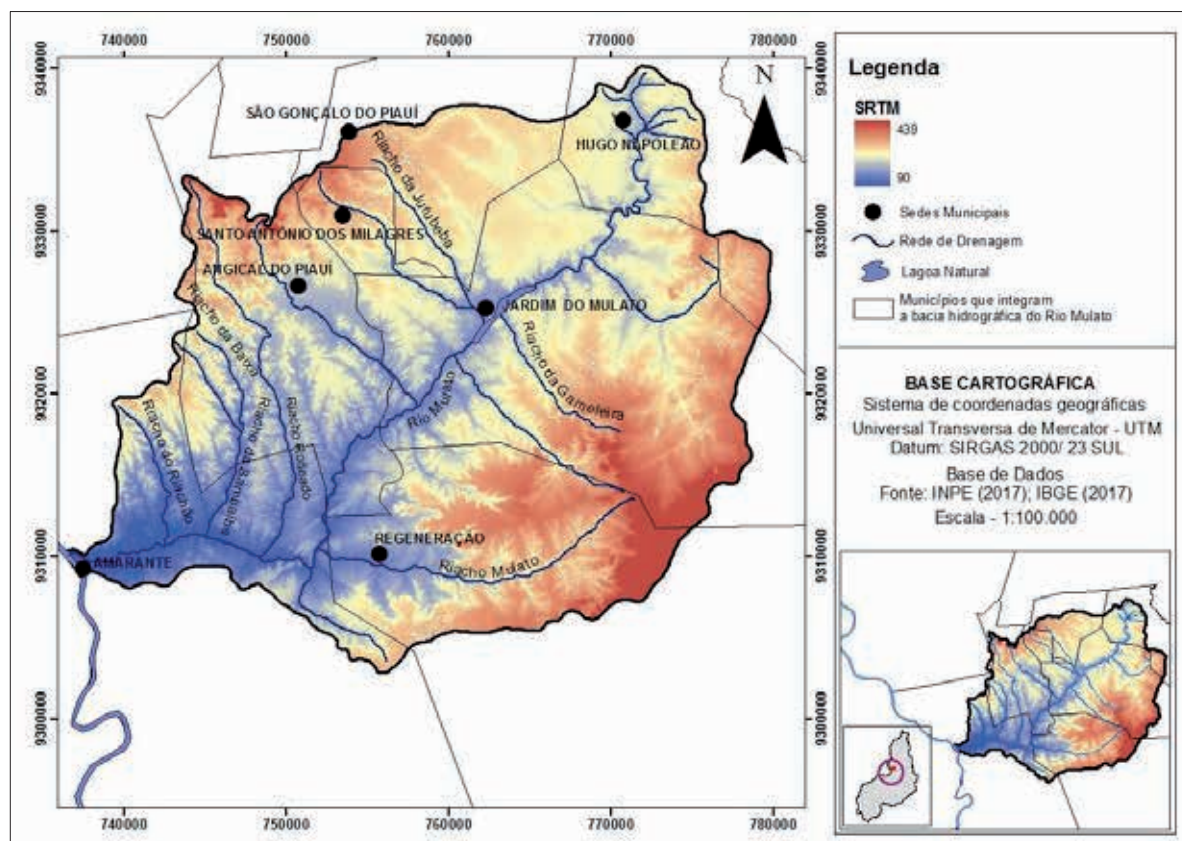


Figura 1 – Localização da área de estudo

(Fonte: Organizado pelos autores, 2017)

Quanto às características geológicas, a bacia hidrográfica do Rio Mulato encontra-se localizada entre dois domínios geológicos distintos: as estruturas sedimentares datadas do Fanerozóico (Formação Corda, Formação Pastos Bons, Formação Pedra de Fogo e Formação Piauí) e a estrutura cristalina (Formação Sardinha). Esta representa uma manifestação vulcânica ocorrida no final do Jurássico ao início do Cretáceo, decorrente da extrusão magmática pelo desenvolvimento das falhas normais de São Francisco e do Descanso, com uma direção geral NE-SO junto aos municípios de São Francisco do Maranhão (MA) e Amarante (PI). A dinâmica dessas falhas separou dois blocos distintos, sendo que o bloco SE em relação à falha, rebaixou-se em direção ao bloco NO e pôs em contato na área dos municípios mencionados as Formações Piauí e Pedra de Fogo, gerando linhas de fraqueza e ocorrendo, assim, as extrusões vulcânicas (Brasil, 1973).

