

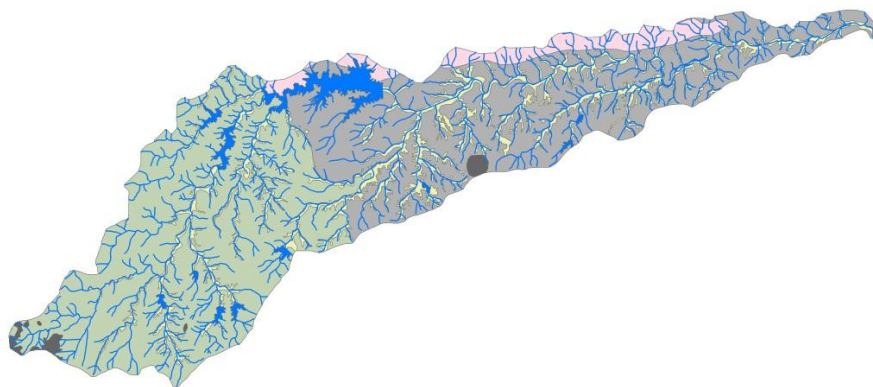


UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

LUIS RICARDO FERNANDES DA COSTA



**ESTRUTURAÇÃO GEOAMBIENTAL E SUSCEPTIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO
NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO SANTA ROSA - CEARÁ**



FORTALEZA

2014

LUIS RICARDO FERNANDES DA COSTA

ESTRUTURAÇÃO GEOAMBIENTAL E SUSCEPTIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO
NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO SANTA ROSA - CEARÁ

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Geografia. Área de Concentração: Dinâmica Ambiental e Territorial do Nordeste Semiárido.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Vlândia Pinto Vidal de Oliveira.

FORTALEZA

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- C873e Costa, Luis Ricardo Fernandes da.
Estruturação geoambiental e susceptibilidade à desertificação na sub-bacia hidrográfica do Riacho Santa Rosa - Ceará / Luis Ricardo Fernandes da Costa. – 2014.
145 f.: il. color. enc.; 30 cm.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2014.
Área de Concentração: Dinâmica Ambiental e Territorial do Nordeste Semiárido.
Orientação: Profa. Dra. Vlândia Pinto Vidal de Oliveira.
1. Análise ambiental. 2. Desertificação. 3. Bacias hidrográficas. 4. Regiões semiáridas. I.
Título.
-

CDD 910

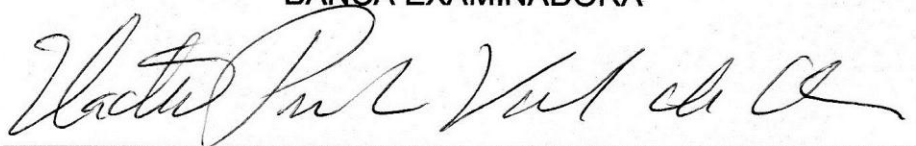
LUIS RICARDO FERNANDES DA COSTA

ESTRUTURAÇÃO GEOAMBIENTAL E SUSCEPTIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO
NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO SANTA ROSA - CEARÁ

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Geografia. Área de Concentração: Dinâmica Ambiental e Territorial do Nordeste Semiárido.

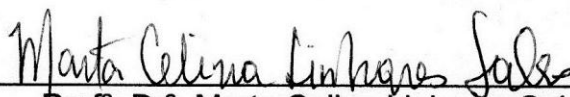
Aprovada em: 01/07/2014.

BANCA EXAMINADORA



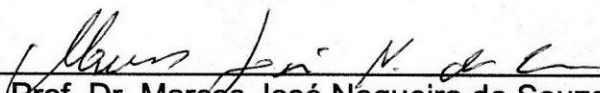
Prof.^a. Dr.^a. Vlária Pinto Vidal de Oliveira (Orientadora)

Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof.^a. Dr.^a. Marta Celina Linhares Sales

Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Dr. Marcos José Nogueira de Souza

Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Às comunidades da bacia do Riacho Santa Rosa, que nos receberam com todo respeito e com a alegria do povo nordestino.

A todos aqueles que acreditaram no trabalho.

A minha querida mãe, pelo apoio incondicional.

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho a todos aqueles que direta e indiretamente nos apoiaram. Aos meus pais e irmãos, pelo apoio, em especial a minha mãe, que sempre esteve presente em todas as decisões no meio acadêmico e pessoal.

A minha querida Kaline Moreira, companheira de todas as horas.

À Prof^a. Dr^a. Vlândia Pinto Vidal de Oliveira, pelos excelentes conselhos e reflexões acerca da Geografia e pela contribuição para minha formação profissional e pessoal. Sua orientação foi fundamental para a compreensão de aspectos até então despercebidos da paisagem geográfica.

Ao Prof. Dr. Marcos José Nogueira de Souza, pelas discussões nas aulas da pós-graduação e principalmente nos trabalhos de campo. Suas sugestões foram decisivas para o amadurecimento e qualidade do trabalho, além das fundamentais contribuições no exame de qualificação.

À Prof^a. Dr^a. Marta Celina Linhares Sales, pelas contribuições no exame de qualificação e pela admiração desde os primeiros semestres da graduação.

À Prof^a. Dr^a. Vanda Carneiro de Claudino Sales, pelos incentivos durante a graduação e pelo ponta-pé inicial nas pesquisas no âmbito da Geografia.

Aos meus amigos, em especial Sullivan Dantas, Lucas Lopes, John Lennon, Kauberg Gomes e Marília Damasceno, que estiveram próximos em toda a minha jornada acadêmica. Sem eles minha trajetória não seria possível.

Aos meus amigos do Laboratório de pedologia, análise ambiental e desertificação (LAPED): Diego, Sávio, Miguel, Losângela, Tasso, Ricardo Matos, Érica, Carlos, Lineu, Karol, Hudson e Jamilly. Agradeço-lhes pelo apoio e momentos de alegria na Universidade.

A todos os professores do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará, pela formação durante a graduação e mestrado.

Às comunidades que nos receberam com todo apoio e que foram fundamentais no desenvolvimento do trabalho; em especial cabe registrar o apoio de Clévia e dona Mazé, ambas de São João do Jaguaribe, que nos acompanharam em parte dos trabalhos de campo e a Maicon, de Banabuiú, que nos auxiliou em outras etapas de reconhecimento da área.

À CAPES, pelo apoio financeiro.

“Aliás, os efeitos paisagísticos dos pediplanos interiores, ainda hoje sujeitos às ações de climas semiáridos (ao contrário do que aconteceu em outras áreas) e, revestidos pela vegetação das caatingas, contribuíram para fixar um dos termos de maior capacidade de evocação de ambientes globais, existente em todo o território brasileiro: a palavra sertão.”

Aziz Nacib Ab’Saber

RESUMO

O avanço dos processos de desertificação e degradação da terra tem se manifestado de forma crescente no semiárido brasileiro, muitas vezes ocasionados pela utilização indiscriminada dos recursos naturais, seja para manutenção do sistema produtivo vigente, ou até mesmo pela falta de informação no manuseio desses recursos. A pesquisa faz uma análise da sub-bacia hidrográfica do Riacho Santa Rocha, localizada no baixo curso do Rio Banabuiú cuja área total é de 675 km². Como objetivo geral tem-se a análise dos sistemas ambientais da sub-bacia, em caráter de diagnóstico, com intuito de estabelecer subsídios para futuras intervenções. A concepção utilizada para a discussão foi pautada nos estudos integrados, com ênfase na análise sistêmica do ambiente. Do ponto de vista metodológico o trabalho foi dividido em seis etapas: análise de material bibliográfico, cartográfico e imagens de satélites; produção de mapas para auxílio no campo; trabalhos de campo para a comprovação dos dados; correção e adequação do material cartográfico produzido para o contexto da pesquisa; aplicação de questionários e dos indicadores geobiofísicos de desertificação. A partir da metodologia empregada foram delimitados cinco sistemas ambientais: planície ribeirinha e área de inundação sazonal; tabuleiros interiores com coberturas colúvio-eluviais detríticas; sertões pediplanados de Morada Nova; sertões moderadamente dissecados de Jaguaretama e cristas residuais e inselbergs. Percebeu-se que a utilização dos recursos naturais não é uniforme ao longo da sub-bacia hidrográfica, obedecendo às potencialidades e limitações de cada sistema ambiental. Os sistemas ambientais caracterizados pelos sertões ainda são as áreas mais vulneráveis à desertificação do ponto de vista geoambiental, ainda mais as áreas historicamente utilizadas para a subsistência local. Mesmo com cenários desanimadores, ainda se constatou uma melhora das condições de várias comunidades, fruto da melhor acessibilidade aos recursos e dinamicidade econômica. Apesar dessa variável positiva, essas áreas ainda são esquecidas e desprovidas de assistência por parte do poder público local.

Palavras-chave: Análise integrada. Desertificação. Bacia hidrográfica. Sistemas ambientais.

ABSTRACT

The advance of desertification and land degradation has manifested increasingly in the Brazilian semiarid region, often caused by the indiscriminate use of natural resources, is to maintain the current production system, or even the lack of information in the management of this resource. The research examined the sub-basin of the creek Santa Rock, located in the lower course of the river and Banabuiú with a total area of 675 km². As a general objective has been the analysis of the sub-basin environmental systems in diagnostic character, in order to establish a basis for future interventions. The design used for the discussion was based on integrated studies, with emphasis on the systemic analysis of the environment. From the methodological point of view the work was divided into six stages: analysis of publications, cartographic and satellite images; production of maps to help in the field; fieldwork for verification of data; correctness and adequacy of cartographic material produced for the research context and questionnaires. From the methodology used five environmental systems were defined: riverine plain area and seasonal flooding; interior trays with colluvial - eluvial covers detrital; pediplanados hinterlands of New Street; hinterlands moderately dissected Jaguaretama and residual inselbergs and ridges. It was noticed that the use of natural resources is not uniform throughout the sub-basin, according to the potentialities of each environmental system. Environmental systems characterized by hinterland are still the most vulnerable areas from the point of view geoenvironmental, further areas traditionally used for local livelihoods. Even with disappointing scenarios was also found an improvement of the conditions of various communities as a result of better access to resources and economic dynamism. Despite this positive variable, these areas are still neglected and deprived of support by the local government.

Keywords: Integrated analysis. Desertification. River basin.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Áreas do globo com vulnerabilidade à desertificação.....	27
Figura 2 – Áreas susceptíveis à desertificação – ASD.....	32
Figura 3 – Municípios susceptíveis à desertificação no Ceará.....	33
Figura 4 – Parâmetros físicos e o gerenciamento de bacias.....	41
Figura 5 – Compartimentação geoambiental do estado do Ceará.....	51
Figura 6 – Delimitação das bacias do estado do Ceará.....	53
Figura 7 – Localização da sub-bacia hidrográfica do Riacho Santa Rosa.....	54
Figura 8 – Depressão sertaneja na área de pesquisa. Ao fundo a vista da serra da Santa Marta.....	60
Figura 9 – Localização dos postos pluviométricos da sub-bacia hidrográfica do Riacho Santa Rosa.....	64
Figura 10 – Resultado para o balanço hídrico do posto São Gonçalo (Período seco – 1983).....	67
Figura 11 – Resultado para o balanço hídrico do posto São Gonçalo (Período normal – 1988).....	67
Figura 12: Resultado para o balanço hídrico do posto São Gonçalo (Período chuvoso – 1984).....	68
Figura 13 – Resultado para o balanço hídrico do posto Carnaúbas (Período seco – 1983).....	68
Figura 14 – Resultado para o balanço hídrico do posto Carnaúbas (Período normal – 1978).....	69
Figura 15 – Resultado para o balanço hídrico do posto Carnaúbas (Período chuvoso – 1984).....	69
Figura 16 – Resultado para o balanço hídrico do posto Roldão (Período seco – 2005).....	70
Figura 17 – Resultado para o balanço hídrico do posto Roldão (Período normal – 2002).....	70
Figura 18: Resultado para o balanço hídrico do posto Roldão (Período chuvoso – 2009).....	71
Figura 19 – Vista do Açude Cipoada, município de Morada Nova.....	73
Figura 20 – Perfil representativo do Neossolo Flúvico, comunidade Flor de Liz em Morada Nova.....	77

Figura 21 -- Perfil representativo do Neossolo Flúvico, comunidade Logradouro em Jaguaretama.....	78
Figura 22 – Perfil representativo do Neossolo Regolítico, comunidade Sitio Freitas em Jaguaretama.....	79
Figura 23 – Área de ocorrência de Planossolos, comunidade Várzea Redonda em Morada Nova.....	80
Figura 24 – Perfil representativo do Luvissole, comunidade Logradouro em Jaguaretama.....	82
Figura 25 – Perfil representativo do Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, comunidade Escuminha em Jaguaretama.....	83
Figura 26 – Perfil representativo do Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, próximo ao distrito de Roldão em Morada Nova.....	83
Figura 27 – Secção transversal no sentido W-E da sub-bacia hidrográfica do Riacho Santa Rosa mostrando as condições geológico-geomorfológicas, assim como a associação de solos.....	86
Figura 28 – Secção transversal no sentido S-N da sub-bacia hidrográfica do Riacho Santa Rosa mostrando as condições geológico-geomorfológicas, assim como a associação de solos.....	87
Figura 29 – Carnaubais (<i>Copernicia prunifera</i>) ao longo da calha fluvial do Riacho Santa Rosa.....	89
Figura 30 – Vegetação de tabuleiro fortemente degradada sobre Argissolo Vermelho -- Amarelo Eutrófico próximo a localidade de Escuminha em Jaguaretama.....	90
Figura 31 – Vegetação de tabuleiro descaracteriza sobre Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico próximo ao distrito de Roldão em Morada Nova.....	90
Figura 32 – Ocorrência de caatinga arbustiva densa próxima à comunidade Sítio Areias em Jaguaretama.....	91
Figura 33 – Ocorrência de caatinga arbustiva aberta na comunidade Sítio Flor de Liz em Morada Nova.....	92
Figura 34 – Sertões de Jaguaretama com ocorrência de áreas pedimentadas - afloramentos rochosos.....	96
Figura 35 – Figura 43: Sertões de Morada Nova onde se pode visualizar a rampa de pedimentação convergindo para o vale do Riacho Santa Rosa. Comunidade Flor de Liz.....	97
Figura 36 – Planície fluvial do Riacho Santa Rosa. Comunidade Flor de Liz.....	98

Figura 37 – Tabuleiros interiores próximos ao distrito de Roldão em Morada Nova.....	99
Figura 38 – Inselberg representado pela serra da Santa Marta, município de Morada Nova.....	100
Figura 39 – Cultivo de milho no município de Morada Nova.....	113
Figura 40 – Cultivo de feijão, no município de Morada Nova.....	114
Figura 41 – Plantação de capim no município de Morada Nova para a alimentação do gado.....	114
Figura 42 – Curral com criação de gado no município de Jaguaretama.....	115
Figura 43 – Criação de caprinos, município de Morada Nova.....	115
Figura 44 – Secagem da palha da carnaúba para comercialização, município de Morada Nova.....	116
Figura 45 – Área desmatada para o plantio de feijão no município de Jaguaretama.....	116
Figura 46 – Área de pastagem sobre Argissolos no município de Jaguaretama.....	117
Figura 47 – Fornos para a queima do carvão, município de Morada Nova.....	117
Figura 48 – Área de extração de areia para construção local, município de Morada Nova.....	118
Figura 49 - Preparo do lixo para sua posterior queimada, município de Morada Nova.....	118
Figura 50 - Localização das comunidades em que foram aplicados os questionários e realizadas entrevistas.....	122

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Índice de aridez.....	23
Quadro 2 – Categorias de vulnerabilidade.....	38
Quadro 3 – Síntese dos componentes geológico-geomorfológicos da sub-bacia hidrográfica do riacho Santa Rosa.....	61
Quadro 4 – Localização dos postos pluviométricos	63
Quadro 5 – Relação unidade geomorfológica e solo, assim como as características dominantes e as limitações de uso.....	85
Quadro 6 – Relação dos condicionantes naturais (climáticos e geomorfológicos) e as espécies vegetais predominantes.....	93
Quadro 7 – Sistema ambiental: Sertões moderadamente dissecados de Jaguaretama.....	101
Quadro 8 – Sistema ambiental: Sertões pediplanados de Morada Nova.....	102
Quadro 9 – Sistema ambiental: Planícies ribeirinhas e áreas de inundação sazonal.....	103
Quadro 10 – Sistema ambiental: Tabuleiros interiores com coberturas colúvio-eluviais detríticas.....	104
Quadro 11 – Sistema ambiental: Cristas residuais e inselbergs.....	105
Quadro 12 – Indicadores geobiofísicos de desertificação dos sistemas ambientais.....	126

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Indicadores geobiofísicos de desertificação.....	48
Tabela 2 – População de Jaguaretama e Morava Nova nos anos (1991/2000/2010).....	109
Tabela 3 – População dos municípios de Jaguaretama e Morada Nova (2010).....	109
Tabela 4 – Produto Interno Bruto (PIB), dos municípios de Jaguaretama e Morada Nova (2009).....	110
Tabela 5 – Empregos formais dos municípios de Jaguaretama e Morada Nova.....	110
Tabela 6 – Índice de Desenvolvimento Humano (IDM) (2010).....	111
Tabela 7 – Efetivo da pecuária nos municípios de Jaguaretama e Morada Nova (2007).....	112
Tabela 8 – Culturas temporárias dos municípios de Jaguaretama e Morada Nova (2007).....	112

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Gráfico 1: Série histórica do posto Carnaúbas (1934 – 1989).....	65
Gráfico 2 – Gráfico 2: Série histórica do posto São Gonçalo (1964 – 1989).....	65
Gráfico 3 – Temperaturas médias estipuladas através do software CELINA.....	66

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 – Geologia.....	57
Mapa 2 – Geomorfologia.....	59
Mapa 3 – Hidrologia de superfície.....	74
Mapa 4 – Associação de solos.....	76
Mapa 5 – Sistemas ambientais.....	106
Mapa 6 – Uso e ocupação.....	123
Mapa 7 – Vulnerabilidade ambiental.....	125
Mapa 8 – Susceptibilidade à desertificação.....	128

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASD	Áreas Susceptíveis a Desertificação
CCM	Complexo Convectivo de Mesoescala
COGERH	Companhia de Gerenciamento de Recursos Hídricos
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDACE	Instituto de Desenvolvimento Agrário do Ceará
IDM	Índice de Desenvolvimento Humano
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
IPLANCE	Fundação Instituto de Pesquisa e Informação do Ceará
LI	Linhas de Instalabilidade
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
PAE	Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca
PNM	Pressão ao Nível do Mar
PIB	Produto Interno Bruto
SEMACE	Superintendência Estadual do Meio Ambiente
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
SUDENE	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
TGS	Teoria Geral dos Sistemas
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
UECE	Universidade Estadual do Ceará
UFC	Universidade Federal do Ceará
VCAN	Vórtice Ciclônico de Alto Nível
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
ZEE	Zoneamento Ecológico-Econômico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	19
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA.....	22
2.1	Desertificação: uma problemática global, regional e local.....	22
2.2	A contribuição dos pesquisadores brasileiros.....	28
2.3	A Geografia física e os estudos integrados.....	35
2.4	A bacia hidrográfica como recorte espacial.....	39
2.5	Operacionalização técnica.....	42
3	CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DA ÁREA DE PESQUISA.....	50
3.1	Localização e acessos.....	52
3.2	Contexto geológico-geomorfológico.....	55
3.3	Condições hidroclimáticas.....	62
3.4	Características morfopedológicas e cobertura vegetal.....	75
4	OS SISTEMAS AMBIENTAIS DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO SANTA ROSA.....	94
4.1	Sertões moderadamente dissecados de Jaguaretama.....	95
4.2	Sertões pediplanados de Morada Nova.....	96
4.3	Planícies ribeirinhas e áreas de inundação sazonal.....	97
4.4	Tabuleiros interiores com coberturas colúvio-eluviais detríticas.....	99
4.5	Cristas residuais e inselbergs.....	100
5	OCUPAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA DA REGIÃO.....	107
5.1	Histórico e ocupação da área de pesquisa.....	107
5.2	Aspectos socioeconômicos e o perfil dos municípios inseridos na sub-bacia hidrográfica do Riacho Santa Rosa.....	108
5.3	A análise das comunidades a partir das entrevistas e questionários aplicados.....	119
6	INDICADORES DE DESERTIFICAÇÃO NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO SANTA ROSA.....	124
6.1	Vulnerabilidade ambiental e os indicadores geobiofísicos.....	124
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	129
	REFERÊNCIAS.....	132
	APÊNDICES.....	137
	ANEXOS.....	144

1 INTRODUÇÃO

A humanidade desde sempre utilizou o recursos naturais para sua sobrevivência, mesmo antes da revolução industrial e do nascer do meio técnico científico informacional; as sociedades de alguma forma extraíam da natureza seu alimento assim como supriam suas demais necessidades.

O Nordeste brasileiro abrange uma área de 1.561.177 Km², abarcando nove estados da federação: Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia. Possui uma população com cerca de 45 milhões de habitantes, representando aproximadamente 30% do efetivo demográfico do país.

Por essa região ser caracterizada pela semiaridez, incidindo sobre uma área de aproximadamente 800 mil Km², o que equivale a quase metade de sua região total, irá sofrer com problemas que vão desde a esfera socioeconômica, até mesmo a natural, provocando inúmeros transtornos às populações que residem nesta área.

No estado do Ceará a problemática não é diferente, adquirindo uma situação de degradação dos recursos naturais principalmente na área dos sertões, onde a degradação desses recursos atingiu condições irreversíveis, inviabilizando a capacidade de resiliência da natureza (OLIVEIRA, 2006).

Usando-se da Teoria Geral dos Sistemas como aporte metodológico basal, e dessa forma dos estudos integrados pregados por Bertrand (1969) e Tricart (1977), o trabalho procura inter-relacionar os agentes físicos e sociais da bacia, procurando dessa forma melhor conhecer, para assim discutir e planejar atividades que venham a beneficiar a área como um todo.

O presente trabalho objetiva fazer uma análise sistêmica da sub-bacia hidrográfica do Riacho Santa Rosa, ressaltando os elementos geoambientais da área, da análise setorial a integrada, com o objetivo de identificar áreas potencialmente susceptíveis à desertificação.

Dentre os objetivos específicos citam-se:

- Produção de mapas temáticos da área de estudo, com o objetivo de identificar os sistemas ambientais, e desta forma as principais tipologias de uso e ocupação.
- Mensurar o grau de degradação da sub-bacia do Riacho Santa Rosa através dos indicadores geobiofísicos de desertificação.
- Subsidiar estudos que proporcionem subsídios para planejamentos de cunho integrado, com o objetivo de viabilizar condições ambientais e socioeconômicas sustentáveis em regiões semiáridas.

Para tanto, no primeiro capítulo, buscou-se um resgate dos principais estudos acerca da desertificação em âmbito mundial, regional e local, com o objetivo de visualizar o problema em escalas de análise diferente e com níveis de intensidade distintos. Logo após é discutida a questão dos estudos integrados em bacias hidrográficas, com aporte dos principais autores que tratam do tema, assim como é exposta a base teórica e operacional do trabalho.

No segundo e terceiro capítulos, buscou-se tratar das características gerais da bacia, bem como no trato dos atributos físicos como geologia, geomorfologia, clima, hidrologia de superfície e cobertura vegetal, além da distribuição dos sistemas ambientais da sub-bacia, que a partir das análises dos atributos setoriais e de imagens de satélite, são dimensionados com o objetivo de visualização das potencialidades e limitações da área.

No quarto capítulo é feito um breve levantamento do histórico do Estado, com aproximações para a área de estudo, e posteriormente uma descrição dos principais pontos que representam o perfil socioeconômico dos municípios de Jaguaretama e Morada Nova. Ao final do capítulo podem-se visualizar as principais atividades e tipologias de uso no mapa de uso e ocupação.

No quinto e último capítulo, é discutida a importância dos estudos integrados aplicados à vulnerabilidade ambiental e a susceptibilidade à desertificação. Também são abordados os indicadores geobiofísicos de desertificação, assim como um breve histórico de análise a partir desses indicadores. O capítulo ainda traz os resultados atribuídos à análise integrada da bacia, especializando-os com o mapa de vulnerabilidade ambiental e susceptibilidade à desertificação.

Nesse sentido o trabalho procura estabelecer uma relação da importância da análise ambiental aplicada aos estudos em bacias hidrográficas. A experiência com a sub-bacia hidrográfica do Riacho Santa Rosa demonstra o esmero e a necessidade da discussão acerca da problemática ambiental, principalmente quando as regiões semiáridas estão no centro do debate.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA

2.1 Desertificação: uma problemática global, regional e local

Certamente o homem nos últimos dois séculos vem utilizando os recursos naturais de forma singular. Tal forma, motivada pelo apelo produtivo e plano de desenvolvimento trouxe alterações no que concerne não apenas às comunidades humanas, mas ao próprio ambiente no qual estamos inseridos.

As variadas formas de degradação ambiental tomaram proporções diversificadas, dessa forma o meio ambiente torna-se uma forma de apropriação desse processo. A intensificação da poluição do ar, água e solo, desmatamentos, queimadas e os usos inapropriados dos recursos naturais trouxeram sérios danos aos ambientes naturais nos últimos dois séculos. Dentre as inúmeras formas de degradação do meio ambiente destacamos a desertificação.

A desertificação é um fenômeno global, com potencial para afetar um terço da superfície terrestre emersa (SACQUET, 2005 *apud* RÊGO, 2012). De acordo com a Organização Meteorológica Mundial (2005), existem cerca de 250 milhões de pessoas diretamente afetadas pela desertificação, a que se devem adicionar 1 bilhão de seres humanos em cerca de 100 países que estão em sério risco.

De acordo com a Convenção de Combate à Desertificação, este fenômeno atinge a Austrália, China, Mongólia e países africanos; da Europa mediterrânea aos Estados Unidos e ao México; da América do Sul ao Sudoeste Asiático. No entanto é mais grave na América do Sul, na Ásia e na África.

Conceitualmente pode-se compreender a desertificação como a degradação das terras nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, desencadeadas por fatores diversos, tais como variações climáticas e ação antrópica (BRASIL, 2005).

Para tanto, a definição de aridez é de fundamental importância para aplicação da classificação. Com base nos estudos de Thornthwaite, esse índice deriva da razão entre a Precipitação (P) e da perda máxima possível de água por Evapotranspiração Potencial (ETP), o qual indica semiaridez quando se situa entre 0,50 e 0,21.

No quadro I pode-se visualizar as classes de variação do clima e seus respectivos valores do índice de aridez.

Quadro 1: Clima e índice de aridez

CLIMA	ÍNDICE
Hiper-árido	<0,05
Árido	0,05 – 0,20
Semiárido	0,21 – 0,50
Sub-úmido seco	0,51 – 0,65
Sub-úmido e úmido	>0,65

Fonte: CEARÁ (2010).

Antes de esse conceito ser majoritariamente aceito pela comunidade científica, houve muitas controvérsias em torno de um consenso acerca do significado de desertificação.

Mesmo antes da proporção que viria a ter, o tema já fora destacado por pesquisadores acerca da importância dos estudos nas regiões áridas do planeta, ressaltando para a relevância do conhecimento das terras secas do globo.

Para tanto, Martonne (1935 *apud* CONTI, 1995), em seu trabalho “Problèmes des régions arides sudaméricaines”, já estudava as características e a extensão do areísmo na América do Sul, definindo uma diagonal árida entre Antofagasta (litoral do Pacífico) a Catamarca (região subandina argentina), onde apresentou explicações climáticas e orográficas.

Segundo Matallo Júnior (1999), a história da desertificação tem início nos anos 1930, quando intensos processos de degradação ocorreram em alguns estados do meio oeste americano, a incluir desmatamentos e a intensificação da exploração dos solos por meio da agricultura e pecuária, agravados por uma forte seca entre os anos de 1929 e 1932, que foram as causas principais do processo que ficou conhecido como *Dust Bowl*.

Com efeito, Sales (2006) ressalta que o termo surgiu, pela primeira vez na literatura científica, na publicação “*Climats, Forêts et Desertification de l’Afrique Tropicale*” apresentado por André Aubreville (1949), silvicultor francês e pesquisador dos problemas ambientais da África tropical e subtropical.

Aubreville assinalou dois efeitos principais da desertificação: 1. A erosão dos solos, seja pelo processo laminar, seja pelo ravinamento, processos que se instalariam como consequências de desmatamentos. 2. Agravamento do déficit hídrico dos solos, também em virtude da maior exposição dos mesmos à radiação solar e à ação dos ventos secos (CONTI, 1995).

Essa modalidade de degradação das terras secas veio a ser preocupação da comunidade científica internacional com a grande seca que veio se manifestando, progressivamente, no Sahel, na África, com a diminuição das precipitações, que para muitos autores associa-se à degradação contínua do solo, por que passou nos últimos anos essa região africana (SUERTEGARAY, 1998).

A desertificação na África subsaariana passou a receber atenção mundial a partir do final da década de 1960, com as secas recorrentes que atingiram milhões de pessoas no período de 1968 a 1973. Nessa época, o fenômeno possuía uma relação extremamente forte com a segurança alimentar, a pobreza e a migração (RÊGO, 2012).

Na América do Sul a desertificação atinge países como Brasil, Argentina, Bolívia, Chile, Equador e Perú. No Brasil, cerca de 15% das terras estão na condição de semiáridas (1 milhão de quilômetros quadrados), dessas quais, grandes proporções estão sujeitas a processos de desertificação, frequentemente agravados como consequência da seca, impactando cerca de 16 milhões de pessoas (BEEKMAN, 2006).

Na Argentina, 75% do seu território estão sujeitos à desertificação, afetando uma população de nove milhões de habitantes. Grande parte dessas áreas está localizada nas províncias do Noroeste, na Patagônia e importantes áreas agrícolas da região centro-oeste, especialmente em Cuyo (BEEKMAN, 2006).

Abraham e Salomón (2011) destacam que 30% da população da Argentina dispõem de 12% dos recursos hídricos superficiais. Nestas áreas, a desertificação avança na razão de 850×10^3 há por ano, produzindo perdas de 50% da produção agrícola e 47% na pecuária.

Na Bolívia, cerca de 40% do território (450.000 Km²) sofre com a desertificação, que atinge cinco milhões de pessoas em três regiões principais: o altiplano montanhoso, os vales de Yunjos e a região do Chaco (BEEKMAN, 2006).

A maior parte da produção agrícola do Chile é proveniente de áreas sujeitas ao efeito da desertificação. As áreas consideradas vulneráveis se estendem

por cerca de 45% do país, ou seja, 340.000 Km², afetando a 1,5 milhões de habitantes (BEEKMAN, 2006).

No Equador as áreas degradadas pelo processo de desertificação são relativamente pequenas. Estas incluem a maior parte da Província de Manabí e áreas adjacentes de Guayas (BEEKMAN, 2006).

No Perú, cerca de 22% das terras são vulneráveis à desertificação (283.000 Km²). Nestas áreas habitam 20 milhões de pessoas. Um grande problema destas áreas é a salinização dos solos e excesso das atividades agropastoris (BEEKMAN, 2006).

As zonas subúmidas, secas e semiáridas representam aproximadamente 45% do território da América Central, ou seja, mais de 230 mil quilômetros quadrados, dos quais 178 mil estão gravemente degradados, com grande possibilidade de converter-se em zonas desertificadas (RÊGO, 2012).

Segundo Roxo (2006 *apud* RÊGO 2012), a maior parte do México é árido e semiárido, sobretudo na parte norte do país. A ocupação dessa parcela do território data do século XVI e se baseou principalmente na mineração e pecuária. A desertificação afeta 70% de seu território, tendo como uma de suas consequências a pobreza e a migração.

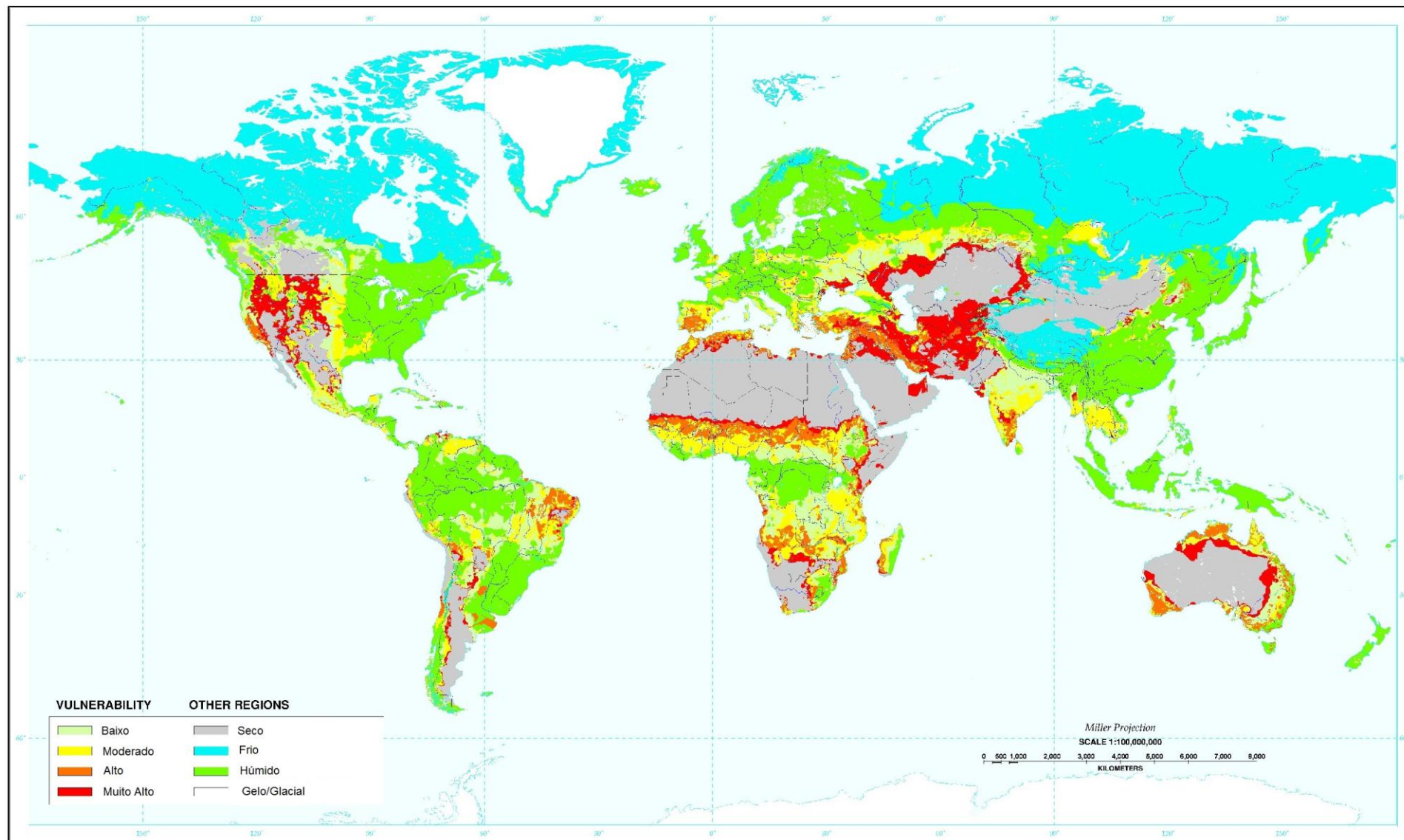
As terras áridas e semiáridas dos Estados Unidos somam cerca de 2.615.000 quilômetros quadrados, às quais devem ser acrescentados 900 mil de desertos. Segundo Dregne (1977 *apud* RÊGO 2012), ocorreram três casos de desertificação extensa neste país nos séculos XIX e XX: o pastoreio excessivo nas regiões desérticas e semidesérticas, a salinização das terras irrigadas e a erosão eólica nas Grandes Planícies.