A atual estrutura e a morfoescultura das unidades de relevo da área em estudo são resultantes da ação tecnosedimentar e climática pretérita, além dos agentes endógenos e exógenos que atuam na estrutura geológica (Lira Filho, 2011). Na proposta de classificação de Lima (1987), a bacia hidrográfica do Rio Mulato encontra-se inserida no compartimento regional do relevo que compreende os Baixos Planaltos do Médio-Baixo Parnaíba. As cotas altimétricas aumentam no sentido oeste-leste, com altitudes que variam de 80 a 160 metros, nas proximidades da foz do Rio Mulato no Rio Parnaíba, e de 300 a 400 metros nos planaltos rebaixados e morros testemunhos do tipo mesa no alto curso fluvial.

As características climáticas apresentam temperaturas média com mínima de 20°C e máxima de 34°C, correspondente ao clima tropical quente, com índices pluviométricos

em torno de 800m a 1200m, definida pelo regime de atuação da massa Equatorial Continental, de 5 a 6 meses de seca, sendo os meses de janeiro, fevereiro e março os mais chuvosos (Andrade, 2004).

Os solos predominantes são os Argissolos vermelho-amarelos, de textura média a argilosa, apresentando fases pedregosas e, por vezes, não pedregosa. Os solos mais férteis correspondem ao Chernossolos proveniente da intemperização dos basaltos e diabásios da Formação Sardinha, além dos Neossolos Flúvicos, ricos em matéria orgânica ao longo de todo o canal fluvial. Ocorre, também, Latossolos amarelos, profundos e bem drenados, porém, de baixa fertilidade natural. Secundariamente, ocorrem Neossolos Quartzarênicos que compreendem solos arenosos, essencialmente quartzosos e profundos, no entanto, desprovidos de minerais primários, ou seja, de baixa fertilidade natural (Brasil, 2006).

Vale destacar, ainda, que a bacia hidrográfica do Rio Mulato está inserida numa área ecotonal, compreendendo estratos arbóreos (figura 2A), arbustivos e herbáceos (Figura 2B), representativas das Matas de Cocais, da Caatinga e do Cerrado. A espécie vegetal mais abundante nos vales e nas meias encostas é a palmeira de babaçu (Figura 2C) (Baptista, 1975).



Figura 2A – Estratos arbóreos; Figura 2B – Estratos arbustivos e herbáceos; Figura 2C - Babaçu
(Fonte: Foto tirada pelos autores em maio, 2017)

2.2. Procedimentos Metodológicos

Com o recorte espacial definido e o objetivo traçado, foi realizado um levantamento bibliográfico em periódicos especializados e livros. Em seguida, criou-se um banco de dado geocartográfico, o qual permitiu uma análise e interpretação prévia da área em estudo, finalizando com as consultas em órgãos públicos. A posteriori, foi realizada aferição em campo, para o reconhecimento pormenorizado do objeto de estudo.

A primeira etapa realizada para a construção da base de dados foi à delimitação da bacia hidrográfica do Rio Mulato (PI), por meio das cotas altimétricas. Foram obtidos *shapefiles* do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) e dados da missão SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*). Realizou-se, também, um levantamento das características ambientais (geologia, geomorfologia, hidrologia, solos) e da cobertura vegetal por meio das imagens do satélite Landsat 8 – OLI (USGS - 28/11/2016). Além da base de dados, já citada, foram obtidos, também, *shapefiles* da Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), além de dados geográficos do Exército Brasileiro.

A segunda etapa consistiu na vetorização do material cartográfico, por meio das técnicas de geoprocessamento. Na ocasião, fez-se uso do ArcGis 10.2, com licença registrada no Laboratório de Geomática da Universidade Federal do Piauí.

Na sequência, foi elaborado em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica), o mapa de uso e cobertura da terra, por meio das imagens do satélite Landsat 8 – sensor OLI, para identificar os fatores explicativos da relação existente entre a intensidade da exploração agropecuária e os reflexos na degradação ambiental, a fim de discutir os resultados obtidos pelo uso intensivo do solo. Após esse procedimento, recorreu-se ao registro e validação do material cartográfico gerado através da identificação, *in loco*, de pontos georreferenciados de interesse.

O mecanismo utilizado para a checagem dessas informações foi a análise multivariada, por meio da classificação supervisionada pixel a pixel, pelo método da máxima verossimilhança (MAXVER). Essa classificação parte do princípio de que é preciso ter um conhecimento prévio da área em estudo, para uma melhor visualização dos alvos e maior precisão nas informações geradas. Além disso, foram importados pontos georreferenciados identificados em campo com o uso do GPS, possibilitando as análises de forma mais apropriada.

No processo de classificação, geraram-se as classes de uso, seguindo a proposta metodológica apresentada no Manual Técnico de Uso da Terra do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Brasil, 2013). Ao todo, foram identificadas sete classes/tipologias. As análises tiveram como base os seguintes parâmetros: textura fotográfica da imagem orbital, vegetação e grau de intensidade de uso. Para orientação, espacialização e prognose preliminar da área com diferentes níveis de degradação, montou-se a composição colorida em RGB nas bandas 4, 5 e 6.

A aferição de campo foi de suma importância para o reconhecimento geral da área, o qual seguiu um roteiro preestabelecido, voltado, primordialmente, para a obtenção de pontos georreferenciados de interesse, e para reconhecimento de padrões da paisagem que subsidiam a realização do trabalho em pauta. Corroborar-se que os setores mais representativos do escopo da pesquisa foram registrados por meio de fotografias, auxiliando na retratação das características da bacia hidrográfica do Rio Mulato.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao considerar que um dos principais aspectos a ser considerado numa bacia hidrográfica é a gestão integrada dos recursos hídricos em função, principalmente, da disponibilidade de água para o abastecimento humano, como quanto à manutenção da qualidade hídrica para os múltiplos usos, tem-se que o manejo inadequado em alguns setores espaciais acima de sua capacidade de suporte e recuperação, tem propiciado condições de degradação e de comprometimento hídrico na bacia hidrográfica do Rio Mulato, estado do Piauí.

A supressão vegetal indiscriminada, provocada pelas ações antrópicas, encontram-se entre os principais fatores identificados como degradação ambiental, em particular pela ação que exerce na proteção do solo. A intensidade da exploração das pastagens naturais, associada à mecanização intensiva, ganha destaque relevante na bacia hidrográfica em epígrafe, pois estas refletem a intensidade da exploração mediante culturas temporárias, uso de tecnologia bioquímica e cultivo de monocultivos exóticos.

Dessa forma, os principais tipos de pressão antrópica identificados na área pesquisada estão relacionados à monocultura do eucalipto (Figura 3A), cultivo de feijão (Figura 3B), cultivo de arroz (Figura 3C), cultivo de milho (Figura 3D) e cultivo de soja, (Figura 3E), com áreas em torno de 6.000 hectares, além da pecuária tradicional. De acordo com Cabacinha e Castro (2010), essas ações estão entre as que mais dinamizam os processos de degradação e alteração de uma estrutura vegetal.



Figura 3A – Monocultura de eucalipto; Figura 3B – Cultivo de feijão; Figura 3C – Cultivo de arroz; Figura 3D – Cultivo de milho; Figura 3E – Cultivo de soja
(Foto tirada pelos autores em maio/2017)

A bacia hidrográfica do Rio Mulato (PI) ganha destaque na plantação de grãos (soja, milho, arroz e feijão), sendo o município de Regeneração, estado do Piauí, com ampla utilização de insumos modernos. Apresenta, também, áreas de maior concentração fundiária na produção desses grãos, ou seja, áreas que praticam intensivamente a exploração do solo com culturas permanentes. No entanto, praticamente toda a área da bacia está ocupada com culturas temporárias, além de áreas destinadas a pastagem.