O sul da Europa é caracterizado pela ocupação e cultivo há milênios de anos por várias culturas e civilizações. Grande parte da região é semiárida e sujeita a secas periódicas, assim como é caracterizada pela alta densidade demográfica, grandes concentrações industriais e pela agricultura extensiva (RÊGO, 2012).

A Austrália é constituída em sua grande parte por regiões áridas e semiáridas, chuvas escassas e irregulares. O processo de desertificação no país teve início nos anos 1880 e 1890 em função da combinação entre sobrecultivo, sobrepastoreio e condições econômicas desfavoráveis (LUDWIG & TONGWAY, 1995).

Nessa breve descrição acerca da desertificação percebe-se o esforço e a união dos países atingidos por esse problema, ou seja, amenizar os danos causados por essa forma de degradação das terras secas em âmbito global.

Figura 1: Áreas do globo com vulnerabilidade a desertificação



Fonte: Adaptado de World Soil Resources (1998).

2.2 A contribuição dos pesquisadores brasileiros

No Brasil um dos primeiros autores a discutir a problemática da desertificação foi o Prof. José Vasconcelos Sobrinho com a publicação do artigo O Deserto brasileiro, em que indica as áreas do Nordeste comprometidas pela degradação, as quais foram denominadas de núcleos de desertificação. (SALES, 2002).

Segundo o autor, a desertificação pode ser definida como a fragilidade dos ecossistemas das terras secas em geral, decorrida da pressão exercida pelas populações humanas, em que indica os núcleos já existentes do Nordeste: Gilbués, no Piauí; Inhamuns, no Ceará; Seridó, no Rio Grande do Norte; Cariris Velhos, na Paraíba; Sertão Central de Pernambuco e Sertão do São Francisco, na Bahia. (SALES, 2006). Alguns desses núcleos serão explicitados mais adiante.

A abordagem feita por este autor foi baseada principalmente na metodologia dos indicadores de desertificação, seguindo a orientação geral da Conferência das Nações Unidas sobre Desertificação (1977). Em seus trabalhos, o Prof. Vasconcelos Sobrinho discute a vocação pré-desértica do polígono das secas condicionada por um “equilíbrio ecológico instável decorrente do regime pluviométrico de baixo índice de precipitações e extrema irregularidade, dos solos rasos com limitada capacidade de retenção de água, amplo fotoperiodismo e ventos secos e quentes com forte poder de desidratação”. (SALES, 2002).

Ab’Saber (1977) contribui com o tema da desertificação em seu trabalho intitulado “Problemática da desertificação e da savanização no Brasil intertropical”, no qual se manifestam os processos de desertificação, todos aqueles fatos pontuais ou areolares, suficientemente radicais para criar degradações irreversíveis da paisagem e dos tecidos ecológicos naturais. (AB’SABER, 1977).

Para o autor, as condições de desertificação têm uma estreita ligação com a ação antrópica, seja de forma direta ou indireta. Dessa forma Ab’Saber (1977) destaca nove áreas propensas ao processo de desertificação:

- **Altos pelados:** interflúvios, desnudos de rasas colinas sertanejas, sujeitas a fortes dessolagens, com remoção de mais de 80% da biomassa das caatingas, e redistribuição de fragmentos de quartzo sobre o chão da paisagem. Os “altos” são desnudos, devido ao acentuado grau de

remoção da cobertura vegetal primária da região. Ocorrem na região do Alto Jaguaribe, na fronteira do Ceará com a Paraíba e no Vale do Vaza Barris.

- **Salões:** Planícies aluviais, de baixos vales, em áreas onde a semiaridez chega até a costa (como é o exemplo típico o litoral do Rio Grande do Norte). Zonas de forte incidência de salinização local em áreas de planícies de fundo de estuários colmatados. Ocorrem principalmente nas várzeas do Baixo Mossoró e Baixo Apodi no Rio Grande do Norte.
- **Vales e encostas secas:** setores locais de caatingas esparsas em vales mal servidos por unidades, secos ou encostas de escarpas e/ou serras situadas a sotavento, ocorrem também em áreas de relevos de cuevas com chão pedregoso e baixo nível de alteração de rochas e nos enclaves de caatingas em áreas de cerrados. Localizam-se principalmente na região centro-sul do Piauí, no sudeste da escarpa da Ibiapaba e na cuesta do Apodi.
- **Lajedos, Mares de Pedra, patamares de inselbergs, inselbergs e campos de inselberg:** Pequenas áreas com aridez rochosa definida, sublinhadas por degradações do entorno, em função de ações antrópicas predatórias. Sertões de Paulo Afonso, Milagres, Quixadá, Patos e Arcoverde. Áreas de centenas de metros até quilômetros quadrados, popularmente denominados “lajeiros”, lajedos ou “pedrejeiros”.
- **Áreas de Paleodunas Quaternárias:** Campo de dunas de Xique-Xique. Velhas dunas relacionadas com processos eólicos restritos, no médio Vale do São Francisco.
- **Áreas de topografias ruiniformes e cornijas rochosas desnudas, com aridez rochosa característica:** Topografias ruiniformes situadas à frente ou na base de morros testemunhos e escarpas estruturais, com pouca ou nenhuma interferência antrópica. A melhor representação dessas áreas fica por conta de Sete Cidades de Piracuruca no Piauí.
- **Áreas de revolvimento anômalo de estrutura superficial da paisagem:** Colinas sertanejas, superficialmente degradadas, com exposição de cabeços rochosos subsuperficiais e remoção parcial dos solos rasos. Pequenas extensões de terras, transformadas em um tipo

regional de “*bad-lands*”, estabelecidas em faixas de ectinita-xistos, no interior das depressões interplanálticas regionais. Solos revolvidos por um manejo inadequado em áreas predispostas a uma forte erodibilidade na arquitetura superficial na paisagem. Localizado nos arredores de Sertânia (Pernambuco), com algumas centenas de metros até quilômetros quadrados de área.

- **Malhadas ou Chão pedregosos:** Diferentes tipos de chão pedregosos, oriundos da liberação de fragmentos de quartzo proveniente de cabeços de dique e veios ou da degradação de antigos cascalheiros. Ocorrem numerosos casos de malhadas na Bahia, Ceará, Pernambuco e Paraíba.
- **Áreas degradadas por raspagem ou empréstimos de terra:** Faixas de forte degradação à margem de caminhos e estradas relacionadas com a raspagem de solos e empréstimo de terra para construção de aterros e barragens. Favorecem a expansão e concentração linear de cactáceas nesses locais, com uma significativa rapidez, onde estas invadem preferencialmente estas faixas de lesionamento dos solos das caatingas.

Com essas características o autor discute a fragilidade desses geótopos, o que nos mostra a importância dos estudos que vieram a subsidiar várias outras pesquisas de cunho semelhante.

Nimmer (1988 *apud* SUERTEGARAY, 1998) é outro autor que contribui para a discussão do tema a nível nacional, em que considera a desertificação como a crescente degradação ambiental expressa pelo ressecamento e perda da capacidade de produção dos solos. Este ressecamento crescente do ambiente poderia, de acordo com o autor, decorrer de uma mudança do clima regional e/ou do uso inadequado dos solos pelo homem ou ambos simultaneamente.

Em 1995, o Prof. José Bueno Conti, em sua tese de livre docência intitulada “Desertificação nos trópicos: proposta de metodologia de estudo aplicada ao nordeste brasileiro” realiza um trabalho acerca da problemática da desertificação utilizando a região nordeste como recorte espacial (CONTI, 1995).

Em seu estudo o pesquisador utiliza a metodologia das séries temporais, submetidas a cálculos de médias simples, à análise espectral e à avaliação da variabilidade interanual, visando encontrar tendências, ciclicidades relevantes e coeficientes de variação. (CONTI, 1995).

Outro ponto importante e que cabe destacar acerca da discussão da desertificação no Brasil é o trabalho elaborado por Suertegaray (1987), em que a pesquisadora discute o processo de degradação ambiental no sudoeste do Rio Grande do Sul.

Partindo de análise de conceitos sobre desertificação e analisando a região objeto de estudo, a autora considerou inadequado o uso do conceito de desertificação para explicar esses processos. A região, segundo ela, não se constitui de uma zona árida ou semiárida, com precipitações em torno de 1400 mm (SUERTEGARAY, 1998).

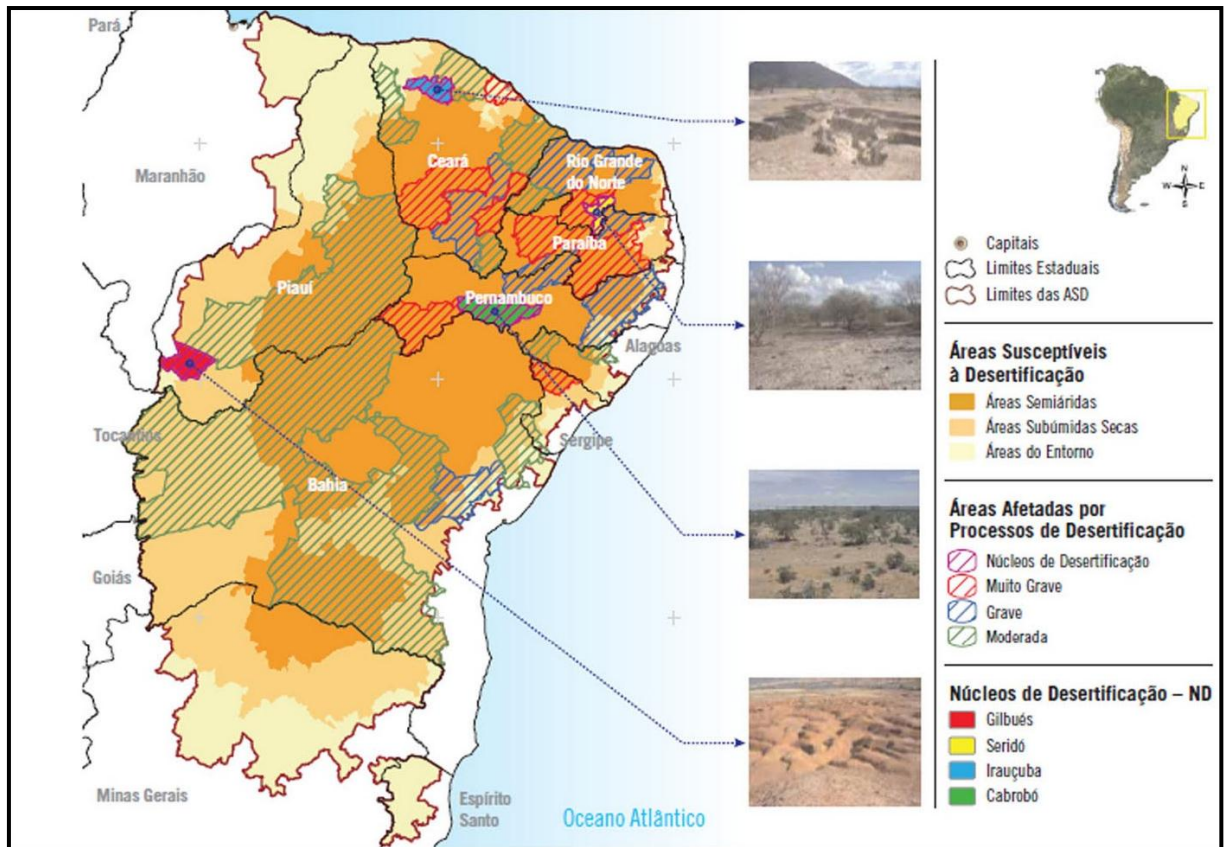
Partindo dessas discussões a pesquisadora adota o termo de arenização, ou seja, o retrabalhamento de depósitos areníticos (pouco consolidados) ou arenosos (não consolidados), que promove, nessas áreas, dificuldade de fixação de vegetação devido à constante mobilidade dos sedimentos. (SUERTEGARAY, 1998).

Em trabalho realizado em 2003 e 2004, com a participação de entidades governamentais e não governamentais, foi construído o Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAN-Brasil. Como objetivo, o programa buscou delimitar áreas susceptíveis a desertificação (ASD) e a partir daí estipular estratégias para o combate e monitoramento dessas regiões atingidas (PAN-BRASIL, 2004).

Essas regiões foram delimitadas e denominadas de áreas susceptíveis a desertificação – ASD (figura 2), localizadas na região Nordeste, região do Brasil onde os processos da desertificação se manifestam, sendo elas: Gilbués, no Piauí; Irauçuba, no Ceará; Seridó, no Rio Grande do Norte; e Cabrobró, em Pernambuco (PAN-BRASIL, 2004).

Nessas áreas, as zonas de ocorrência “muito grave” totalizam 98.595 Km², correspondentes a 10% da região semiárida brasileira; as zonas de ocorrência “grave e moderada” ocupam, respectivamente, 81.870 e 393.897 Km² (SALES, 2006).

Figura 2: Áreas susceptíveis a desertificação – ASD



Fonte: PAN-BRASIL (2004).

No Ceará um dos primeiros estudos realizados acerca da desertificação foi fruto do trabalho de vários profissionais de diversas áreas. Com a realização em 1992 da Conferência Internacional sobre impactos de variações climáticas e desenvolvimento sustentável (ICID), foi apresentado um trabalho que destaca três áreas em que o problema é mais grave, a saber: Município de Irauçuba, região dos Inhamuns e Médio Jaguaribe (SOARES *et al.*, 1995).

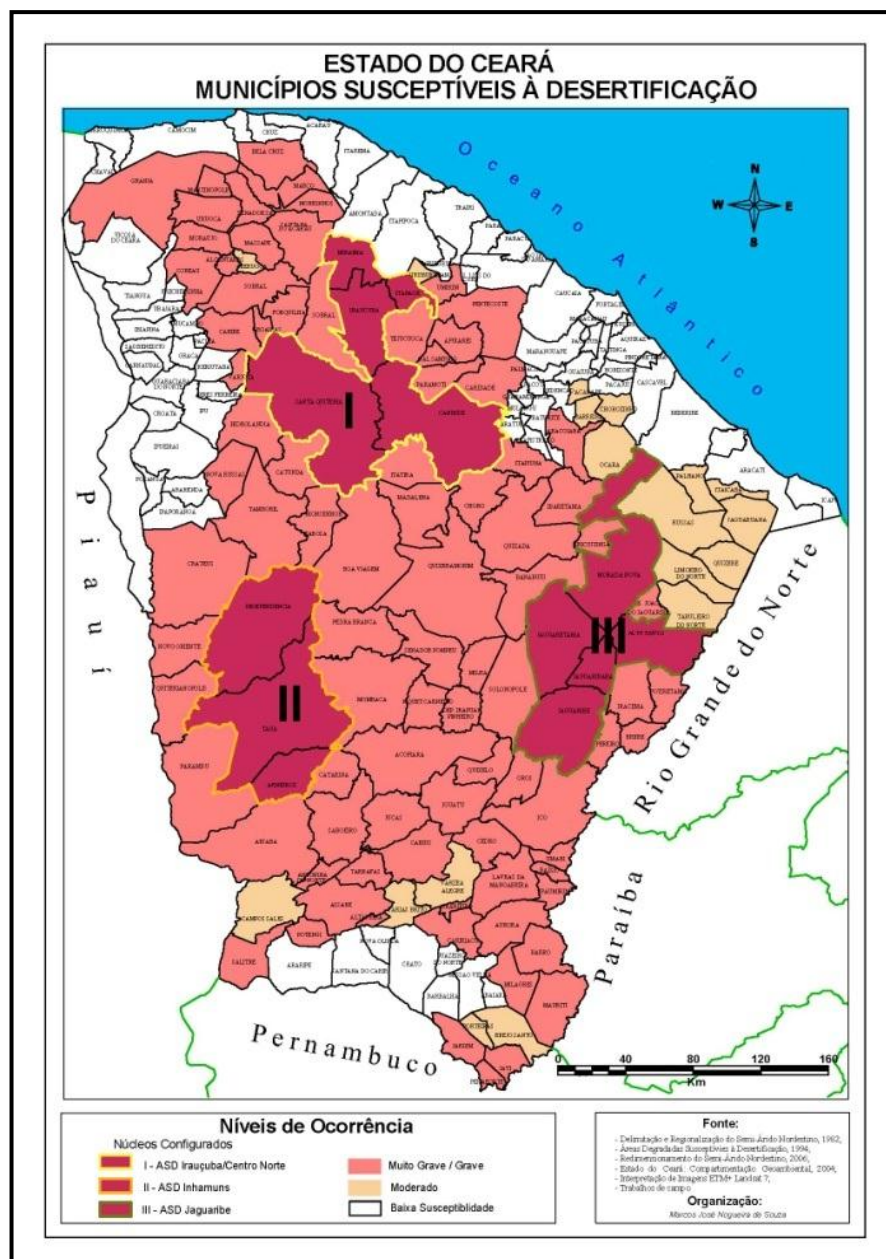
A metodologia do trabalho foi baseada na relação do índice de aridez obtido pela razão da Precipitação (P) com a evapotranspiração potencial (ETP). Em seguida foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto para identificar as manchas de degradação do solo (SOARES *et al.*, 1995).

Em trabalho recente realizado pela Secretaria de Recursos Hídricos do estado do Ceará, o Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAE/CE (2010) veio a fortalecer os estudos acerca do avanço da desertificação.

No PAE/CE foram analisados três núcleos, compostos de 14 municípios, localizados nos Sertões dos Inhamuns, do Centro-Norte e do Médio Jaguaribe, correspondendo 23% do estado em processo de desertificação. (CEARÁ, 2010).

A metodologia do trabalho foi baseada na concepção dos estudos integrados, utilizando-se na análise sistêmica para a compreensão dos aspectos físico-ambientais e a socioeconomia, para avaliar a dinâmica do uso da terra no Estado de uma forma geral. Na figura 3 podemos observar os Municípios susceptíveis à desertificação no Ceará.

Figura 3: Municípios susceptíveis a desertificação no Ceará



Fonte: CEARÁ (2010).

Sales e Oliveira (2006) discutem o tema a nível estadual, ao destacar o núcleo de desertificação de Irauçuba. Segundo os autores, os setores mais degradados da área compõem-se de extensas áreas de pastagens nativas colonizadas por gramíneas e herbáceas anuais que, no período das chuvas, emprestam à paisagem uma visão de extensos campos, deixando dessa forma a maioria dos solos expostos no período seco.

Oliveira (2006) destaca que o problema no Ceará é grave, adquirindo uma situação de degradação dos recursos naturais, principalmente na área dos sertões, onde em muitas áreas do estado a degradação desses recursos atingiu condições irreversíveis, inviabilizando a capacidade de resiliência da natureza. A autora ainda destaca a situação do Município de Tauá, inserido nas terras secas do Ceará onde se destacam:

Irregularidade pluviométrica anual e inter-anual; fortes deficiências hídricas ao longo do ano em função do balanço hídrico deficitário; solos rasos ou acentuadamente erodidos, com ablação dos seus horizontes superficiais; rios sazonais com leitos muito assoreados; recobrimento vegetal expresso pela caatinga degradada em face de modelos desordenados de ocupação. (OLIVEIRA, 2006, p.217)

A autora ainda destaca que esses condicionamentos se manifestam no sentido de determinar um contexto socioeconômico que tem problemas muito graves que se traduzem até mesmo em um quadro de miséria absoluta (OLIVEIRA, 2006).

Cabe destacar ainda que grande parte do processo de degradação das terras no estado foi em decorrência do uso indiscriminado do solo, ressaltando um a combinação de dois vetores de pressão sobre o solo cearense, o binômio gado- algodão.

Para Guerra *et al.*, (2012), a pecuária e o algodão, ciclos econômicos que deram origem à formação territorial dos sertões do Médio Jaguaribe, são atualmente apontados como chave para o entendimento do processo de desertificação nestas áreas, em especial no município de Jaguaribe, considerado como uma das áreas mais críticas dentro no núcleo de desertificação do Médio Jaguaribe.

Dessa forma é possível compreender a proporção do problema a nível estadual, e a necessidade de estudos mais específicos que identifiquem áreas sujeitas a esse processo, assim como alternativas viáveis que o sertanejo possa utilizar para o melhor aproveitamento das terras no semiárido cearense.

2.3 A Geografia física e os estudos integrados

Os estudos integrados têm desempenhado papel importante dentro das ciências da natureza, fato esse que se justifica pelos inúmeros trabalhos que buscam a visão sistêmica do meio ambiente. A Geografia nesse sentido tem um papel importante e unificador nesse processo.

Para tanto, autores como Bertalanffy (1973), Bertrand (1971), Tricart (1977/1981), Oliveira (1990), Christofletti (1999), Souza (2000), e Souza & Oliveira (2011), estabelecem as bases teóricas e metodológicas da pesquisa, a ressaltar que o esforço para o manuseio dos elementos por qual o trabalho percorreu objetivou a análise sistêmica, pautada em sua grande esfera nos estudos da Geografia física.

Um dos primeiros estudiosos a discutir o enfoque sistêmico foi Bertalanffy (1973), que trouxe outra forma de compreender a natureza, ou seja, de forma sistêmica. Mesmo os sistemas sendo conhecidos e estudados há séculos, o que foi acrescentado foi a ideia de estudá-los como entidades (um complexo de elementos em interação) e não um aglomerado de partes.

Sotchava (1977) propôs uma classificação baseada nos estudos sistêmicos. O autor propõe o conceito de geossistema, baseado não nos estudos dos componentes da natureza, mas nas conexões entre eles, não a restringir à morfologia da Paisagem e suas subdivisões, mas, de preferência, projetar-se para o estudo de sua dinâmica, estrutura funcional, conexões, etc.

Embora as concepções do autor tivessem semelhanças com a base da teoria sistêmica, em nível de metodologia se mostrou frágil, o que foi enunciado por Tricart (1981), quando o autor em sua obra “Paisagem e Ecologia” faz duras críticas ao vazio metodológico e prático das ideias de Sothava (1977).

No Brasil, o conceito de geossistema foi inserido inicialmente por Bertrand (1971), que o considera como,

O geossistema corresponde a dados ecológicos relativamente estáveis. Ele resulta da combinação de fatores geomorfológicos (natureza das rochas e dos mantos superficiais, valor de declive, dinâmica das vertentes...), climáticos (precipitações, temperaturas...) e hidrológicos (lençóis freáticos epidérmicos e nascentes, pH das águas, tempos de ressecamento do solo...). É o “potencial ecológico” do geossistemas. Ele é estudado por si mesmo e não sob o aspecto limitado de um simples “lugar” (BERTRAND, 1971, p.147).

Tal concepção geossistêmica está atrelada à categoria geográfica na qual o trabalho é baseado, ou seja, a concepção de Paisagem, que no contexto de concepção da presente pesquisa tem como base compreendê-la não só como uma simples adição de elementos geográficos disparatados, mas também como uma determinada porção do espaço, resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução (BERTRAND, 1971).

O mesmo autor propõe um sistema de classificação taxonômico de classificação das paisagens, considerando dessa forma seis níveis hierárquicos, subdividindo em unidades superiores e unidades inferiores.

Bertrand (1971) dessa forma define as unidades superiores em Zona, Domínio e Região, ocupando assim maiores extensões territoriais. Nas unidades inferiores, compreendidas em Geossistema, Geofácia e Geótopo, o autor utiliza critérios mais específicos, considerando os fatores do potencial ecológico (geologia, geomorfologia, clima e hidrologia) e da exploração biológica (solo, vegetação e fauna).

Na década de 1970 um grande salto metodológico é atingido com a publicação do livro “Ecodinâmica”, de Jean Tricart, em 1977. Para tanto, o autor ressalta que a ótica dinâmica deve ser o ponto de partida da avaliação, devendo guiar a classificação dos meios no nível taxonômico mais elevado.

Tricart (1977) sugere a distinção de três grandes tipos de meios morfodinâmicos, em função da intensidade dos processos atuais, a saber:

- **Os meios estáveis**

O modelado evolui lentamente, muitas vezes de maneira insidiosa, dificilmente perceptível. Os processos mecânicos atuam pouco e sempre de modo lento. A característica essencial desse tipo de meio é, com a lenta evolução. A constância dessa evolução é resultante da permanência no tempo de combinações de fatores.

A cobertura vegetal suficientemente fechada pode opor um freio eficaz ao desencadeamento dos processos mecânicos da morfogênese. A dissecação é

moderada, sem incisão violenta dos cursos d'água, sem sapeamentos vigorosos dos rios e vertentes de lenta evolução.

- **Os meios intergrades**

O termo intergrade foi tomado do vocabulário dos geólogos para designar uma transição. Estes meios, com efeito, asseguram a passagem gradual entre os meios estáveis e os meios instáveis.

O que caracteriza esses meios é a interferência permanente de morfogênese e pedogênese, exercendo-se de maneira concorrente sobre um mesmo espaço. Do ponto de vista qualitativo, é necessário distinguir entre os processos morfogênicos que afetam unicamente a superfície do solo e não alteram a sucessão dos horizontes no perfil, e aqueles que agem em toda a espessura do solo ou em uma parte importante dessa espessura, perturbando, em consequência, a disposição desses horizontes.

- **Os meios fortemente instáveis**

Nesses meios, a morfogênese é o elemento predominante da dinâmica natural, e fator determinante do sistema natural, aos quais outros elementos estão subordinados.

Essa situação pode ter diferentes origens, susceptíveis de se combinarem entre elas. A geodinâmica interna intervém em numerosos casos, em particular no vulcanismo, cujos efeitos são mais imediatos do que os das deformações tectônicas. Uma corrida de lavas e uma chuva de cinzas são manifestações brutais, de características catastróficas.

As deformações tectônicas comandam todos os processos nos quais intervém a gravidade, favorecendo a dissecação das áreas elevadas, com incisão dos cursos d'água e crescimento correlato dos declives das encostas.

Essa metodologia influenciou muitos pesquisadores posteriormente, justamente pela sua aplicabilidade nos estudos ambientais. Souza (2000), baseado nos estudos de Tricart (1977), propõe uma classificação ecodinâmica do meio ambiente.

O autor ainda estabelece graus de sustentabilidade (Muito Baixa, Baixa, Moderada e Alta), baseadas em quatro categorias, a saber: potencial geoambiental e limitações de uso dos recursos naturais disponíveis; condições ecodinâmicas e vulnerabilidade ambiental; indicadores quanto ao uso compatível do solo de cada unidade geoambiental (SOUZA, 2000).

Souza (2000), ainda destaca que com base no potencial atual dos recursos naturais, suas principais limitações de uso e o estado de conservação, podem-se aferir categorias quanto à vulnerabilidade: Baixa, Moderada e Forte.

Quadro 2: Categorias de Vulnerabilidade

Vulnerabilidade Baixa	Áreas que apresentam características contidas nos setores de <i>sustentabilidade alta</i> .
Vulnerabilidade Moderada	Áreas que apresentam características contidas nos setores de <i>sustentabilidade moderada</i> .
Vulnerabilidade Alta	Áreas que apresentam características contidas nos setores de <i>sustentabilidade baixa e muito baixa</i> .

Fonte: Souza (2000).

Para tal, podemos compreender que os estudos integrados das condições geoambientais são realizados através do entendimento da caracterização geral dos componentes naturais (geologia, geomorfologia, clima, recursos hídricos e cobertura vegetal) com sua perspectiva de integração ou de relações mútuas entre si. Isso difere do somatório ou da estratificação/superposição desses componentes, que conduzem a apreciações parciais e incompletas (OLIVEIRA, 1990).

Ainda de acordo com Oliveira (1990), a visão de conjunto dos componentes naturais exige a percepção dos mecanismos de integração da natureza, considerando a sua complexidade e heterogeneidade. Por estas razões, os levantamentos integrados têm sempre um enfoque sistêmico.

Christofoletti (1999) destaca a importância dos estudos sistêmicos, mas não se esquecendo do valor das suas partes componentes. Para tanto, o autor frisa que a abordagem holística sistêmica é necessária para compreender como as entidades ambientais físicas, por exemplo, expressando-se em organizações espaciais, se estruturam e funcionam como diferentes unidades complexas em si mesmas e na hierarquia de aninhamento (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Souza e Oliveira (2011) discutem a importância da interdisciplinaridade nos estudos atuais. Para tanto, os autores enfatizam a necessidade de percepção do conjunto tido como requisito fundamental da interdisciplinaridade, que requer a consideração dos mecanismos que integram harmonicamente o ambiente, considerando a sua complexidade e heterogeneidade.

2.4 A bacia hidrográfica como recorte espacial

O ser humano, desde que sistematizou o conhecimento, o fez com um propósito. Dessa forma, ao longo da história da humanidade a ciência esteve a atender os anseios da sociedade, em contexto com as descobertas e os avanços para cada momento das civilizações.

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. A visão sistêmica e integrada do ambiente está implícita na adoção desta unidade fundamental (BOTELHO & SILVA, 2004).

A bacia hidrográfica, segundo Guerra e Guerra (1997), pode ser considerada como um conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes. No entanto, podemos encontrar outras definições para a compreensão dessa célula de estudo e sua importância para os estudos integrados.

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.

Segundo Pires e Santos (1995), abordagens de planejamento e gerenciamento que utilizam a bacia hidrográfica como unidade de trabalho têm evoluído bastante. Os autores destacam ainda que

As características biogeofísicas dessas bacias apresentam sistemas ecológicos e hidrológicos relativamente coesos. No início, o processo de gerenciamento e planejamento de bacias hidrográficas visa basicamente à solução de problemas relacionados à água, prioridade para o controle de inundações, para a irrigação, navegação ou para o abastecimento público e industrial (PIRES & SANTOS, 1995, p.41).

Ainda segundo os autores, essa abordagem mais complexa busca solucionar conflitos entre os usuários e dimensionar a qualidade e quantidade de

recursos que cabe a cada um, assim como suas responsabilidades sobre tais recursos (PIRES & SANTOS, 1995).

Vale ressaltar que o gerenciamento de uma bacia hidrográfica não é feito de forma isolada. A bacia de drenagem como unidade de análise diverge de unidade de gerenciamento. As palavras de Pires *et al.*, (2005) elucidam melhor essa questão, quando afirmam que

Estas considerações determinam a necessidade da distinção entre “unidade de análise” e “unidade de gerenciamento”. O primeiro conceito é eminentemente técnico-científico; o segundo, eminentemente político-administrativo. Gerir uma BH não significa submeter ou restringir a análise apenas às determinações da realidade interna à dinâmica da mesma. Há uma multiplicidade de relações internas e externas a BH que deve ser computada na análise, sem que isso implique em contradição com o recorte adotado pela gestão (PIRES *et al.*, 2005, p.20).

Os autores dessa forma sintetizam o uso da bacia hidrográfica como unidade de intervenção e planejamento pelo fato de:

- No âmbito local, é mais favorável a aplicação de uma abordagem que compatibilize o desenvolvimento econômico e social com a proteção dos ecossistemas naturais, considerando as interdependências com as esferas globais.
- O gerenciamento da bacia hidrográfica permite a democratização das decisões, congregando as autoridades, os planejadores e os usuários (privados e públicos) bem como os representantes da comunidade (associações socio-profissionais, de proteção ambiental, de moradores etc).
- Permite a obtenção do equilíbrio financeiro pela combinação dos investimentos públicos (geralmente fragmentários e insuficientes, pois o custo das medidas para conservação dos recursos hídricos é alto) e a aplicação os princípios usuário-pagador e poluidor-pagador, segundo os quais os usuários pagam taxas proporcionais aos usos, estabelecendo-se, assim, diversas categorias de usuários.

Por fim pode-se adotar o conceito de bacia hidrográfica para a conservação de recursos naturais, com a possibilidade de avaliar, em uma

determinada área geográfica, o seu potencial de desenvolvimento e a sua produtividade biológica, determinando as melhores formas de aproveitamento dos mesmos, com o mínimo impacto ambiental (PIRES *et al.*,2005).

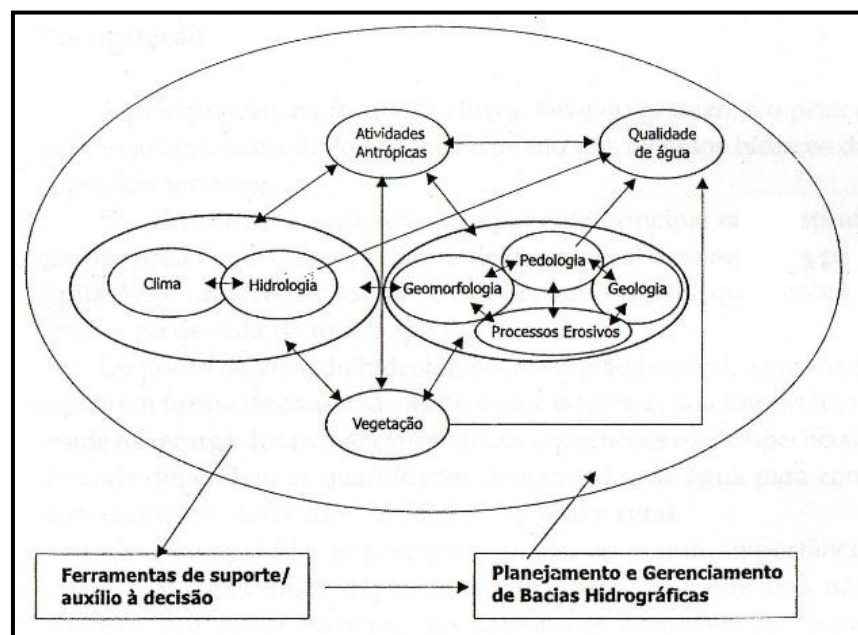
É importante que o pesquisador ao longo do tempo tenha conhecimento dessas sutilezas entre os termos para que seu discurso e ação estejam de acordo com as demandas necessárias da sociedade.

Dentre as principais causas que ameaçam a qualidade ambiental em uma bacia hidrográfica, estão relacionadas as atividades não sustentáveis, com o objetivo de lucro imediato, que não computam os custos ambientais e sociais, repassando-os a terceiros (PIRES *et al.*,2005).

Dentre as formas de análise da bacia hidrográfica, os parâmetros físicos se mostram como um caminho que, juntamente com a concepção da análise sistêmica, tornam-se uma ferramenta coerente para a análise e intervenção nessa célula de análise.

Para tanto, as abordagens de planejamento e gerenciamento que utilizam a bacia hidrográfica como unidade de trabalho têm evoluído bastante, pois as características biogeofísicas dessas bacias apresentam sistemas ecológicos e hidrológicos relativamente coesos (LORANDI & CANÇADO, 2005).

Figura 4: Parâmetros físicos e o gerenciamento de bacias



Fonte: LORANDI & CANÇADO (2005).