Um aspecto que deve ser considerado é que a cultura da soja demanda alta tecnologia, que inclui desde o uso de máquinas e implementos agrícolas no preparo do solo, passando pelo uso de sementes de qualidade, até o controle de pragas e ervas daninhas, com fortes riscos de degradação ambiental (Cunha et al., 2008). Na figura 04 é possível interpretar esses aspectos citados na área em estudo, e que foram verificados e validados em campo:

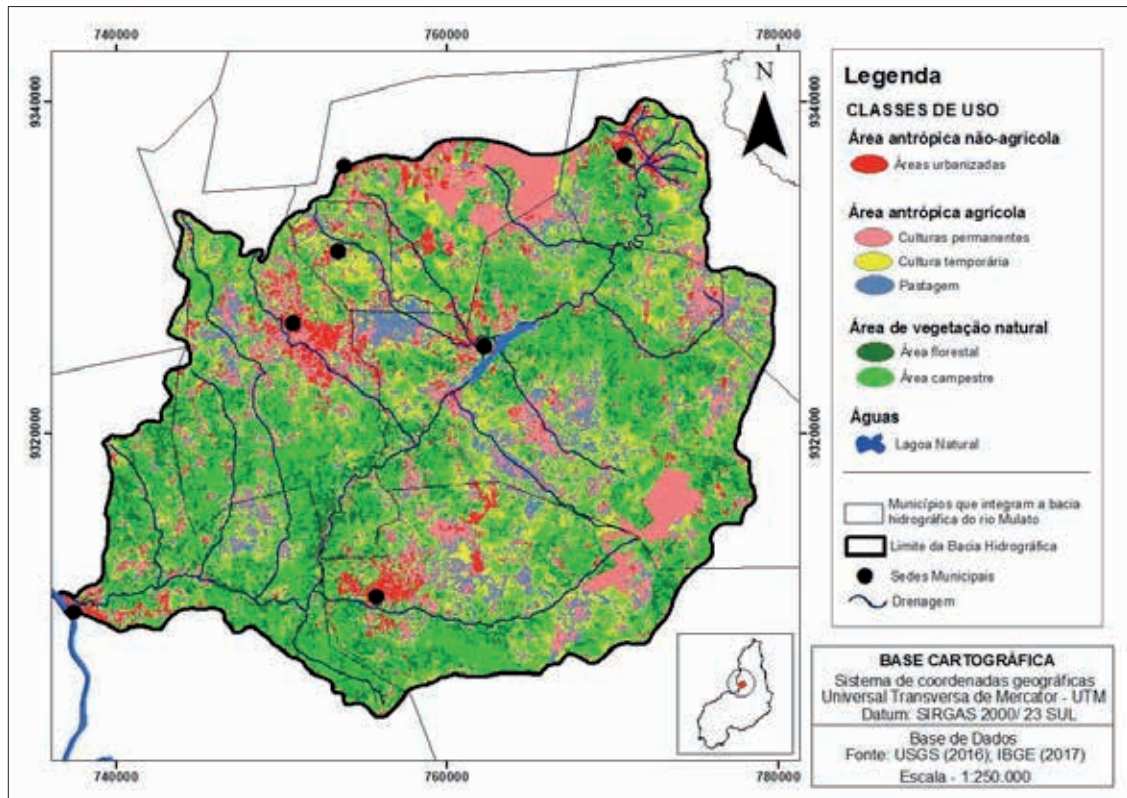


Figura 04 – Mapa de uso e cobertura da terra
(Fonte: Elaboração dos autores, 2017)

Em suma, o mapa de uso e cobertura da terra permitiu uma avaliação do estado de conservação da bacia hidrográfica do Rio Mulato. Dessa forma, destaca-se na porção sudeste da bacia hidrográfica (por meio de formas geométricas) áreas destinadas à cultura permanente, somadas as culturas temporárias e pastagens. Vale destacar, ainda, que na divisa desses dois municípios (Regeneração e Jardim do Mulato), têm-se área de nascentes.

Na porção central, encontra-se a presença de uma lagoa natural perene, localizada no município de Jardim do Mulato (PI). No entanto, em visita de campo, pôde-se ter uma amostra da situação problemática da área (figura 05), merecendo destaque o descaso por um conjunto de fatores, sobretudo pelo lançamento indiscriminado de efluentes *in natura* no leito natural do Rio Mulato.



Figura 05 – Lagoa do Mulato, no município de Jardim do Mulato - PI
(Fonte: Foto tirada pelos autores em maio, 2017)

Na porção centro-sul, verificam-se áreas um pouco mais preservadas, com uma vegetação densa, no entanto, *in loco*, não é difícil presenciar o grande número de pastagem (figura 06) e lavouras. Dessa forma, devido ao elevado potencial de uso dessas práticas, estas devem ser mais restritas dentro do espaço analisado.



Figura 06 – Área destinada à pastagem
(Fonte: Foto tirada pelos autores em maio, 2017)

Contudo, a região mais adequada para o manejo agroeconômico do solo, levando em consideração o uso racional do espaço, seria a porção nordeste da bacia, pois apresenta menor densidade de corpos hídricos e o ambiente é relativamente pouco ondulado, o que tornaria as práticas de manejo menos prejudicial.

De acordo com Ranieri *et al.* (1998), o estudo da degradação ambiental dentro de diferentes cenários em uma bacia hidrográfica, é de extrema importância para o planejamento agrícola e ocupacional. Ressalta-se, ainda, a importância do uso das geotecnologias dentro desse cenário de avaliação, tendo em vista que elas potencializam o estudo integrado da natureza.

Portanto, as marcas do antropismo na bacia hidrográfica do Rio Mulato (PI) são identificadas por manifestações variadas, merecendo destaque: i) o desmatamento indiscriminado das matas ciliares que revestem as planícies fluviais e áreas de nascentes; ii) o manejo inadequado dos solos e dos recursos hídricos, resultando na aceleração dos processos erosivos com o consequente adelgaçamento dos solos e a intensificação do assoreamento dos canais fluviais e áreas lacustres; iii) lançamento indiscriminado de efluentes no leito fluvial e; iv) desaparecimento de fontes perenes e sazonais.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao considerar o exposto, tem-se que a forte pressão agrícola está certamente ligada às áreas consideradas como novas fronteiras agrícolas, que abrange a região do Cerrado, estando o estado do Piauí inserido dentro desse contexto. O mapa de uso e cobertura e as fotografias coletadas em campo permitiu uma melhor visualização do nível de degradação em função dos empreendimentos agrícolas.

É interessante observar que, muito embora, os municípios que abrangem a bacia hidrográfica do Rio Mulato (PI) tenham apresentado um intenso uso, apenas três ganham destaque, a saber: Jardim do Mulato, Regeneração e São Gonçalo do Piauí. No entanto, cabe lembrar que a concentração do maior nível de degradação foi verificada, em particular, nas áreas de Cerrado, caracterizadas por uma agricultura intensiva e moderna e, conseqüentemente, destinada ao mercado externo.

Dessa forma, os níveis de degradação encontram-se associados à intensidade de exploração dos setores espaciais na bacia hidrográfica. Por sua vez, é preciso, também, um maior comprometimento dos agentes públicos, objetivando a manutenção do potencial produtivo das terras na bacia hidrográfica do Rio Mulato.

Nessa perspectiva, é indispensável ações voltadas à conservação, e apoio às pesquisas científicas para difundir o conhecimento, numa região com pouca ou nenhuma informação pormenorizada do seu território.

5. REFERÊNCIAS

Albuquerque, E. L. S.; Medeiros, C. N. (2017). *Vulnerabilidade socioambiental em bacias hidrográficas no Setor Leste Metropolitano de Fortaleza, Ceará*. Ateliê Geográfico. v. 11, nº. 1, p. 109-126. Goiânia, Brasil.