Dessa forma, podemos classificar os parâmetros físicos e o gerenciamento de bacias hidrográficas (Figura 5) em clima (temperatura e precipitação), geomorfologia (cabe destacar a análise morfométrica), geologia (substrato rochoso), pedologia (processos erosivos) e cobertura vegetal. Nessa análise não podemos desconsiderar a atuação antrópica, assim como todos os seus impactos, que irão afetar de maneira significativa a qualidade da água (LORANDI & CANÇADO, 2005).

A escolha da análise da desertificação usando a bacia hidrográfica como recorte espacial recorreu a todas essas justificativas aqui citadas, porque se compreende que o gerenciamento, quer seja no âmbito ambiental, político ou socioeconômico, perpassa pela bacia hidrográfica.

2.5 Operacionalização técnica

Com a finalidade de conceber o trabalho de forma organizada e coerente, nesse ponto é ressaltado o caráter operacional da pesquisa, a fim de esclarecer as etapas pelas quais o trabalho passou, assim como a base de dados foi utilizada para a elaboração da Dissertação.

Levantamento bibliográfico

Dentro das possibilidades, foram levantados trabalhos realizados que tinham relação com o tema da Dissertação. Vale ressaltar a importância dessa etapa na construção do trabalho, já que a partir desses dados é possível mensurar o percurso de pesquisas da mesma natureza no meio acadêmico.

Para tanto, foram feitas pesquisas em monografias, dissertações, teses, livros, periódicos e registros de natureza similar. As leituras tiveram como foco o estudo da desertificação, assim como a análise ambiental em bacias hidrográficas. Outro ponto levantado na pesquisa bibliográfica foi o estudo das geotecnologias, subsídio importante aos elementos cartográficos do presente trabalho.

Foram realizadas visitas aos órgãos públicos como DNOCS, IBAMA, SEMACE e FUNCEME, além das prefeituras de Jaguaretama e Morada Nova, com o objetivo de colher dados pertinentes ao tema da pesquisa.

Levantamento cartográfico

O mapeamento da sub-bacia hidrográfica do Riacho Santa Rosa foi de grande importância para as análises posteriores. Essa etapa tem grande importância, pois, ao espacializar as diferentes categorias de áreas para estudo, nos disponibilizam dados importantes acerca da dinâmica geoambiental da sub-bacia, essencial para o conhecimento dos sistemas ambientais, fruto inicialmente do conhecimento setorizado do meio físico.

Antes do trabalho de campo, é indispensável a consulta à bibliografia que possa interessar à área. A geologia, a familiarização com as fotografias aéreas e interpretação de cartas topográficas, assim como a elaboração de perfis e cortes também auxiliam (MOREIRA, 1969).

Para tanto, foram utilizados os seguintes materiais para a elaboração da base cartográfica da área:

- Folha Sistemática Banabuiú e Jaguaratama DSG/SUDENE em escala de 1: 100.000 (SUDENE, 1967).
- Mapa de Exploratório/Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará em escala de 1: 600.000 (1972).
- Mapa geológico do projeto RADAMBRASIL em escala de 1: 1.000.000 (BRASIL, 1981).
- Mapa geomorfológico do projeto RADAMBRASIL em escala de 1: 1.000.000 (BRASIL, 1981).
- Atlas do Ceará (IPLANCE, 1989).
- Mapa geológico do Ceará em escala de 1: 500.000 (CPRM, 2003).
- Compartimentação Geoambiental do Ceará em escala de 1:600.000 (SOUZA, 2007).
- Limite Municipal do IBGE (2007).
- Mosaico de imagens de satélite geocover (2009).
- Imagem LANDSAT 8 com resolução espacial de 30 metros (2013).

Na confecção dos mapas optou-se pela utilização do Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator – UTM; Datum Horizontal SAD – 69, zona 24.

Os mapas de geologia, geomorfologia, águas superficiais e solos foram elaborados na escala de 1: 180.000. Essa escala foi utilizada devido à área da bacia e seu formato alongado. O mapa de sistemas ambientais foi elaborado na escala de 1: 130.000, fato ocorrido devido à variedade de informações de que este dispunha em seu *layout*.

A base da área de pesquisa, ou seja, a delimitação da sub-bacia hidrográfica do Riacho Santa Rosa, a qual deu subsídios para a confecção de todos os outros mapas, foi feita utilizando as Folhas Sistemáticas Banabuiú e Jaguaratama DSG/SUDENE em escala de 1: 100.000.

A escolha da base da SUDENE para a delimitação da sub-bacia foi definida pela qualidade dos seus dados, o que permitiu maior segurança no manuseio dos dados cartográficos. Devido à imprecisão de bases digitais que contemplassem os cursos d'água dentro da sub-bacia, optou-se pela vetorização destas, utilizando o *Software* ArcGis 10.

Para a confecção do mapa geológico foram utilizadas as bases da CPRM (2003) e do projeto RADAMBRASIL (1981). Embora sejam trabalhos diferenciados, ambos deram subsídio para as análises da área de estudo. No entanto, utilizaram-se as cores e legendas da CPRM (2003), devido à disponibilidade do material em forma digital.

O mapa geomorfológico foi elaborado seguindo critérios discutidos em gabinete e nos trabalhos de campo. Para tanto, foram utilizados o mapa geomorfológico do IPLANCE (1989), assim como trabalhos de Souza (2000) e Souza, Oliveira e Grangeiro (2002).

O mapa de águas superficiais foi gerado a partir da vetorização de todos os cursos d'água da sub-bacia, utilizando a base das cartas da SUDENE – folha sistemática Banabuiú e Jaguaratama.

Para a sistematização do mapa de solos foram utilizados os dados referentes aos estudos de solos realizados no Ceará. Para tanto, foi utilizado o mapa Exploratório/Reconhecimento de solos do Estado do Ceará (1972), ao analisar as diferentes classes mapeadas dentro da sub-bacia.

Diante da necessidade de detalhamento em detrimento das classes de solo, com a análise de imagens de satélite e o suporte dos trabalhos de campo, vetorizou-se a área correspondente aos Neossolos Flúvicos, e dessa forma foi possível especificar melhor os atributos pedológicos da sub-bacia.

O mapa de Sistemas Ambientais, de cunho integrador, foi elaborado com o auxílio de todos os outros mapas da bacia, com o intuito de analisar de forma objetiva as áreas homogêneas da área.

O mapa de uso e ocupação foi confeccionado através da análise das imagens de satélite: Mosaico Geocover, imagem LANDSAT 8 e a base de mapas utilizada no Programa Estadual de Combate a Desertificação (PAE).

A vulnerabilidade ambiental e a susceptibilidade à desertificação foram espacializadas, usando-se da análise do mapa de uso e ocupação em conjunto com o de sistemas ambientais. Em seguida foram analisados os indicadores geobiofísicos de desertificação, para dessa forma avaliar o grau de desertificação de cada sistema ambiental.

Utilização e análise das imagens de satélite

Foram utilizadas duas imagens de satélite Landsat 8/OLI datadas respectivamente dos dias 23 de maio de 2013 e 8 de junho de 2013, com o objetivo de contemplar toda a sub-bacia hidrográfica do Riacho Santa Rosa com a área de 676 km².

Para a realização do trabalho cartográfico foram utilizados instrumentos para interpretação e produção de materiais, a saber: Software ArcGis 10 para a produção dos mapas; imagens de satélite Landsat 8, com a utilização das bandas 6,5 e 4, combinação necessária para a visualização dos diferentes tons de verde, corpos d'água e bancos de sedimento, aspecto importante para análise dos componentes ambientais das imagens; dados da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), obtidas através da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) além de computadores para o processamento dos dados.

Foram utilizadas ainda as cartas da SUDENE, mais precisamente as folhas Banabuiú e Jaguaretama, assim como dados do IPECE e FUNCEME.

A pesquisa além do caráter integrativo, ou seja, utilizando-se da análise sistêmica para a discussão e análise da Paisagem, buscou agregar as discussões referentes ao sensoriamento remoto para que dessa forma o trabalho adquirisse maior qualidade no que se refere ao geoprocessamento como uma ferramenta na análise ambiental.

Para a melhor análise da dinâmica da sub-bacia estudada, optou-se pela utilização de imagens de satélite *Landsat 8/ Operational Land Imager* (OLI) datadas respectivamente dos dias 23 de maio de 2013 e 8 de junho de 2013.

As bandas que melhor ajudaram na visualização dos aspectos referentes à cobertura vegetal como, corpos hídricos e sedimentos (aluvião), foi a combinação das bandas 6,5 e 4, com resolução espacial de 30 metros, que supriu as necessidades de análise da bacia, levando em consideração sua área, que corresponde a 675 km².

Trabalhos de campo

Os trabalhos de campo se caracterizam como importante etapa no processo de construção da pesquisa, pois a partir da confirmação dos dados levantados na pesquisa bibliográfica, se tem um importante arsenal que será utilizado no desenvolvimento da Dissertação.

O trabalho de campo é feito após o reconhecimento prévio da área, para estabelecimento da legenda a ser preparada e da importância dos fatos a serem estudados. (MOREIRA, 1969).

Foram realizados quatro expedições de campo, com o objetivo de reconhecimento geral da área, assim como a análise dos atributos geoambientais (geologia, geomorfologia, solos, recursos hidroclimáticos e cobertura vegetal), assim como os aspectos socioeconômicos.

O primeiro trabalho de campo, realizado no segundo semestre de 2012, teve como objetivo o reconhecimento geral do médio e baixo curso da sub-bacia. O segundo, realizado no primeiro semestre de 2013, com foco novamente no médio e baixo curso da sub-bacia, objetivou a análise mais específica dos componentes geoambientais, a destacar os perfis de solo.

O terceiro, realizado no segundo semestre de 2013 e com a supervisão da orientadora, teve como objetivo o reconhecimento do alto curso da sub-bacia, analisando os atributos geoambientais e socioeconômicos da área.

O quarto trabalho de campo foi realizado no segundo semestre de 2013, e teve como objetivo a aplicação de questionários em comunidades situadas ao longo da sub-bacia, dentro das possibilidades de acesso. Nesta etapa procurou-se obter dados a respeito das condições socioambientais da área, de modo a especificar

melhor as condições de uso da bacia. Para tanto, foram aplicados questionários com representantes das comunidades visitadas.

As expedições citadas acima foram realizadas com o apoio de materiais como: câmera fotográfica digital, GPS, e mapas de reconhecimento geral e específico da região. Outros instrumentos deram subsídios para a análise de atributos geoambientais, onde cabe destacar do solo, tais como: martelo pedológico, trado holandês, enxada, pá e faca.

Aplicação de questionários

Essa etapa teve papel importante na análise do uso e ocupação da sub-bacia, pois a partir dos questionários obteve-se o arcabouço necessário para uma melhor análise das comunidades que estão inseridas na sub-bacia.

Optou-se pela aplicação dos questionários em detrimento da necessidade da realidade socioeconômica das populações da região. Dessa forma, o estudo do processo de desertificação em bacias hidrográficas pode ser enriquecido e fortalecido com etapas dessa natureza.

Outro motivo por qual optamos pela utilização dos questionários foi devido à falta de dados acerca das comunidades visitadas. O difícil acesso às áreas e a escassez de dados secundários motivou a aplicação dos questionários.

Vale salientar que os questionários foram desenvolvidos com um caráter mais qualitativo do que quantitativo. Dessa forma não se utilizou da análise estatística para a análise final. Esse fato é justificado pelo pequeno número de famílias em cada comunidade constatado nos trabalhos de campo. Grande parte das comunidades é constituída muitas vezes pelos próprios familiares, o que não daria respaldo aos dados.

Indicadores de desertificação

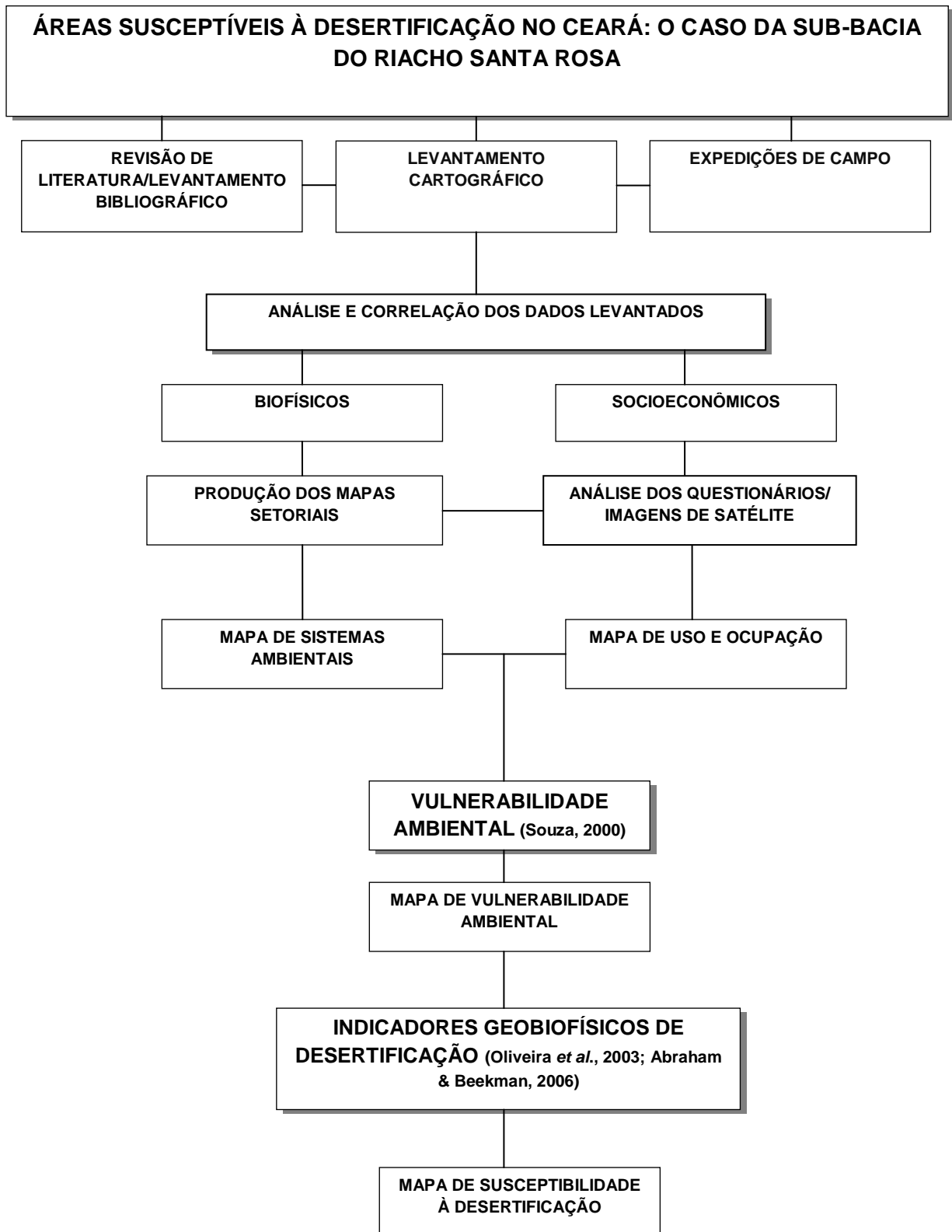
Foram selecionados 6 indicadores geobiofísicos de desertificação (tabela 8), com o intuito de estabelecer uma relação entre as diversas variáveis geoambientais que pudessem ser mensuradas como indicador. Os índices foram organizados de 1 a 5, pressupondo que os maiores valores correspondem às melhores potencialidades para a conservação (OLIVEIRA, 2012).

Tabela 1: Indicadores geobiofísicos de desertificação

• Geologia (Litotipos / Permeabilidade) – IGBD1		V.L
Coberturas não coesas		(5)
Depósitos Terciários		(4)
Rochas sedimentares		(3)
Rochas ígneas		(2)
Rochas metamórficas		(1)
• Geomorfologia (Declividade / Topografia) – IGBD2		Parâmetro
Plano	0 – 3 %	(5)
Suave ondulado	3 – 8 %	(4)
Ondulado	8 – 15 %	(3)
Fortemente ondulado	15 – 45 %	(2)
Montanhoso	>45 %	(1)
• Cobertura Vegetal (Percentual de Ocupação) –IGBD3		Parâmetro
Alto	> 75 %	(5)
Médio-alto	54 – 75 %	(4)
Médio	32 – 53 %	(3)
Médio-baixo	10 – 31 %	(2)
Inferior a 10%	< 10%	(1)
• Solos (Espessura) – IGBD4		Parâmetro
Muito profundos	> 200 cm	(5)
Profundos	100 – 200 cm	(4)
Moderadamente rasos	50 – 100 cm	(3)
Raso	25 – 50 cm	(2)
Muito rasos com afloramentos rochosos	Sem solo < 25 cm	(1)
• Solos (Erosão) – IGBD5		Parâmetro
Erosão laminar		(5)
Erosão com sulcos		(4)
Erosão com ravinas	Profundidade < 100 cm	(3)
Ravinas / Voçorocas	100 – 200 cm	(2)
Voçorocas	Profundidade > 200 cm	(1)
• Zonação climática – IGBD6		
Super-úmido		(5)
Úmido		(4)
Subúmido seco		(3)
Semiárido		(2)
Árido		(1)

Fonte: Adaptado de Oliveira (2012).

FLUXOGRAMA METODOLÓGICO



Fonte: organizado pelo autor (2014)

3 CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DA ÁREA DE PESQUISA

Dentre os domínios morfoclimáticos o domínio das caatingas brasileiras vem ganhando espaço dentre as discussões acerca do uso e ocupação do solo, assim como os estudos para a melhor compreensão da dinâmica do semiárido.

Frente a esse contexto inicial observa-se o Nordeste brasileiro, e mais precisamente o estado do Ceará, inserido nessa realidade geoambiental, onde o fator preponderante será a condição climática, caracterizada pela semiaridez e determinante nas tipologias de paisagem que compõem as terras secas, características ressaltadas por Souza & Oliveira (2002), quando afirmam que

Dentre os grandes domínios de paisagens ou de condições morfoclimáticas da área intertropical, praticamente todos eles ocorrem nessa região. Mas o que a singulariza em relação às demais regiões é a grande parcela de terras submetidas ao semi-árido. O Nordeste contém a totalidade do semi-árido brasileiro (SOUZA & OLIVEIRA, 2002).

Dentre as características mais marcantes em que o Nordeste está inserido podemos citar o clima semiárido, cujas condições de temperatura chegam a manter certa regularidade, ficando em torno do 26°C.

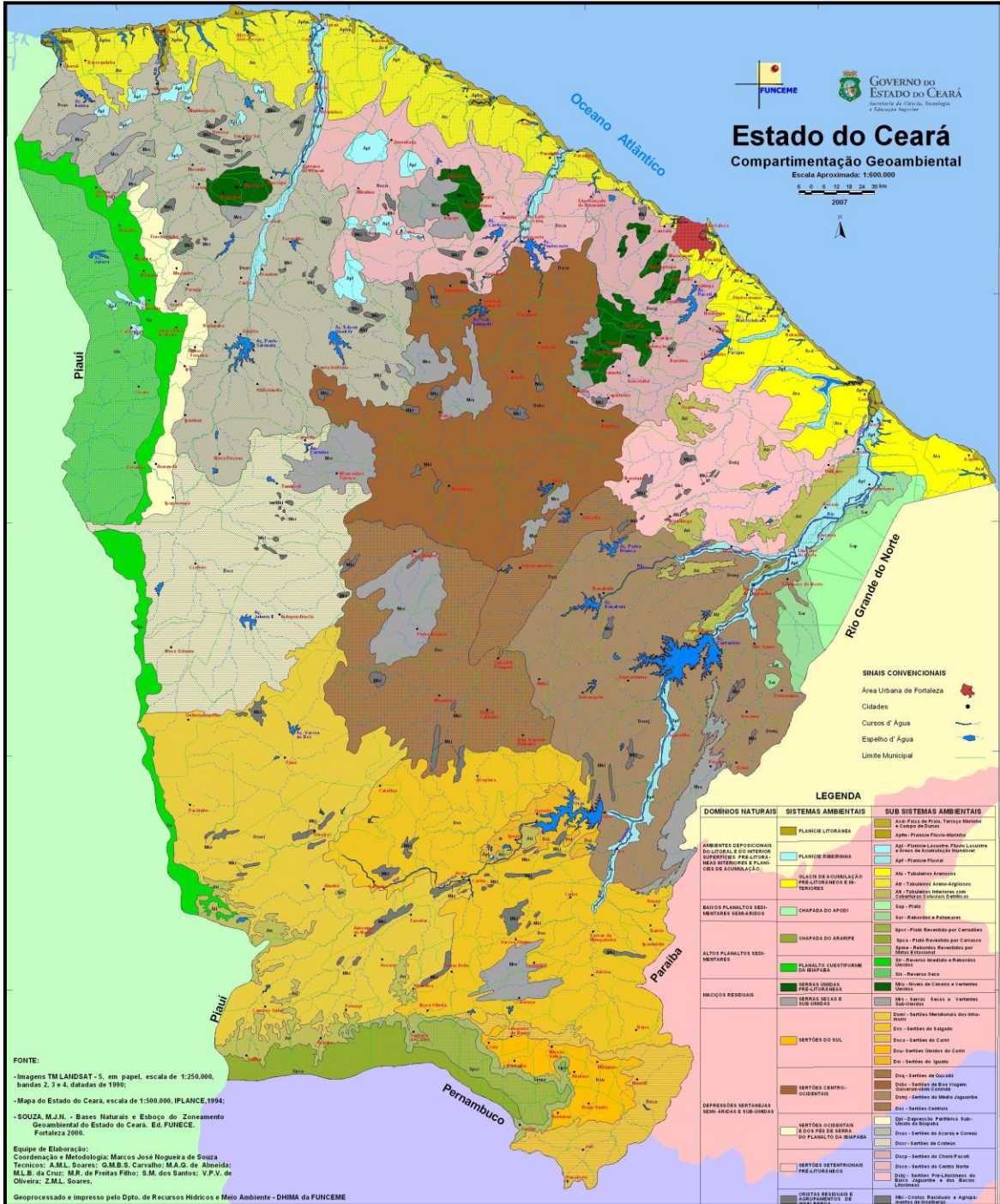
Outro fator relevante que marca as caatingas é o regime pluviométrico irregular. De forma geral, os totais pluviométricos variam entre 500 e 750 mm. A irregularidade das chuvas, aliada às taxas de evaporação, justificam elevados déficits no balanço hídrico e configuram insuficiência de água para as atividades agropecuárias (OLIVEIRA, 2006).

No Ceará as condições de semiaridez são expressas de diferentes formas. Uma delas é registrada na tipologia das paisagens, representada em sua grande parcela pelas depressões sertanejas.

Souza (1988) estabelece as seguintes unidades morfoestruturais para o Ceará: 1) Domínio dos depósitos sedimentares Cenozoicos: planícies e terraços fluviais; Formas litorâneas e Tabuleiros. 2) Domínio das bacias sedimentares paleomesozoicas: Chapada do Araripe; Chapada do Apodi e Planalto da Ibiapaba/Serra Grande. 3) Domínio dos escudos e dos maciços antigos: Planaltos residuais e depressões sertanejas.

Numa classificação mais recente, Souza (2000) utiliza dos componentes geoambientais e dessa forma apresenta uma sinopse acerca da compartimentação do estado. (figura 5).

Figura 5: Compartimentação geoambiental do Estado do Ceará



Fonte: Souza (2000).

As depressões sertanejas, foco da discussão deste trabalho, se situam em níveis altimétricos inferiores a 400m, onde engloba quase 70% do território estadual. Dispõem-se na periferia dos grandes planaltos sedimentares ou embutidos entre estes e os maciços antigos (SOUZA, 1988).

O objeto de estudo apresentado está localizado nas depressões sertanejas, as quais têm um grande significado para o Ceará, levando-se em consideração que grande parte da população habita as terras secas do estado.

3.1 Localização e acessos

Localizada na Bacia do Banabuiú (figura 6), a sub-bacia hidrografia do Riacho Santa Rosa (figura 7) está localizada na porção centro-norte do estado do Ceará, entre as coordenadas 5° 27' e 5° 12' de latitude sul e 38° 55' e 38° 17' de latitude oeste, com uma área de aproximadamente 675 Km². O acesso para a área pode ser feito através da BR 116 e posteriormente pela CE 371.

A sub-bacia do Riacho Santa Rosa compreende parte da bacia do Banabuiú. Esta última por sinal faz parte da bacia do Rio Jaguaribe, que compreende 51,9% do estado, com área aproximada de 75.669 Km² (IBGE, 1999).

A bacia do 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).

O Banabuiú é o rio principal, cuja sub-bacia drena uma área aproximada de 19.810 km², desenvolve-se no sentido oeste-leste e percorre um curso total de 314 km, até desaguar no rio Jaguaribe nas proximidades com a cidade de Limoeiro do Norte. Sua área equivale a 13% do território cearense (CEARÁ, 2009).

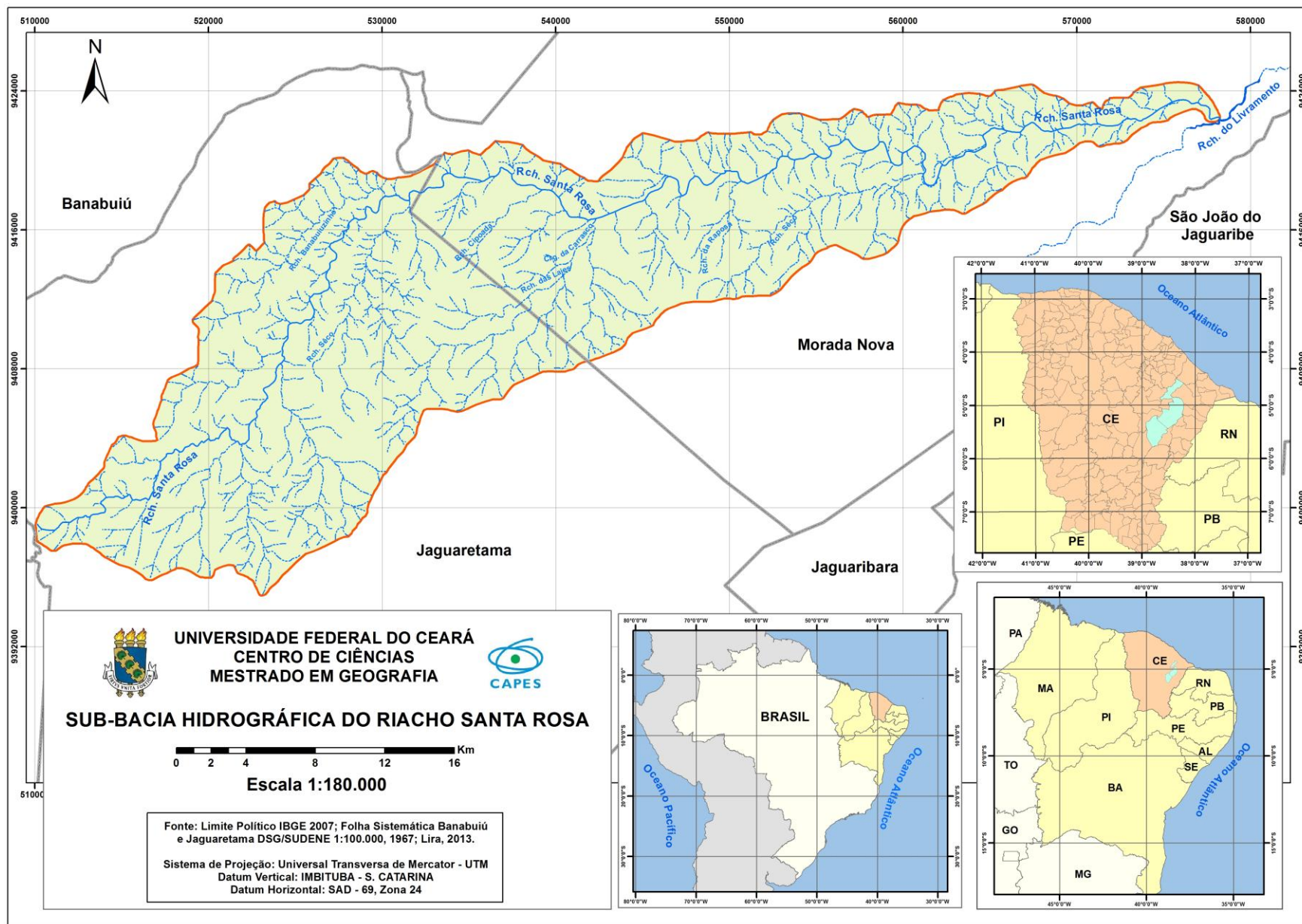
Pela grande extensão, a bacia do Rio Banabuiú possui importantes afluentes que irão compor um conjunto de características geoambientais na área dos sertões centrais. Seus afluentes a margem esquerda são os rios Patu, Quixeramobim e Sitiá, e a margem direita apenas o Riacho Livramento (COGERH, 1992).

Figura 6: Delimitação das bacias do Estado do Ceará.
 Destaque ao centro para a bacia do Banabuiú.



Fonte: IPECE (2013).

Figura 7: Localização da Sub-bacia Hidrográfica do Riacho Santa Rosa



Fonte: Lira e Costa (2013).

Encravada entre os municípios de Morada Nova e Jaguaretama, a sub-bacia do Riacho Santa Rosa tem suas nascentes na porção oeste deste último, já na divisa com o Município de Banabuiú.

Vale destacar que suas nascentes se localizam nas porções mais elevadas da região, na cota aproximada de 240 metros, em cristas residuais com sua gênese associada à Falha Orós. Desemboca no Riacho Livramento, na cota de 60 metros, já na porção sul do município de Morada Nova, nos limites com o município de São João do Jaguaribe.

Grande parte dos terrenos da bacia é composta por rochas do embasamento cristalino e relevo típico de depressão sertaneja, condicionando padrão de drenagem do tipo dendrítica (Mapa 1), com rios de natureza intermitente sazonal, com baixo potencial de águas subterrâneas, que ocorrem na maioria dos casos, em sistemas de fraturas (CEARÁ, 2009).

O clima de forma geral é do tipo tropical quente semiárido, com temperaturas médias anuais em torno dos 26°C a 28°C. A média pluviométrica anual é de aproximadamente 725,4 mm (CEARÁ, 2009).

Este panorama inicial revela a importância com conhecimento acerca dos sertões cearenses, e nesse contexto a bacia hidrográfica como recorte para a análise espacial dos diferentes agentes que atuam nesse sistema. A análise inicial será detalhada no decorrer do capítulo, a frisar os elementos setorizados, e na sequência a inter-relação destes, culminando com os sistemas ambientais.

3.2 Contexto geológico-geomorfológico

A contextualização da geologia e geomorfologia de uma determinada área é importante para a compreensão dos aspectos morfoestruturais do ambiente. Os estudos integrados iniciam nessa primeira avaliação, onde a análise setorizada dos componentes é necessária.

A partir da análise da geologia pode-se aferir diversos parâmetros, como o padrão de drenagem e a disponibilidade de águas subterrâneas por exemplo. Essa análise da geologia regional é local é fundamental para o início do levantamento geoambiental.

Acerca dos elementos envolvidos nas morfoestruturas regionais, Tricart (1977) ressalta a importância da tectônica e litologia. A primeira está relacionada aos

eventos geológicos pretéritos que formaram as grandes estruturas regionais, a destacar os escudos antigos, e a segunda relacionada à composição das rochas frente às intempéries dos agentes externos.

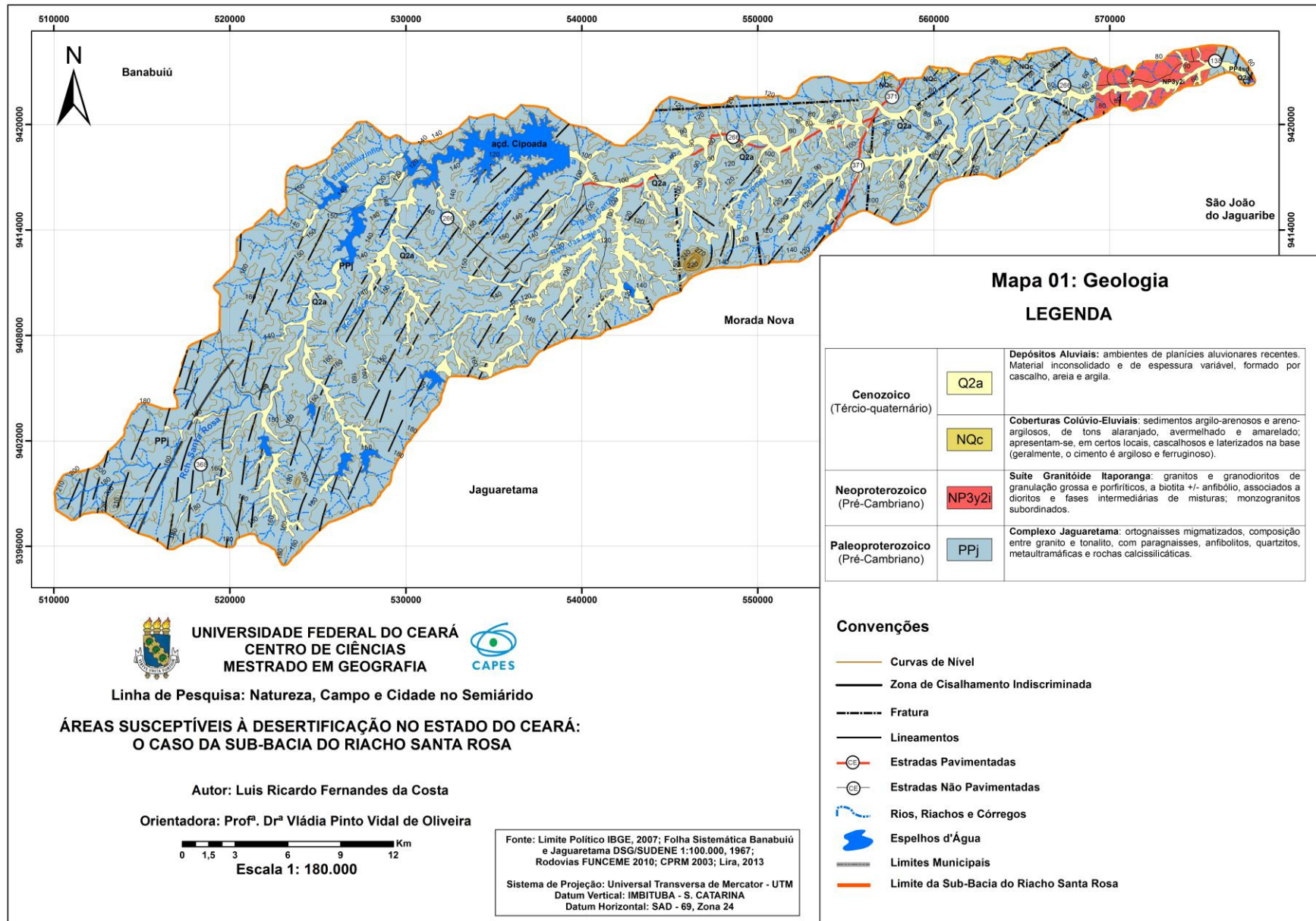
Para Penteado (1978), o conhecimento das rochas é importante porque influem na forma, na dimensão e na evolução do relevo. Em alguns locais as rochas se dispõem em delgadas camadas dispostas horizontalmente, dobradas ou quebradas. Em outras elas constituem massas espessas e compactas, caracterizando dessa forma o aspecto estrutural (PENTEADO, 1978).

As condições geológicas locais, juntamente com variáveis climáticas, serão variáveis relevantes para a compreensão do relevo como percebemos nas palavras da autora

Umás rochas são resistentes, outras tenras. A maior ou menor resistência aos agentes erosivos depende da origem e constituição das rochas-aspecto litológico. Rochas tenras tendem a formas vales enquanto as resistentes mantêm as cristas, escarpas, planaltos e divisores. Conseqüentemente as formas de relevo refletem a forma e a constituição das massas rochosas originais. Logo, um primeiro passo para o estudo geomorfológico é o conhecimento das rochas, a sua composição, as propriedades físicas e químicas, formas características de ocorrência, processos de origem e idade geológica (PENTEADO, 1978, p. 19).

A geologia da sub-bacia do Riacho Santa Rosa (Mapa 1) é composta predominantemente por rochas do embasamento cristalino, a destacar o Complexo Jaguaretama, constituído predominantemente de ortognaisses migmatizados, composição entre granito e tonalito, como paragnaisses, anfibolitos e quartzitos (CPRM, 2003).

Mapa 1: Geologia da Sub-bacia do Riacho Santa Rosa



A segunda unidade geológica observada se apresenta como a Suite Granitoide Itaporanga, composta predominantemente por granitos e granodioritos (CPRM, 2003).

A terceira unidade averiguada nas análises são os depósitos Cenozoicos (Tércio-quadernários) (CPRM, 2003). Essa unidade apesar de expressar uma cartografia ínfima foi preservada devido ao reflexo na contextualização dos solos e sistemas ambientais que será descrita adiante.

Ao observar a organização da drenagem é possível perceber a ligação desta com os lineamentos e fraturas locais, organizando dessa forma grande parte dos afluentes do Riacho Santa Rosa assim como o rio principal da bacia.

A geomorfologia da área é caracterizada pelas depressões sertanejas, superfícies desenvolvidas em depressões interplanálticas, oriundas de aplainações modernas, referíveis ao Plioceno e ao Quaternário Inferior (AB'SABER, 1974).

Segundo Ab'saber (1974) essas depressões, de grandes extensões, exibem rasas colinas sujeitas a climas quentes semiáridos e a drenagens intermitentes e sazonais.

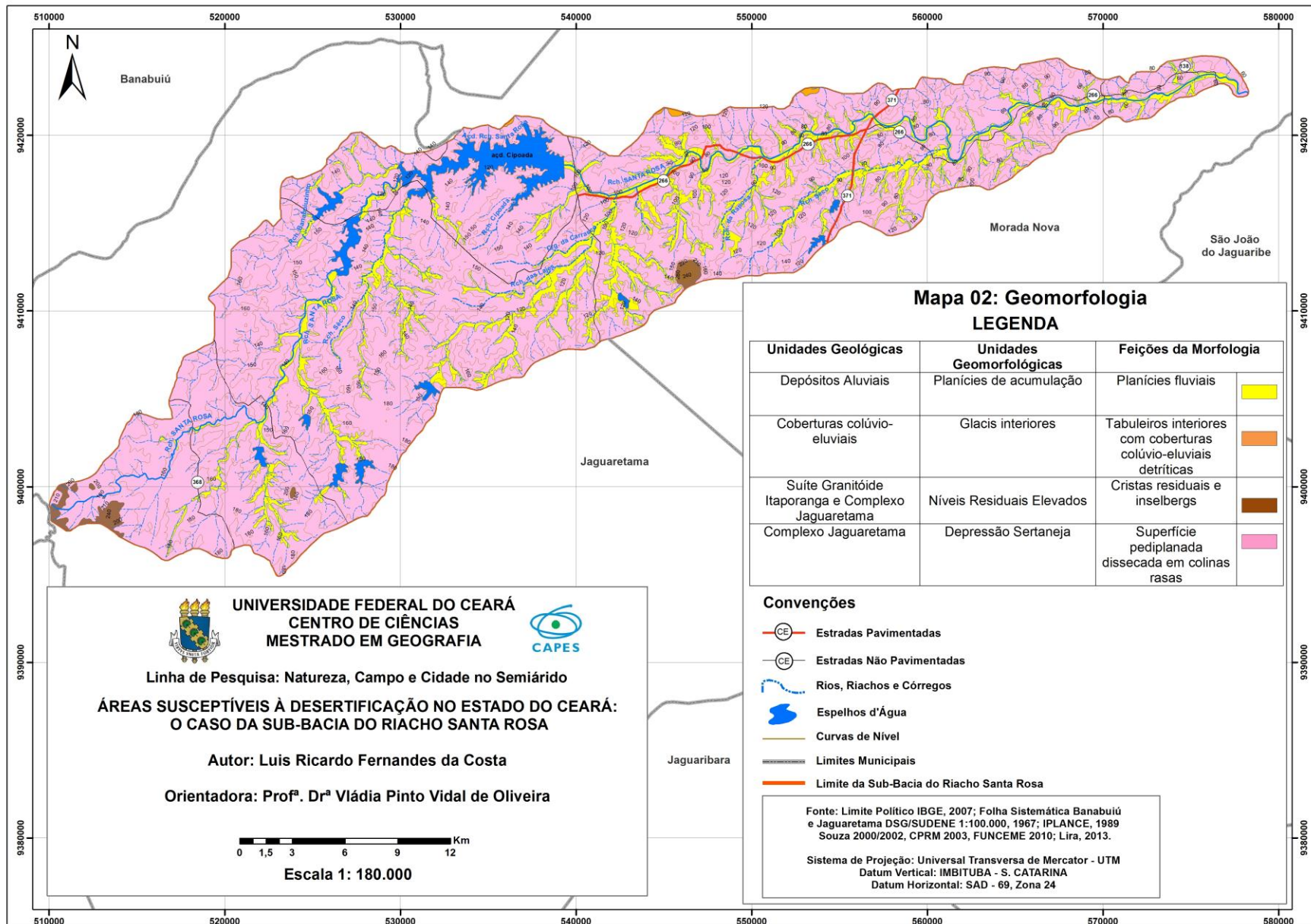
Souza (1988), referindo-se ao Estado do Ceará, ressalta que as depressões sertanejas estão situadas em níveis altimétricos inferiores a 400 m, englobando cerca de 100.000 km², ou seja, 70% do território estadual. Dispõem-se na periferia dos grandes planaltos sedimentares ou embutidas entre estes e os maciços residuais.

As condições geomorfológicas da sub-bacia do Riacho Santa Rosa (Mapa 2), são expressas essencialmente pela condição de aridez, expressa na conjuntura de um vasto Pediplano, condicionado através dos pedimentos que se inclinam desde a base dos maciços residuais (SOUZA, 1988).

Dentre as unidades geomorfológicas que compõem a área da bacia, além da depressão sertaneja, têm-se as planícies de acumulação, glaciais interiores e os níveis residuais elevados.

As planícies de acumulação bordejam grande parte das calhas dos rios que compõem a bacia, a destacar o rio principal, essa característica essencialmente geomorfológica repercute em diversos fatores, como a própria configuração fitogeográfica e morfopedológica.

Mapa 2: Geomorfologia da Sub-bacia do Riacho Santa Rosa



O caráter intermitente dos rios tem repercussão na própria gênese dos ambientes semiáridos, já que grande parte dos detritos fica à mercê dos processos erosivos nas calhas fluviais. Tal fato tem impacto na formação dos ambientes pediplanados, ou seja, o material despejado nos vales estará disponível para a ação pluvial subsequente (TWIDALE, 2000).

Os glaciais interiores configuram-se como áreas preponderantemente planas, constituídos pelas coberturas colúvio-eluviais e localmente designados como tabuleiros interiores.

No interior da bacia, devido ao alto grau de aplainamento da área, a ocorrência de níveis residuais elevados é irrisória, mas vale destacar a ocorrência de inselberg na área da bacia, conhecido na região como Serra da Santa Marta.

Figura 8: Depressão Sertaneja na área de pesquisa.
Ao fundo a vista da Serra da Santa Marta.



Fonte: acervo do autor (2013).

As falhas, fraturas e lineamentos fazem parte do contexto geológico da bacia hidrográfica, o que influencia dessa maneira as formas de relevo da superfície terrestre. Nesse ponto vale ressaltar a importância da Falha Orós no contexto regional da sub-bacia do Riacho Santa Rosa.

A falha Orós faz parte do Sistema Orós-Jaguaribe, localizado na porção da Província Borborema. Apresenta-se, atualmente, como uma zona linear contínua, de forma sigmoidal, de perto de 500 km de extensão, constituída por duas sequências meta vulcano-sedimentares marginais lineares, paralelas, separadas por porções de embasamento mais antigo (PARENTE & HENRIARTHAUD, 1995).

A contextualização geológico-geomorfológica desse trecho é importante pelo fato dos níveis residuais elevados situados a oeste da bacia, onde é observada a Falha de Orós, se comportarem como um divisor de águas, constituindo dessa maneira as nascentes do Riacho Santa Rosa.

Na figura 9 pode-se perceber essas características regionais expressas através de bloco diagrama.

Quadro 3: Síntese dos componentes geológico-geomorfológicos da sub-bacia hidrográfica do riacho santa rosa

Unidade Litoestratigráfica	Unidades Geomorfológicas	Feições da Morfologia
Depósitos aluviais	Planícies de acumulação	Planícies fluviais
Coberturas colúvio-eluviais	Glacis interiores	Tabuleiros interiores com coberturas colúvio-eluviais detríticas
Suíte Granitóide Itaporanga e Complexo Jaguaretama	Níveis residuais elevados	Cristas residuais e agrupamentos de inselberg
Complexo Jaguaretama	Depressão sertaneja	Superfície pediplanada dissecada em colinas rasas

Fonte: Organizado pelo autor (2013).

No quadro 3 pode-se visualizar a síntese com componentes geológico-geomorfológicos da sub-bacia do Riacho Santa Rosa. O quadro foi organizado com o objetivo de facilitar a relação geologia/geomorfologia, para que dessa forma a análise de ambas estivesse em conjunto.

3.3 Condições hidroclimáticas

As condições hidroclimáticas da região nordeste do Brasil podem ser consideradas como um complexo conjunto influenciado por diversos fatores. A enorme extensão territorial da Região Nordeste, o relevo – constituído por amplas planícies, por vales baixos, geralmente inferiores a 500 m, entre superfícies que se alçam, muitas vezes, a cotas de 800 m na Borborema, Araripe, Ibiapaba e de 1.200 m na Diamantina – somados à conjugação de diferentes sistemas de circulação atmosférica, tornam a climatologia desta Região uma das mais complexas do mundo (NIMER, 1979).

O clima regional, predominantemente semiárido, apresenta irregularidades pluviométricas temporo-espaciais. O regime pluviométrico é do tipo tropical com um curto período chuvoso e um prolongado período de estiagem.

A marcada irregularidade pluviométrica atinge máximos de estiagem, ocorrendo secas calamitosas e também chuvas excepcionais que provocam cheias, primordialmente nas áreas adjacentes aos grandes vales fluviais, como por exemplo, o caso do rio Jaguaribe (SOUZA, OLIVEIRA & GRANGEIRO, 2002).

As chuvas no Ceará se concentram principalmente nos meses de fevereiro/março/abril, quando o estado fica sob a influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), principal sistema atmosférico causador da precipitação (ZANELLA, 2007).

De forma geral, segundo Ferreira & Mello (2005 *apud* UVO & BERNDTSSON, 1996), quatro mecanismos governam o regime de chuva na região: 1) Eventos El Niño-Oscilação Sul (ENOS); 2) Temperatura da superfície do mar (TSM) na bacia do oceano Atlântico, Ventos Alísios, Pressão ao Nível do Mar (PNM); 3) Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o oceano Atlântico, 4) Frentes Frias, e 5) Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN). Vale destacar também a atuação das linhas de Instabilidade (LI), dos Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) e do efeito marítimo e terrestre na precipitação.

A seguir é realizada uma breve descrição dos principais condicionantes hidroclimáticos da sub-bacia do Riacho Santa Rosa, ao apresentar os dados dos principais postos pluviométricos e considerações acerca das condições hídricas locais.

Condições Hidroclimáticas da Sub-bacia Hidrográfica

Diante do exposto acerca dos sistemas que influenciam na dinâmica hidroclimatológica do Nordeste Brasileiro, cabe destacar as características hidroclimáticas da sub-bacia hidrográfica do Riacho Santa Rosa.

Para tanto, foram utilizados dados de precipitação de cinco postos pluviométricos (Quadro 4) três postos dentro da bacia, e dois nas imediações da mesma. A escolha dos postos foi feita devido à disponibilidade dos dados, assim como a melhor forma de expressar a dinâmica hidroclimática da área de pesquisa.

Quadro 4: Localização dos postos pluviométricos

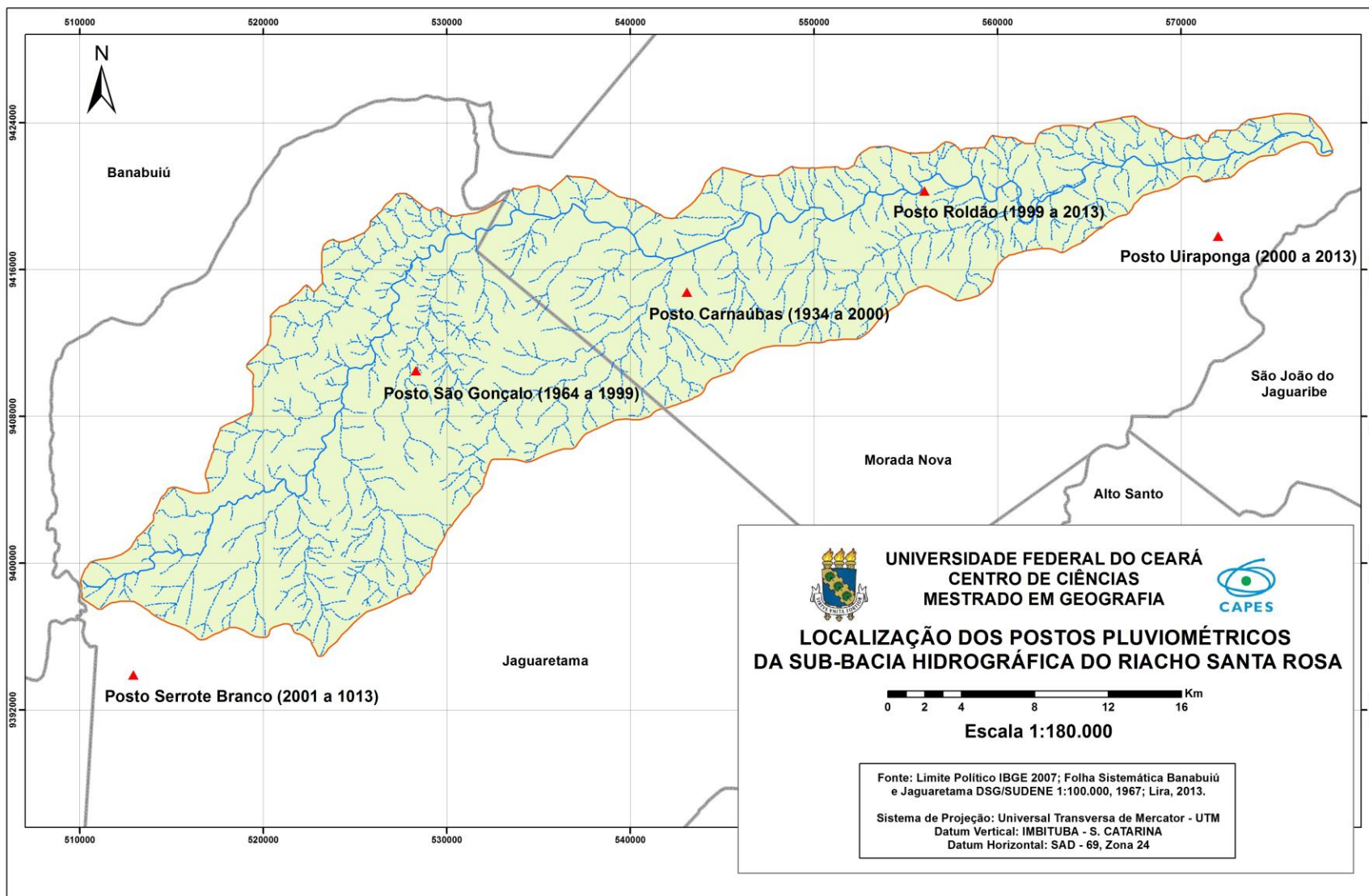
Municípios	Postos	Localização	Altitude
Jaguaretama	Serrote Branco	LAT:- 5°29'0" LONG: -38°53'0"	214
Jaguaretama	São Gonçalo	LAT: -5°20'0" LONG: -38°44'0"	120
Morada Nova	Carnaúbas	LAT: -5°17'0" LONG: -38°36'0"	90
Morada Nova	Roldão	LAT: -5°14'0" LONG: 38°28'0"	200
Morada Nova	Uiraponga	LAT: -5°16'0" LONG: -38°21'0"	55

Fonte: Organizado pelo autor (2013).

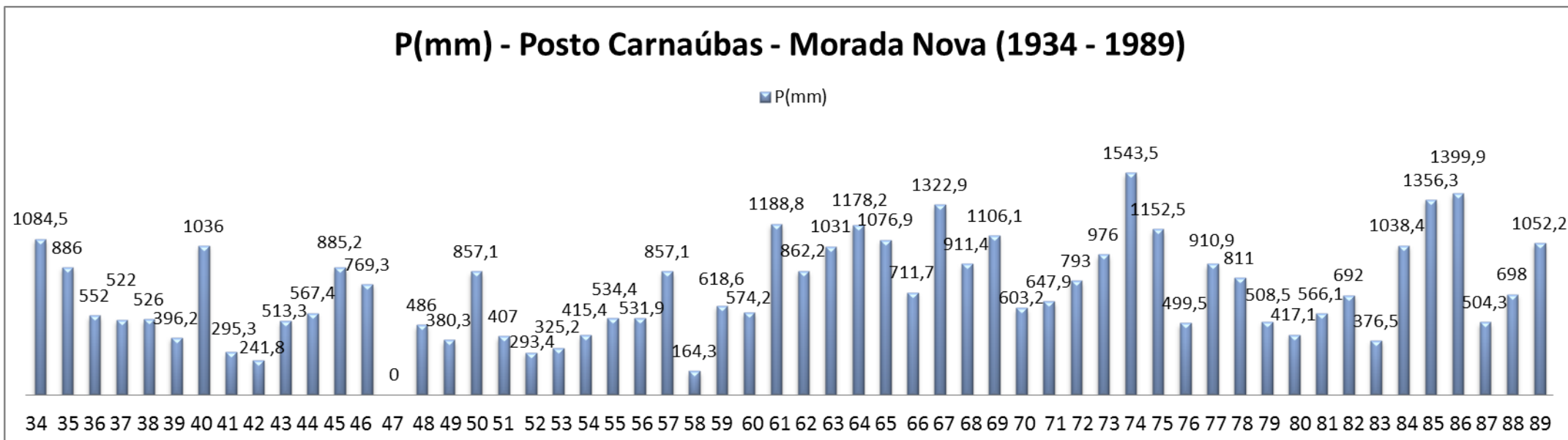
Optou-se por realizar a análise a partir da disponibilidade de séries pluviométricas oferecidas pelos postos, o que resultou num certo descompasso das tabelas e gráficos, mas que se acredita não comprometer a discussão acerca da dinâmica hidroclimatológica local levando em consideração o grau de proximidade dos dados.

Na análise das séries percebeu-se o alto grau de irregularidade das chuvas na área, efeito marcante em ambientes submetidos a climas semiáridos. As totais pluviométricas expressam essa irregularidade temporoespacial.

Figura 9: Localização dos postos pluviométricos da sub-bacia hidrográfica do riacho Santa Rosa e áreas adjacentes

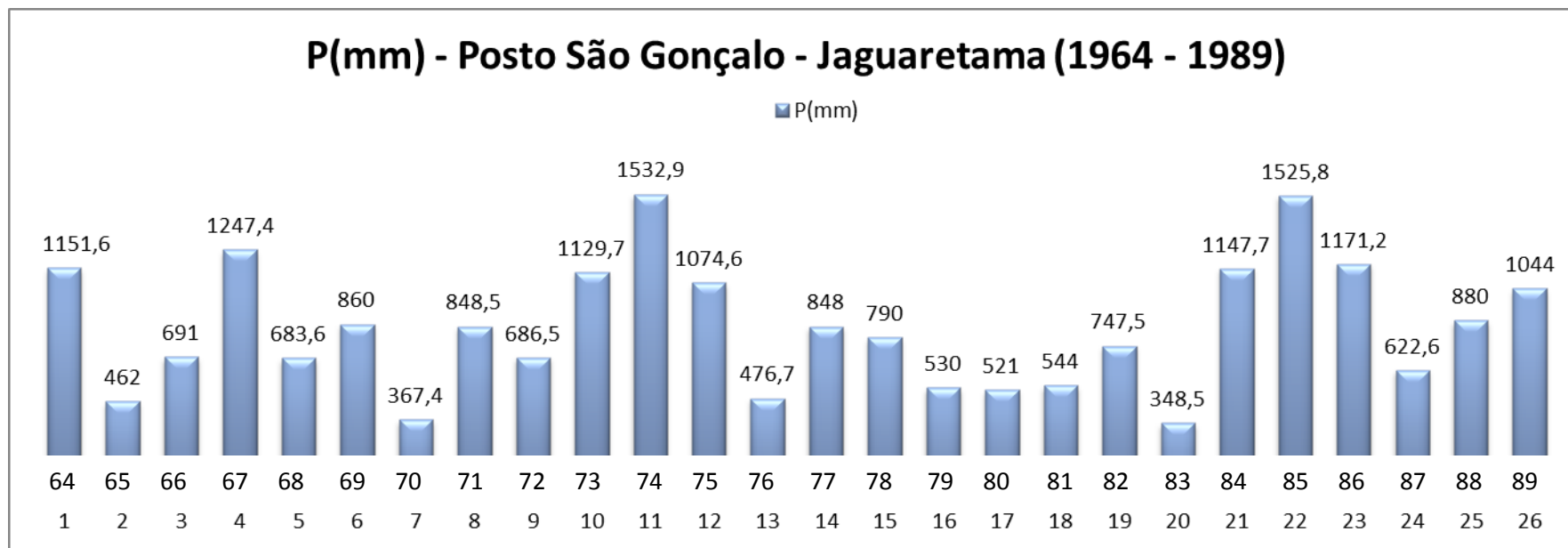


Fonte: Organizado pelo autor (2013).



Fonte: FUNCEME (2013).

Gráfico 2: Série histórica do posto São Gonçalo (1964 – 1989)



Fonte: FUNCEME (2013).

O balanço hídrico é uma variável importante na análise de qualquer ambiente, seja este em condições climáticas mais secas ou mais úmidas. Através do balanço de água que entra e sai é possível determinar o período por qual sistema hidroclimático local se distribui e dessa forma estipular melhor suas potencialidades e limitações.

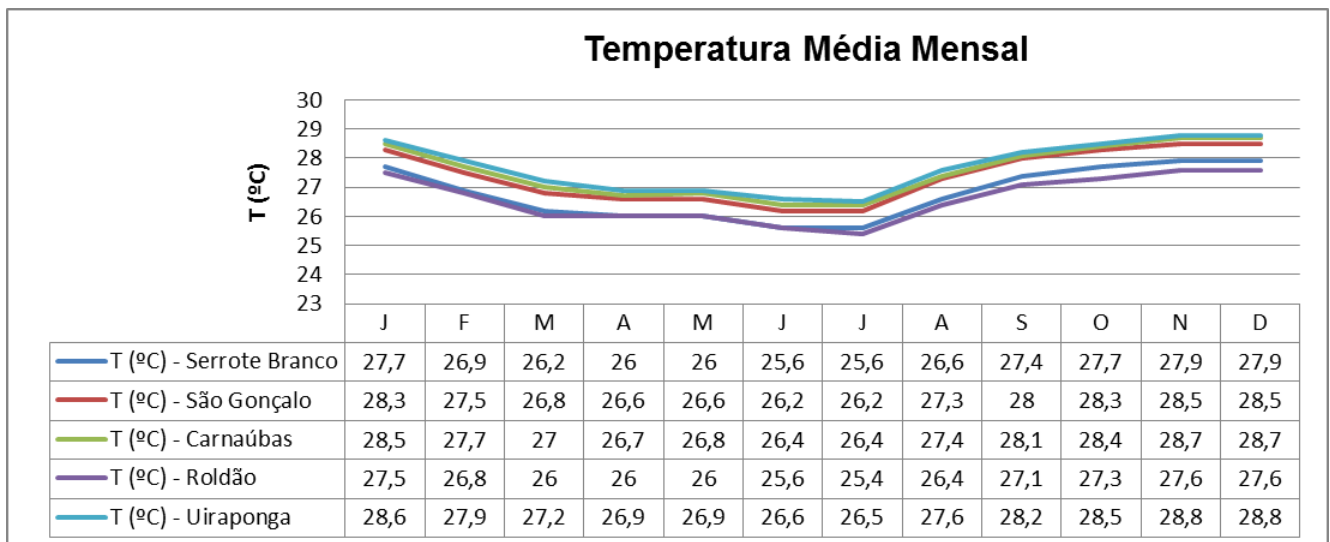
Para tanto, Sentelhas & Angelocci (2009), ao discutir o balanço hídrico, enfatizam que este nada mais é do que o cômputo das entradas e saídas de água de um sistema, onde várias escalas espaciais podem ser consideradas para se contabilizar o balanço hídrico.

O balanço hídrico climatológico foi desenvolvido inicialmente com o objetivo de se caracterizar o clima de uma região, de modo que tem sua base nos estudos de Thornthwaite na década de 1940 (SENTELHAS & ANGELOCCI, 2009).

Para a discussão acerca do balanço hídrico na sub-bacia, utilizaram-se os três postos pluviométricos localizados dentro da sub-bacia, os dois postos localizados fora dos limites da área de pesquisa não foram considerados no balanço hídrico.

Para caracterização foram selecionados dos três postos dentro da bacia anos representativos de seca, período habitual e do período chuvoso de acordo com a disponibilidade de cada série dos postos identificados.

Gráfico 3: Temperaturas médias estipuladas através do software CELINA



Fonte: Organizado pelo autor (2013).

Figura 10: Resultado para o balanço hídrico do posto São Gonçalo (Período seco – 1983)



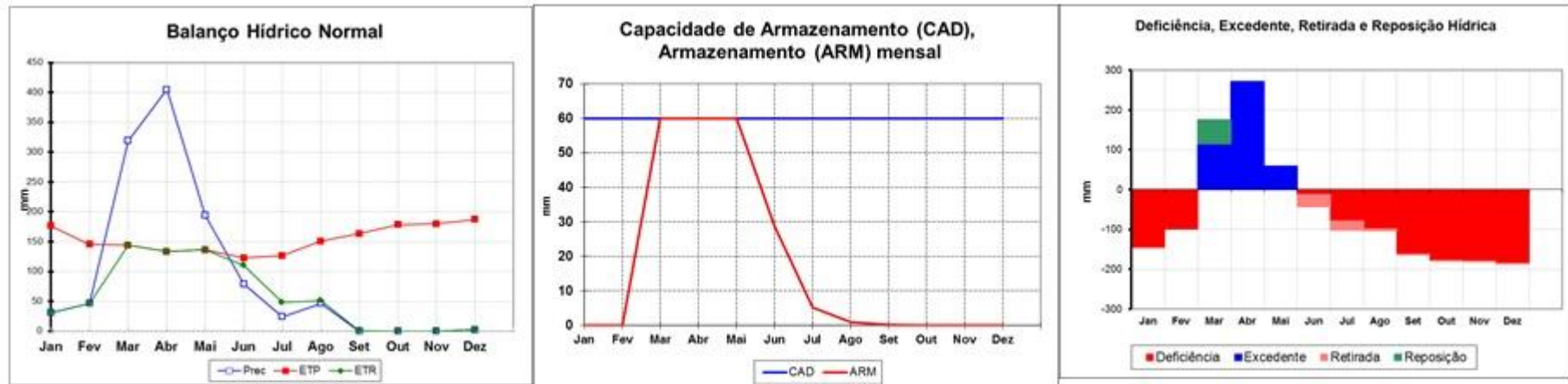
Fonte: organizado pelo autor (2013).

Figura 11: Resultado para o balanço hídrico do posto São Gonçalo (Período habitual – 1988)



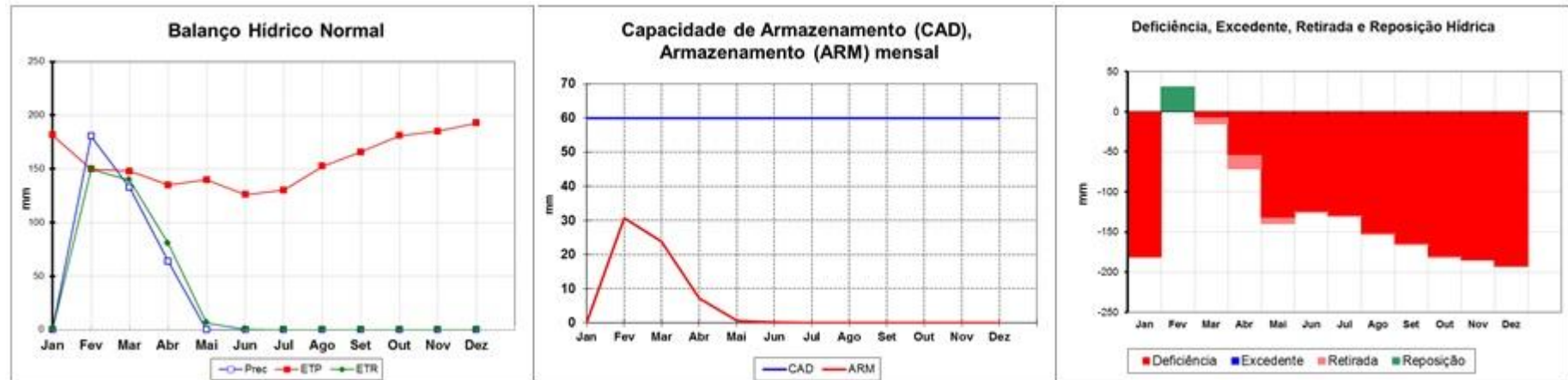
Fonte: organizado pelo autor (2013).

Figura 12: Resultado para o balanço hídrico do posto São Gonçalo (Período chuvoso – 1984)



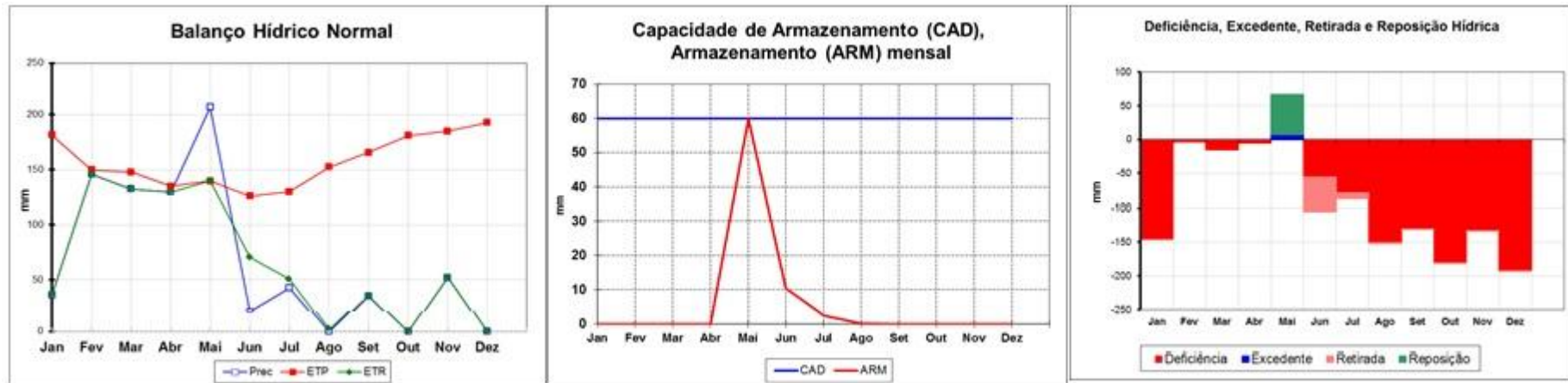
Fonte: organizado pelo autor (2013).

Figura 13: Resultado para o balanço hídrico do posto Carnaúbas (Período seco – 1983)



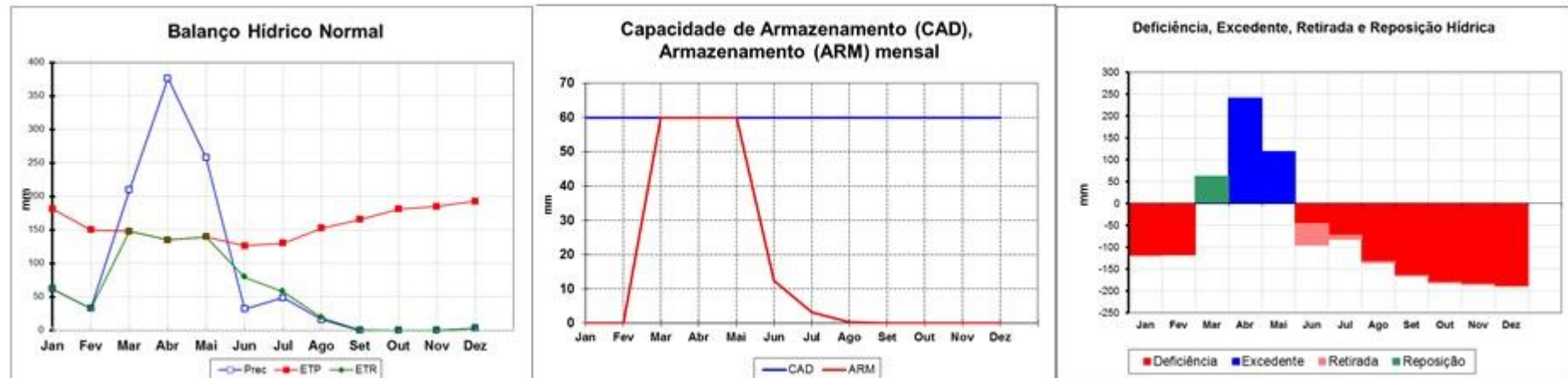
Fonte: organizado pelo autor (2013).

Figura 14: Resultado para o balanço hídrico do posto Carnaúbas (Período habitual – 1978)



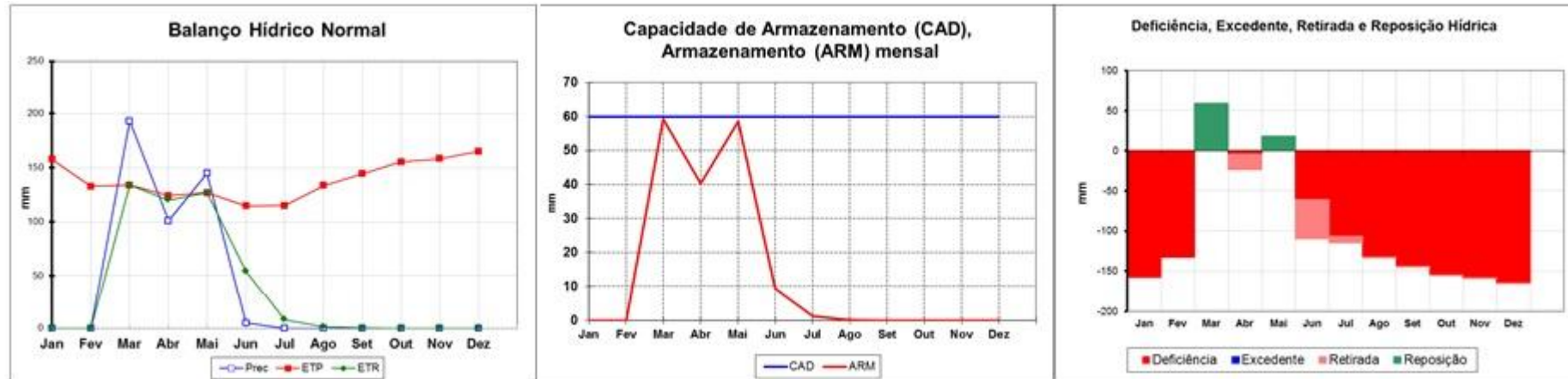
Fonte: organizado pelo autor (2013).

Figura 15: Resultado para o balanço hídrico do posto Carnaúbas (Período chuvoso – 1984)



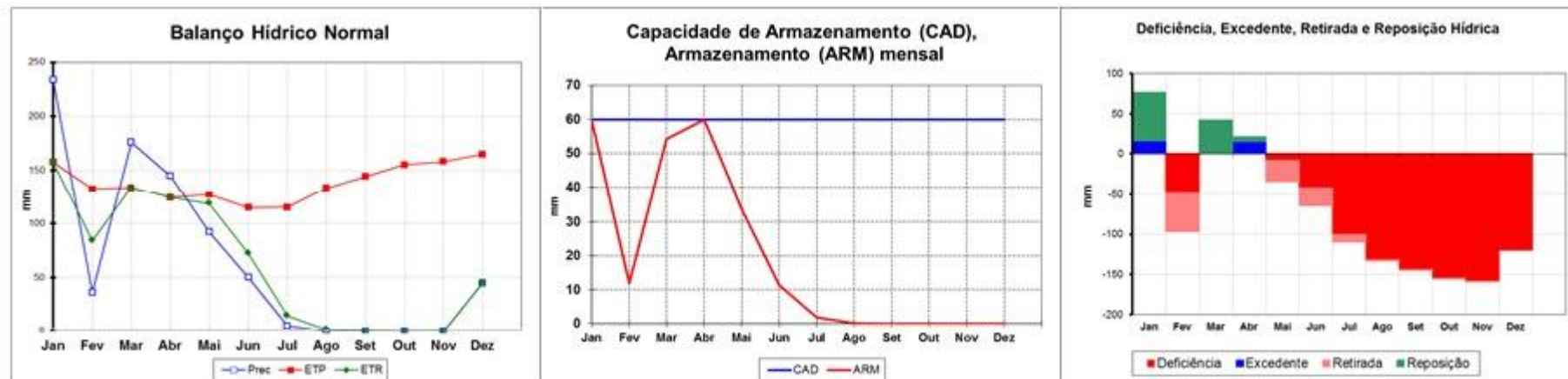
Fonte: organizado pelo autor (2013).

Figura 16: Resultado para o balanço hídrico do posto Roldão (Período seco – 2005)



Fonte: organizado pelo autor (2013).

Figura 17: Resultado para o balanço hídrico do posto Roldão (Período habitual – 2002)



Fonte: organizado pelo autor (2013).

Figura 18: Resultado para o balanço hídrico do posto Roldão (Período chuvoso – 2009)



Fonte: organizado pelo autor (2013).

Para a análise do balanço hídrico levou-se em consideração as precipitações que representassem um ano considerado seco, habitual e chuvoso. As temperaturas médias de cada posto foram estipuladas com uso do *software* CELINA, com uso das coordenadas e altitude de cada posto analisado.

Em geral as temperaturas se comportam de forma semelhante, o que é esperado em uma região homogênea do ponto de vista climático.

O balanço hídrico foi efetivado com a manipulação dos dados de precipitação, temperatura, latitude e a capacidade disponível de água no solo (CAD), que para os parâmetros físico-hídricos do mosaico de solos que compõem a sub-bacia ficou estipulado em 60 mm. O cálculo do balanço hídrico foi realizado através da planilha do DCE-ESALQ/USP, desenvolvida por Rolim e Sentelhas.

Na análise dos gráficos é possível observar a alta concentração de chuvas no primeiro semestre do ano, principalmente nos meses de fevereiro, março, abril e maio, e um déficit na disponibilidade de água nos meses seguintes.

Nos anos secos é possível observar a grande falta de água para o sistema local, comprometendo mais diversas atividades, sejam elas econômicas e de própria convivência em ambientes dessa natureza. Cabe destacar a seca severa ocorrida no ano de 2012, que trouxe inúmeros prejuízos para as populações locais, principalmente aquelas que dependem da agricultura.

Em anos habituais foi possível observar os benefícios ocasionados pelas precipitações no primeiro semestre do ano, com excedente e reposição hídricos principalmente nos meses de março, abril e maio.

Característica singular do semiárido é a variabilidade das chuvas, e destacando-se os anos analisados, os anos considerados chuvosos de 2004 e 2009, que apesar de trazer oferta hídrica para as mais diferentes demandas, trouxe diversos prejuízos devido ao grande volume de água numa escala de tempo reduzida.

De acordo com os gráficos é possível confirmar a grande concentração de chuvas nos primeiros meses do ano, fato influenciado principalmente pela ZCIT e ocasionalmente por outros sistemas de menor escala. Outro ponto a ser levantado é que mesmo o contingente de chuvas seja considerável no ano, o déficit será efetivado em decorrência da má distribuição e irregularidade das precipitações.

As condições hídricas estão na dependência de uma condição climática bastante instável, dependendo, na maioria das vezes, de chuvas irregulares que ocorrem no primeiro semestre do ano.

Uma das formas de combater a perda de água é usar de alternativas para armazená-la, ou seja, evitar que a mesma se perca pelas altas taxas de evapotranspiração e pelo escoamento superficial.

Dentre as alternativas mais usadas no Estado do Ceará destaca-se a construção de açudes, ou seja, grandes reservatórios de água. Esses reservatórios têm o papel de exercer a segurança hídrica de várias comunidades, por isso precisam ser bem geridos e monitorados.

A sub-bacia hidrográfica, com seu padrão de drenagem preferencialmente dendrítico, devido ao substrato rochoso ser majoritariamente homogêneo e impermeável. A área ainda conta com o açude Cipoada (figura 19), localizado no Município de Morada Nova e com capacidade para 86.090.000m³ (COGERH, 2009).

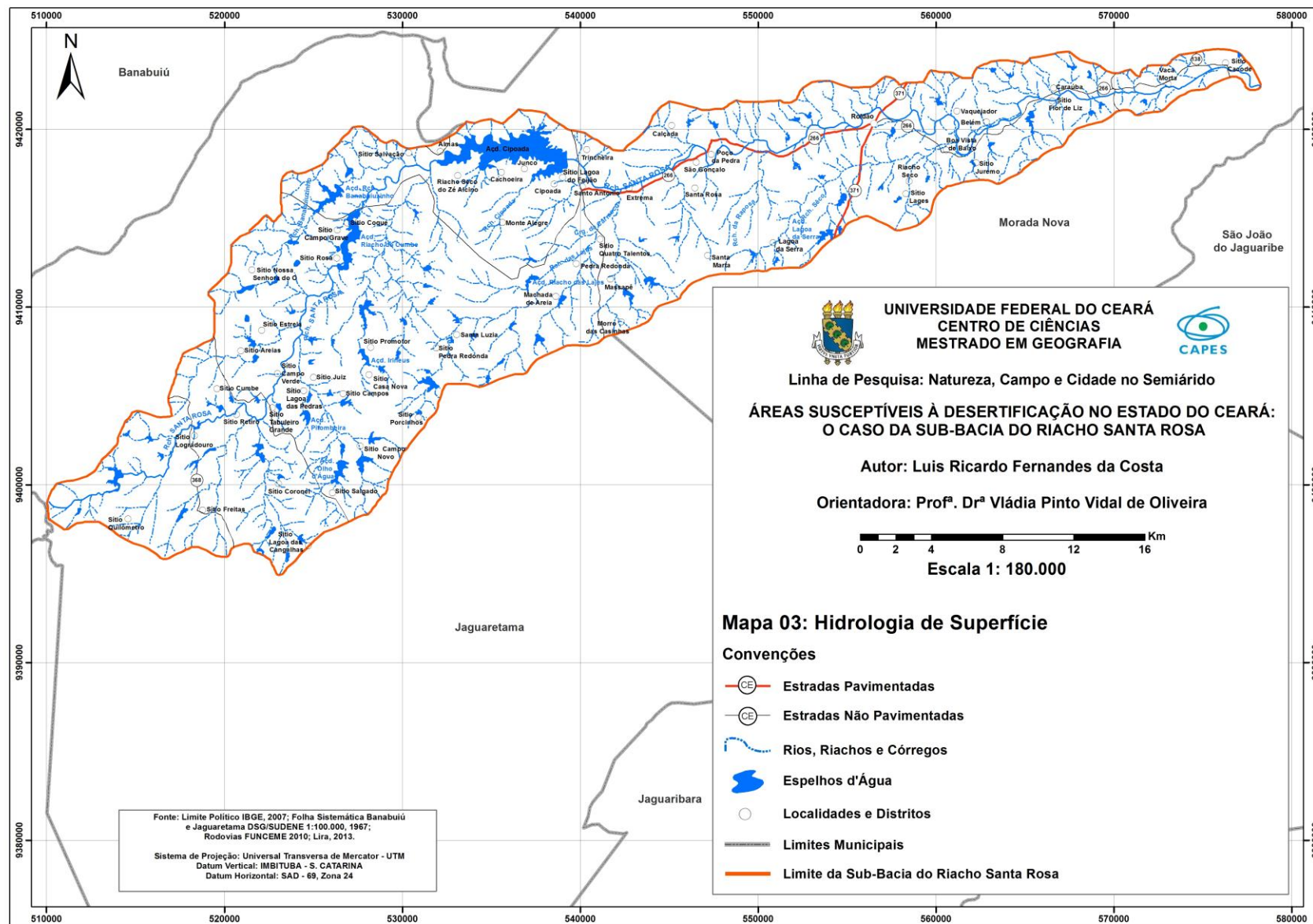
Jaguaretama e Morada Nova até o ano de 2002 possuíam respectivamente 22 e 198 poços perfurados, como uma qualidade no nível dos sais que variava de baixa a média (COGERH, 2009).

Figura 19: Vista do açude Cipoada, município de Morada Nova



Fonte: Acervo do autor (2013).

Mapa 3: Hidrologia de superfície da Sub-bacia do Riacho Santa Rosa



3.4 Características morfopedológicas e cobertura vegetal

As características morfopedológicas se caracterizam como um elemento importante na compreensão dos componentes da paisagem. Relacionar os condicionantes do modelado com a gênese de solos é uma ferramenta importante na análise integrada do ambiente.

De acordo com Pereira & Silva (2007), os solos podem ser conceituados como unidades naturais que sustentam as plantas, dotados de propriedades e características singulares, cuja origem e evolução resultam, num determinado lugar, da ação conjunta do clima, organismos vivos, material de origem, relevo e tempo, os quais se constituem nos chamados fatores de formação.

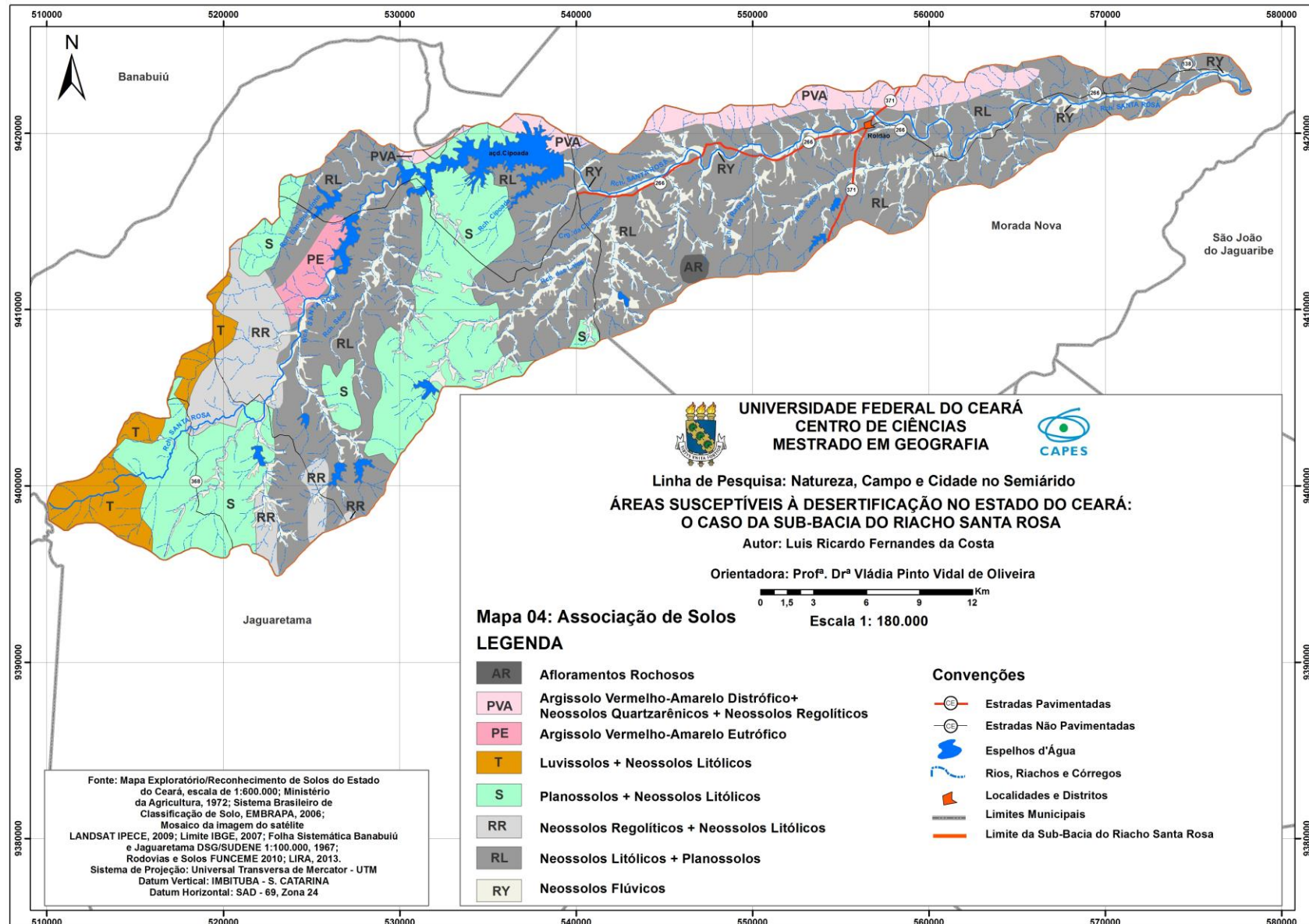
A área da sub-bacia é composta essencialmente por terrenos planos, o que propicia a ocorrência de Planossolos. As características de semiaridez acentuada refletem no pouco desenvolvimento e baixa espessura dos Neossolos Litólicos que compõem grande área da sub-bacia.

Nos limites setentrionais da área é possível observar a ocorrência de Argissolos Vermelho-Amarelo Distrófico associado aos tabuleiros interiores. No alto curso na sub-bacia, com declividades mais acentuadas, podemos encontrar a associação de Luvisolos, Neossolos Regolíticos e Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico.

Nas calhas fluviais, principalmente no médio e baixo curso da sub-bacia, a ocorrência de Neossolos Flúvicos associados aos Planossolos é marcante. Tal fato pode ser evidenciado pela presença de extensos carnaubais (*Copernicia prunifera*).

No Mapa 4 pode-se observar as principais classes de solos que ocorrem na sub-bacia hidrográfica do Riacho Santa Rosa.

Mapa 4: Associação de solos da Sub-bacia do Riacho Santa Rosa



Fonte: Lira e Costa (2013).

Neossolos Flúvicos

São solos pouco evoluídos, profundos a muito profundos com perfis comumente apresentando um horizonte A sobreposto a um C quase sempre composto por uma sequência de várias camadas diferenciadas, sobretudo pela textura e granulometria, e que não guardam, entre si, relações genéticas (PEREIRA & SILVA, 2007).

As características morfológicas destes solos variam muito de local para local e mesmo num determinado perfil, estando principalmente em função da natureza do material originário proveniente de deposições recentes (EMBRAPA, 1999).

Ao horizonte A seguem-se camadas estratificadas, normalmente sem relações pedogenéticas entre si, de composição e granulometria distintas e sem disposição preferencial. As características morfológicas destas camadas variam muito, principalmente em função da textura, que pode variar desde arenosa até argilosa (CEARÁ, 1973).

Na área da sub-bacia hidrográfica do Riacho Santa Rosa a ocorrência dos Neossolos Flúvicos está associada às calhas fluviais, com destaque para a várzea local e grande parte dos seus afluentes.

Figura 20: Perfil representativo do Neossolo Flúvico, comunidade Flor de Liz em Morada Nova.



Fonte: Acervo do autor (2013).

São solos de grande potencialidade para a agricultura, não sofrendo maiores restrições ao seu uso. Ocorrem nas várzeas dos principais cursos d'água do Estado, constatando-se que em alguns trechos essas várzeas chegam a ultrapassar os 10 km de largura, o que se pode verificar no baixo Jaguaribe (EMBRAPA, 1999).

Neossolos Litólicos

São solos pouco desenvolvidos, rasos a muito rasos, possuindo apenas um horizonte A diretamente sobre a rocha (R), ou sobre materiais desta rocha em grau mais adiantado de intemperização, constituindo-se um horizonte C com muitos materiais primários e blocos de rocha semi-intemperizadas de diversos tamanhos, sobre a rocha subjacente muito pouco intemperizada ou compacta (R) (EMBRAPA, 1999).

São solos que quimicamente podem ser de alta ou baixa fertilidade natural (eutróficos ou distróficos), com reação variando de fortemente ácido a praticamente neutro. Apresentam fortes limitações ao uso agrícola devido a vários fatores, como alta suscetibilidade à erosão, pedregosidade, rochosidade, pouca profundidade, falta d'água e aos fortes declives das áreas serranas (PEREIRA & SILVA, 2007).

Figura 21: Perfil representativo do Neossolo Litólico, comunidade Logradouro em Jaguaretama



Fonte: Acervo do autor (2013).

Estes solos ocorrem dispersamente distribuídos por todo o estado do Ceará, figurando em todas as zonas fisiográficas existentes. O material originário em grande parte corresponde ao saprolito de gnaisses, migmatitos e de granitos (EMBRAPA, 1999).

Na área de pesquisa são solos que recobrem grandes extensões. O clima semiárido se mostra como um grande fator de formação dessa classe de solo. Na área da bacia geralmente estão associados aos Planossolos.

Neossolos Regolíticos

Compreende solos pouco desenvolvidos, arenosos (muitas vezes com cascalho ou cascalhentos), profundos a moderadamente profundos com médios a altos teores de minerais primários facilmente decomponíveis nas frações areia e/ou cascalho (EMBRAPA, 1999).

Abrangem pequenas áreas dispersas por unidades geoambientais do litoral e dos sertões, sobretudo do baixo Jaguaribe, central e centro-norte, sob condições de relevo plano e suave ondulado (PEREIRA & SILVA, 2007).

Figura 22: Perfil representativo do Neossolo Regolítico, comunidade Sitio Freitas em Jaguaretama.



Fonte: Acervo do autor (2013).

Embora possuam pequenas extensões, são solos bastante utilizados com diversas culturas de subsistência, tais como mandioca, milho e feijão e cultura de algodão arbóreo e herbáceo, caju e mamona. (EMBRAPA, 1999).

Na área da bacia ocupam pequenas extensões, localizados principalmente no alto curso do Riacho Santa Rosa.

Planossolos

São solos rasos e pouco profundos que se caracterizam por apresentar perfis com horizontes A e E, ou mesmo desprovido de E, com textura arenosa sobre um horizonte Bt, às vezes em forma de colunas (estrutura colunar), de textura média ou argilosa. Em geral são imperfeitamente drenados, de cores acinzentadas e amarelo-claro acinzentadas. Desenvolvem-se geralmente em relevo plano a suave ondulado (PEREIRA & SILVA, 2007).

Estes solos compreendem trechos rebaixados e dissecados que acompanham os cursos d'água de regiões semiáridas do estado. O material de origem é constituído em grande parte por saprolito de gnaiss do Pré-Cambriano Indiviso, de micaxisto do Pré-Cambriano e de Plutônicas Ácidas (EMBRAPA, 1999).

Figura 23: Área de ocorrência de Planossolos, comunidade Várzea Redonda em Morada Nova.



Fonte: Acervo do autor (2013).

De modo geral são solos que se situam em áreas com fortes limitações pela falta d'água e que possuem elevado teor de sódio trocável nos horizontes subsuperficiais além de condições físicas muito desfavoráveis ao manejo e grande susceptibilidade à erosão, por menor que seja a declividade do terreno. Apresentam limitações por excesso d'água no período chuvoso e por falta d'água no período seco (EMBRAPA, 1999).

Na área da sub-bacia estão associados aos Neossolos Litólicos, recobrando grandes extensões. O relevo majoritariamente plano e as condições de semiaridez são condicionantes de ambientes dessa natureza.

Luvissolos

Compõem solos rasos e pouco profundos com perfis bem diferenciados do tipo A, Bt e C, de cores vermelhas ou avermelhadas, e textura argilosa e média. São solos férteis, moderadamente ácidos e praticamente neutros, dotados de forte presença de minerais primários na sua constituição, os quais se comportam como fonte potencial de nutrientes para as plantas (PEREIRA & SILVA, 2007).

É muito comum nas áreas destes solos a presença de pedregosidade superficial, constituída por calhaus e por vezes matacões, de quartzo, caracterizando um pavimento desértico. A erosão laminar nestes solos, muitas vezes, chega a ser severa ou em sulcos repetidos ocasionalmente ou com frequência (EMBRAPA, 1999).

Na área de ocorrência dos Luvissolos o relevo costuma ser plano até forte ondulado, constatando-se, porém, a predominância dos relevos suave ondulado. O material de origem é constituído principalmente por saprolito de micaxisto e gnaisses escuros, respectivamente referidos ao Pré-Cambriano (A) e Pré-Cambriano Indiviso (EMBRAPA, 1999).

Em grande parte são solos aproveitados para a pecuária, ocorrendo também o cultivo de pequenas culturas de subsistência, como milho e feijão, entre outras menos frequentes.

Comparado aos Planossolos e Neossolos Litólicos, essa classe abrange uma área de menor extensão na bacia, estando associada principalmente ao relevo suave ondulado a fortemente ondulado no alto curso da área de pesquisa.

Figura 24: Perfil representativo do Luvissole, comunidade Logradouro em Jaguaretama.



Fonte: Acervo do autor (2013).

Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico e Distrófico

Estes solos são caracterizados por apresentarem perfis profundos e muitos profundos com sequência de horizontes A, Bt e C, textura média a argilosa, sendo que o horizonte B possui acumulação de argila com teores mais elevados do que no A, implicando em diferença nítida de textura entre eles (PEREIRA & SILVA, 2007).

No Estado eles são distribuídos por muitas unidades geoambientais, tanto em relevos planos e suaves ondulados (áreas de tabuleiros), quanto em áreas movimentadas em serras cristalinas. Nos primeiros são comumente de baixa fertilidade natural (distróficos); nas segundas prevalecem os solos com média à alta fertilidade (eutróficos) (PEREIRA & SILVA, 2007).

São derivados de diversos materiais, até produtos de alteração de vários tipos de rochas cristalinas (Pré-Cambriano) (EMBRAPA, 1999).

Na classe dos distróficos a grande limitação decorre da sua baixa fertilidade natural e forte acidez, necessitando, portanto, o uso de fertilizantes, como pode ser observado no setor norte da bacia. Nessa área os Argissolos Vermelho-

Amarelos Distróficos estão relacionados com os tabuleiros interiores (Tércio-quaternários).

Figura 25: Perfil representativo do Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, comunidade Escuminha em Jaguaretama.



Fonte: Acervo do autor (2013).

Figura 26: Perfil representativo do Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, próximo ao distrito de Roldão em Morada Nova.



Fonte: Acervo do autor (2013).

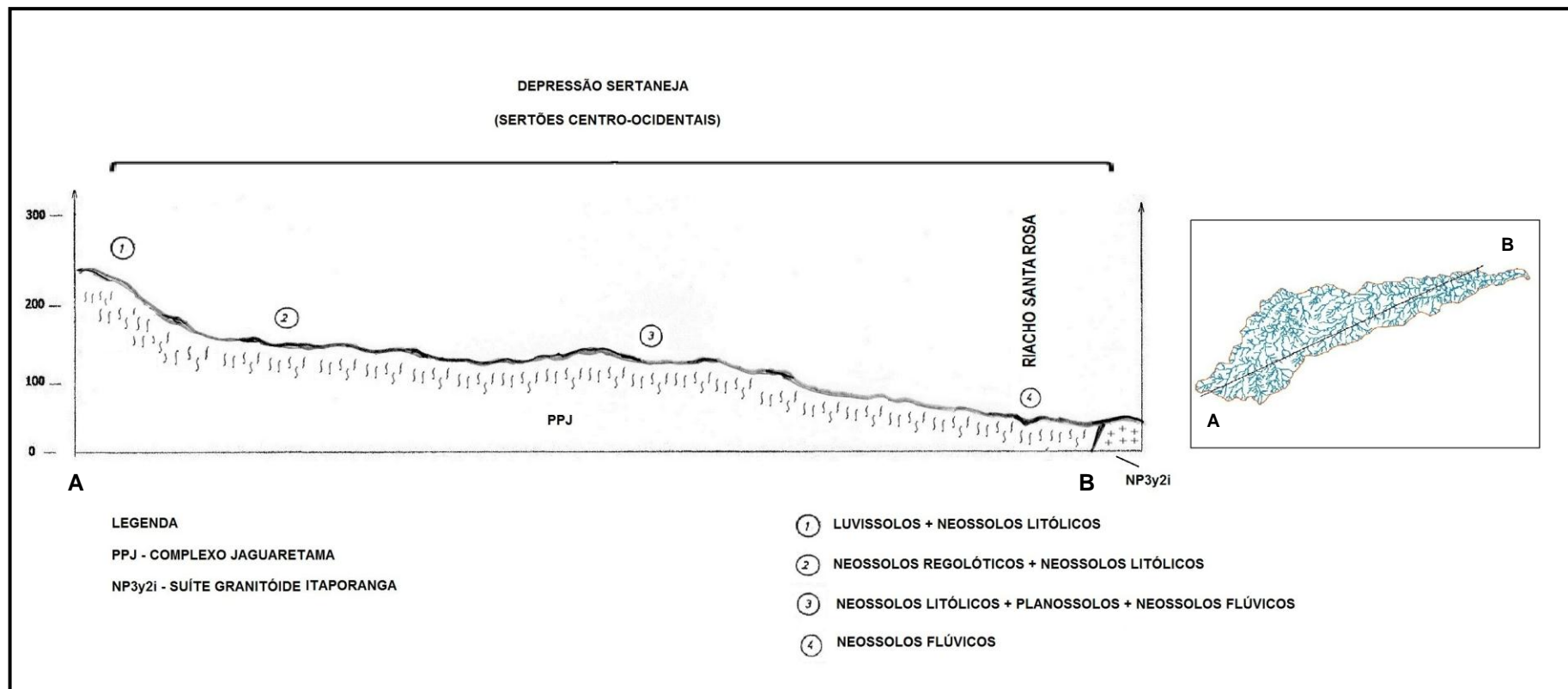
Os de caráter eutrófico ocupam uma pequena extensão na área de pesquisa, e sua gênese possivelmente está relacionada com sua localização em relevos suave ondulados do alto curso da sub-bacia. São solos que apresentam elevado potencial agrícola, entretanto apresentam, em algumas áreas, problemas com o relevo e por vezes com pedregosidade.

Quadro 5: Relação unidade geomorfológica e solo, assim como as características dominantes e as limitações de uso.

Unidade Geomorfológica	Solo	Características Dominantes	Limitações de Uso
Planícies Fluviais	Neossolos Flúvicos	Solos profundos, mal drenados, textura indiscriminada e fertilidade natural alta.	Drenagem imperfeita, risco de inundações e susceptibilidade a erosão.
Depressão sertaneja e maciços residuais	Neossolos Litólicos	Solos rasos, textura arenosa a siltosa e fertilidade natural média a alta.	Baixa espessura, pedregosidade e ocorrência frequente de afloramentos rochosos.
Depressão sertaneja	Neossolos Regolíticos	Solos medianamente profundos a profundos, bem drenados, textura arenosa e fertilidade natural média a alta.	Pedregosidade, ocorrência frequente de afloramentos rochosos e alta susceptibilidade a erosão.
Depressão sertaneja e planícies fluviais	Planossolos	Solos rasos a moderadamente profundos, mal drenados, textura indiscriminada e problemas com sais.	Deficiência ou excesso de água. Condições físicas adversas e susceptibilidade a erosão.
Depressão sertaneja	Luvisolos	Solos rasos a moderadamente profundos, mal drenados, textura areno-argilosa e fertilidade natural alta.	Baixa espessura, pedregosidade e ocorrência frequente de afloramentos rochosos.
Depósitos de acumulação colúvio-eluviais (tabuleiros interiores)	Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos e Distróficos	Solos profundos, bem drenados, textura areno-argilosa e fertilidade natural variando entre baixa, média e alta.	Baixa fertilidade natural (distrófico) e pedregosidade (eutrófico).

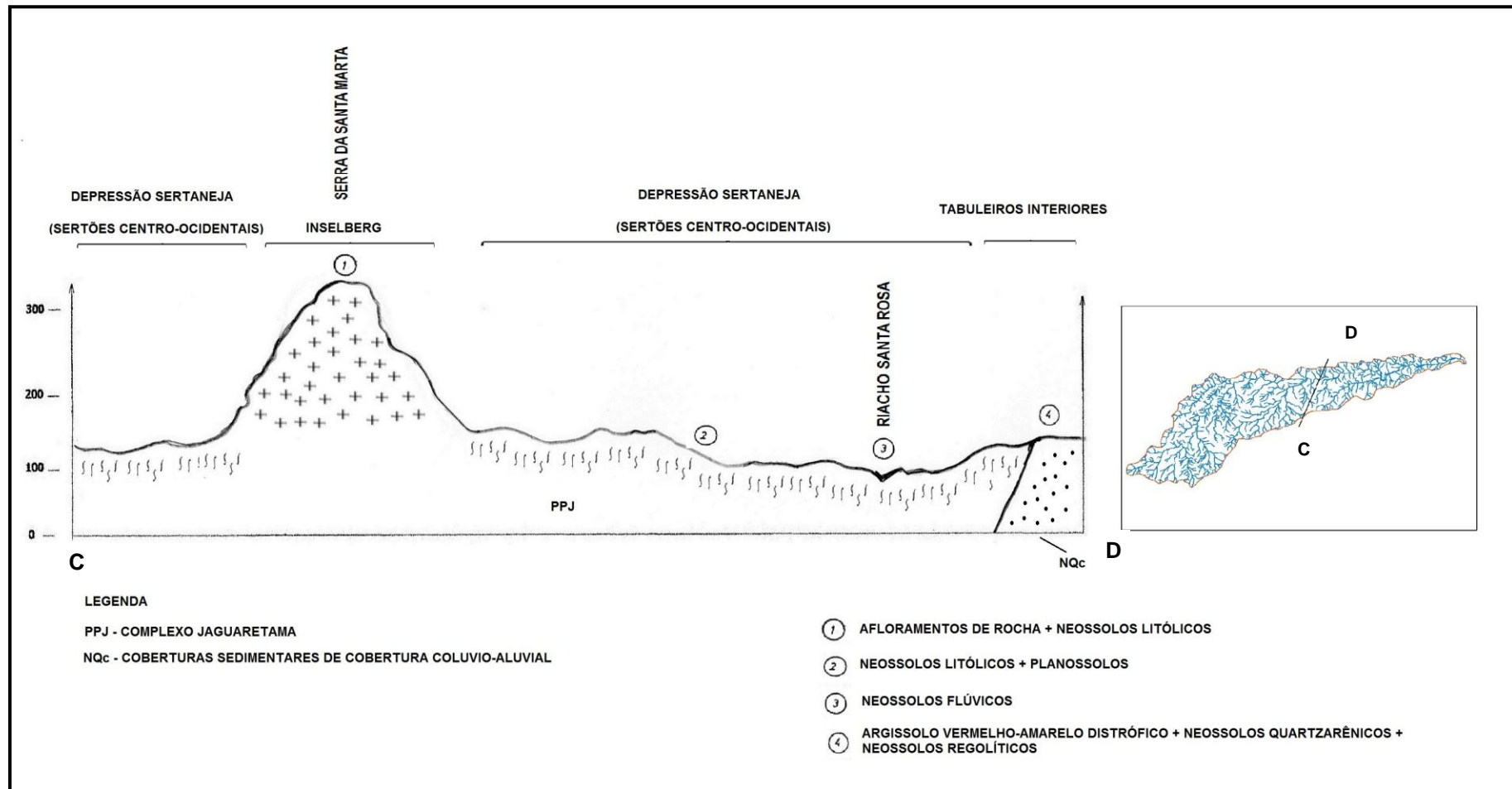
Fonte: Adaptado da Embrapa (1999) e Souza, Oliveira & Grangeiro (2002).

Figura 27: Secção transversal no sentido W-E da sub-bacia hidrográfica do riacho Santa Rosa mostrando as condições geológico-geomorfológicas, assim como a associação de solos.



Fonte: elaborado pelo autor (2013).

Figura 28: Secção transversal no sentido S-N da sub-bacia hidrográfica do riacho Santa Rosa mostrando as condições geológico-geomorfológicas, assim como a associação de solos.



Fonte: elaborado pelo autor (2013).

A vegetação pode ser compreendida como um reflexo dos outros componentes geoambientais, como o clima, os solos, as rochas, o relevo e os recursos hídricos como salientado por Souza (1981).

O recobrimento vegetal de uma região constitui a melhor resposta decorrente do jogo de combinações entre os componentes do potencial ecológico. Representando a melhor expressão sintética dos dados abióticos do ambiente, a vegetação interfere na ação dos processos morfoclimáticos, influi na pluviosidade, sobre a temperatura do solo ou do ar, sobre a umidade e sobre as águas correntes, sobre a morfogênese ou a pedogênese (SOUZA, 1981, p. 151).

A sub-bacia hidrográfica do Riacho Santa Rosa, mesmo com uma expressiva área, possui uma vegetação homogênea. Essa variedade é limitada devido à predominância do clima semiárido e a ausência de enclaves úmidos na área.

O grande contraste em relação aos aspectos vegetacionais está relacionado com as vastas planícies fluviais, principalmente no baixo curso da sub-bacia. Esse fator, majoritariamente geomorfológico, vai contrastar com os aspectos fisionômicos de uma caatinga arbustiva ou arbórea.

A monotonia das caatingas é rompida apenas pela vegetação de tabuleiro, encontradas sobre os tabuleiros interiores, recobertos por Argissolos Vermelho-Amarelos.

De acordo com Fernandes (1990), podem ser identificadas três unidades fitoecológicas na área de pesquisa: vegetação de várzea, vegetação subperenifólia de tabuleiro e vegetação caducifólia de caatinga.

Vegetação de Várzea

Essas áreas são caracterizadas pela melhor disponibilidade de recursos hídricos por estarem sob a influência direta da ação fluvial. A espécie vegetal que melhor caracteriza essas áreas é a Carnaúba (*Copernicia prunifera*), que, segundo Fernandes & Bezerra (1990), ocorre no litoral e no interior sertanejo, sempre relacionada com as áreas marginais de faixas interfluviais e com as várzeas fluviais.

Bezerra *et al.*, (2003) ainda faz uma divisão entre dois tipos: mata ciliar com carnaúba e mata ciliar sem carnaúba. O primeiro tipo referente aos rios de

maior expressão e o segundo referente aos rios com canais marginais menores, sem condições para a existência de carnaubais.

De modo geral, além do extrativismo vegetal, que é efetuado através da retirada das palhas e a cera das carnaubeiras, esta unidade de vegetação é explorada pela agricultura de subsistência e pela pecuária extensiva. As atividades agropecuárias têm provocado desmatamentos e queimadas, o que leva à diminuição do potencial genético dessa vegetação (PEREIRA & SILVA, 2007).

Figura 29: Carnaubais (*Copernicia prunifera*) ao longo da calha fluvial do riacho Santa Rosa



Fonte: Acervo do autor (2013).

Vegetação Subcaducifólia de Tabuleiro

Vegetação que abrange os tabuleiros interiores, possuindo caráter dominante subcaducifólio, ou seja, a maior parte das árvores e arbustos perde sua folhagem no período de estiagem. Há um predomínio de espécies arbóreas, porém acompanhadas de um estrato arbustivo e outro herbáceo (PEREIRA & SILVA, 2007).

Nas áreas de tabuleiros interiores podemos observar a predominância do cajueiro (*Anarcadium occidentale*), associado a espécies arbustivas e arbóreas. Nessa unidade podemos observar o alto grau de alteração antrópica. Segundo

Pereira & Silva (2007), essa alteração é devido às condições do relevo local, por ser relativamente plano e possuir solos de certa forma favoráveis ao uso agrícola (Argissolos), a vegetação de tabuleiro foi intensamente desmatada.

Figura 30: Vegetação de tabuleiro fortemente degradada sobre Argissolo Vermelho



Fonte: Acervo do autor (2013).

Figura 31: Vegetação de tabuleiro alterada sobre Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico próximo ao distrito de Roldão em Morada Nova



Fonte: Acervo do autor (2013).

Vegetação Caducifólia de Caatinga

A grande expressão vegetacional inserida na área de pesquisa compreende a vegetação de caatinga. Podemos associar essa grande extensão vegetacional relacionando-a com as condições climáticas, em que o semiárido refletirá as condições específicas para o desenvolvimento dessa unidade vegetacional, como ressalta Fernandes & Bezerra (1990):

Sobre a área com todas as características de semi-aridez, constituindo-se na expressão sintética dos elementos físicos, surge uma vegetação reconhecidamente xerófila. Daí o xerofilismo, que expressa uma condição de sobrevivência ligada a um ambiente seco, ecologicamente com deficiência hídrica, onde a água disponível às plantas procede unicamente do curto período da estação chuvosa, já que seus solos são incapazes de acumular água. Tal condição de vida fez selecionar uma vegetação singular, cujos elementos florísticos expressam uma morfologia, uma anatomia e um mecanismo fisiológico convenientes para resistir ao ambiente xérico, de maior ou menor intensidade conforme as condições prevalentes (FERNANDES & BEZERRA, 1990, p. 167).

As caatingas com variados padrões fisionômicos e florísticos tendem a prevalecer onde as condições dos sertões se estabelecem. Elas ocorrem a partir do contato geológico entre os sedimentos da Formação Barreiras e as rochas do embasamento cristalino. Estendem-se então para o interior onde as deficiências hídricas se intensificam (SOUZA, 2000).

Figura 32: Ocorrência de caatinga arbustiva densa próxima a comunidade Sítio Areias em Jaguaretama.



Fonte: Acervo do autor (2013).

De acordo com Souza (2000), as caatingas podem apresentar padrão fisionômico arbóreo, onde as condições de semiaridez apresentam-se moderadas e os solos com fertilidade natural alta. À medida que as condições se tornam limitativas, as caatingas apresentam padrão fisionômico de caatinga arbustiva densa ou caatinga arbustiva aberta.

Figura 33: Ocorrência de caatinga arbustiva aberta na comunidade Sítio Flor de Liz em Morada Nova.



Fonte: Acervo do autor (2013).

Na área de pesquisa a vegetação de caatinga está bem alterada, fruto de um processo histórico de ocupação que veio a degradar essa unidade vegetacional. No Ceará o binômio gado-algodão foram duas atividades que em conjunto alteraram grande parte da vegetação de caatinga preexistente no território.

No quadro 6 podemos perceber a relação dos condicionantes naturais, nesse caso a destacar os fatores climáticos e geomorfológicos, as unidades vegetacionais inseridas na sub-bacia e as principais espécies vegetais.

A relação das condicionantes naturais e espécies vegetais observadas no quadro abaixo é baseada na interação dos aspectos do relevo e das condições climáticas. Essa relação é apontada por Oliveira (2002), autora que classifica os aspectos vegetacionais em climatófilas, geomorfófilas e mistas.

Quadro 6: Relação dos condicionantes naturais (climáticos e geomorfológicos) e as espécies vegetais predominantes.

Tipo	Denominação	Principais espécies características
Climatófilas	Vegetação caducifolia de caatinga	Catingueira (<i>Caesalpinia bracteosa</i>)
		Xiquexique (<i>Ploceurus gounelli</i>)
		Juazeiro (<i>Ziziphus joazeiro</i>)
		Facheiro (<i>Pilocereus squamosus</i>)
		Pinhão bravo (<i>Jatropha molissima</i>)
		Cumarú (<i>Torresea cearenses</i>)
		Mandacaru (<i>Cereus jamacaru</i>)
Geomorfófilas	Vegetação de várzea	Carnaúba (<i>Copernicia prunifera</i>)
		Oiticica (<i>Licania rígida</i>)
		Mulungu (<i>Erythrina velutina</i>)
		Pau branco (<i>Auxema onocalyx</i>)
Mistas	Vegetação subcaducifolia de tabuleiro	Cajueiro (<i>Anacardium occidentale</i>)
		Mororó (<i>Bauhinia unguata</i>)
		Jurubeba (<i>Solanum paniculatum</i>)

Fonte: Adaptado de Oliveira (2002).

As espécies climatófilas são representadas principalmente pela vegetação diretamente afetada pelo clima semiárido. As espécies geomorfófilas estão relacionadas às planícies fluviais, ou seja, um fator geomorfológico. E por fim as mistas são compreendidas como a interação das duas últimas, como a vegetação de tabuleiro por exemplo.

4 OS SISTEMAS AMBIENTAIS DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO SANTA ROSA

Por mais que observemos os sertões de forma homogênea não podemos esquecer que estes, inseridos na vasta depressão sertaneja, têm suas peculiaridades e características geoambientais que irão variar significativamente dependendo dos elementos que compõem a paisagem, sejam eles a geologia, geomorfologia, clima, pedologia, recursos hídricos e cobertura vegetal.

Além dessas variáveis geoambientais o uso e ocupação do solo é um ponto importante na análise integrada dos elementos que compõem o quadro natural, para que a partir de todos esses parâmetros se possam mensurar as potencialidades e fragilidades de determinado ambiente.

Não se pode desconsiderar na análise ambiental os elementos setoriais mencionados no capítulo anterior, assim como desconsiderar o histórico de uso e ocupação de determinada porção territorial. A análise integrada desses elementos permite visualizar as diversas conexões existentes na paisagem.

Decodificar essa paisagem, ou seja, associar de forma sistêmica os variados elementos naturais e socioeconômicos de forma clara, objetiva e coerente, permite visualizar não apenas as potencialidades e fragilidades de determinado sistemas ambiental, mas também proporcionar subsídios para visualizar cenários tendenciais e desejáveis.

Usufruir dessa ferramenta de cunho sistêmico se mostra válido dentro da análise ambiental. Com essa medida propõe-se uma divisão em cinco sistemas ambientais, que foram delimitados a partir de critérios geoambientais, levando em condição, variáveis como geologia, geomorfologia, solos, drenagem e cobertura vegetal.

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 e as feições do modelado são passíveis de uma delimitação mais precisa (SOUZA, 2007).

Embora a análise geomorfológica se mostre como um critério unificador para o ambiente, tal fato fica comprometido em decorrência da escala de trabalho e da própria dimensão da unidade geoambiental.

A bacia hidrográfica do Riacho Santa Rosa está inserida na depressão sertaneja, com exceção de poucas cristas residuais e planícies ribeirinhas. A área não tem grandes variações no relevo, o que impossibilitaria uma delimitação adequada usando exclusivamente o critério geomorfológico.

Como outro critério para a delimitação dos sistemas ambientais têm-se os parâmetros pedológicos. A utilização das associações de solo em conjunto com as formas de relevo tem uma capacidade de melhor sintetizar as variáveis geoambientais em áreas de depressão sertaneja (SOUZA, 2000).

Dessa forma foram delimitados cinco Sistemas Ambientais na sub-bacia hidrográfica, a saber: Sertões moderadamente dissecados de Jaguaretama; Sertões pediplanados de Morada Nova; planícies ribeirinhas e áreas de inundação sazonal; tabuleiros interiores com coberturas colúvio-eluviais detríticas e cristas residuais e inselbergs.

4.1 Sertões moderadamente dissecados de Jaguaretama

Este sistema ambiental ocupa aproximadamente 293 km² da sub-bacia hidrográfica, ou seja, 43,4% da área total. É composta essencialmente por rochas metamórficas do Complexo Jaguaretama, a destacar o ortognaisses. No extremo oeste da área é possível observar uma configuração estrutural associada à falha de Orós, que se expõe como um divisor de águas, representado por um conjunto de cristas alinhadas com direção N-S.

O relevo é suave-ondulado a ondulado, com paisagem típica da depressão sertaneja com sua superfície truncada pela morfogênese mecânica, predominando rampas de pedimentação que convergem para os fundos de vales.

De forma geral, a superfície é moderadamente dissecada, com o aparecimento de sulcos de erosão onde o declive e o desmatamento se instalam com maior intensidade. O padrão de drenagem é caracterizado por ser dendrítico e subdendrítico, com rios intermitentes sazonais.

Os níveis altimétricos variam de 140 a 240 metros, com uma variedade de solos que se configura como um grande mosaico na área de estudo. Nos níveis altimétricos mais elevados ha ocorrência de Luvisolos associados aos Neossolos Litólicos, além de apresentar manchas de Neossolos Regolíticos e Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos.

Na medida em que o declive fica menos acentuado, há ocorrência de Planossolos associados aos Neossolos Litólicos e afloramentos se acentua.

Do ponto de vista vegetacional é possível observar a ocorrência de caatinga arbustiva densa e aberta. A primeira está associada às áreas de menor acesso por parte das populações locais, e a segunda, com uma abrangência espacial maior, resquício da descaracterização desta em detrimento da produção de energia através da lenha e expansão da pecuária.

Figura 34: Sertões de Jaguaretama com ocorrência de áreas pedimentadas e afloramentos rochosos



Fonte: Acervo do autor (2013).

4.2 Sertões pediplanados de Morada Nova

Este sistema ambiental, juntamente com o anterior, ocupa a maior área da sub-bacia hidrográfica, com uma área de 234,9 km², 34,8% da área. É composta principalmente por rochas metamórficas do Complexo Jaguaretama e em menos grau por rochas graníticas da Suíte Granitoide Itaporanga.

O relevo é suave-ondulado, com paisagem preponderante de depressão sertaneja com superfície truncada pela morfogênese mecânica, predominando rampas de pedimentação com convergência para os fundos de vales.

Esse sistema ambiental é caracterizado por ser uma superfície aplainada por processos de pediplanação, com declives mais suaves em relação à unidade anterior. O padrão de drenagem é caracterizado por ser dendrítico e subdendrítico, com rios intermitentes sazonais.

Os níveis altimétricos variam de 60 a 140 metros, com uma variedade de solos que depende dos condicionantes locais. Devido às características do relevo local há a predominância de Planossolos associados a Neossolos Litólicos, além da presença de afloramentos rochosos e caos de blocos.

A cobertura vegetal é caracterizada pela ocorrência de caatinga arbustiva aberta com alto grau de alteração por parte das atividades econômicas locais como a pecuária e o extrativismo vegetal.

Figura 35: Sertões de Morada Nova onde visualiza-se rampas de pedimentação convergindo para o vale do riacho Santa Rosa. Comunidade Flor de Liz



Fonte: Acervo do autor (2013).

4.3 Planícies ribeirinhas e áreas de inundação sazonal

Referem-se a áreas com topografia mais rebaixada, ocupando uma área de 86,8 km² (13%), com ação dos processos fluviais de caráter deposicional. Dessa forma pode-se constatar a grande relevância desse sistema em detrimento dos anteriores, haja vista as maiores potencialidades encontradas neste último.

Ao longo das calhas fluviais há ocorrência de aluviões quaternárias que se acumulam ao longo de toda a sub-bacia, a destacar as áreas do médio e baixo curso do referido sistema.

De forma geral essa área apresenta melhores condições em relação aos sistemas anteriores. Tal fato está associado à ocorrência de Neossolos Flúvicos que margeiam os canais fluviais. Essa característica vai acentuar a maior fertilidade dos solos locais, possibilitando o cultivo de diversas variedades, a destacar o milho e o feijão.

A cobertura vegetal é caracterizada pela ocorrência da vegetação de várzea, caracterizada pela ocorrência da mata ciliar de carnaúba associada na grande maioria a Neossolos Flúvicos e Planossolos, localizadas em setores deprimidos e que ficam encharcados no período chuvoso.

O avanço do desmatamento é um ponto a ser destacado nesse sistema, fato desencadeado pelo maior grau de ocupação por parte das comunidades locais.

Figura 36: Planície fluvial do riacho Santa Rosa.
Comunidade Flor de Liz.



Fonte: Acervo do autor (2013).

4.4 Tabuleiros interiores com coberturas colúvio-eluviais detríticas

Sistema ambiental caracterizado pela ocorrência de áreas planas a suave onduladas, com uma área total de 33,5 km² (4.9%). Geologicamente é constituída por sedimentos argilo-arenosos e areno-argilosos cenozoicos.

O relevo é plano, correlacionado geomorfologicamente com os tabuleiros interiores. Os níveis altimétricos variam de 80 a 120 metros, sem grandes variações com a depressão sertaneja local, o que leva a considerar os mesmos mecanismos de gênese na estrutura das paisagens, comandados essencialmente por climas semiáridos.

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 devido às suas condições mais favoráveis. A vegetação nativa foi quase totalmente desmatada para dar lugar aos pastos para o gado.

Figura 37: Tabuleiros interiores próximos ao distrito de Roldão em Morada Nova



Fonte: Acervo do autor (2013).

4.5 Cristas residuais e inselbergs

Menor unidade representativa dos sistemas ambientais da sub-bacia. Esta unidade compreende as cristas resíduas e inselbergs, com uma área de 5,9 km² (0,8%).

Esse sistema ambiental é caracterizado pela ocorrência de níveis altimétricos mais elevados, a destacar a Serra da Santa Marta, inselberg que rompe a monotonia da depressão sertaneja e as cristas residuais que se situam no extremo oeste da bacia.

Os níveis altimétricos nessas áreas estão em torno 240 metros, com a ocorrência de Neossolos Litólicos associados aos afloramentos rochosos. A vegetação é composta predominantemente por uma caatinga arbustiva aberta.

Pelo difícil acesso e as condições ambientais desfavoráveis em relação aos sistemas ambientais anteriores, este último é pouco utilizado, apresentando limitações para as atividades agroextrativistas.

Figura 38: Inselberg representado pela Serra da Santa Marta, município de Morada Nova.



Fonte: Acervo do autor (2013).

Quadro 7: Sistema ambiental: sertões moderadamente dissecados de Jaguaretama

Características naturais dominantes	Capacidade de suporte			Impactos e riscos de ocupação
	Potencialidades	Limitações	Ecodinâmica	
Depressão Sertaneja com predominância de rochas metamórficas do Pré-Cambriano representadas pelo Complexo Jaguaretama. Superfície moderadamente dissecada, com ocorrência de sulcos de erosão nas áreas de maior declividade. Padrão de drenagem subdendrítico e dendrítico, com rios intermitentes sazonais. Há ocorrência de associação de Neossolos Litólicos, Planossolos, Luvisolos, Neossolos Regolíticos e Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico com vegetação de caatinga arbustiva aberta.	Agropecuária; pecuária extensiva; extrativismo vegetal controlado; agricultura irrigada com baixa intensificação ao solo.	Solos rasos; afloramentos rochosos frequentes; irregularidade pluviométrica; escassez de recursos hídricos; susceptibilidade a desertificação.	Ambiente de transição com tendência à instabilidade.	Áreas susceptíveis ao avanço da desertificação em decorrência dos condicionantes naturais e de uso e ocupação; riscos de processos erosivos em detrimento de técnicas rudimentares no trato do solo; degradação intensa dos solos e da cobertura vegetal.

Fonte: Adaptado de Souza, Oliveira & Grangeiro (2002) e Oliveira (2012).

Quadro 8: Sistema ambiental: sertões pediplanados de Morada Nova

Características naturais dominantes	Capacidade de suporte			Impactos e riscos de ocupação
	Potencialidades	Limitações	Ecodinâmica	
Depressão Sertaneja esculpida em rochas metamórficas do Pré-Cambriano representadas pelo Complexo Jaguaretama e graníticas na suíte granitoide itaporanga. Superfície aplainada por processos de pediplanação, com caimento topográfico para os fundos de vale. Padrão de drenagem subdendrítico e dendrítico, com rios intermitentes sazonais. Associação dos Neossolos Litólicos e Planossolos com vegetação de caatinga arbustiva aberta.	Agropecuária; pecuária extensiva; extrativismo vegetal controlado; agricultura irrigada com baixa intensificação ao solo.	Solos rasos a medianamente profundos; afloramentos rochosos frequentes; irregularidade pluviométrica; escassez de recursos hídricos; susceptibilidade a desertificação.	Ambiente de transição com tendência a instabilidade.	Áreas susceptíveis ao avanço da desertificação em decorrência dos condicionantes naturais e de uso e ocupação; riscos de processos erosivos em detrimento de técnicas rudimentares no trato do solo; degradação intensa dos solos e da cobertura vegetal.

Fonte: Adaptado de Souza, Oliveira & Grangeiro (2002) e Oliveira (2012).

Quadro 9: Sistema ambiental: Planícies ribeirinhas e áreas de inundação sazonal

Características naturais dominantes	Capacidade de suporte			Impactos e riscos de ocupação
	Potencialidades	Limitações	Ecodinâmica	
<p>Áreas onde prepondera o acúmulo de sedimentos aluviais. Calhas fluviais com ocorrência de associação de Neossolos Flúvicos e Planossolos com fertilidade média natural à alta, favorecendo a instalação da agricultura de subsistência. Susceptíveis a inundações sazonais são caracterizadas pelas matas ciliares de carnaubais (<i>Copernicia prunifera</i>).</p>	<p>Agroextrativismo; agropecuária; recursos hídricos; mineração controlada; agricultura irrigada; atividades de lazer.</p>	<p>Restrições legais, com implicações para a preservação da mata ciliar; drenagem imperfeita dos solos; encharcamento sazonal; salinização dos solos e expansão urbana.</p>	<p>Ambiente de transição com tendência a instabilidade.</p>	<p>Degradação da mata ciliar de carnaúba, desencadeando processos erosivos e assoreamento do leito dos rios; poluição dos recursos hídricos; Inundações em períodos de cheias excepcionais.</p>

Fonte: Adaptado de Souza, Oliveira & Grangeiro (2002) e Oliveira (2012).

Quadro 10: Sistema ambiental: Tabuleiros interiores com coberturas colúvio-eluviais detríticas

Características naturais dominantes	Capacidade de suporte			Impactos e riscos de ocupação
	Potencialidades	Limitações	Ecodinâmica	
Superfície plana e suave ondulada, composta de sedimentos argilo-arenosos e areno-argilosos do Cenozoico (Tércio-quadernário). Padrão de drenagem subdendrítico, onde predomina o Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, fertilidade natural média a baixa com ocorrência de caatinga arbustiva arbórea e vegetação de tabuleiro, com destaque para o cajueiro (<i>Anacardium occidentale</i>).	Agroextrativismo; expansão urbana; agropecuária; mineração controlada; agricultura irrigada; águas subterrâneas.	Baixa fertilidade dos solos; deficiência hídrica na estação seca.	Ambiente estável com tendência à instabilidade.	Alta descaracterização da vegetação subcaducifólia de tabuleiro; riscos de poluição dos recursos hídricos; mineração descontrolada.

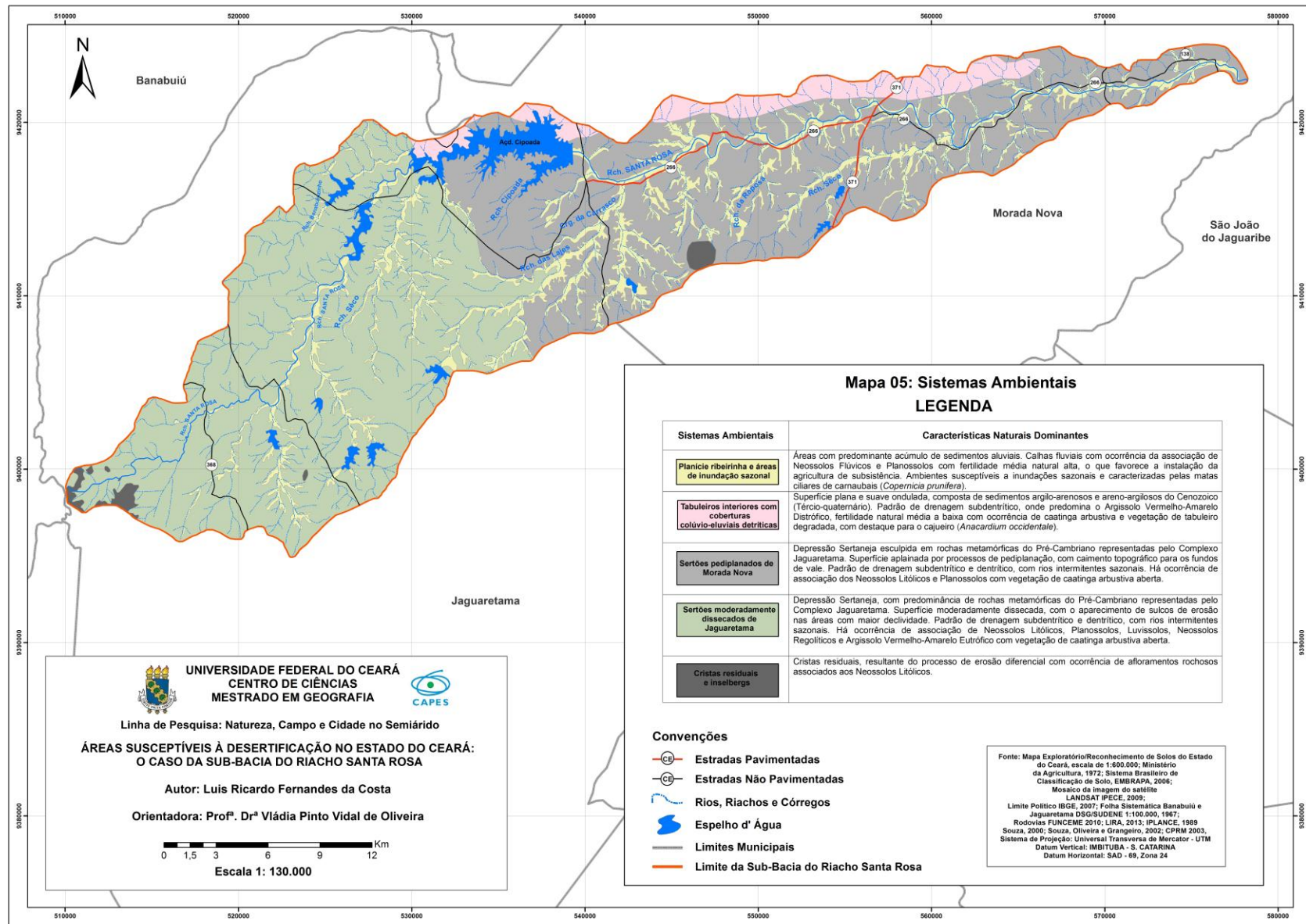
Fonte: Adaptado de Souza, Oliveira & Grangeiro (2002) e Oliveira (2012).

Quadro 11: Sistema Ambiental: Cristas residuais e inselbergs

Características naturais dominantes	Capacidade de suporte			Impactos e riscos de ocupação
	Potencialidades	Limitações	Ecodinâmica	
Superfície dissecada, resultante dos processos de erosão diferencial com ocorrência de afloramentos rochosos associados aos Neossolos Litólicos.	Áreas de proteção ambiental; Ecoturismo.	Áreas com baixa produtividade; declives acentuados; solos com pouco desenvolvimento.	Ambientes instáveis	Áreas com pouco desenvolvimento de solos (alta morfogênese); riscos de movimentos de massa com ocupações desordenadas; baixa disponibilidade de recursos hídricos.

Fonte: Adaptado de Souza, Oliveira & Grangeiro (2002) e Oliveira (2012).

Mapa 5: Sistemas ambientais da sub-bacia hidrográfica do riacho santa



Fonte: Lira e Costa (2013).

5 OCUPAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA DA REGIÃO

5.1 Histórico e ocupação da área de pesquisa

O processo de ocupação do estado do Ceará é uma variável importante na construção e na compreensão dos processos que vieram a interferir nas paisagens naturais, ou seja, as modificações impostas pelo homem em detrimento do apelo produtivo de cada período histórico.

No Ceará, o processo de povoamento, inserido no contexto da colonização portuguesa, pode ser considerado como tardio se comparado aos demais estados nordestinos (SOUZA, 2007).

Os vales dos grandes rios preferencialmente sempre foram os espaços mais valorizados, dadas as suas condições serem melhores que as terras secas do sertão. Os vales do Jaguaribe e Banabuiú são exemplos desse processo de ocupação do espaço cearense colonial.

De acordo com Silva (1994 *apud* MAIA, 2005), a ocupação e organização do espaço cearense, especialmente Jaguaribano, a partir da pecuária, se deu em função dos interesses do sistema colonial, produzindo alimentos para as zonas nucleares da colonização.

A pecuária dessa forma exerceu grande influência no processo de formação não apenas do território cearense, mas também do Nordeste como um todo. A pecuária se fortaleceu à medida em que os engenhos de cana-de-açúcar necessitavam do esforço desses animais para desenvolver suas atividades. Andrade (2011), melhor exprime esse período ao afirmar que

A criação de gado foi desde os primeiros tempos uma atividade econômica subsidiária da cana-de-açúcar. Os engenhos eram quase sempre movidos a tração animal e, tanto o transporte da cana, dos partidos para a fábrica, como o transporte do açúcar, das fábricas para os portos de embarque, estavam sempre a exigir grande número de bois e de cavalos. Nas entressafras eram esses animais colocados em áreas de praias ou, se distantes do mar, em trechos próprios nas grandes propriedades, a fim de passarem o “inverno” sem molestar as plantações, nem criar transtornos às atividades agrícolas (ANDRADE, 2011. p.151)

Dessa forma compreende-se como a produção do espaço cearense está atrelada à pecuária, fator que abriu caminhos para a colonização do sertão. Outro ponto que teve grandes impactos na economia da região Nordeste como um todo foi

a produção do algodão. De acordo com Andrade (2011), o algodão operou, após meados do século XVIII, uma verdadeira revolução agrária.

Para tanto, o autor salienta que, a partir de 1750, o algodão começou a ter importância na economia nordestina. Favoreceu o avanço algodoeiro a estagnação que dominava o parque açucareiro, tanto como a baixa produção da cana “crioula”, com baixa produtividade industrial dos engenhos à tração animal (ANDRADE, 2011).

Outro elemento importante no processo de ocupação do interior do Ceará e fonte de renda que perdura até os dias atuais é a carnaúba (*Copernicia prunifera*).

Os espaços que eram cobertos pela carnaúba foram fortemente valorizados, principalmente as áreas das aluviões, onde há maior concentração da palmeira (SOARES, 2005 *apud* MAIA, 2005).

É vlida a discussão desse breve momento histórico do Nordeste, em particular no Ceará pelo fato de o binômio gado-algodão ter perdurado durante muito tempo nas nossas terras, o que ocasionou a degradação dos muitos recursos naturais existentes nos sertões, a destacar a cobertura vegetal e os horizontes superficiais dos solos.

5.2 Aspectos socioeconômicos e o perfil dos municípios inseridos na sub-bacia hidrográfica do Riacho Santa Rosa

Para a melhor compreensão das condições socioeconômicas que estão inseridas na área da bacia, é necessário fazer uma análise e visualizar o perfil socioeconômico dos municípios que fazem parte da área de pesquisa, ou seja, Jaguarétama e Morada Nova.

Por mais que o recorte espacial da bacia proporcione informações importantes acerca da sua dinâmica geoambiental, as dificuldades e limitações impostas pela coesão dos dados e indicadores socioeconômicos obriga a extrapolar os limites da bacia e dessa forma analisar o espaço municipal.

Os dados abordados acerca dos dois municípios citados advêm de dados estruturados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010) e o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - IPECE (2012), onde procuram sistematizar as diversas variáveis relacionadas à socioeconomia dos dois municípios que fazem parte da sub-bacia hidrográfica.

De acordo com os dados levantados, a população urbana de Jaguaretama é inferior à rural, diferente de Morada Nova, onde a população urbana é superior à rural.

Tal fenômeno tem relação com as melhorias das condições de vida em centros urbanos, o que difere, ainda hoje, das condições precárias condicionadas pela seca e por políticas públicas deficientes.

Como pode ser observado nas tabelas abaixo, a diferença entre a população de Jaguaretama é bem inferior a de Morada Nova. Tal fato pode estar relacionado ao processo de ocupação dos grandes vales fluviais, a destacar a planície fluvial do Rio Banabuiú, que corta o município de Morada Nova.

Tabela 2: População de Jaguaretama e Morada Nova nos anos (1991/2000/2010).

Município	População Residente					
	1991		2000		2010	
	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana
Jaguaretama	12.144	5.436	10.729	7.295	9.384	8.469
Morada Nova	32.413	26.499	30.531	33.869	26.664	35.401

Fonte: IBGE (2010) & IPECE (2012).

Tabela 3: População dos municípios de Jaguaretama e Morada Nova no ano de (2010)

Município	Total	Homens	Mulheres
Jaguaretama	17.863	9.071	8.792
Morada Nova	62.065	31.143	30.922

Fonte: IBGE (2010).

Com relação às atividades desenvolvidas por cada município, é importante perceber a relação existente entre as atividades que sustentam o Produto Interno Bruto (PIB), fator importante para a compreensão da dinâmica econômica dos dois municípios.

Tabela 4: Produto Interno Bruto (PIB), dos municípios de Jaguarétama e Morada Nova no de (2009)

Municípios	Agropecuária	Indústrias	Serviços
Jaguarétama	33,74 %	9,17%	57,9%
Morada Nova	13,12%	30,54%	56,34%

Fonte: IPECE (2009).

Nos dois municípios é possível perceber certa semelhança se comparada à distribuição das atividades econômicas entre ambos. Jaguarétama tem suas atividades agropecuárias superiores a Morada Nova, entretanto no que se refere às atividades relacionadas à indústria, este último se sobressai em relação ao primeiro.

Por outro lado o setor de serviços é predominante nos dois municípios, fato que vem se fortalecendo em todo o estado, já que o setor terciário tem maiores disponibilidades de crescimento.

Outra forma de visualizar a distribuição da renda no município é através dos empregos formais, que se distribuem em algumas atividades como se pode perceber na tabela 4. Através das atividades como extração mineral, indústria de transformação, construção civil, comércio, serviços e agropecuária é possível perceber o perfil socioeconômico da população.

Tabela 5: Empregos formais dos municípios de Jaguarétama e Morada Nova

Município	Extração mineral	Indústria de Transformação	Construção Civil	Comércio	Serviços	Agropecuária
Jaguarétama	--	4	57	145	45	948
Morada Nova	--	757	269	584	368	3.171

Fonte: IPECE (2012).

Diante do exposto na tabela anterior é importante perceber que a indústria tem exercido um papel importante no estado do Ceará. Os incentivos fiscais cada vez mais vêm atraindo indústrias para o interior do Estado, gerando renda em diversas regiões.

É importante ressaltar que os dados expostos pela tabela anterior expressam o número de empregos formais, se abstendo muitas vezes da

informalidade e não contabilizando diversas comunidades mais isoladas que vivem basicamente da agricultura de subsistência e do assistencialismo do governo.

O Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM), desenvolvido e calculado pelo IPECE, tem como objetivo mensurar os níveis de desenvolvimento alcançados pelos municípios cearenses. Este utiliza um conjunto de trinta indicadores abrangendo quatro grupos: fisiográficos, fundiários e agrícolas (CEARÁ, 2009).

Na tabela abaixo é possível perceber a posição em que Jaguarétama e Morada Nova estão situadas.

Tabela 6: Índice de Desenvolvimento Humana (IDM) do ano de (2010)

Município	IDM (2010)	Colocação
Jaguarétama	14,75	164
Morada Nova	25,63	60

Fonte: IPECE (2012).

De acordo com a colocação e o índice é possível perceber uma grande diferença entre os dois municípios. Jaguarétama com uma colocação bem inferior em relação ao estado, enquanto que Morada Nova sustenta uma condição mais favorável.

Essa diferença tem relação com as melhores condições não apenas relacionados à indústria, como já foi mencionado anteriormente, mas também de condições melhores para a instalação de perímetros irrigados e conseqüentemente um impacto positivo no desenvolvimento do município.

No tocante às atividades agropecuárias, vale destacar alguns números em relação à criação de animais e produção de alimentos nos municípios de Jaguarétama e Morada Nova.

Os rebanhos de bovinos, caprinos e ovinos são bem consideráveis em ambos os municípios, mas o município de Morada Nova destaca-se quanto a esses números, com exceção do efetivo de caprinos, sendo maior o efetivo de Jaguarétama.

Tabela 7: Efetivo da pecuária nos municípios de Jaguaretama e Morada Nova no ano de (2007)

Município	Pecuária		
	Efetivo Bovino	Efetivo Caprino	Efetivo Ovino
Jaguaretama	51.771	18.585	64.232
Morada Nova	53.436	16.121	47.624

Fonte: Ceará (2009).

A agricultura ainda é uma grande fonte de renda para as comunidades do sertão, principalmente para os pequenos agricultores, que dependem, basicamente, das condições do plantio para seu sustento e mesmo alimentação.

Na tabela 7 é possível observar em números a quantidade produzida em toneladas de arroz, feijão e milho nos municípios de Jaguaretama e Morada Nova.

Tabela 8: Culturas temporárias dos municípios de Jaguaretama e Morada Nova no ano de (2007)

Município	Culturas Temporárias – ton/ano		
	Arroz	Feijão	Milho
Jaguaretama	--	1.563	987
Morada Nova	11.550	3.756	529

Fonte: Ceará (2009).

Considerando a agricultura temporária, os dois municípios apresentam razoável aptidão para as culturas de milho e feijão, destacando-se como grande produtor de arroz e feijão, o município de Morada Nova, em função do seu projeto de irrigação (CEARÁ, 2009).

A partir da análise dos atributos acima é importante perceber quais as principais tipologias de uso que estão atuando na bacia e quais os principais impactos causados pelos agentes produtores do espaço na área. Como foi ressaltado anteriormente, a base produtiva na sub-bacia ainda continua calcada na agricultura e pecuária, principalmente nas comunidades mais isoladas.

De acordo com Nascimento (2006), as tipologias de uso/ocupação 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.

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.

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 ainda mais essas áreas.

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.

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.

Figura 39: Cultivo de milho no município de Morada Nova



Fonte: Acervo do autor (2013).

Figura 40: Cultivo de feijão, no município de Morada Nova



Fonte: Acervo do autor (2013).

Figura 41: Plantação de capim no município de Morada Nova para a alimentação do gado



Fonte: Acervo do autor (2013).

Figura 42: Curral com criação de gado no município de Jaguaretama



Fonte: Acervo do autor (2013).

Figura 43: Criação de caprinos, município de Morada Nova



Fonte: Acervo do autor (2013).

Figura 44: Secagem da palha da carnaúba para a comercialização, município de Morada Nova



Fonte: Acervo do autor (2013).

Figura 45: Área desmatada para o futuro plantio de feijão no município de Jaguaretama



Fonte: Acervo do autor (2013).

Figura 46: Área de pastagem sobre Argissolos no município de Jaguaretama



Fonte: Acervo do autor (2013).

Figura 47: Fornos para a queima do carvão, município de Morada Nova



Fonte: Acervo do autor (2013).

Figura 48: Área de extração de areia para construção local, município de Morada Nova



Fonte: Acervo do autor (2013).

Figura 49: Preparo do lixo para sua posterior queimada, município de Morada Nova.



Fonte: Acervo do autor (2013).

As atividades que envolvem os cultivos do milho e do feijão ainda se mostram bastantes presentes na área, sendo as duas variedades mais produzidas na região. Embora muito importantes na renda de várias famílias, as variedades são afetadas não muito raramente pela seca, o que compromete muitas vezes todo o plantio.

A alternativa para muitas famílias nesse período fica em torno da extração da cera e da palha da carnaúba, o que acaba minimizando os prejuízos decorrentes da falta de água. Essa prática é observada com mais frequência no médio e baixo curso da bacia, áreas com maior potencial para a dispersão dos carnaubais.

5.3 A análise das comunidades a partir das entrevistas e questionários aplicados

A partir dos dados socioeconômicos e do perfil de cada município, percebe-se uma ligeira diversidade socioeconômica, fator importante na análise do semiárido local. Os dados coletados pelos órgãos públicos muitas vezes não assistem as comunidades mais distantes, e dessa forma a distorção com a realidade se intensifica.

Não obstante já não fossem esses empecilhos, adiciona-se o recorte da sub-bacia hidrográfica nesse contexto, o que intensifica ainda mais a complexidade do uso e ocupação de determinada área, onde muitas vezes os seus limites não correspondem aos dos municípios, possuindo sua dinâmica natural própria.

Para minimizar essas diferenças e melhor compreender a dinâmica de ocupação da sub-bacia do Riacho Santa Rosa, optou-se pela adoção de entrevistas e questionários para melhor conceber a bacia da pesquisa como um ambiente de continua construção pelas sociedades que ali residem.

A aplicação dos questionários teve caráter estritamente qualitativo em decorrência de alguns fatores, tais como, o isolamento das comunidades, sem uma conexão efetiva com os núcleos regionais, a rarefação populacional e a constituição da maioria dessas comunidades ser majoritariamente por famílias, o que causaria, no caso de uma avaliação estatística, distorção na análise.

Foram aplicados em torno de vinte e cinco questionários nas comunidades ao longo da sub-bacia do Riacho Santa Rosa, além de inúmeras entrevistas realizadas com os moradores. Os questionários foram aplicados, na

maioria dos casos, aos representantes e líderes de cada comunidade, o que causou maior confiabilidade na discussão e difusão dos dados.

A análise dos questionários e entrevistas evidencia alguns padrões e distinções ao longo da sub-bacia que merecem destaque. A grande maioria dos moradores não tem o ensino fundamental concluído, fato decorrente da precária acessibilidade à educação, o que as gerações mais novas têm adquirido com maior efetividade.

A renda das famílias gira em torno de um salário mínimo, decorrentes da grande maioria dos casos do trabalho com a agricultura de subsistência, onde as culturas do milho e feijão preponderam. Vale salientar que no médio e baixo curso da sub-bacia, o trabalho com a cera da carnaúba é realizado de maneira frequente, principalmente nos no período da estiagem. Outro aspecto observado foi o advento do bolsa-família, programa de assistência do governo federal que vem dando subsídios a diversas famílias.

A criação de bovinos e caprinos foi observada na maioria das comunidades, com destaque para a produção de leite e carne para o abastecimento local. No que se refere tanto aos cultivos de subsistência, quanto a criação de animais, não ficou evidenciado pelos moradores a assistência técnica por parte do poder público.

Quando questionados sobre a existência de vegetação nativa, os moradores afirmaram ser a grande parte constituída de vegetação secundária, ou seja, a maior parte da cobertura vegetal primária foi retirada para ser usada como lenha, ou para a expansão agropastoril.

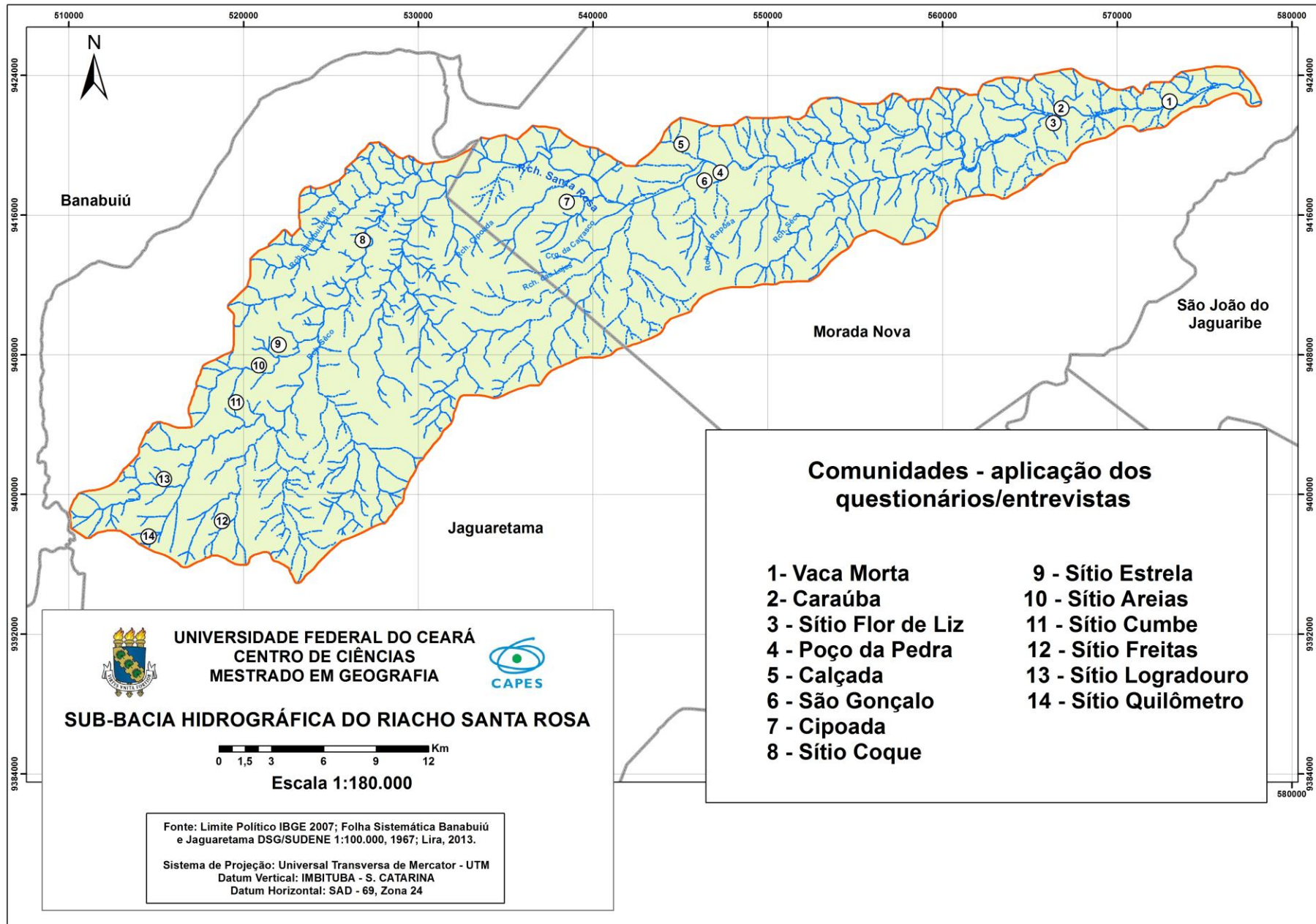
O abastecimento de água, na maioria dos casos, é feita através de adutoras, que distribuem água para as comunidades mais distantes, além do uso de cisternas e poços artesianos. Esse fato infelizmente não é regra, por que se constatou ainda o uso precário dos carros pipa em algumas comunidades, o que pode comprometer a qualidade de tal recurso hídrico.

O dado positivo em relação à água foi o fato de a qualidade desta ser apontada pela grande maioria dos entrevistados. Quando questionados sobre as principais doenças veiculadas pela água, ressaltaram que estas não ocorriam, justamente pela melhora na qualidade e distribuição desse recurso. Felizmente constataram-se esses dados com os agentes de saúde da região, para maior credibilidade da pesquisa.

Quando questionados sobre os principais problemas que causam impactos negativos no ambiente, a grande parte relatou o problema da falta de recursos como a lenha, ainda muito utilizada pra o cozimento dos alimentos, além dos problemas respiratórios decorridos da fumaça da queima do carvão.

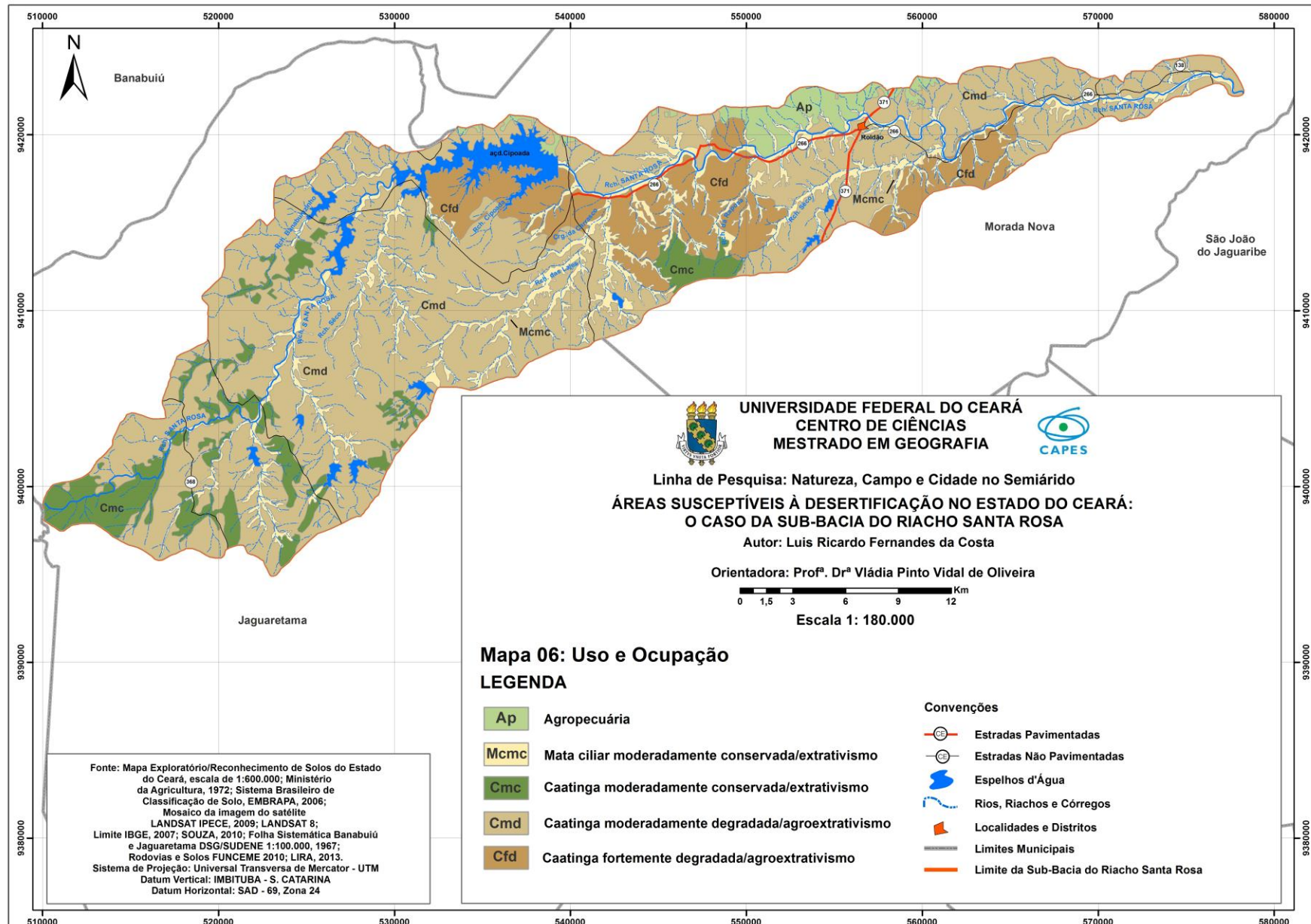
Esses parâmetros discutidos foram realizados com o intuito de melhor inserir o diálogo nas comunidades que vivem na sub-bacia do Riacho Santa Rosa. Mesmo o trabalho tendo um caráter de diagnóstico geoambiental, procurou-se inserir, mesmo que de forma qualitativa, o modo de vida e o perfil de algumas comunidades da sub-bacia.

Figura 50: Localização das comunidades em que foram aplicados os questionários e realizadas entrevistas



Fonte: organizado pelo autor (2014).

Mapa 6: Uso e ocupação da sub-bacia do Riacho Santa Rosa



Fonte: Lira e Costa (2013).

6 INDICADORES DE DESERTIFICAÇÃO NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO SANTA ROSA

6.1 Vulnerabilidade ambiental e os indicadores geobiofísicos

Nesse capítulo será realizado o estudo da sub-bacia hidrográfica com base no estudo dos indicadores geobiofísicos baseados na metodologia de Abraham & Beekman (2006) e Oliveira (2003 e 2012), em que são destacados alguns parâmetros como geologia, geomorfologia, cobertura vegetal, solos, erosão e condições climáticas.

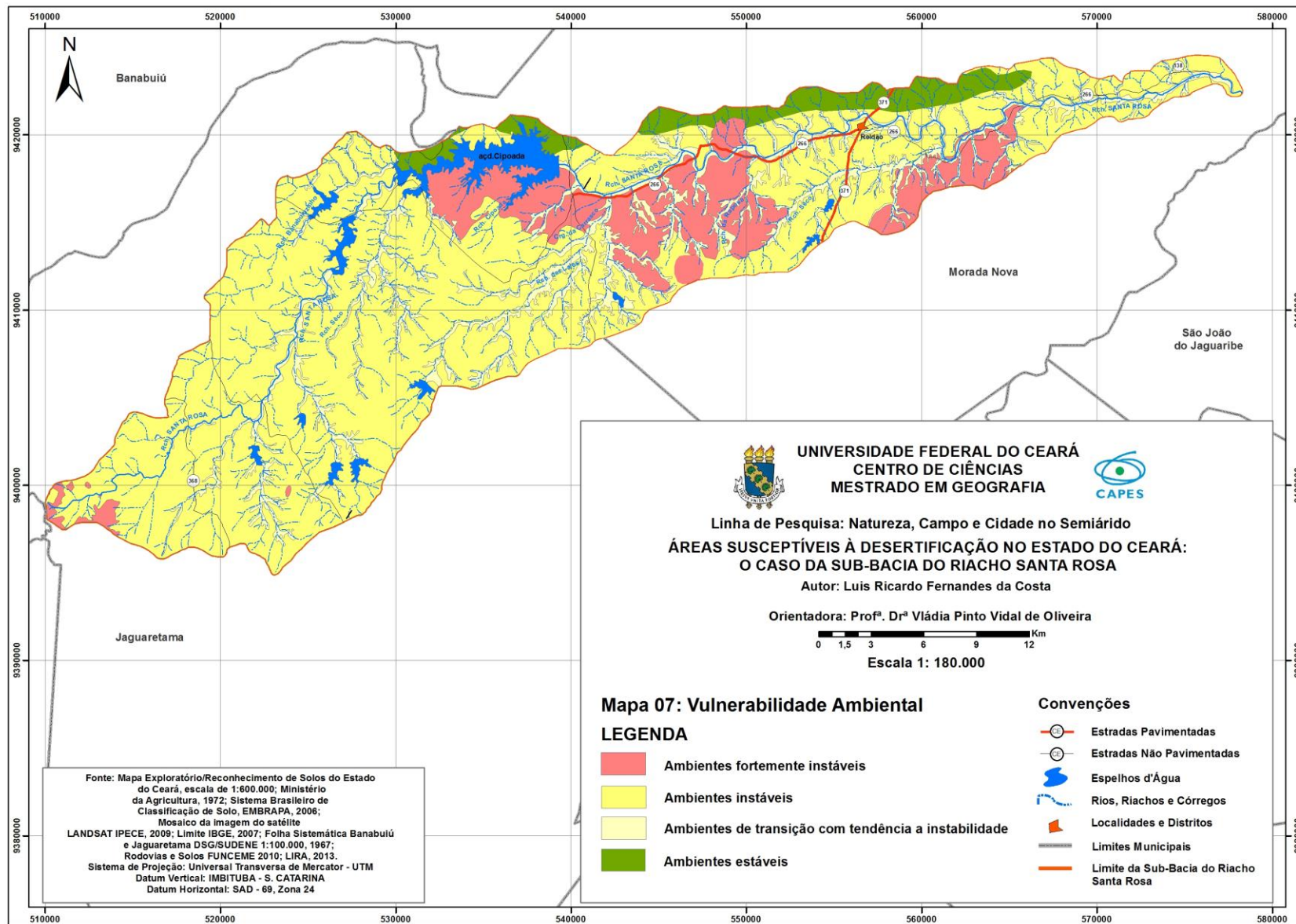
A partir desses indicadores é possível estabelecer uma análise não só qualitativa, mas também quantitativa dos parâmetros geoambientais da sub-bacia, visando detectar quais as variáveis desses indicadores melhor se encaixam na realidade geoambiental e socioeconômica da área de pesquisa.

Inicialmente realizou-se uma análise da vulnerabilidade ambiental da área, com o objetivo de classificar os ambientes de acordo com a proposta de Souza (2000), em que se podem estabelecer parâmetros para determinar a estabilidade e instabilidade do ambiente, proposta com base nos estudos de Tricart (1977).

Com base na relação pedogênese/morfogênese, além do grau de interferência humana sobre os recursos naturais, principalmente a cobertura vegetal, Souza (2000) estabelece que os ambientes podem ser assim classificados: ambientes estáveis, transição (intergrades), instáveis e fortemente instáveis. No mapa 6 pode-se observar o grau de vulnerabilidade ambiental dos sistemas ambientais da sub-bacia hidrográfica do Riacho Santa Rosa.

Com a espacialização dos sistemas ambientais, assim como a relação estabelecida com o uso e ocupação do capítulo anterior e a vulnerabilidade ambiental, buscou-se a relação dessas variáveis com os indicadores geobiofísicos de desertificação, ou seja, uma maneira de estabelecer níveis de desertificação para a sub-bacia, utilizando os sistemas ambientais como base.

Mapa 7: Vulnerabilidade ambiental da sub-bacia do Riacho Santa Rosa



Fonte: Costa (2014).

Quadro 12: Indicadores geobiofísicos de desertificação dos sistemas ambientais

SISTEMAS AMBIENTAIS	INDICADORES GEOBIOFÍSICOS DE DESERTIFICAÇÃO DA SUB-BACIA DO RIACHO SANTA ROSA						ÍNDICE
	IGBD1	IGBD2	IGBD3	IGBD4	IGBD5	IGBD6	
Sertões moderadamente dissecados de Jaguaretama	1	3	4	3	4	2	2,83
Sertões pediplanados de Morada Nova	1	4	2	3	4	2	2,66
Planícies ribeirinhas e áreas de inundação sazonal	5	4	3	4	4	2	3,66
Tabuleiros interiores com coberturas colúvio-eluviais detríticas	4	5	2	5	3	2	3,50
Cristas residuais e inselbergs	2	2	1	1	5	2	2,16
Média	2,6	3,6	2,4	3,2	4	2	2,96
Desvio Padrão	1,67	1,01	1,01	0,94	0,63	0	0,54

Fonte: organizado pelo autor (2014).

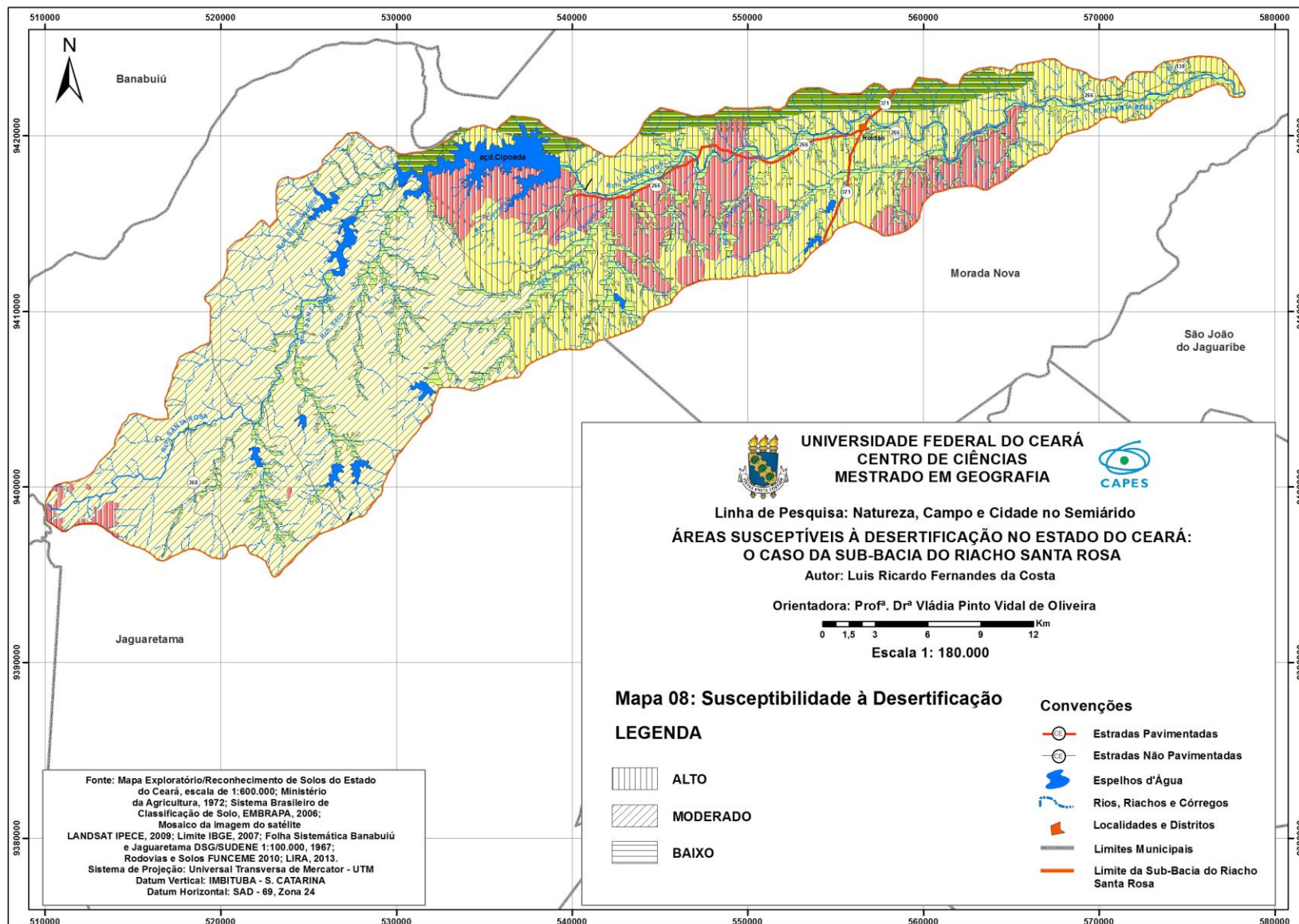
A partir da análise dos dados é possível perceber que existem dois grupos distintos quando é analisado o grau de geobiofísico de desertificação da sub-bacia do Riacho Santa Rosa.

O primeiro grupo, com valores de 2,16 a 2,83 representando os sistemas ambientais: cristas residuais e inselbergs, sertões moderadamente dissecados de Jaguaretama e sertões pediplanados de Morada Nova, e um segundo grupo, representado pelos valores de 3,50 e 3,66 representados pelos sistemas ambientais: tabuleiros interiores com coberturas colúvio-eluviais detríticas e planícies ribeirinhas e áreas de inundação sazonal.

Pode-se perceber que a relação dos dois grupos apresentam comportamentos diferenciados, frente à composição do IGBD. Os grupos mais vulneráveis, com valores de 2,16 a 2,83 apresentam características que irão atribuir características frágeis aos ambientes, como os solos rasos, cobertura vegetal em estado de degradação elevado e condições hídricas insuficientes.

Condições diferentes terão os outros dois sistemas ambientais, com valores de 3,50 a 3,66, que terão características favoráveis quanto as potencialidades do ambiente. A presença de condições hídricas favoráveis, solos profundos e férteis e uma cobertura vegetal medianamente conservada, atribuem condições favoráveis para a ocupação e manutenção das condições de uso e ocupação desses sistemas ambientais.

Mapa 8: Susceptibilidade à desertificação na sub-bacia do Riacho Santa Rosa



Fonte: Costa (2014).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de uso e ocupação da sub-bacia hidrográfica do Riacho Santa Rosa não é um processo que foge à regra das grandes áreas semiáridas do Nordeste brasileiro, mas que merece destaque para as suas devidas particularidades.

O estudo através dos sistemas integrados proporcionou visualizar não apenas a condição física da sub-bacia, mas principalmente perceber como os agentes que compõem o arcabouço unitário se comportam quando se realiza o exercício da integração dos elementos.

Diante disso, fica evidente a contribuição dos estudos integrados na análise da paisagem, subsidiando pesquisas que devem ser consultadas para o melhor gerenciamento e planejamento do ambiente. Embora muitas vezes os trabalhos sejam negligenciados ou simplesmente engavetados, nosso objetivo é continuar aplicando os conhecimentos acadêmicos de forma prática e dessa maneira aplicá-los no ordenamento do território.

A sub-bacia do Riacho Santa Rosa proporcionou um exercício da aplicação dos estudos integrados, usando da bacia hidrográfica como célula de pesquisa. A partir das análises fica evidente que a degradação ambiental é tema relevante no âmbito acadêmico, principalmente quando se refere às áreas dos sertões cearenses.

Outro aspecto interessante e que não pode ser desconsiderado é o caminho metodológico que a pesquisa transcorreu. A configuração de uma área de aproximadamente 675 km², majoritariamente plana a suave ondulada, com destaque para a ocorrência de poucas cristas residuais, impossibilitou a utilização da geomorfologia como fator majoritário dos estudos de base. Para suprir essa carência o mosaico de solo da larga depressão sertaneja local foi utilizado como parâmetro para as análises posteriores.

A análise dos sistemas ambientais, com suporte dos estudos setoriais foi ponto fundamental para a compreensão da dinâmica da sub-bacia, principalmente no que se refere aos aspectos geoambientais. Nesse sentido, o referido mapa foi basilar à análise posterior, ou seja, o nível de vulnerabilidade e a susceptibilidade à desertificação.

A partir da análise do uso e ocupação da sub-bacia, fica evidenciado o agroextrativismo como forma majoritária de ocupação e manuseio do solo local, o que vem provocado a maior parte dos danos à cobertura vegetal e conseqüentemente aos horizontes superficiais do solo.

A mata ciliar apresentou-se moderadamente conservada, e a vegetação de caatingas apresentou graus de conservação, variando de moderadamente conservada a fortemente degradada. Importante ponto foi a mancha que apresentou a agropecuária como destaque, fato esse relacionado às condições do substrato local, com a presença dos tabuleiros interiores, com ocorrência de solos profundos (Argissolos).

A vulnerabilidade da sub-bacia foi importante marco para identificar as áreas mais vulneráveis do ponto de vista ambiental. Os sertões pediplanados de Morada Nova apresentaram as áreas mais vulneráveis (fortemente instáveis), pelo fato de a cobertura vegetal estar bastante alterada em setores desse sistema.

As planícies fluviais e o restante das áreas dos sertões apresentaram, respectivamente, ambientes de transição com tendência à instabilidade e ambientes instáveis. As planícies foram compreendidas como tendentes à instabilidade, mas não desconsiderando suas potencialidades locais, no que se refere às condições hídricas e pedológicas.

A área dos tabuleiros interiores com coberturas colúvio-eluviais detríticas, apesar de um médio grau de desmatamento, apresentou, em relação às outras áreas, condições mais estáveis do ponto de vista ambiental.

A susceptibilidade à desertificação evidencia o grau de vulnerabilidade dos sistemas ambientais à desertificação, e que tem como resultados parâmetros interessantes no que se refere a escalas de alto, moderado e baixo, elencados para a área.

A partir da aplicação dos indicadores geobiofísicos de desertificação, se constatou que os sertões pediplanados de Morada Nova apresentaram os valores mais baixos, ou seja, do ponto de vista das potencialidades, foi o sistema que apresentou o maior grau de susceptibilidade à desertificação. Fato esse já visualizado quando da análise do mapa de uso e ocupação e vulnerabilidade ambiental. Os sertões moderadamente dissecados de Jaguaretama apresentaram grau moderado, devido as suas condições ambientais estarem mais favoráveis que o sistema anterior.

As planícies ribeirinhas e áreas de inundação sazonal apresentaram grau de susceptibilidade baixo, fato esse constatado pelas potencialidades locais, que mesmo sendo consideradas áreas de intenso uso, são ao mesmo tempo sistemas que abrigam potencialidades para a preservação das práticas agricultáveis mais eficientes.

Os tabuleiros interiores com coberturas colúvio-eluviais detríticas, apresentaram da mesma forma grau baixo, devido principalmente as suas condições de solos e cobertura vegetal, o que contribuiu para o melhor aproveitamento dos recursos naturais desse sistema.

A análise de todos esses componentes proporcionou uma visão das condições geoambientais da sub-bacia, desde os seus elementos setoriais, passando pelos sistemas ambientais, até chegar à vulnerabilidade e a susceptibilidade à desertificação. Importante etapa essa para o pesquisador aprimorar suas ferramentas para a análise da paisagem.

A prática e o aprimoramento da análise dos sistemas ambientais é um exercício constante, pois ficou claro a sua contribuição para o estudo no âmbito da Geografia. A bacia hidrográfica nesse sentido se torna uma aliada, pois sua concepção já evidencia a integração dos elementos físicos.

As áreas semiáridas nesse contexto só têm a usufruir de pesquisas desse porte, porque demonstra a importância que esses ambientes têm no sentido de abrigar um contingente populacional elevado, além de possuir uma diversidade geoambiental fantástica. Nesse sentido, o sertão necessita dos pesquisadores, assim como nós temos o dever de pesquisá-lo.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. **O domínio morfoclimático semiárido das caatingas brasileiras**. USP: Instituto de Geografia: São Paulo, 1974.

_____. A problemática da desertificação e da savanização no Brasil. In: **Geomorfologia**, nº 53. USP: São Paulo, 1977.

ABRAHAM, E.M.; BEEKMAN, G.B. **Indicadores de la desertificación para América del Sur**. IICA-BID ATN JF. Mendoza, Argentina: LaDyOT/IADIZA/CONICEF/IICA, 2006.

_____; SALOMÓN, M. Experiencias de combate a la desertificación en Mendoza – Argentina. In: LIMA, R.C.C; CAVALCANTE, A.M.B; MARIN, A.M.P. (org.) **Desertificação e Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro**. Disponível em: http://www.insa.gov.br/wp-content/themes/insa_theme/acervo/desertificacao-e-mudancas-climaticas.pdf. Acesso em setembro de 2013.

ANDRADE, M. C. de. **A terra e o homem no Nordeste**. 8ª ed. São Paulo: Editora Cortez, 2011.

BERTALANFFY, L.V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1973.

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global: esboço metodológico**. In: Caderno de Ciências da Terra, v.13, p. 1-21. São Paulo, 1969.

BEEKMAN, G.B. El programa combate a la desertificación y mitigación de los efectos de la sequía em América del Sur IICA / BID. In: ABRAHAM, E.M; BEEKMAN, G.B. (orgs). **Indicadores de la desertificación para América del Sur**. Argentina. Editora Martín Fierro, 2006.

BEZERRA, C.L.F *et al.* Survey of the vegetation in the State of Ceará. In: GAISER, T. *et al.* **Global change and regional impacts**. Nova Iorque: Springer, 2003.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, Antônio C.; GUERRA, Antônio J. T. (orgs). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil 2004.

BRASIL. MMA-Ministério do Meio Ambiente. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAN-BRASIL**.

Disponível em:

http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_desertif/_arquivos/pan_brasil_portugues.pdf. Acesso em setembro de 2013.

CEARÁ (Estado). **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAE-CE**. Fortaleza: Ministério do Meio Ambiente / Secretaria dos Recursos Hídricos, 2010. 372p.

_____. Assembleia Legislativa. **Caderno regional da sub-bacia do Banabuiú** / Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos. SANTANA, E.W. de (Coordenador). – Fortaleza: INESP, 2009.

CELINA. **Estimativa das temperaturas para o estado do Ceará**. Fortaleza: Departamento de Geografia da UFC. Versão 1.0. 2007.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 1999.

CLAUDINO SALES, Vanda. **Lagoa do Papicu: Natureza e Ambiente na cidade de Fortaleza**. 1993. 320f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

CONTI, J. B. **Desertificação nos trópicos: Proposta de metodologia de estudo aplicada ao nordeste brasileiro**. 1995. Tese (Doutorado em Ciências: Geografia Física) - Universidade de São Paulo, São Paulo: 1995.

CPRM – Serviço geológico do Brasil. **Mapa geológico do Estado do Ceará**. Escala 1:500.000, Ceará. CPRM, 2003.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1999.

FERNANDES, A. **Temas Fitogeográficos**. Fortaleza: Stylus Comunicações, 1990.

_____; BEZERRA, P. **Estudo Fitogeográfico do Brasil**. Fortaleza: Stylus Comunicações, 1990.

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**. Disponível em: http://www.geografia.fflch.usp.br/abclima/revista/vol_1/antonio_ferreira.pdf. Acesso em setembro de 2013.

GRANJEIRO, M.M.G. **Base Conceitual da Organização Ambiental: a Bacia Hidrográfica como Categoria de Análise do Planejamento de Uso da Natureza Semi-Árida**, (Dissertação de Mestrado) UECE, 2004. p. 127.

GUERRA, A.T.; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.

GUERRA, M.D.F; SOUZA, M.J.N. de; LUSTOSA, J.P.G. **A pecuária, o algodão e a desertificação nos sertões do médio Jaguaribe – Ceará/Brasil**. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/viewArticle/480>. Acesso em agosto de 2013.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Censo Demográfico 2000/2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

IPLANCE. **Atlas do Ceará**. Fortaleza: Edições IPLANCE, 1997.

LORANDI, R; CANÇADO, C.J. Parâmetros físicos para gerenciamento de bacias hidrográficas. In: SCHIAVETTI, A; CAMARGO, A. (editores). **Conceitos de Bacias Hidrográficas**. Ilhéus – BA: Editora da UESC, 2005.

LUDWIG, J.A; TONGWAY. Desertification in Australia: na eye to grass roots and landscapes. In: Mouat, D.A; Hutchinson, C.F. (org.) **Desertification in Developed Countries**. Kluwer Academic Publishers, 1995.

MAIA, R.P. **Planície fluvial do baixo Jaguaribe: evolução geomorfológica, ocupação e análise ambiental**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará – UFC. Fortaleza, 2005.

MATALLO JÚNIOR, H. A desertificação no mundo e no Brasil. In: SCHENKEL, C.S; JÚNIOR, H.M. (org.). **Desertificação**. Brasília: UNESCO, 1999.

MENDONÇA, F. **Geografia Física: Ciência Humana?** São Paulo: Contexto, 2001. 72 p.

MOREIRA, A.A.N. **Cartas Geomorfológicas**. São Paulo. Instituto de Geografia – Universidade de São Paulo, 1969.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. SUPREN/IBGE, 1979.

NASCIMENTO, F. R. do. **Degradação Ambiental no Nordeste Brasileiro: O contexto da bacia hidrográfica do rio Acaraú – Ceará**, UFF, 2006. p. 340.

OLIVEIRA, V.P.V. de. **Zoneamento geoambiental do sertão de Quixeramobim – CE**. Coleção Mossoroense, 1990.

_____. **Prospección, Caracterización y cartografía edafopaisajística em uma região montañosa del semiárido brasileño: la Sierra de Uruburetama (Sertão Nordestino – Ceará – Brasil)**. Almería: Universidad de Almería, 2002 (Tese de doutorado).

_____. Sustainable use of natural resources in the municipality of Tauá-Ceará. In: GAISER, T; KROL, M; FRISCHKORN, H; ARAÚJO, J. C. de. **Global change and regional impacts**. Nova Iorque: Springer, 2003. p. 305-322.

_____. 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. e MEIRELES, A.J.A. (org.). **Litoral e Sertão: Natureza e Sociedade no Nordeste Brasileiro**. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006.

_____. Sistemas ambientais de Santiago – Cabo Verde (África): Indicadores biofísicos de desertificação. In: OLIVEIRA, V.P.V.O. de; GOMES, I.G; BAPTISTA, I; RABELO, L.S. (org.). **Cabo Verde: Análise socioambiental e perspectivas para o desenvolvimento sustentável em áreas semiáridas**. Fortaleza: Edições UFC, 2012.

PARENTE, C.V; HENRIARTHAUD, M. **O sistema orós-jaguaribe no Ceará, NE do Brasil.** Disponível em:

http://www.sbgeo.org.br/pub_sbg/rbg/vol25_down/2504/2504297.pdf. Acesso em setembro de 2013.

PENTEADO, Margarida Maria. **Fundamentos de Geomorfologia.** 3ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1980.

PEREIRA, R.C.M; SILVA, E.V. **Solos e Vegetação do Ceará:** características gerais. In: SILVA, J.B; DANTAS, E.W.C. e MEIRELES, A.J.A. (org.). **Litoral e Sertão: Natureza e Sociedade no Nordeste Brasileiro.** Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006.

PROJETO RADAM. **FOLHA SB.24 FORTALEZA;** geologia, geomorfologia. Rio de Janeiro. 1981.

_____. **FOLHA SB.23/24 JAGUARIBE/NATAL:** geologia, geomorfologia. Rio de Janeiro. 1981.

PIRES, J.S.R; SANTOS, J.E. **Bacias Hidrográficas:** integração entre o meio ambiente e desenvolvimento. Revista Ciência Hoje: Águas do Brasil, má utilização e falta de planejamento, 1995.

_____; DEL PRETTE. A utilização do conceito de bacia hidrográfica para a conservação dos recursos naturais. In: SCHIAVETTI, A; CAMARGO, A. (editores). **Conceitos de Bacias Hidrográficas.** Ilhéus – BA: Editora da UESC, 2005.

QUEIROZ, P.H.B.; **Caracterização geoambiental e morfométrica de um trecho do médio curso da bacia hidrográfica do rio pacoti/ce.** Disponível em <http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo3/079.pdf> Acesso em: 12 Dezembro de 2012.

RÊGO, A.H. **Os sertões e os desertos:** o combate à desertificação e a política externa brasileira. Brasília: FUNAG, 2012.

SALES, M.C.L. **Evolução dos estudos de desertificação no Nordeste brasileiro.** GEOUSP. Espaço e Tempo, São Paulo, nº 11, p.115-126, 2002.

_____. **Panorama da desertificação no Brasil.** João Pessoa: Editora Universitária – UFPB, 2006.

_____; OLIVEIRA, J.G.B. Análise da Degradação Ambiental no Núcleo de Desertificação de Irauçuba. In: SILVA, J.B; DANTAS, E.W.C. e MEIRELES, A.J.A. (org.). **Litoral e Sertão: Natureza e Sociedade no Nordeste Brasileiro.** Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006.

SOARES, A.M.L; LEITE, F.R.B; LEMOS, J.J.S; MARTINS, M.L.R; NERA, R.D.M; OLIVEIRA, V.P.V. de. Áreas degradadas suscetíveis aos processos de desertificação no Ceará. In: GOMES, M.G; SOUZA, H.R; MAGALHÃES, A.R. (org.). **Desenvolvimento Sustentável no Nordeste.** Brasília: IPEA:1995.

SOUZA, M.J.N. **Geomorfologia do Vale do Choró**. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo – USP, 1973.

_____. **Geomorfologia e condições ambientais dos vales do Acaraú/Coreaú – Ceará**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1981. 305p.

_____. **Contribuição para o estudo das unidades morfo-estruturais do Estado do Ceará**. Fortaleza: Revista de Geologia, ano 1 - nº1, 1988.

_____. 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, 2000. p. 06 -103.

_____. Compartimentação geoambiental do Ceará. In: SILVA, J. B; CAVALCANTE; T. DANTAS, E. (Org). **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.

_____; OLIVEIRA, V.P.V. de; GRANGEIRO, M.M.G. **Análise Geoambiental**. In: ELIAS, Denise (Org.) O novo espaço da produção globalizada – o baixo Jaguaribe. Fortaleza: Funece, 2002.

_____; OLIVEIRA, V. P. V. de. Semiárido do Nordeste do Brasil e o Fenômeno da Seca. In: HUBP, J. L; INBAR, M. **Desastres Naturales em América Latina**. México, 2002 P 207- 221.

_____; OLIVEIRA, V.P.V. **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.

SOTCHAVA, V.B. **O estudo dos geossistemas: método em questão**. São Paulo: instituto de geografia – USP, 1977.

SUERTEGARAY, D.M.A. Desertificação: recuperação e desenvolvimento sustentável. In: GUERRA, A.J.T; CUNHA, S.B. (org.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

THORNTHWAITE, C.W; MATHER, J.R. **The water balance**. Publications in Climatology. Centerton, New Jersey v. VIII, 1955.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

_____. **Paisagem e Ecologia**. Traduzido pelo Profº Carlos A.F. Monteiro, SP: Instituto de Geografia; USP, 1981.

TWIDALE, C.R. **Geomorphology**. Sydney: Nelson, 2000.

ZANELLA, Maria Elisa. As características climáticas e os recursos hídricos do Ceará. In: SILVA, et al (Orgs.). **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007, p. 169-188.

**APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO NAS COMUNIDADES DA SUB-
BACIA DO RIACHO SANTA ROSA**



**Universidade Federal do Ceará
Centro de Ciências
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Mestrado em Geografia**

**ÁREAS SUCEPTÍVEIS AO AVANÇO DA DESERTIFICAÇÃO NO ESTADO DO CEARÁ,
NORDESTE DO BRASIL: O CASO DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO
SANTA ROSA**

Município _____
Cidade/distrito _____
Data de realização do questionário _____
Endereço do entrevistado _____
Nome do pesquisador _____

Observação: É EXPRESSAMENTE VEDADO ao pesquisador:

- (1) Fazer qualquer tipo de incitação às respostas dos informantes;**
- (2) Completar ou resumir as respostas dos informantes;**
- (3) Induzir os valores/tempo/distância;**
- (4) Fazer qualquer pergunta que não faça parte do questionário.**

O pesquisador deve adotar uma postura de cortesia durante toda a entrevista; informar de forma clara e precisa aos entrevistados que não é obrigatória a sua participação na pesquisa, embora desejável; informar da natureza estritamente acadêmica e científica desta pesquisa; informar que ninguém será objeto de retaliação ou discriminação de qualquer natureza.

1ª Parte: IDENTIFICAÇÃO DO ENTREVISTADO

1. Nome completo:

2. Município:

3. Povoado ou Distrito do Município:

4. Idade: _____ anos

5. Tempo em que reside no local: _____

6. Tempo que exerce a atividade rural: _____

2ª Parte: INDICADORES SOCIAIS**7. Escolaridade do entrevistado:**

- Analfabeto
- Ens. Fundamental Incompleto
- Ens. Fundamental Completo
- Ens. Médio Incompleto
- Ens. Médio Completo
- Ens. Superior Completo

8. Número de anos de escola ()

9. Quantas pessoas moram na casa: _____ pessoas.

10. Quantos filhos teve a família? _____ filhos.

11. Quantos estão vivos? _____

12. Qual a renda total mensal da família:

- Não tem renda
- de 0 a meio salário mínimo
- de meio a 1 salário mínimo
- de 1 a 2 salários mínimos
- de 2 a 3 salários mínimos
- de 3 a 4 salários mínimos
- de 4 a 5 salários mínimos
- de 5 a 10 salários mínimos
- acima de 10 salários mínimos

13. Quais as fontes de renda da família:

- Agricultura
- Aposentadoria
- Pensão
- Bolsa família
- Trabalho como assalariado

() Outras fontes de renda. Quais? _____

3ª Parte: DADOS DA PRODUÇÃO

14. Qual o tamanho da propriedade rural? _____

15. Qual principal atividade da propriedade:

() Agricultura () Pecuária () Mineral () Outra. Qual? _____

16. Principais atividades da Agricultura:

Cultura _____ produção _____ área _____

Cultura _____ produção _____ área _____

Cultura _____ produção _____ área _____

Cultura _____ produção _____ área _____

Cultura _____ produção _____ área _____

Cultura _____ produção _____ área _____

17. Pecuária:

Garrotes: tem () não tem () Quantos ? _____

Vacas: tem () não tem () Quantos ? _____

Aves: tem () não tem () Quantos ? _____

Caprinos: tem () não tem () Quantos ? _____

Ovinos: tem () não tem () Quantos ? _____

18. Exploração mineral:

Minério _____ Produção _____ Destino _____

19. Recebe assistência técnica:

Regular () Ocasional () Não tem ()

20. Qual órgão/entidade que presta assistência Técnica:

Prefeitura () Outra órgão/entidade (). Qual? _____

4ª PARTE: DADOS SOBRE RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAIS

21. Existe alguma área de mata nativa na propriedade: Sim () Não ()

22. Caso exista mata nativa na sua propriedade, qual a área: _____

23. Como se dá a forma de armazenamento de água:

Não faz () Caixa d'água () Cisternas () Barreiros () Açudes ()

Outras, quais? _____

24. Racionamento de água:

() não faz () faz durante as estiagens () faz permanentemente

25. Vou citar o nome de algumas doenças e gostaria que me dissesse se alguém da sua família teve alguma delas nos últimos. Se sim, saber a idade das pessoas e quando adoeceram:

1 () sim

2 () não

	Doenças	Idade da pessoa afetada	Há quanto tempo aconteceu
•	Dengue		
•	Malária		
•	Febre tifóide		
•	Febre amarela		
•	Filariose		
•	Diarreia infecciosa		
•	Infecção intestinal		
•	Esquistossomose		
•	Amebíase		
•	Cólera		
•	Hepatite infecciosa		
•	Hepatite A		
•	Giardíase		
•	Poliomielite		
•	Ancilostomíase		
•	Teníase		
•	Ascariíase		
•	Leptospirose		
•	Peste bubônica		
•	Leishmania visceral		
•	Leishmaniose		
•	Filarose		
•	Tétano		
•	Infec. respiratória		
•	Infec. digestiva		

26. A (s) pessoa (s) afetada (s) pela doença citada foi internada num centro de saúde, hospital municipal ou regional?

Se sim, por quantos dias?

- 5 dias de internação ()
- Seis dias de internação ()
- Uma semana ()
- 10 dias ()
- 13 dias ()
- Outros () (especificar).

27. Indique o valor dos gastos com o tratamento da pessoa afetada?

- R\$ 150 ()
- R\$ 200 ()
- R\$ 250 ()
- R\$ 300 ()
- Outros () (especificar).

28. Qual a principal fonte de água que abastece a sua residência?

1. Rede geral com canalização interna ()
2. Rede geral sem canalização interna ()
3. Poço/ cisterna interno ()
4. Poço/cisterna externo ()
5. Rio/córrego, minadouro ()
6. Toma na casa do vizinho ()
7. Carro Pipa/Transporte alternativo ()

**29. Qual a distância da sua residência ao local de onde a sua família busca a água?
Quantas vezes por dia a sua família se desloca a esse local para coletar água?**

Distância ----- (metros)
 Número de pessoas ----- (pessoas)
 Número de viagens -----(viagens)
 Tempo de ida e volta -----(minutos)

30. Quanto estaria disposto a pagar mensalmente para ter água de boa qualidade e em quantidade suficiente para as necessidades de sua família?

Valor R\$ ----- por mês.

Entre \$R 10 e \$R 20 ()
 Entre \$R 20 e \$R 30 ()
 Entre \$R 30 e \$R 40 ()
 Entre \$R 40 e \$R 50 ()

31. Como classifica a água consumida pela sua família em relação à quantidade, qualidade e regularidade?

- Boa ()

- Regular ()
- Má ()
- Não sabe ou não quer dizer ()

32. Que tipo de tratamento de água é usada (para beber, cozer os alimentos) é feita em sua residência?

- Nenhuma ()
- Feita pela CAGECE ()
- Filtrada ()
- Fervida ()
- Ozonizada ()
- Outro tipo () qual?

33. Observação de alguma fonte/barragem/olho d'água que não secava e passou a secar:

Sim () Não () Qual? _____

34. Tem conhecimento da diminuição ou extinção de alguma espécie vegetal?

Sim () Não () Qual(is)? _____

35. Você conhece os problemas ambientais de seu município? Sim () Não ()

36 . Caso a resposta seja positiva, descreva os problemas ambientais que existem no seu município:

37. Do seu ponto de vista, você acha importante iniciar ou reforçar a preservação das áreas que estão com grandes problemas ambientais? Sim () Não ()

38. Conheceu animais que não existem mais na sua propriedade? Sim () Não ()

Quais?

39. Utiliza queimada para alguma atividade? Sim () Não ().

Quais? _____

40. Você já plantou alguma árvore típica do seu povoado ou município? Sim () Não ()

41. Derruba e queima a vegetação para limpar plantar no seu roçado? Sim () Não ()

Porque? _____ Para quê? _____

42. Qual o destino do lixo da sua casa?

() Colhido sistematicamente (duas ou três vezes por semana) pela prefeitura

- () Queima o lixo doméstico
- () Leva para fora da propriedade
- () Enterra
- () Usa o lixo orgânico caseiro para fazer composto orgânico e usar como adubo

43. O que usa como fonte de energia para cozer os alimentos?

- () Lenha
- () Carvão de madeira
- () Fogão a gás
- () Outras fontes. Quais?

44. Se a fonte de energia for lenha, qual a distância que o Sr(a) percorre para recolher?

45. Quantos minutos precisa para ir buscar e trazer a lenha para casa? _____

46. Há cinco (5) anos, quanto tempo levava para apanhar a lenha? _____

47. Há dez (10) anos, quanto tempo levava para apanhar a lenha? _____

48. Quais as causas da queda de produção no seu município nos anos noventa e nesta década?

- () Resultado das longas secas
- () Falta de incentivos agrícolas
- () Problemas decorrentes da perda de produtividade do solo
- () Desestímulo à atividade agropecuária
- () Inexistência de inovação tecnológica
- () Inexistência de mão-de-obra para auxiliar a atividade agropecuária
- () Outras. Quais? _____

Fonte: Costa (2013), adaptado de Ribeiro (2010) e Ângelo (2013).

ANEXO A – BALANÇO HÍDRICO DOS TRÊS POSTOS INSERIDOS NA SUB-BACIA

Período seco – São Gonçalo – Ano: 1983

Tempo	Num de	NDA	T	P	N	I			ETP	P-ETP	NEG-AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
MESES	Dias		°C	mm	horas				Thornthwaite1948	mm		mm	mm	mm	mm	mm
Jan	30	365	28,30	5,00	12,30	13,80			176,28	-171,3	-1470,2	0,0	0,0	5,0	171,3	0,0
Fev	28	30	27,50	45,70	12,23	13,21	l =	157,7	145,60	-99,9	-1570,1	0,0	0,0	45,7	99,9	0,0
Mar	31	58	26,80	170,40	12,11	12,70	a =	4,06	143,77	26,6	-48,7	26,6	26,6	143,8	0,0	0,0
Abr	30	89	26,60	105,90	11,96	12,56			133,26	-27,4	-76,1	16,9	-9,8	115,7	17,6	0,0
Mai	31	119	26,60	21,50	11,82	12,56			136,08	-114,6	-190,7	2,5	-14,4	35,9	100,2	0,0
Jun	30	150	26,20	0,00	11,72	12,28			122,76	-122,8	-313,4	0,3	-2,2	2,2	120,6	0,0
Jul	31	180	26,20	0,00	11,70	12,28			126,62	-126,6	-440,1	0,0	-0,3	0,3	126,3	0,0
Ago	31	211	27,30	0,00	11,76	13,07			150,51	-150,5	-590,6	0,0	0,0	0,0	150,5	0,0
Set	30	242	28,00	0,00	11,89	13,58			163,22	-163,2	-753,8	0,0	0,0	0,0	163,2	0,0
Out	31	272	28,30	0,00	12,04	13,80			178,31	-178,3	-932,1	0,0	0,0	0,0	178,3	0,0
Nov	30	303	28,50	0,00	12,19	13,94			179,69	-179,7	-1111,8	0,0	0,0	0,0	179,7	0,0
Dez	31	333	28,50	0,00	12,28	13,94			187,17	-187,2	-1299,0	0,0	0,0	0,0	187,2	0,0

Período habitual – São Gonçalo – Ano: 1988

Tempo	Num de	NDA	T	P	N	I			ETP	P-ETP	NEG-AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
MESES	Dias		°C	mm	horas				Thornthwaite1948	mm		mm	mm	mm	mm	mm
Jan	30	365	28,30	57,80	12,30	13,80			176,28	-118,5	-1110,2	0,0	0,0	57,8	118,5	0,0
Fev	28	30	27,50	151,10	12,23	13,21	l =	157,7	145,60	5,5	-143,3	5,5	5,5	145,6	0,0	0,0
Mar	31	58	26,80	140,90	12,11	12,70	a =	4,06	143,77	-2,9	-146,2	5,2	-0,3	141,2	2,6	0,0
Abr	30	89	26,60	239,40	11,96	12,56			133,26	106,1	0,0	60,0	54,8	133,3	0,0	51,4
Mai	31	119	26,60	174,20	11,82	12,56			136,08	38,1	0,0	60,0	0,0	136,1	0,0	38,1
Jun	30	150	26,20	48,00	11,72	12,28			122,76	-74,8	-74,8	17,3	-42,7	90,7	32,0	0,0
Jul	31	180	26,20	21,40	11,70	12,28			126,62	-105,2	-180,0	3,0	-14,3	35,7	90,9	0,0
Ago	31	211	27,30	3,00	11,76	13,07			150,51	-147,5	-327,5	0,3	-2,7	5,7	144,8	0,0
Set	30	242	28,00	3,00	11,89	13,58			163,22	-160,2	-487,7	0,0	-0,2	3,2	160,0	0,0
Out	31	272	28,30	0,00	12,04	13,80			178,31	-178,3	-666,0	0,0	0,0	0,0	178,3	0,0
Nov	30	303	28,50	0,00	12,19	13,94			179,69	-179,7	-845,7	0,0	0,0	0,0	179,7	0,0
Dez	31	333	28,50	41,20	12,28	13,94			187,17	-146,0	-991,7	0,0	0,0	41,2	146,0	0,0

Período chuvoso – São Gonçalo – Ano: 1984

Tempo	Num de	NDA	T	P	N	I			ETP	P-ETP	NEG-AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
MESES	Dias		°C	mm	horas				Thornthwaite1948	mm		mm	mm	mm	mm	mm
Jan	30	365	28,30	30,90	12,30	13,80			176,28	-145,4	-1101,9	0,0	0,0	30,9	145,4	0,0
Fev	28	30	27,50	46,60	12,23	13,21	l =	157,7	145,60	-99,0	-1200,9	0,0	0,0	46,6	99,0	0,0
Mar	31	58	26,80	319,10	12,11	12,70	a =	4,06	143,77	175,3	0,0	60,0	60,0	143,8	0,0	115,3
Abr	30	89	26,60	404,80	11,96	12,56			133,26	271,5	0,0	60,0	0,0	133,3	0,0	271,5
Mai	31	119	26,60	194,50	11,82	12,56			136,08	58,4	0,0	60,0	0,0	136,1	0,0	58,4
Jun	30	150	26,20	78,90	11,72	12,28			122,76	-43,9	-43,9	28,9	-31,1	110,0	12,7	0,0
Jul	31	180	26,20	24,40	11,70	12,28			126,62	-102,2	-146,1	5,3	-23,6	48,0	78,6	0,0
Ago	31	211	27,30	46,30	11,76	13,07			150,51	-104,2	-250,3	0,9	-4,3	50,6	99,9	0,0
Set	30	242	28,00	0,00	11,89	13,58			163,22	-163,2	-413,5	0,1	-0,9	0,9	162,4	0,0
Out	31	272	28,30	0,00	12,04	13,80			178,31	-178,3	-591,8	0,0	-0,1	0,1	178,3	0,0
Nov	30	303	28,50	0,00	12,19	13,94			179,69	-179,7	-771,5	0,0	0,0	0,0	179,7	0,0
Dez	31	333	28,50	2,20	12,28	13,94			187,17	-185,0	-956,5	0,0	0,0	2,2	185,0	0,0

Período seco – Carnaúbas – Ano: 1983

Tempo	Num de	NDA	T	P	N	I			ETP	P-ETP	NEG-AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
MESES	Dias		°C	mm	horas				Thornthwaite1948	mm		mm	mm	mm	mm	mm
Jan	30	365	28,50	0,00	12,30	13,94			181,45	-181,4	-1580,5	0,0	0,0	0,0	181,4	0,0
Fev	28	30	27,70	180,40	12,23	13,36	l=	159,2	149,71	30,7	-40,2	30,7	30,7	149,7	0,0	0,0
Mar	31	58	27,00	132,50	12,11	12,85	a=	4,13	147,71	-15,2	-55,4	23,8	-6,9	139,4	8,3	0,0
Abr	30	89	26,70	63,60	11,96	12,63			134,79	-71,2	-126,6	7,3	-16,5	80,1	54,6	0,0
Mai	31	119	26,80	0,00	11,82	12,70			139,79	-139,8	-266,4	0,7	-6,6	6,6	133,2	0,0
Jun	30	150	26,40	0,00	11,72	12,42			126,04	-126,0	-392,5	0,1	-0,6	0,6	125,4	0,0
Jul	31	180	26,40	0,00	11,70	12,42			130,01	-130,0	-522,5	0,0	-0,1	0,1	129,9	0,0
Ago	31	211	27,40	0,00	11,76	13,14			152,44	-152,4	-674,9	0,0	0,0	0,0	152,4	0,0
Set	30	242	28,10	0,00	11,89	13,65			165,52	-165,5	-840,4	0,0	0,0	0,0	165,5	0,0
Out	31	272	28,40	0,00	12,04	13,87			180,91	-180,9	-1021,3	0,0	0,0	0,0	180,9	0,0
Nov	30	303	28,70	0,00	12,19	14,09			185,01	-185,0	-1206,3	0,0	0,0	0,0	185,0	0,0
Dez	31	333	28,70	0,00	12,28	14,09			192,70	-192,7	-1399,0	0,0	0,0	0,0	192,7	0,0

Período habitual – Carnaúbas – Ano: 1978

Tempo	Num de	NDA	T	P	N	I			ETP	P-ETP	NEG-AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
MESES	Dias		°C	mm	horas				Thornthwaite1948	mm		mm	mm	mm	mm	mm
Jan	30	365	28,50	36,10	12,30	13,94			181,45	-145,3	-1127,8	0,0	0,0	36,1	145,3	0,0
Fev	28	30	27,70	145,90	12,23	13,36	l=	159,2	149,71	-3,8	-1131,6	0,0	0,0	145,9	3,8	0,0
Mar	31	58	27,00	132,40	12,11	12,85	a=	4,13	147,71	-15,3	-1146,9	0,0	0,0	132,4	15,3	0,0
Abr	30	89	26,70	129,70	11,96	12,63			134,79	-5,1	-1152,0	0,0	0,0	129,7	5,1	0,0
Mai	31	119	26,80	206,70	11,82	12,70			139,79	66,9	0,0	60,0	60,0	139,8	0,0	6,9
Jun	30	150	26,40	20,60	11,72	12,42			126,04	-105,4	-105,4	10,3	-49,7	70,3	55,8	0,0
Jul	31	180	26,40	42,50	11,70	12,42			130,01	-87,5	-193,0	2,4	-7,9	50,4	79,6	0,0
Ago	31	211	27,40	0,00	11,76	13,14			152,44	-152,4	-345,4	0,2	-2,2	2,2	150,2	0,0
Set	30	242	28,10	35,10	11,89	13,65			165,52	-130,4	-475,8	0,0	-0,2	35,3	130,2	0,0
Out	31	272	28,40	0,00	12,04	13,87			180,91	-180,9	-656,7	0,0	0,0	0,0	180,9	0,0
Nov	30	303	28,70	52,00	12,19	14,09			185,01	-133,0	-789,7	0,0	0,0	52,0	133,0	0,0
Dez	31	333	28,70	0,00	12,28	14,09			192,70	-192,7	-982,4	0,0	0,0	0,0	192,7	0,0

Período chuvoso – Carnaúbas – Ano: 1984

Tempo	Num de	NDA	T	P	N	I			ETP	P-ETP	NEG-AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
MESES	Dias		°C	mm	horas				Thornthwaite1948	mm		mm	mm	mm	mm	mm
Jan	30	365	28,50	62,20	12,30	13,94			181,45	-119,2	-1152,0	0,0	0,0	62,2	119,2	0,0
Fev	28	30	27,70	32,70	12,23	13,36	l=	159,2	149,71	-117,0	-1269,0	0,0	0,0	32,7	117,0	0,0
Mar	31	58	27,00	209,50	12,11	12,85	a=	4,13	147,71	61,8	0,0	60,0	60,0	147,7	0,0	1,8
Abr	30	89	26,70	376,30	11,96	12,63			134,79	241,5	0,0	60,0	0,0	134,8	0,0	241,5
Mai	31	119	26,80	257,80	11,82	12,70			139,79	118,0	0,0	60,0	0,0	139,8	0,0	118,0
Jun	30	150	26,40	31,70	11,72	12,42			126,04	-94,3	-94,3	12,5	-47,5	79,2	46,8	0,0
Jul	31	180	26,40	48,50	11,70	12,42			130,01	-81,5	-175,9	3,2	-9,3	57,8	72,3	0,0
Ago	31	211	27,40	16,10	11,76	13,14			152,44	-136,3	-312,2	0,3	-2,9	19,0	133,5	0,0
Set	30	242	28,10	0,00	11,89	13,65			165,52	-165,5	-477,7	0,0	-0,3	0,3	165,2	0,0
Out	31	272	28,40	0,00	12,04	13,87			180,91	-180,9	-658,6	0,0	0,0	0,0	180,9	0,0
Nov	30	303	28,70	0,00	12,19	14,09			185,01	-185,0	-843,6	0,0	0,0	0,0	185,0	0,0
Dez	31	333	28,70	3,60	12,28	14,09			192,70	-189,1	-1032,7	0,0	0,0	3,6	189,1	0,0

Período seco – Roldão – Ano: 2005

Tempo	Num de	NDA	T	P	N	I			ETP	P-ETP	NEG-AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
MESES	Dias		°C	mm	horas				Thornthwaite1948	mm		mm	mm	mm	mm	mm
Jan	30	365	27,50	0,00	12,30	13,21			157,75	-157,7	-1140,1	0,0	0,0	0,0	157,7	0,0
Fev	28	30	26,80	0,00	12,23	12,70	I=	151,0	132,81	-132,8	-1272,9	0,0	0,0	0,0	132,8	0,0
Mar	31	58	26,20	193,00	12,11	12,28	a=	3,78	133,70	59,3	-0,7	59,3	59,3	133,7	0,0	0,0
Abr	30	89	26,00	101,00	11,96	12,13			124,14	-23,1	-23,8	40,3	-19,0	120,0	4,2	0,0
Mai	31	119	26,00	145,00	11,82	12,13			126,79	18,2	-1,5	58,5	18,2	126,8	0,0	0,0
Jun	30	150	25,60	5,00	11,72	11,85			114,73	-109,7	-111,2	9,4	-49,1	54,1	60,6	0,0
Jul	31	180	25,40	0,00	11,70	11,71			114,88	-114,9	-226,1	1,4	-8,0	8,0	106,9	0,0
Ago	31	211	26,40	0,00	11,77	12,42			133,69	-133,7	-359,8	0,1	-1,2	1,2	132,4	0,0
Set	30	242	27,10	0,00	11,90	12,92			144,37	-144,4	-504,2	0,0	-0,1	0,1	144,2	0,0
Out	31	272	27,30	0,00	12,04	13,07			155,27	-155,3	-659,4	0,0	0,0	0,0	155,3	0,0
Nov	30	303	27,60	0,00	12,18	13,28			158,44	-158,4	-817,9	0,0	0,0	0,0	158,4	0,0
Dez	31	333	27,60	0,00	12,28	13,28			165,01	-165,0	-982,9	0,0	0,0	0,0	165,0	0,0

Período habitual – Roldão – Ano: 2002

Tempo	Num de	NDA	T	P	N	I			ETP	P-ETP	NEG-AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
MESES	Dias		°C	mm	horas				Thornthwaite1948	mm		mm	mm	mm	mm	mm
Jan	30	365	27,50	234,00	12,30	13,21			157,75	76,3	0,0	60,0	60,0	157,7	0,0	16,3
Fev	28	30	26,80	36,00	12,23	12,70	I=	151,0	132,81	-96,8	-96,8	12,0	-48,0	84,0	48,8	0,0
Mar	31	58	26,20	176,00	12,11	12,28	a=	3,78	133,70	42,3	-6,0	54,2	42,3	133,7	0,0	0,0
Abr	30	89	26,00	145,00	11,96	12,13			124,14	20,9	0,0	60,0	5,8	124,1	0,0	15,1
Mai	31	119	26,00	92,00	11,82	12,13			126,79	-34,8	-34,8	33,6	-26,4	118,4	8,4	0,0
Jun	30	150	25,60	50,00	11,72	11,85			114,73	-64,7	-99,5	11,4	-22,2	72,2	42,6	0,0
Jul	31	180	25,40	5,00	11,70	11,71			114,88	-109,9	-209,4	1,8	-9,6	14,6	100,3	0,0
Ago	31	211	26,40	0,00	11,77	12,42			133,69	-133,7	-343,1	0,2	-1,6	1,6	132,1	0,0
Set	30	242	27,10	0,00	11,90	12,92			144,37	-144,4	-487,5	0,0	-0,2	0,2	144,2	0,0
Out	31	272	27,30	0,00	12,04	13,07			155,27	-155,3	-642,7	0,0	0,0	0,0	155,3	0,0
Nov	30	303	27,60	0,00	12,18	13,28			158,44	-158,4	-801,2	0,0	0,0	0,0	158,4	0,0
Dez	31	333	27,60	45,00	12,28	13,28			165,01	-120,0	-921,2	0,0	0,0	45,0	120,0	0,0

Período chuvoso – Roldão – Ano: 2009

Tempo	Num de	NDA	T	P	N	I			ETP	P-ETP	NEG-AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
MESES	Dias		°C	mm	horas				Thornthwaite1948	mm		mm	mm	mm	mm	mm
Jan	30	365	27,50	121,00	12,30	13,21			157,75	-36,7	-876,1	0,0	0,0	121,0	36,7	0,0
Fev	28	30	26,80	121,00	12,23	12,70	I=	151,0	132,81	-11,8	-888,0	0,0	0,0	121,0	11,8	0,0
Mar	31	58	26,20	135,00	12,11	12,28	a=	3,78	133,70	1,3	-230,0	1,3	1,3	133,7	0,0	0,0
Abr	30	89	26,00	247,00	11,96	12,13			124,14	122,9	0,0	60,0	58,7	124,1	0,0	64,2
Mai	31	119	26,00	358,00	11,82	12,13			126,79	231,2	0,0	60,0	0,0	126,8	0,0	231,2
Jun	30	150	25,60	41,00	11,72	11,85			114,73	-73,7	-73,7	17,6	-42,4	83,4	31,3	0,0
Jul	31	180	25,40	52,00	11,70	11,71			114,88	-62,9	-136,6	6,2	-11,4	63,4	51,5	0,0
Ago	31	211	26,40	54,00	11,77	12,42			133,69	-79,7	-216,3	1,6	-4,5	58,5	75,2	0,0
Set	30	242	27,10	0,00	11,90	12,92			144,37	-144,4	-360,7	0,1	-1,5	1,5	142,9	0,0
Out	31	272	27,30	0,00	12,04	13,07			155,27	-155,3	-515,9	0,0	-0,1	0,1	155,1	0,0
Nov	30	303	27,60	0,00	12,18	13,28			158,44	-158,4	-674,4	0,0	0,0	0,0	158,4	0,0
Dez	31	333	27,60	0,00	12,28	13,28			165,01	-165,0	-839,4	0,0	0,0	0,0	165,0	0,0