Andrade, J. A. S. (2004). *Atlas climatológico do estado do Piauí*. Embrapa Meio Norte. Teresina, Brasil.

Araújo, A. E.; Barbosa, M. P.; Moraes Neto, J. M. (2003). Geoprocessamento no estudo da degradação ambiental e dos riscos a desastres no município de Sousa, Paraíba, desde uma perspectiva social. *Anais... SBSR*, p. 1715-1724. Belo Horizonte, Brasil.

Baptista, J. G. (1975). *Geografia física do Piauí*. 2. ed. Teresina, Brasil.

Brasil (2006). *Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP: síntese executiva: Território Entre Rios*. Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária Disponível em: <<https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=663281&biblioteca=CPAMN&busca=autoria:%22CODEVASF.%22&qFacets=autoria:%22CODEVASF.%22&sort=&paginaAtual=1>>. Acesso em: 18/06/2017.

Brasil (1973). P. R. Folha SB.23 Teresina e parte da folha SB.24 Jaguaribe; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. *Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste*. v.2, Rio de Janeiro, Brasil.

Brasil (2010). Cidades. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 18/06/2017.

Brasil (2013). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Manual técnico de uso da Terra*. Coordenação dos Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 3º Ed, Rio de Janeiro, Brasil.

Cabacinha, C. D.; Castro, S. S. (2010). *Estrutura Diamétrica e Estado de Conservação de Fragmentos Florestais no Cerrado Brasileiro*. *Revista Floresta e Ambiente*, v. 17, n. 1, p. 51-62. Rio de Janeiro, Brasil.

Chueh, A. M.; Santos, L. J. C. (2005). *Análise do potencial de degradação ambiental na bacia hidrográfica do rio Pequeno em São José dos Pinhais/PR, por meio do DFC - diagnóstico físico conservacionista*. R. RA´E GA. nº. 10, p. 61-71. Curitiba, Brasil.

Cunha, N. R. S.; Lima, J. E.; Gomes, M. F. M.; Braga, M. J. (2008). *A intensidade da exploração agropecuária como indicador da degradação ambiental na região dos Cerrados, Brasil*. *Revista de Economia e Sociologia Rural*. v. 6, nº 2, p. 291-323. Piracicaba, Brasil.

Kawakubo, F. S; Morato, R.G.; Luchiari, A. (2004). *Processamento das imagens HRG-SPOT 5 na Determinação de Classes de Uso da Terra e Manchas de Cobertura Vegetal na Região de Teodoro Sampaio – Pontal do Paranapanema*. *Revista GEOUSP Espaço e Tempo*, n. 15, p. 127-136. São Paulo, Brasil.

Li, M; Zhu, Z; Vogelmann, J. E; Xu, D; Wen, W.; Liu, A. (2011). *Characterizing fragmentation of the collective forest in southern China form multitemporal Landsat imagery: A case study from Kecheng district of Zhejiang*. *Applied Geography*, n. 31, p. 1026-1035. Jhejiang, China.

Lima, I. M. M. F. (1987). *Relevo piauiense: uma proposta de classificação*. *Carta Cepro*. v. 2, nº. 2, p. 55-84. Teresina, Brasil.

Lira Filho, M. A. S. (2011). *Análise Geoecológica da bacia hidrográfica do Rio Mulato*. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia). Universidade Federal do Piauí, Teresina, Brasil.

Medina, J. (1994). *Sistemas de Información em las regiones de San Martín y Perú, desastres y sociedad*. LA RED/ITDG. n° 2, año 2, p. 144-150. Lima, Peru.

Ranieri, S. B. L.; Sparovek, G; Souza, M. P.; Dourado Neto, D. (1998). *Aplicação de Índice Comparativo na Avaliação do Risco de Degradação das Terras*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, n. 22, p. 751-760. Campinas, Brasil.

Rosa, R.; Brito, J. L. S. (1996). *Introdução ao Geoprocessamento: Sistema de Informação Geográfica*. Uberlândia, Brasil.

ISBN 857485333-8



9 788574 853338

REALIZAÇÃO:



PATROCÍNIO:



APOIO:

