



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO ACADÊMICO EM GEOGRAFIA  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DINÂMICA TERRITORIAL E AMBIENTAL**

**MARIA LOSÂNGELA MARTINS DE SOUSA**

**DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO  
FIGUEIREDO, CEARÁ: Subsídios ao Planejamento Ambiental**

**FORTALEZA  
2012**

**MARIA LOSÂNGELA MARTINS DE SOUSA**

**DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO  
FIGUEIREDO, CEARÁ: Subsídios ao Planejamento Ambiental**

**Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Geografia da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geografia. Área de concentração: Dinâmica Territorial e Ambiental. Orientadora: Profa. Dra. Vlândia Pinto Vidal de Oliveira.**

**FORTALEZA**

**2012**

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

- 
- S698d      Sousa, Maria Losângela Martins de.  
              Diagnóstico geoambiental da sub-bacia hidrográfica do rio Figueiredo, Ceará: subsídios ao planejamento ambiental / Maria Losângela Martins de Sousa – 2012.  
              144 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, 2012.  
              Área de Concentração: Dinâmica Territorial e Ambiental.  
              Orientação: Profa. Dra. Vlândia Pinto Vidal de Oliveira.
1. Sistemas ambientais. 2. Semiárido. 3. Potencialidades naturais. 4. Limitações de Uso. I. Título.

---

CDD 910

**MARIA LOSÂNGELA MARTINS DE SOUSA**

**DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO  
FIGUEIREDO, CEARÁ: Subsídios ao Planejamento Ambiental**

**Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado  
em Geografia da Universidade Federal do Ceará,  
como parte dos requisitos para obtenção do  
título de Mestre em Geografia. Área de  
concentração: Dinâmica Territorial e Ambiental.  
Orientadora: Profa. Dra. Vlândia Pinto Vidal de  
Oliveira.**

**Defesa em \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_**

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Profa. Dra. Vlândia Pinto Vidal de Oliveira – Orientadora  
Universidade Federal do Ceará - UFC**

---

**Prof. Dr. Marcos José Nogueira de Souza  
Universidade Estadual do Ceará - UECE**

---

**Prof. Dr. Flávio Rodrigues do Nascimento  
Universidade Federal Fluminense - UFF**

**FORTALEZA**

**2012**

(..)  
Deus quando quer botar bom tempo  
forma logo os nevoeiros  
Desenvolve e cai a chuva  
corre água nos tabuleiros  
Corre abundancia na terra  
Que esbanja o mundo inteiro.  
As pedras se movem qualquer movimento  
só pelo talento que as águas carregam  
O chão amolece, o barro umedece  
que tempos suaves que brotam as árvores  
e o sertão reverdece.  
(...)  
Quando chega o mês de junho  
chamado o mês de São João  
Solta-se uma ventania  
Soa serra e boqueirão  
Seca a terra e muda o ar  
Do brejo para o sertão  
(...)

Autor desconhecido

Fonte: Antônio Maciel (Pai)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS, pela graça da vida, pela coragem e pela fortaleza para enfrentar os desafios que ela nos propõe.

À minha família, especialmente a meu pai Antônio, pelo exemplo de homem trabalhador e lutador pelas causas justas da vida, a minha mãe (Raimunda) pela guerreira que é, e a minha irmã (Loângela) pelo amor, carinho, atenção e cuidado.

Meus agradecimentos se estendem a meu namorado (César), que sempre me deu exemplo de determinação e a meu quase irmão Ribamar, pela parceria estabelecida desde longas datas. A sua ajuda durante os trabalhos de campo, foram fundamentais, fornecendo além do transporte, o seu empenho e a sua dedicação. Saiba que sem a sua ajuda teria sido bem mais difícil.

Agradeço ao Programa de Pós-graduação da UFC, pela oportunidade de desenvolver o presente trabalho e a FUNCAP pelo financiamento da pesquisa.

Muitíssimo obrigada à professora Vlândia Pinto Vidal de Oliveira pela orientação, atenção, carinho, profissionalismo e confiança. Pela oportunidade de trabalhar ao seu lado.

Agradeço também ao professor Marcos Nogueira pelas preciosas contribuições ao meu trabalho, assim como pelos muitos conhecimentos transmitidos ao longo do curso e especialmente dos trabalhos de campo.

Ao Professor Flávio Rodrigues, não apenas por contribuir neste momento, mas por me ajudar nesta caminhada desde a graduação, pela competência, atenção e profissionalismo.

A todos os professores do Departamento da Geografia da UFC, pelas enormes contribuições.

Ao professor Lineu Bezerra do Departamento de Biologia/UFC, pela ajuda, atenção e pelas tantas contribuições.

Aos professores do programa de Pós-graduação da UECE, especialmente a Lúcia Brito, Marcos Nogueira, Daniel Pinheiro, Elmo Vasconcelhos. O curto período que passei convosco valeu muito apena.

Aos meus colegas da UFC, ao Raul Carneiro, Ana Cristina, Eliedir, Rui, Paulinha, Juliana, Jocicléia, Diego e todos da nossa turma. Obrigada também a Luis

Carlos por tudo, especialmente por me oferecer tantas vezes os salva-vidas, quando estava “nafragando” no arcgis.

Aos professores de Geografia da FAFIDAM, pela confiança, incentivo e por me fazer acreditar que era possível. Obrigada por me ajudar nesta caminhada profissional. Especialmente ao Sérgio, Humberto, Gedeon, Erika, Lucenir e todos os demais. Além dos meus amigos do peito, Cleuton Almeida e Daniely Guerra, pelo incentivo e inúmeras ajudas.

Meus agradecimentos se espriam ainda a todos aqueles que contribuíram para a efetivação dos trabalhos de campo. Além de Ribamar (meu fiel escudeiro), Zé Paulino e Padre Gino, no Pereiro, Chico Hélio e Guilherme, em Iracema, João Alves, Ronaldo, Valda e Roberval (Cara veia), Diego Girão, em Alto Santo. Além de Sebastião, Jerônimo Maciel e Maurício da EMATERCE - Alto Santo.

Quero aqui destacar a pessoa de Clebercon Soares pelo apoio, ponderação, carinho e atenção. As nossas variadas conversas em invariáveis horários, se constituíram de suma importância para a conclusão deste trabalho.

Meus agradecimentos chegam também a minha segunda mãe Benedita e a seu esposo Joaquim (Quinzinho), pela acolhedora recepção em sua casa, carinho, atenção e cuidado que vocês me devotam. Saibam que sois muito importantes na minha vida e que terão sempre um lugar reservado no meu coração. Obrigada por tudo.

Agradeço imensamente ao meu também amigo do peito, Padre Edmilson pelas importantes e oportunas informações fornecidas, além das palavras fraternas e incentivadoras proferidas nas mais variadas ocasiões.

Por fim, mas não por último, gostaria de agradecer a todos, sem exceção, que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho, por aqueles que torceram, rezaram, choraram e vibraram comigo durante a caminhada. Saibam que este trabalho é nosso, pois sem a parte de cada um de vocês não seria possível a totalidade.

O principal resultado que alcancei não foi que a sub-bacia do Figueiredo está degradada, mas sim, que não se faz mestrado, ou melhor, que não vivemos sozinhos e isolados, mas que precisamos sempre e muito uns dos outros. MUITO OBRIGADA!!!

## RESUMO

A presente pesquisa aborda a contextualização geoambiental da sub-bacia hidrográfica do rio Figueiredo, como um subsídio ao planejamento ambiental. Tem-se como principal objetivo realizar uma análise ambiental integrada da sub-bacia, destacando a capacidade de suporte dos seus recursos naturais e as formas de uso e ocupação. Assim, a pesquisa se estruturou em três etapas principais. A primeira está voltada à pesquisa documental, bem como ao levantamento de dados secundários da área de estudo. A segunda diz respeito ao levantamento da base geocartográfica e de imagens de satélites. A terceira se volta à parte prática através dos trabalhos de campo, interpretação das imagens de satélites e produção cartográfica. Como principais resultados, verificou-se que a sub-bacia possui os seguintes sistemas ambientais: planícies fluviais e áreas de inundação sazonal, depressão sertaneja, que se divide nos sertões de Alto Santo, Iracema/Potiretama, Pereiro/Ererê, cristas residuais, maciço residual do Pereiro e patamares da chapada do Apodi. Esta sub-bacia apresenta processos de degradação ambiental e riscos de desertificação, pois possui condições climáticas semiáridas e atividades humanas que comprometem a capacidade de suporte dos seus recursos naturais, entre elas a pecuária, a agricultura e o extrativismo vegetal, cujas técnicas de utilização são inadequadas. Neste contexto, o reconhecimento das potencialidades e limitações naturais da bacia é de suma importância para as diretrizes ambientais.

**Palavras-Chaves:** bacia hidrográfica, análise ambiental, semiárido, planejamento ambiental.



## ABSTRACT

This research approaches the issue of integrated studies as an aid to environmental planning, having as the case study the sub-basin of the Rio Figueiredo. This river is one of the main tributaries of the Jaguaribe drainage basin, located in the eastern portion of the state of Ceara, Brazil. It has as its main objective to conduct an environmental analysis of the integrated sub-basin, highlighting the carrying capacity of its natural resources and ways to use and occupation, with a view to supporting environmental planning. For this purpose, its specific objectives are: to identify the environmental systems and types of use and occupation of their natural resources to investigate the main environmental problems in the sub-basin set, relating the causes and consequences; make a list of the floristic composition of the environmental systems aiming to realize the environmental degradation from the loss of biodiversity. This research was structured in three main stages. The first one is focused on documentary research, as well as the collection of complementary data on the study area. The second concerns the collecting of the geocartographic base data and satellite images. The third will discuss a practical field work through the interpretation of satellite images and cartographic production. The main results showed that the sub-basin has four environmental systems: fluvial plains and areas of seasonal flooding, depression hinterland, which is divided in the backlands of Alto Santo, Iracema/Potiretama, Pereiro/Ererê, residual ridges, Pereiro residual massive and the heights of the Apodi plateau. This sub-basin presents processes of environmental degradation and desertification risk, because it has semi-arid climatic conditions and human activities that compromise the carrying capacity of its natural resources, including livestock, agriculture and extraction plant, whose techniques are unsuitable for use. In this context, the recognition of the potential and limitations of the natural area is of great importance to the environmental guidelines.

**Keywords:** Drainage basin, environmental analysis, semiarid, environmental planning.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Fluxograma Metodológico -----	39
Figura 2	Mapa de Localização da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Figueiredo -----	46
Figura 3	Mapa planialtimétrico da Sub-bacia hidrográfica do Rio Figueiredo -----	48
Figura 4	Construção do Barramento do Rio Figueiredo em Alto Santo -----	49
Figura 5	Mapa geológico/Geomorfológico da Sub-bacia hidrográfica do Rio Figueiredo -----	54
Figura 6	Abastecimento de água precário em comunidades rurais de Iracema -----	67
Figura 7	Mapa morfopedológico e de recobrimento vegetal -----	72
Figura 8	Alocação inadequada do lixo no município de Alto Santo --	83
Figura 9	Lixão a céu aberto no município de Pereiro -----	83
Figura 10	Visão panorâmica da Serra Vermelha, próximo à sede do município de Iracema -----	85
Figura 11	Relevo dissecado da Serra do Pereiro -----	86
Figura 12	Cultivo nas encostas da serra, nas proximidades da sede do Pereiro -----	87
Figura 13	Perfil de Argissolos presente na Serra do Pereiro -----	88
Figura 14	Prática de queimadas na serra do Pereiro, município de Pereiro -----	89
Figura 15	Atividade ceramista nas planícies do Figueiredo, Alto Santo -----	93
Figura 16	Evidências de sulcos de erosão no município de Iracema -	94
Figura 17	Planície fluvial do Rio Figueiredo, Alto Santo -----	95
Figura 18	Sertões de Alto Santo, com a Serra Vermelha ao fundo ---	98
Figura 19	Visão panorâmica dos Sertões de Iracema/Potiretama ----	99
Figura 20	Visão panorâmica dos Sertões de Pereiro/Ererê -----	100
Figura 21	Pavimento detrítico nas proximidades da comunidade de Armador em Alto Santo -----	101
Figura 22	Erosão laminar e em ravinas nos sertões de Iracema/Potiretama -----	102
Figura 23	Sertões altamente degradados em Alto Santo, com tendência a desertificação -----	103
Figura 24	Agroextrativismo desenvolvidos nos patamares do Apodi, na comunidade de Armador, Alto Santo -----	107
Figura 25	Mapa dos Sistemas Ambientais da Sub-bacia do Rio Figueiredo -----	111
Figura 26	Áreas Susceptíveis à Desertificação no Nordeste Brasileiro	113
Figura 27	Mapa de Susceptibilidade à Desertificação no Ceará -----	116
Figura 28	Rio Figueiredo, em Alto Santo, apresentando assoreamento e degradação da mata ciliar -----	124
Figura 29	Atividade pecuarista na planície do Rio Figueiredo em Alto Santo -----	125
Figura 30	Xiquexique, cactácea de grande resistência à semiaridez, Alto Santo -----	126

### LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Classificação da frequência das espécies, conforme os sistemas ambientais -----	43
Tabela 2	Capacidade de acumulação dos principais açudes da Sub-bacia do Rio Figueiredo -----	66
Tabela 3	Atividades econômicas desenvolvidas pelos municípios da sub-bacia do Figueiredo -----	77
Tabela 4	Número de cabeças/animais da sub-bacia do Rio Figueiredo -----	77
Tabela 5	Culturas temporárias da sub-bacia do Rio Figueiredo	78
Tabela 6	População dos municípios da Sub-bacia do Rio Figueiredo -----	79
Tabela 7	População dos municípios da sub-bacia por faixa etária --	79
Tabela 8	População extremamente pobre da sub-bacia do Figueiredo -----	81
Tabela 9	Classe de frequência das espécies conforme a sua ocorrência nos sistemas ambientais -----	128
Tabela 10	Índice de semelhança florística -----	130

### LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Média pluviométrica da sub-bacia do Figueiredo -----	65
Gráfico 2	Relação médico/1000 hab na sub-bacia do Figueiredo ----	80
Gráfico 3	Riqueza florística dos sistemas ambientais da sub-bacia do Figueiredo -----	123

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Índice de Aridez, conforme o tipo de clima -----	34
Quadro 2	Correlação da caracterização geológica da sub-bacia do Figueiredo -----	32
Quadro 3	Características Geológicas e Geomorfológicas da sub-bacia hidrográfica do Rio Figueiredo -----	53
Quadro 4	Cronologia das secas ocorridas no Nordeste brasileiro, Séc. XVI – XXI -----	60
Quadro 5	Abastecimento de água dos municípios da sub-bacia do Rio Figueiredo -----	66
Quadro 6	Fitopedologia da Sub-bacia do Rio Figueiredo -----	71
Quadro 7	Caracterização Ambiental do Maciço Residual do Pereiro	91
Quadro 8	Caracterização Ambiental das planícies fluviais do Rio Figueiredo -----	97
Quadro 9	Caracterização Ambiental da Depressão Sertaneja da Sub-bacia do Figueiredo -----	105
Quadro 10	Caracterização Ambiental da Superfície de Exumação da Formação Açú -----	109
Quadro 11	Sinopse das Características Naturais da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Figueiredo -----	110
Quadro 12	Listagem da riqueza florística da sub-bacia do Rio Figueiredo -----	120
Quadro 13	Relação entre sistema ambiental, uso/ocupação e riqueza florística -----	127
Quadro 14	Distribuição das espécies vegetais por classes de frequências -----	128
Quadro 15	Matriz de semelhança florística entre os sistemas ambientais da sub-bacia do Figueiredo -----	130
Quadro 16	Síntese dos problemas da sub-bacia do Figueiredo e diretrizes ambientais -----	132

## LISTA DE SIGLAS

- AAN** - Alta Pressão do Atlântico Norte
- AAS**- Alta Pressão do Atlântico Sul
- ANA** – Agência Nacional de Águas
- APA** - Área de Proteção Ambiental
- ASA** - Articulação no Semiárido
- BNB** - Banco do Nordeste do Brasil
- CAGECE** - Companhia de Água e Esgoto do Ceará
- CCM** - Complexo Convectivo de Mesoescala
- CEEIBH** - Comitê Estadual de Estudos Integrados de Bacias hidrográficas
- CCD** - Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca
- CODEVASF** - Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco
- COGERH** – Companhia de Gerenciamento dos recursos Hídricos
- CONAMA** - Conselho Nacional de Meio Ambiente
- CNAEE** - Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica
- CNUMAD** - Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento
- CVSF** - Comissão do Vale do São Francisco
- CHESF** - Companhia Hidrelétrica do São Francisco
- DNAE** - Departamento Nacional de Águas e Energia
- DNOCS** - Departamento Nacional de Obras contra Secas
- CPRM** - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
- EIA** – Estudo de Impacto Ambiental
- EMATERCE** - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará
- EMBRAPA** - Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária
- ETP** - Evapotranspiração
- FAO** - Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação
- FUNCEME** - Fundação Cearense de Meteorologia
- GPS** - Sistema de Posicionamento Global
- GTDN** - Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste
- IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**ICID** - Conferência Internacional sobre Variações Climáticas e Desenvolvimento Sustentável no Semiárido

**IFOCS** - Inspeção Federal de Obras Contra Secas

**INPE** - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

**IPECE** - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará

**IOCS** - Inspeção de Obras contra as secas

**LI** - Linhas de Instabilidade

**ONU** - Organização das Nações Unidas

**PACD** - Plano de Ação de Combate a Desertificação

**PAE** – Plano de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca

**PAN-BRASIL** – Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca

**PNMH** - Programa Nacional de Microbacia Hidrográfica

**PNUMA** - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

**P1MC** - Programa Um Milhão de Cisternas

**RIMA** – Relatório de Impacto Ambiental

**SEMACE** - Secretaria de Meio Ambiente do Ceará

**SRH** - Secretaria de Recursos Hídricos

**SUDENE** - Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste

**UNCOD** - Conferência das Nações Unidas sobre Desertificação

**VCAN** - Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis

**WAVES** - Water Availability and Vulnerability of Ecosystems and Society in the Semiarid Northeast of Brasil

**ZEE** – Zoneamento Ecológico-Econômico

**ZCIT**- Zona de Convergência Intertropical

## SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO -----	15
1	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA -----	18
1.1	Análise Ambiental Integrada no Estudo da Geografia Física -----	18
1.2	A Bacia Hidrográfica como Unidade de Planejamento Ambiental --	26
1.2.1	Degradação e Desertificação -----	30
1.2.2	Planejamento Ambiental -----	36
1.3	Procedimentos Técnico-Operacionais -----	39
2	SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO FIGUEIREDO: Breve contextualização -----	46
2.1	Localização da Bacia -----	46
2.2	Caracterização da base natural da sub-bacia hidrográfica do Rio Figueiredo -----	50
2.2.1	Aspectos Geológicos-Geomorfológicos -----	50
2.2.2	Condições Hidroclimáticas -----	55
2.2.3	Condições Fitopedológicas -----	68
2.2.4	Tipologia de Uso e Ocupação da Sub-bacia hidrográfica do Rio Figueiredo -----	73
3	SISTEMAS AMBIENTAIS DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO FIGUEIREDO -----	84
3.1	Maçõo Residual do Pereiro -----	84
3.2	Planícies Fluviais e Àreas de Inundação sazonal -----	92
3.3	Depressão Sertaneja -----	98
3.4	Superfície de Exumação da Formação Açõ -----	106
4	A PROBLEMÁTICA DA DEGRADAÇÃO/DESERTIFICAÇÃO -----	112
	CONCLUSÕES -----	134
	REFERÊNCIAS -----	136

## INTRODUÇÃO

Os estudos geográficos buscam analisar e interpretar o espaço de diferentes modos. Uma delas é a partir da relação entre sociedade e natureza, fato um tanto instigante e complexo. Na maioria dos casos, tal relação se apresenta conflituosa, o que gera problemas ambientais, sociais e econômicos, provocando transformações profundas nas condições de vida da sociedade.

Quando este tipo de relação ocorre em ambientais frágeis, ou instáveis do ponto de vista das condições naturais, a degradação tende a se manifestar. Caso a capacidade de resiliência dos recursos naturais seja menor em relação às ações de degradação é possível que a dinâmica ambiental seja regressiva. Entretanto, tal afirmativa exige reflexão aprofundada, podendo-se tomar as regiões semiáridas como exemplo. Tais áreas apresentam processos acelerados de degradação ambiental e, ao mesmo tempo excelente capacidade de resiliência das caatingas, através das características de adaptação às condições semiáridas, pautadas em cascas claras e reluzentes, folhas pequenas, caducifolia, armazenamento de água no caule e nas raízes e sementes leves que possibilitam a dispersão pelos ventos fortes durante a estação seca.

Desta feita, percebe-se que a capacidade de suporte dos recursos naturais, juntamente com as formas de uso e ocupação, interfere nos processos de degradação ambiental – e em alguns casos determinam. Esta problemática pode gerar transformações profundas na dinâmica das paisagens, rompendo com o equilíbrio natural e trazendo consequências, as mais diversas, para as populações.

Os processos, as causas e consequências são diversas, o que exige uma análise criteriosa da paisagem na tentativa de identificar os fatores determinantes da sua transformação. Tal análise pode se dar por meio dos estudos integrados em que se verificam conjuntamente os aspectos do potencial ecológico, da exploração biológica e da ação humana.

Nesta perspectiva, os estudos das bacias hidrográficas podem levar à compreensão dos processos geomorfológicos e ambientais, pois os cursos d'água constituem processos morfogenéticos dos mais ativos na esculturação da paisagem. Além disso, constitui-se como importante ferramenta para o planejamento ambiental, uma vez que permite analisar os componentes da paisagem, entendendo os



processos e agentes ali atuantes. O seu estudo possibilita investigar e detectar as questões que ocorram no âmbito dos sistemas ambientais, contribuindo para a proposição de estratégias de intervenção que visem ao planejamento e à gestão das áreas degradadas.

A sub-bacia hidrográfica do Rio Figueiredo, objeto de estudo da presente pesquisa, está inserida nesse contexto, comportando problemas ambientais de causas e consequências variadas. Entre as principais razões que levaram à escolha desta sub-bacia como objeto de investigação pode-se mencionar além da sua representatividade no contexto semiárido cearense, a diversidade de ambientes que a mesma comporta, assim como aspectos de uso e ocupação que ajudam a compreender os processos de degradação ambiental ora vigente.

Assim, a sub-bacia vem enfrentando problemas gerados pelo uso dos recursos naturais. Dentre eles, salienta-se a construção do açude Figueiredo, resultante do barramento do rio homônimo e abrangendo parte dos municípios de Alto Santo, Iracema e Potiretama. Esta obra é de grande expressão para o Ceará, pois se insere na política estadual de gestão de bacias, com a regularização das águas e a integração de bacias. Apresenta como principal referência o açude Castanhão e o canal da integração.

Além disso, possui certa abrangência espacial, ocupando parcialmente seis municípios: Pereiro, Ererê, Potiretama, Iracema, Alto Santo e São João do Jaguaribe. Faz parte da bacia do Médio Jaguaribe, área esta, reconhecida historicamente pelo desenvolvimento da pecuária bovina, sendo considerada a principal bacia leiteira do Vale do Jaguaribe.

Considerando que a sub-bacia em voga possui evidências de degradação ambiental acelerada e de desertificação se faz necessária a gestão adequada dos seus recursos naturais na tentativa de minimizar os riscos desta problemática.

Vale ressaltar que as atividades humanas, assim como o desenvolvimento da pecuária extensiva, associada a agricultura de subsistência, a utilização de técnicas rudimentares e inadequadas, como desmatamentos, queimadas, superpastoreio, utilização de agrotóxicos, extrativismo descontrolado, são algumas das práticas que potencializam o desequilíbrio ambiental naquela bacia.

A presente pesquisa visa contribuir com estudos sobre a sub-bacia do rio Figueiredo a partir da aplicação do método sistêmico na análise da paisagem e para

a sociedade, pois o semiárido exige constantes olhares, em função das transformações e metamorfoses que este ambiente exhibe, principalmente a partir do desenvolvimento desordenado das atividades humanas, revelando fortes desequilíbrios do meio físico.

O estudo sistematizado da sub-bacia em pauta possibilita que a sociedade e o poder público tomem conhecimento da situação em que se encontram os seus recursos naturais e, desse modo possam contribuir para a busca de alternativas que visem a um maior êxito na convivência com o semiárido e com suas particularidades, bem como subsidiar o planejamento e a gestão ambiental.

Para tanto, a pesquisa tem como principal objetivo realizar um diagnóstico geoambiental da sub-bacia do Figueiredo com base na análise integrada, na perspectiva de subsidiar o planejamento ambiental.

Os objetivos específicos são delineados a seguir:

- a) caracterizar as principais variáveis ambientais (condições geológicas, geomorfológicas, hidroclimáticas, fitopedológicas) e tipologias de uso/ocupação da sub-bacia do Figueiredo;
- b) delimitar os sistemas ambientais utilizando os estudos integrados da paisagem e produtos de sensoriamento remoto na elaboração da cartografia básica e temática;
- c) identificar a capacidade de suporte dos recursos naturais e os impactos de ocupação;
- d) realizar uma listagem da composição florística dos sistemas ambientais na perspectiva de perceber a degradação ambiental, a partir da perda da biodiversidade;
- e) Analisar os aspectos de degradação/desertificação na sub-bacia relacionando as suas principais causas e consequências;
- f) subsidiar o planejamento ambiental da sub-bacia em foco.

Desse modo, o trabalho está estruturado em quatro partes. A primeira trata da revisão teórico-metodológica, buscando alguns estudiosos e suas teorias referentes à problemática pesquisada. A segunda versa sobre a contextualização da sub-bacia, identificando as condições naturais e a produção do espaço. A terceira parte apresenta os sistemas ambientais e suas principais características. Por fim, a quarta parte traça o panorama da degradação ambiental na sub-bacia e suas repercussões.

## **1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA**

A classificação das unidades geoambientais partirá do estudo da paisagem sob o enfoque da análise geoambiental integrada, adotando-se o conceito de geossistema, paisagem, ambiente, degradação, desertificação e bacia hidrográfica.

Além dos autores clássicos, como Sotchava (1977), Bertand (1972) e Tricart (1977), destacam-se também os trabalhos regionais de Souza (2000a), Oliveira (2006), Nascimento e Sampaio (2004/2005), pois utilizam os princípios geossistêmicos nas suas pesquisas e trabalham com objetos de estudos com características semelhantes. Isso pode dar significativas contribuições ao presente trabalho.

As pesquisas acadêmicas realizadas na referida área de estudo, ou em seu entorno como Ceará (2009, 2006, 2002), Guerra (2009), Costa (2009), Magalhães (2010), Lima (2001), também são consideradas. Estas serviram de base, fornecendo informações relevantes através das múltiplas óticas de investigação.

Considerando a bacia hidrográfica como unidade de análise, busca-se refletir sobre a degradação ambiental e os processos de desertificação a que estão submetidos os ambientes semiáridos, levando a uma reflexão sobre as principais estratégias de combate à seca e as alternativas de convivência com estas condições climáticas.

### **1.1 Análise Ambiental Integrada no Estudo da Geografia Física**

A Geografia possui estreita relação com as ciências naturais e as ciências humanas. É um ramo do conhecimento que estuda as relações entre o homem e o meio, portanto, ciência ponte entre os aspectos naturais e humanos (MENDONÇA, 1998). Na visão do autor, a Geografia se constitui como o resultado do encontro de um grande número de outras ciências que a influenciaram no seu desenvolvimento.

De acordo com o autor supracitado a dualidade da Geografia esteve presente desde a sua origem através da divisão entre Geografia Física e Humana. Enquanto Vidal de La Blache, com a escola possibilista na França, evidenciou os aspectos humanos da Geografia no século XIX, Humbolt e Ritter desenvolviam na Alemanha, praticamente no mesmo período, os estudos de cunho naturalista

mediante o determinismo geográfico. Outros estudiosos deram sequência a esta dualidade, como Emmanuel De Martone, que se voltava à Geografia Física, e Marx Sorre que trabalhava na perspectiva humana da Geografia.

Na perspectiva daquele autor, ocorreram diversas tentativas de unificação do pensamento geográfico - como Elisée Reclus que procurou desenvolver uma produção mais unitária. Entretanto, tal unificação não foi atingida. O referido autor, traçando considerações a este respeito, destaca ser normal entender que a Geografia possua métodos de análises diferenciados, pois, enquanto a natureza possui suas próprias leis evolutivas, as sociedades se desenvolvem segundo seus próprios objetivos, na tentativa de satisfazer as suas necessidades. Destarte, diz Mendonça (1998, p. 29) “[...] a sociedade e natureza exigem metodologias próprias de análise”. Isso explicaria a separação existente entre Geografia Física e Geografia Humana. Embora, este motivo não deva justificar a dicotomia da Geografia.

Nesse contexto, a Geografia Física busca definir o seu método de estudo e se firmar como ramo da Geografia de modo geral. Para tanto, os estudos setoriais, devidamente analisados, e os estudos integrados são de grande relevância.

Os estudos setorizados da paisagem marcaram a primeira metade do século XX (SOUZA, 2000). Desse modo, fazia-se a reunião e a descrição da base natural para fornecer o conhecimento de determinado território. Para o autor, este tipo de estudo se dá de maneira parcial. Embora faça o reconhecimento da realidade ambiental, não permite analisá-la de modo a compreender a sua dinâmica.

Percebendo esta lacuna deixada pelos estudos setoriais, verificou-se a necessidade de investigar as inter-relações existentes entre os diversos componentes da paisagem e examinar como tais relações são responsáveis pelas transformações ocorridas. Assim, a análise ambiental integrada busca compreender os mecanismos que interagem na natureza e toda a complexidade neles inseridos. Este tipo de estudo, de acordo com o autor supramencionado, não prescinde dos estudos setoriais, apenas busca adquirir o seu próprio campo de ação, de modo a confrontar e analisar os dados da paisagem avaliando a complexa dinâmica desta.

Assim sendo, os estudos que comportam aspectos relacionados a geologia, geomorfologia, climatologia e hidrologia, assim como a pedologia, vegetação e a ocupação, tem papel significativo na compreensão e análise das paisagens. Por isso é comum ver-se, em estudos de análise ambiental integrada, a relação desses elementos. Entretanto, não é a justaposição dessas informações que

dão o caráter integrativo, mas sim o nível de análise que o pesquisador consegue realizar tendo em vista a profunda inter-relação entre os componentes ambientais e as suas dinâmicas. Portanto, de acordo com a concepção do autor, os estudos setoriais têm uma finalidade muito expressiva, qual seja: subsidiar os estudos integrados.

Destarte, ele destaca a importância de cada um dos elementos que compõem a paisagem, considerando todas as suas particularidades e inter-relações, de modo a justificar por que os estudos setorializados acabam por não compreender a dinâmica da paisagem. Desta feita, enfatiza que os estudos devem partir da base geológica indicando a distribuição dos grandes grupos de rochas e sua estratigrafia. A justificativa para tal fato se deve a influência que a estrutura geológica possui na dinâmica da paisagem. Os estudos geomorfológicos podem contribuir no sentido de entender a compartimentação topográfica, assim como a descrição das formas de relevo, a obtenção de informações sobre as estruturas superficiais da paisagem e as condições morfogenéticas e morfodinâmicas.

Os estudos climatológicos também são de grande valia, pois mostram de que modo os regimes pluviométricos, as massas de ar influenciam as condições atmosféricas que incidem na dinâmica da paisagem.

A hidrologia é influenciada pelas condições climáticas - relacionadas não só ao regime de precipitação, mas à evapotranspiração e infiltração -, pelas condições de relevo e de estrutura geológica. Tais condições vão proporcionar regimes fluviais e padrões de drenagens diferenciados. Assim, Cunha (2001) diz que a drenagem é influenciada pela topografia, cobertura vegetal, tipo de solo e estrutura geológica.

Com relação à contribuição que os estudos pedológicos podem oferecer, verifica-se que os solos, juntamente com a vegetação, são os principais reflexos das demais condições naturais. Ou seja, a distribuição dos solos e suas associações tem estreita relação com a estrutura geológica e feições geomorfológicas, podendo também ser explicadas por eventos paleoclimáticos. Além disso, a cobertura vegetal representa “o jogo de interações ou de relações mútuas entre os demais componentes ambientais” (SOUZA, 2000, p. 08).

Assim sendo, verifica-se que os componentes ambientais se explicam ou se complementam. Por exemplo, os regimes fluviais são explicados não apenas

através das condições climáticas, mas também em função da estrutura geológica e das condições de relevo.

Não se pode deixar de mencionar neste momento as influências humanas ocorridas nesses ambientes. Estas impõem “modificações consideráveis na biosfera, provoca desequilíbrios ambientais e altera a dinâmica natural, principalmente em áreas de cobertura vegetal pouco densa e onde os processos erosivos são mais agressivos” (SOUZA, 2000, p.06).

Deste modo, verifica-se a importância dos estudos compartimentados e a necessidade da articulação entre eles. Articulação esta que se deu principalmente com a abordagem sistêmica através do conceito de Geossistema. Este conceito partiu da Teoria Geral dos Sistemas (BERTALANFFY, 1975) e da contribuição de Sotchava, o qual, no início dos anos de 1960, buscando aplicar as suas pesquisas em planejamentos territoriais, elaborou a conceituação teórica do Geossistema (VEADO, 1995).

Trabalhando nessa perspectiva, Sotchava conceitua teoricamente o Geossistema como:

sistemas naturais, de nível local, regional ou global, nos quais o substrato mineral, o solo, as comunidades de seres vivos, a água e as massas de ar, particularmente às diversas subdivisões da superfície terrestre, são interconectadas pela troca de matéria e energia num só conjunto” (Rugerie e Beroutchachvili, APUD Veado, 1995, p. 07).

Bertrand (1972) também deu importante contribuição ao entendimento do Geossistema através do estudo sobre paisagem e geografia física global, levantando considerações sobre este conceito, proposto por Sotchava. Na concepção do autor, o Geossistema resulta da combinação entre o potencial ecológico (fatores geomorfológicos, climáticos e hidrológicos) a exploração biológica (inter-relação entre a vegetação, o solo e a fauna) e a ação antrópica. Esta interação é de grande importância para a conceituação da paisagem.

Assim, ele conceitua a paisagem e mostra que o Geossistema possui uma ideia de inter-relação muito semelhante.

A paisagem não é a simples adição dos elementos geográficos disparatados. É, numa determinada porção do espaço, o 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 perpetua evolução (BERTRAND, 1972 p. 02).

Este autor classifica as paisagens em unidades superiores e inferiores. Subdividiu-as em seis níveis taxonômicos, a saber: zona, domínio e região, (unidades superiores) e geossistema, geofáceis e geótopos (unidades inferiores). A zona está relacionada aos conjuntos de primeira grandeza. Define-se principalmente pelo clima e seus biomas. O domínio se refere às unidades de segunda grandeza, correspondendo a paisagens individualizadas como o domínio dos depósitos sedimentares cenozoicos. A região natural compreende conjuntos dentro dos domínios, situados entre a terceira e quarta grandeza. O Geossistema está situado entre a quarta e quinta ordem de grandeza, ou seja, entre as unidades superiores e inferiores, portanto, numa escala em que os processos podem ser mais bem visualizados. Os Geofáceis podem ser identificados como compartimentos ainda menores, situados no interior dos Geossistemas, enquanto que os Geótopos situam-se na sexta ordem de grandeza, e estão inseridos nos Geofáceis.

Tricart (1977), também ofereceu importante contribuição aos estudos da paisagem. O autor classificou os ambientes em três tipos, (meios estáveis, intergrades e fortemente instáveis) de acordo com as suas dinâmicas, os quais fazem um balanço entre os processos pedogenéticos e morfogenéticos. Os meios estáveis se caracterizam quando há uma predominância dos processos pedogenéticos, os meios instáveis quando há preponderância morfogenética, enquanto os intergrades podem tender tanto à morfogênese quanto à pedogênese.

A partir desta classificação, Souza (2000a) estabeleceu as categorias de sustentabilidade dos sistemas ambientais. Tais categorias são essencialmente qualitativas e estão diretamente relacionadas com a capacidade produtiva dos recursos naturais de cada sistema.

O referido autor classifica-as em quatro. São elas:

- sustentabilidade muito baixa: quando a capacidade produtiva dos recursos naturais é mínima e a degradação adquire características praticamente irreversíveis;
- sustentabilidade baixa: capacidade produtiva com sérios problemas como solos rasos e erodidos, irregularidade pluviométrica, baixo potencial de águas superficial e subterrânea;

- sustentabilidade moderada: capacidade produtiva apresenta condições satisfatórias quanto ao potencial hídrico, solos moderadamente profundos, com média a alta fertilidade;
- sustentabilidade alta: áreas dotadas de boa capacidade produtiva dos recursos naturais e com pequenas limitações, as quais podem ser facilmente corrigidas.

A compreensão de paisagem adotada pela presente pesquisa busca articular o conhecimento anteriormente apontado, entendendo que a mesma não é estática, mas dinâmica. Todos os seus elementos interagem de modo integrado, possibilitando, por vezes, a formação de paisagens diferenciadas.

O Geossistema, embora tenha sido um dos principais passos na evolução teórico-conceitual da Geografia Física, possui limitações, é alvo de críticas, merecendo alguns ajustes. Para Monteiro (2001), a metodologia geossistêmica encontra-se em desenvolvimento e apresenta alguns problemas, como a produção de modelos matemáticos, os quais, muitas vezes, não conseguem responder de modo satisfatório aos questionamentos levantados, e, por consequência, os resultados são equivocados.

Dentre as limitações enfrentadas pelo Geossistema, pode-se mencionar a escala trabalhada, a coleta de dados e informações, que, além de incompletos, se encontram dispersos em vários órgãos, o que dificulta a sua aquisição (VEADO, 1995). Outro problema apontado se refere à questão da superposição de informações sobre as condições naturais e socioeconômicas, sem a devida análise. Faz-se em determinados casos uma boa descrição das condições naturais, mas não uma síntese das inter-relações dos componentes naturais.

Outra crítica referente ao Geossistema diz respeito à ação antrópica, entendida como uma ação natural, em que o homem se apresenta como um elemento a mais na composição do sistema, como se suas ações fossem instintivas, sem ligações com o contexto em que ele vive. A ação humana precisa ser entendida como ação social, capaz de alterar e transformar o espaço geográfico em função do contexto político, econômico, cultural, em que estão inseridos.

Na tentativa de aprimorar o seu método de análise, a Geografia Física tem buscado ajuda em métodos de outras ciências, como a geologia, a pedologia e a meteorologia, adaptando-os às suas peculiaridades. Desse modo, a “teoria



sistêmica tem-se configurado como método mais eficaz no trabalho da Geografia Física moderna e contemporânea” (MENDONÇA, 1998 p. 41).

Ross (2009), corroborando com Souza (2000), justifica a necessidade da abordagem sistêmica da paisagem por meio dos estudos integrados, pois, embora o estudo das partes seja extremamente importante, eles não dão conta de entender a dinâmica da paisagem se não vista de forma holística.

Souza (2000), assim como em diversas outras obras, contribui inegavelmente na construção da concepção dos estudos integrados no Brasil, e especialmente no Ceará. O autor propõe uma nova leitura do Geossistema, apresentando os sistemas ambientais, uma vez que estes conseguem articular melhor as relações da exploração biológica, potencial ecológico e ações humanas. Estas relações dão uma nova roupagem à análise do ambiente. Ele entende que as ações humanas não são apenas dependentes da natureza, e sim capazes de provocar diversas e complexas modificações no ambiente e na sociedade.

Para efeito de entendimento convém detalhar alguns termos para fins de compreensão, entre eles: ecossistema, geossistema e sistemas ambientais. Aparentemente sinônimos possuem significativas distinções. Enquanto o ecossistema está mais voltado à ecologia, ao “conjunto de seres vivos mutuamente dependentes uns dos outros e do ambiente no qual eles vivem” (TRICART, 1977), o Geossistema representa como já definido anteriormente, um sistema em que interagem elementos do potencial ecológico (litologia, relevo e clima), da exploração biológica (fauna, flora, e solos) e das ações humanas, (BERTAND, 1972). Os sistemas ambientais afirmam existir uma estreita relação dos potenciais ecológicos com a exploração biológica e ação humana. Esta é vista como uma ação capaz de provocar alterações no meio físico diante do contexto inserido.

Os estudos ambientais no Brasil passaram a ter maior enfoque a partir da década de 1980, com o desenvolvimento da Geografia Física aplicada, assim como com a promulgação da Lei de Política Nacional de Meio Ambiente (6.938/81). Esta lei, proposta pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) instituiu a obrigatoriedade dos Estudos de Impactos Ambientais e Relatórios de Impactos Ambientais (EIA-RIMAS) como documentação básica, estabelecendo critérios e normatizações para o licenciamento ambiental de grandes empreendimentos.

De acordo com Milaré (2009), o EIA é considerado como um dos mais notáveis instrumentos de compatibilização do desenvolvimento socioeconômico com

a proteção da qualidade do meio ambiente. Constitui-se como instrumento que possibilita a obtenção de informações ambientais e que auxilia no planejamento ambiental. Para tanto, os diversos encontros já realizados, como a Conferência Internacional sobre meio ambiente (Rio 92) e a Conferência Internacional sobre Variações Climáticas e Desenvolvimento Sustentável no Semiárido – ICID foram importantes.

No Brasil, a execução do Projeto RADAMBRASIL (1981), primeiramente na Amazônia, depois se estendendo para o país, foi de grande relevância na perspectiva da aplicabilidade da metodologia sistêmica. Embora estivesse sendo desenvolvido em um período histórico marcado pelo desenvolvimentismo e apresentasse um cunho compartimentado proporcionou excelentes caracterizações ambientais, contribuindo para o desenvolvimento de trabalhos integrados.

O estado do Ceará se destaca na aplicabilidade da análise sistêmica através de diversos estudos, liderados por Souza (1988, 2000a, et al 2005, et al 2006). A sua experiência como consultor do Projeto RADAMBRASIL permitiu contribuir significativamente para o desenvolvimento dos estudos integrados no Ceará e no Nordeste brasileiro.

O Ceará também se destaca na execução de inúmeros trabalhos técnicos, como o Zoneamento Ecológico-Econômico do Bioma Caatinga e Serras úmidas do Estado do Ceará, trabalhos mais específicos como das serras úmidas, áreas de influência de grandes açudes como o Castanhão, trabalhos realizados em áreas litorâneas, como as dunas de Paracurú, Lagoinha. O Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental (APA) dos rios Mundaú, Ceará, Curu e Pacoti.

Vale ainda ressaltar que trabalhos nesta perspectiva romperam as fronteiras brasileiras e ganharam destaque em investigações internacionais, através de projetos e convênios entre universidades, como é o caso do Projeto Water Availability and Vulnerability of Ecosystems and Society in the Semiarid Northeast of Brazil (WAVES) realizado em convênio com a Universidade Federal do Ceará e do projeto realizado na ilha de Cabo verde na África, também em convênio com a UFC.

Outros estudiosos como Oliveira (2006), Nascimento e Sampaio (2004/2005), Nascimento (2006), Rodriguez, et al. (2010) devem ser considerados, pois, além de utilizarem os princípios geossistêmicos nas suas pesquisas,

estabelecem discussões pertinentes ao estudo do ambiente como a degradação ambiental e os processos de desertificação em bacias hidrográficas.

## **1.2 A Bacia Hidrográfica como Unidade de Planejamento Ambiental**

A bacia hidrográfica vem se constituindo como uma das principais referências em estudos do meio físico, em virtude de muitos fatores, entre eles por subsidiar grande parte do planejamento territorial no Brasil e em outros países (RODRIGUES; ADAMI, 2009), além de contribuir para os estudos geoambientais inter-relacionando os diversos elementos da paisagem e os processos que atuam na sua esculturação (NASCIMENTO, 2006).

Na concepção de Grangeiro (2004), o estudo da bacia hidrográfica é um instrumento importante para o planejamento ambiental. Enquanto este pressupõe uma ideia de totalidade e de profundo conhecimento do meio, a bacia hidrográfica também permite uma noção de integração, possibilitando o estudo a partir do reconhecimento da dinâmica ambiental e das condições de ocupação humana.

Neste aspecto, convém mencionar alguns dos principais autores que trabalham com as bacias hidrográficas e suas principais contribuições. Assim, nomes como Horton e Straller, precursores dos estudos relacionados à hierarquia da rede fluvial, são importantes referências (CUNHA, 2001). Christofolletti (1980), além de estudar as bacias hidrográficas, ainda aponta a importância dos autores anteriormente mencionados e destaca que Horton (1945) buscou abordar as bacias do ponto de vista quantitativo, o que serviu de base para os estudos de cunho qualitativo desenvolvidos posteriormente.

Uma das principais contribuições de tais autores foi a classificação da hierarquia fluvial. Entretanto, suas classificações possuem consideráveis diferenças, mencionadas por Cunha (2001). De acordo com a autora, na proposta de Horton (1945), os canais de primeira ordem são aqueles que não possuem tributários; os de segunda ordem recebem tributários somente de primeira ordem; os de terceira podem receber canais de primeira e de segunda ordem; os de quarta podem receber canais de primeira, segunda e terceira ordens e assim sucessivamente. Straller (1975) propôs outra modalidade na determinação da ordem dos canais. Os canais de primeira ordem são os menores, não recebem tributários e se estendem das nascentes até a primeira bifurcação. Os de segunda ordem surgem da confluência

de dois canais de primeira ordem e só recebem tributários de primeira ordem. Os de terceira se formam a partir da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber também canais de primeira ordem e assim sucessivamente. Esses trabalhos foram bastante significativos no entendimento dos padrões de drenagens e da rede hidrográfica.

Do ponto de vista conceitual, Rodrigues e Adami (2009) entendem que muito se trabalha com bacias hidrográficas, mas poucos pesquisadores têm o cuidado de conceituá-la, fato este que vem gerando, por vezes, dificuldades de compreensão com o emprego dos termos.

Para os autores, a bacia hidrográfica seria:

um sistema que compreende um volume de materiais, predominantemente sólidos e líquidos, próximo à superfície terrestre, delimitado interna e externamente por todos os processos que, a partir do fornecimento de água pela atmosfera, interferem no fluxo de matéria e de energia de um rio ou de uma rede de canais fluviais (RODRIGUES e ADAMI, 2009 p.147).

Quanto à bacia de drenagem, ela também pode ser entendida como rede hidrográfica ou rede de drenagem. É composta por todos os rios de uma bacia hidrográfica. Portanto, nem a bacia hidrográfica nem a bacia de drenagem não possuem dimensões fixas, podendo subdividir em diversas bacias e sub-bacias.

Para Karmann (2003), a bacia hidrográfica é definida como sendo uma área de captação de água de precipitação, demarcada por divisores topográficos, onde toda água captada converge para um único ponto de saída, o exutório.

Christofoletti (1980) e Ceará (2010a) entendem a bacia hidrográfica como Karmann (2003). Nessa perspectiva, ganham destaque a topografia e a drenagem. Porém, este conceito é muito mais complexo, pois não se devem considerar apenas os aspectos físicos, como a drenagem e os divisores de água, mas sim as relações entre os componentes deste sistema.

Cunha e Coelho (2009) salientam que a bacia hidrográfica é composta, além da drenagem, de subsistemas (microbacias) e de ecossistemas diferenciados (várzeas, terra firme), de tal forma que os seus limites não coincidem com as delimitações político-administrativas, fato este que pode gerar complicações na gestão, face aos diversos interesses envolvidos.

Neste contexto, convém mencionar a diferenciação entre bacia hidrográfica, sub-bacia e microbacia. Para Ceará (2010a), estes conceitos são bastante aproximados, sendo que a diferenciação refere-se ao tamanho destas. Deste modo, a bacia hidrográfica possui acima de 3000 km<sup>2</sup> e deságua diretamente no mar, enquanto as sub-bacias possuem as mesmas características, mas deságuam em outros rios, que apresentam tamanho de 200 a 3000 km<sup>2</sup>. As microbacias são as menores unidades que conservam as características das bacias, possuindo até 200 km<sup>2</sup>.

Para Christofolletti (1999), as menores bacias hidrográficas possuem até 10 km<sup>2</sup>, as médias entre 10 e 100 km<sup>2</sup> e as grandes acima de 1000 km<sup>2</sup>. É importante frisar que não deve ser considerado apenas o tamanho da área da bacia para classificá-la, mas sim toda a dinâmica dos seus componentes ambientais, além do contexto em que ela está inserida. Portanto, o pesquisador pode arbitrar sobre o tamanho ou limite da bacia conforme o interesse da pesquisa a ser realizada. Assim, dependendo dos tipos de uso e ocupação limítrofe à bacia ou adjacente a ela, a arbitragem do pesquisador deve advogar sobre a ampliação ou retração dos limites da mesma.

O Programa Nacional de Microbacia Hidrográfica (PNMH) definiu microbacia como sendo uma área drenada por um curso d'água e seus afluentes, a montante de uma determinada secção transversal, para o qual convergem as águas que drenam a área considerada. Diante do exposto, verifica-se que o conceito de microbacia não se difere do conceito de bacias hidrográficas, como aponta Botelho (1999). Segundo a referida autora, a microbacia deve abranger uma área que possa identificar as inter-relações entre os diversos elementos da paisagem e, ao mesmo tempo, deve ser pequena suficientemente para estar compatível com os recursos disponíveis.

De modo geral, pode-se entender que as bacias hidrográficas comportam bacias de menores portes (sub-bacias), e estas, por sua vez, comportam bacias ainda menores, as microbacias. O mais importante é entender que o seu estudo independente da classificação, deve considerar como elemento integrador as interligações entre os componentes do sistema e não apenas as condições hidrológicas, topográficas e dimensionais.

Carvalho e Nascimento (2004) a entendem como uma unidade natural e interatuante, constituindo-se como um sistema complexo diante do número de

elementos e variáveis que possui. Desta feita, pode ser entendida como uma unidade ambiental de planejamento e deve ser analisada através de uma visão holística, extrapolando a limnologia e sendo considerada como uma unidade físico-territorial, abrangendo, de tal modo, além das condições físicas, as questões humanas nela inserida.

Na percepção dos autores supramencionados, esta unidade de análise apresenta interações ambientais, socioeconômicas e antropogênicas, podendo ser a unidade de planejamento mais adequada, indo além do gerenciamento dos recursos hídricos, permitindo assim a avaliação não somente dos aspectos físicos, mas, políticos e socioeconômicos.

Ross e Del Pretter (1998) destacam que a bacia hidrográfica vem sendo frequentemente utilizada como referencial para a adoção de práticas de planejamento, devido a importância que a água possui para a sociedade moderna, seja como via de circulação, abastecimento urbano, industrial, seja como caminho para diluição de efluentes domésticos e industriais.

Tendo a água como um recurso fundamental ao desenvolvimento da indústria e da agricultura, as bacias hidrográficas ganharam destaque nos programas de desenvolvimento, especialmente a partir das décadas de 1960 e 1970. A partir da década de 1970, com a criação da Secretaria de Meio Ambiente e da Política Nacional de Meio Ambiente, o Brasil passa a buscar estratégias de gestão das bacias com base nos constantes conflitos pelo uso da água não só por parte dos usuários como também por questões político-administrativas (TUCCI, HESPANHOL, NETTO, 2001).

Assim, foram desenvolvidas as primeiras iniciativas de gerenciamento de bacias, com a criação dos alguns comitês, como o Comitê do Acordo entre o Ministério de Minas e Energia e o Governo do Estado de São Paulo, os Comitês Executivos de Estudos Integrados de Bacias de Rios Federais, assim como a criação do Comitê Estadual de Estudos Integrados de Bacias hidrográficas (CEEIBH) em 1978, cujo objetivo era utilizar os recursos hídricos de forma integrada e racional (TUCCI, HESPANHOL e NETTO, 2001).

Todavia, é importante frisar que as discussões sobre recursos hídricos no Brasil são bem mais antigas. O Código das Águas, criado em 1934, como uma das mais completas normas legais sobre águas; o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica (CNAEE), criado em 1939; o Departamento Nacional de Águas e

Energia (DNAE) instituído em 1965, e transformado em Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) em 1969, contribuíram significativamente para fortalecer os estudos relacionados aos recursos hídricos. Cabia ao DNAEE assumir as atribuições do DNAE, executar o código das águas e outorgar as concessões, autorizações e permissões de direito de uso da água (BRASIL, 2006).

A partir desse período, especialmente na década de 1970 eclodem as discussões ambientais devido às grandes proporções que alcançam os processos de degradação por meio da industrialização e do consumo inadequado dos recursos naturais. Esse fato também contribuiu para dar impulso aos estudos das bacias hidrográficas, como uma unidade de análise dos processos de degradação, uma vez que a apreciação da dinâmica existente na bacia pôde evidenciar as alterações, os efeitos ou impactos gerados pela relação sociedade-natureza. Destaque-se que a participação efetiva dos múltiplos usuários é uma das alternativas importantes na gestão da bacia.

### **1.2.1 Degradação e Desertificação**

A Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) destaca a importância da bacia hidrográfica, a partir da articulação das comunidades locais, no combate a desertificação, pois entende que a participação destas comunidades pode fortalecer a implementação das ações mitigadoras e obter melhores resultados no enfrentamento a esta problemática (BRASIL, 2004).

Ao tratar da degradação ambiental e da desertificação, é importante entender em que consistem tais conceitos, além de analisar as principais causas e suas consequências. Para tanto, pode-se recorrer a uma vasta bibliografia, como Sousa e Nascimento (2010), Oliveira (2006), Souza (2006), Abraham e Beekman (2006), Araújo, Almeida e Guerra (2005), Cunha e Guerra (2003), Suertegaray (2000) e Matallo Júnior (2000).

Assim, entende-se que a degradação ambiental envolve a redução dos potenciais recursos renováveis por uma combinação de processos, os quais podem levar a desertificação ou ao abandono das terras (ARAÚJO, ALMEIDA e GUERRA, 2005). Sob esta percepção, é possível entender que a degradação ambiental vai além da deterioração dos recursos naturais, uma vez que implica diretamente nas condições de vida humana.

Estes autores consideram que os impactos da degradação ambiental podem acontecer de duas formas: os impactos físicos e os sociais. Quanto aos impactos físicos, podem-se relacionar aqueles voltados aos recursos naturais, como a vegetação, o solo, e aos recursos hídricos; enquanto, os impactos sociais possuem implicações maiores, como a desertificação, o aumento da pobreza, da fome e da desigualdade social.

Com relação à degradação dos solos, os autores mencionados relacionam três tipos, quais sejam: a erosão, a deterioração química e deterioração física. A erosão seja do tipo laminar, quando ocorre uma remoção gradual da camada superficial do solo; em sulcos, quando acontece um desgaste do solo ao longo dos maiores declives do terreno; ou em voçorocas, quando ocorre um grande deslocamento de massas de solo gerando enormes cavidades no relevo; pode provocar diversos danos aos solos, pois os mesmos perdem a maioria dos seus nutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, matéria orgânica) os quais juntamente com os sedimentos são carreados pelas águas, podendo causar o assoreamento dos canais, e tornar a água imprópria para o consumo humano, além de provocar diversos danos à vida aquática, por meio da eutrofização.

A deterioração química, segundo aqueles autores, consiste em quatro processos principais, quais sejam: a perda de nutrientes do solo, a salinização, acidificação e a poluição de diversas origens. A perda dos nutrientes do solo se dá mediante erosão ou esgotamento pelas culturas prolongadas no mesmo terreno sem período de pousio.

A salinização do solo, ou a concentração de sais na camada superficial dos solos, pode está relacionada a diversos fatores, como o manejo mal realizado da irrigação, invasão da água do mar em áreas costeiras e atividades humanas que elevam a evaporação em solos com material salino, podendo influenciar na estabilidade dos agregados e na estrutura dos solos, obstruindo os espaços porosos e reduzindo a infiltração. Para Andrade e D'Almeida (2006), a salinização pode estar diretamente relacionada com a prática da irrigação, sendo assim, depende da qualidade da água aplicada nas áreas irrigadas, das características físico-químicas do solo e das técnicas de manejo do solo.

Com relação ao processo de acidificação, esta pode estar relacionada ao uso de fertilizantes ácidos. Assim, a poluição possui diversas origens, como lixo,



excesso de fertilizantes na produção agrícola, derramamento de óleo, e lançamento dos dejetos nos corpos hídricos.

O terceiro tipo de degradação do solo aqui mencionado se refere à deterioração física, que ocorre através dos seguintes processos: compactação do solo, o qual em muitos casos está relacionado ao pisoteio do gado, ou o uso de máquinas pesadas na prática da agricultura; a elevação do lençol freático até a zona radicular das plantas, causada pelo excesso de água e inadequada drenagem; e a subsidência de solos orgânicos, o que pode também ser causado em função da drenagem inadequada.

Tendo em vista que as consequências da degradação ambiental são complexas e variadas, cabe destaque para a desertificação, problemática esta, que se manifesta claramente em distintos níveis, desde o local ao nacional. Para Abraham e Beekman (2006), o nível local se constitui por excelência como ponto das ações de reabilitação e controle do problema.

A desertificação vem sendo discutida e estudada no mundo inteiro e passou a receber atenção acadêmica, institucional e política a partir dos anos de 1970, com o agravamento da seca e da fome na região do Sahel na África. No entanto, o termo desertificação foi usado pela primeira vez em 1949, por Albert Aubreville, um engenheiro francês que estudava o meio natural. Ele utilizou este termo para indicar as áreas que passavam por um estado de degradação ambiental avançado na África (CONTI, 1998). Contudo, o fenômeno não foi exatamente definido, apenas foi conceituado como sendo a conversão de terras férteis em desertos consequentes da erosão do solo vinculada às atividades humanas.

Tomando por base os prejuízos ambientais e humanos ocorridos em função das condições de secas na região de Sahel na África, o final da década de 1960 e início de 1970, período em que morreram mais de 10 milhões de bovinos e cerca de 250 mil vidas humanas, as discussões a respeito da desertificação passaram a se realizar a nível mundial (RHODES, 1992).

A primeira iniciativa internacional relacionada ao seu combate se fez a partir da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente, em Estocolmo na Suécia, em 1972. Este evento serviu de base para a elaboração do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). E, principalmente no ano de 1977 em Nairobi no Quênia, com a realização da Conferência das Nações Unidas sobre Desertificação (UNCOD) (SUERTEGARAY, 2000). A partir dessa conferência foi

criado o Plano de Ação de Combate a Desertificação (PACD), o qual buscava desenvolver ações em todo o mundo com a participação do maior número de países (MATALLO JÚNIOR, 2000) e enfocava os problemas humanos que influenciavam na desertificação.

Outras conferências nacionais e internacionais contribuíram para as discussões da temática, como a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992 (Rio-92), assim como a Conferência Internacional sobre Variações Climáticas e Desenvolvimento Sustentável no Semiárido (ICID) que ocorreu em Fortaleza em 1992, (MATALLO JÚNIOR, 2000), se repetindo 18 anos depois, em 2010, também em Fortaleza.

Outros eventos aconteceram como a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), no ano de 2002, em Johannesburgo na África do Sul. Este evento procurou examinar o alcance das metas estabelecidas pela conferência ocorrida no Rio de Janeiro (Rio-92) e serviu também para que os estados reiterassem seu compromisso com os princípios do Desenvolvimento Sustentável (DIAS, 2006).

A partir destas conferências, especialmente da Rio-92, a desertificação foi definida oficialmente. De acordo com os pressupostos da Agenda 21, a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (CCD) define esta problemática como “a degradação das terras nas zonas áridas, semi-áridas e subúmidas secas, como resultado da ação de fatores diversos, com destaque para as variações climáticas e as atividades humanas” (BRASIL, 2004 p. 23). Desta feita, a degradação da terra é compreendida como à degradação dos solos, dos recursos hídricos, da vegetação e da biodiversidade, resultando na redução da qualidade de vida das populações afetadas por esses fatores (BRASIL, 2004).

O Plano de Ação de Combate a Desertificação (PACD) das Nações Unidas utilizou a definição de aridez a partir do índice de aridez desenvolvido pela metodologia de Thornthwaite, para entender e justificar o processo. Segundo esta metodologia, o índice de aridez é encontrado dividindo a quantidade de pluviometria (P) pela perda máxima possível de água por evapotranspiração (ETP).

Assim, podem-se identificar cinco classes de variação do índice, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Índice de Aridez, conforme o tipo de clima

<b>Clima</b>	<b>Índice de Aridez</b>
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: Thornthwaitte (1955).

Desta forma, os pesquisadores indicam que o processo de desertificação vem atingindo grande parte das terras áridas e semiáridas, que possui condições naturais agressivas, bem como a degradação dos recursos naturais. Segundo dados do Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN-BRASIL) este processo atinge 33% da superfície da terra, onde vivem cerca de 2,6 bilhões de pessoas, ou seja, 42% da população mundial.

Matallo Júnior (2000) também assinala a gravidade da desertificação e coloca que 1/3 da superfície da terra, ou seja, 5 bilhões de hectares, distribuída em aproximadamente 100 países, vem sendo acometida direta ou indiretamente por tal processo.

Diante da grande abrangência espacial desta problemática, bem como de suas implicações, percebe-se que o seu conceito também é bastante complexo, ocorrendo inclusive divergência entre os pesquisadores. Nascimento (2006), tratando da desertificação busca fazer um resgate da abordagem conceitual com base em diversos autores como Ab'Saber (1977), Nimer (1980), Dregne (1987). Deste modo, o referido autor identificou aproximadamente 59 conceituações, sendo algumas discordantes, ambíguas e generalistas, entretanto, todas consideram a degradação das terras nas ecozonas climáticas que variam de áridas a subúmidas secas.

Neste resgate conceitual, o autor aponta que a definição do conceito de desertificação passou por cinco fases. São elas: A fase da conscientização, de percepção exagerada, de dúvida sobre o processo, do mito do crescimento dos desertos e o novo realismo da problemática.

A primeira fase data do final da década de 1940 e início da década de 1950. Nesta fase, ocorreu o reconhecimento do problema, sendo as atividades humanas se constituíam como as principais causas desencadeadoras do problema.

A segunda fase ocorreu a partir da década de 1970, é marcada pela percepção exagerada do problema, em que existia uma necessidade de elaboração do conceito que fosse internacionalmente aceito, através dos trabalhos de sensoriamento remoto e dados climáticos que conseguisse espacializar o fenômeno em escala planetária.

A terceira fase é marcada pela dúvida de reconhecimento da desertificação, no final da década de 1980. A sua caracterização apresentava problemas principalmente devido a extensão, causas, soluções e reversibilidade.

A quarta fase se refere ao mito do crescimento dos desertos. Ocorriam generalizações de que os desertos estariam aumentando. Todavia esta questão se constituiu como um mito, uma vez que a desertificação se caracterizou de forma pontual principalmente nos entornos dos vilarejos e não de forma linear nas margens dos grandes desertos.

A quinta e última fase trata da nova realidade sobre a problemática. Assim ela passa a ser compreendida como um processo singular combinatório de variáveis locais e não mais um problema generalizado das ecozonas degradadas.

Nesta perspectiva, a desertificação está relacionada a diversos fatores, como a própria definição oficial aponta, entretanto a ação humana é inerente ao processo (NASCIMENTO, 2006). Desta feita, é necessário fazer a distinção entre desertificação, desertos e desertização.

Nimer (1988) diz que o deserto está relacionado com extrema aridez climática, independente da ação humana. Esta ideia coaduna com a de Cavalcante (2003), em que os desertos são entendidos como ecossistemas específicos, com gênese e dinâmica própria.

Destarte, Nascimento (2006) enfatiza que deserto não pode ser confundido com desertificação, embora esta palavra seja uma substantivação daquela. Portanto, a desertificação pode ser “consequente de mudanças de clima regional ou de uso inadequado dos solos, ou mesmo dos dois casos simultaneamente. Todavia, somente a degradação da natureza é incapaz de desencadear um ressecamento típico dos fenômenos de formação de desertos” (NASCIMENTO, 2006, p.73).

Como desertização entende-se os processos naturais de formação de desertos, chamados desertos físico-ecológicos, ou seja, processos de expansão e contração de áreas desérticas (RUBIO, 1995).

É importante notar que foge ao escopo do presente trabalho valorizar um determinado conceito em detrimento de outro. Na realidade, tenta-se apenas mostrar a real complexidade deste, tanto no que se refere à base conceitual como também às suas implicações.

Quanto à desertificação no Brasil Matallo Júnior (2000) assinala que as áreas enquadradas na fórmula de Thornthwaite são aquelas que abrangem as áreas semiáridas e subúmidas secas do Nordeste brasileiro. De acordo com Brasil (2004) abrange parte significativa dos Estados do Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e norte de Minas Gerais.

Assim sendo, os processos atuantes em outras regiões brasileiras como o Norte e o Sul não condizem com o conceito oficial e, portanto vêm recebendo outras nomenclaturas, como o termo arenização para os processos detectados no Sudoeste do Rio Grande do Sul (SUERTEGARAY, 2000).

Neste contexto, Sales (2002) tratando dos estudos de desertificação no Nordeste brasileiro, apresenta alguns dos principais autores que abordam esta temática. Aponta Vasconcelos Sobrinho, como o pioneiro no estudo da desertificação a partir da década de 1970. Além de outros estudiosos que discutiram a problemática em âmbito regional, como Ab'Saber (1977), Nimer (1980, 1988), Rodriguez (1992) e Conti (1995).

Independente do termo utilizado, fato é que os processos de degradação ambiental estão cada vez mais acelerados. Isso implica a necessidade de planejar as formas de uso e ocupação do espaço, de forma a mitigar os principais efeitos deste problema.

### **1.2.2 Planejamento Ambiental**

De acordo com Franco (2001), o planejamento ambiental não é uma ideia nova. Teve seus precursores no início do século XIX, a partir da visão de pensadores ingleses, vistos como românticos, que naquela época já apontavam para a escassez dos recursos naturais diante da exploração acelerada.

Nesta perspectiva, o planejamento ambiental pode ser entendido como um exercício técnico-intelectual voltado para traçar as diretrizes e programar o uso do território. Portanto, deve adequar às ações e intervenções dos governos, dos

agentes econômicos e atores sociais aos sistemas ambientais (SILVA, RODRIGUEZ e MEIRELES, 2011).

Na visão desses autores, o planejamento ambiental das bacias hidrográficas tem como propósito fundamental pensar uma organização espacial e ambiental que contribua com o equilíbrio, a estabilidade e a racionalidade dos recursos naturais. Assim, deve esclarecer os fatores e causas que conduzem à degradação dos mesmos.

Para Franco (2001, p.37) o planejamento ambiental se refere ao planejamento das ações humanas no território, visando à melhoria da qualidade de vida humana e “portanto também um planejamento território-estratégico, econômico-ecológico, sociocultural, agrícola e paisagístico”.

Deve assumir como campo de ação as bacias hidrográficas, uma vez que possuem visões ecossistêmicas, ou geossistêmicas e não se restringem aos limites políticos administrativos.

Desta feita, o planejamento ambiental é de suma importância, pois contribui para reduzir a ocorrência de desastres, bem como apontar os riscos de determinados tipos de habitações, de indústrias, lixões, e como tais atividades podem ser mais bem geridas. Segundo o autor supracitado, o reconhecimento dos recursos naturais e sua classificação de acordo com seu uso mais adequado são cruciais para a melhoria da qualidade de vida da população.

Grangeiro (2004) diz que para planejar adequadamente o uso do ambiente, é fundamental que se conheça detalhadamente as condições do meio, para assim classificar corretamente as categorias de ambientes e poder aplicar as ações planejadas. Neste contexto, os estudos integrados são de grande valia, uma vez que proporcionam os estudos detalhados e o reconhecimento da dinâmica do sistema ambiental.

Ross e Del Pretter (1998), tratando do planejamento no Brasil assinalam algumas ações desenvolvidas durante os governos, tanto no período militar como no democrático. Os autores chamam atenção para o fato de que as ações de planejamento sempre estiveram voltadas ao desenvolvimento econômico do país, sem preocupação com as questões sociais. Esses planos de desenvolvimento econômico provocaram grandes mudanças no perfil socioeconômico da população brasileira, que passou de 70,1 milhões de habitantes em 1960 para 146,1 milhões, em 1991, sendo que 75% desta população vivem em áreas urbanas.

Os referidos autores destacam o crescimento das instituições públicas federais, estaduais e municipais, bem como a legislação ambiental que comparável aos países de primeiro mundo, foram avanços, porém não suficientes para conterem os problemas ambientais.

Neste aspecto, mencionam que o planejamento e a gestão ambiental no Brasil necessitam de uma política nacional de planejamento ambiental que se projete para os Estados e municípios, articulando as questões sociais e econômicas. Para eles:

O planejamento baseado na potencialidade do ambiente natural e socioeconômico assume importância fundamental na ordenação do espaço territorial, no aproveitamento dos recursos hídricos e sua exeqüibilidade será melhor desde que os planos sejam frutos de integração de conhecimentos e interesses de todas as forças atuantes na sociedade (ROSS e DEL PRETER, 1998, p. 99).

Silva, Rodriguez e Meireles (2011) salientam que o planejamento do espaço no Brasil ganha destaque a partir dos anos 1960 com a construção de cidades planejadas, como Brasília, além da execução do projeto RADAM que buscava o reconhecimento do território e a ampliação da fronteira agrícola e ocupação da Amazônia. Sob visão desenvolvimentista, privilegiava a exploração do espaço e a transformação dos sistemas ambientais.

Segundo os autores acima referidos, foi a partir da Rio-92 que se tentou incorporar a dimensão ambiental do planejamento, surgindo o zoneamento ecológico-econômico, gerenciamento costeiro, e outras modalidades de planejamento e gestão ambiental.

Ross (2005) destaca a importância de conhecer o funcionamento dos sistemas ambientais para a aplicação dos programas de planejamento. Portanto, os diagnósticos ambientais juntamente com os prognósticos possibilitam o estabelecimento das diretrizes de uso dos recursos naturais. Assim, o autor chama atenção para a necessidade de adequadas políticas de planejamento.

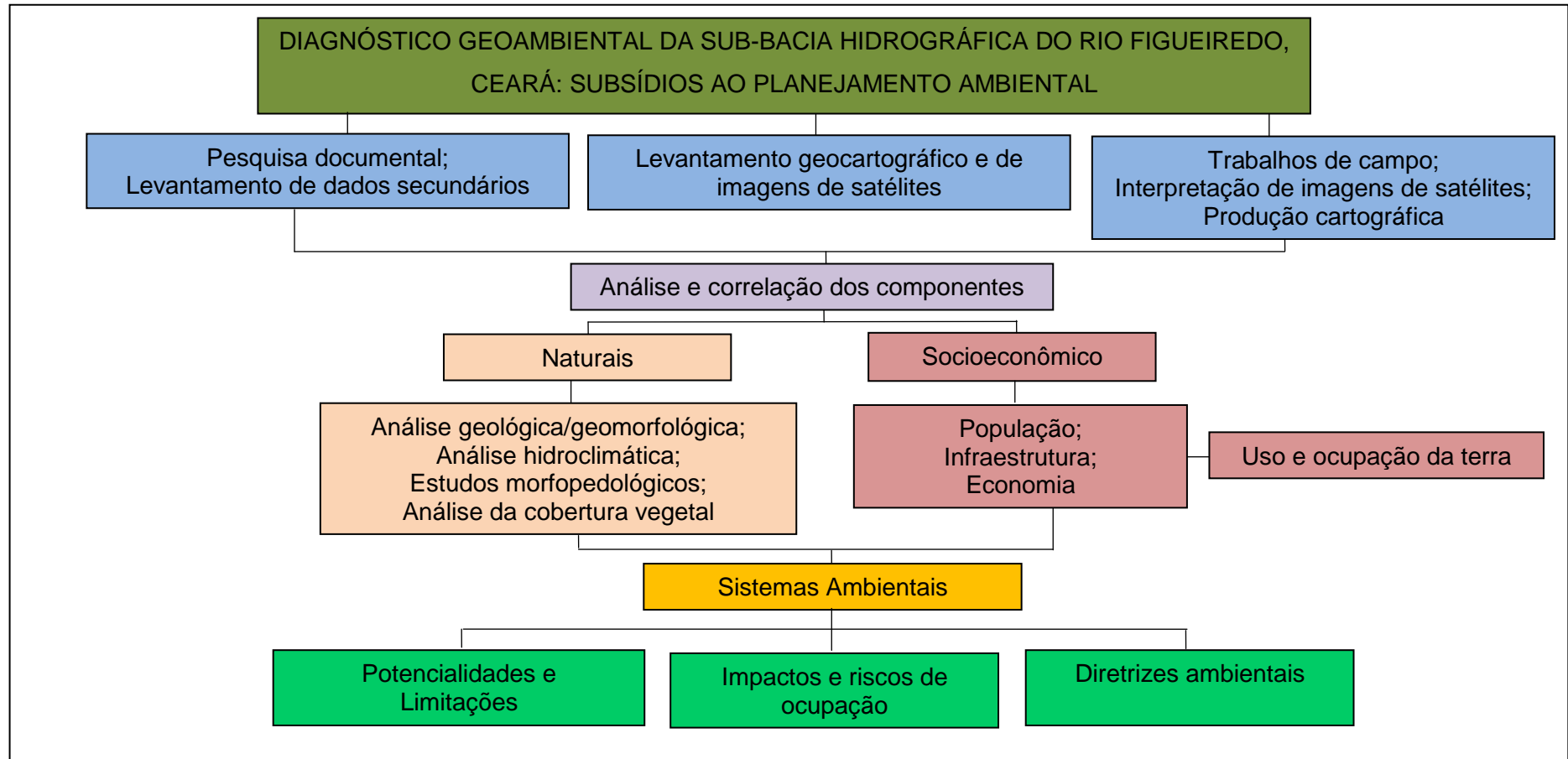
É necessário ter em mente de que o planejamento deve ser implementado e não apenas documentado. A execução do planejamento ambiental é bastante complexa, pois vai desde a implantação até as avaliações e revisões periódicas dos seus projetos. Sem isto, os objetivos propostos correm o risco de não serem alcançados.

### **1.3 Procedimentos Técnico-Operacionais**

Visando o pleno alcance dos objetivos propostos, a pesquisa foi sistematizada em três etapas principais de acordo com o fluxograma metodológico (Figura 1). A primeira está voltada para a pesquisa documental, bem como para o levantamento de dados secundários da área de estudo. A segunda etapa diz respeito ao levantamento geocartográfico e de imagens de satélites. Enquanto a terceira se volta à parte prática com os trabalhos de campo, interpretação das imagens de satélites e produção cartográfica. Vale ressaltar que estas etapas acontecem concomitantemente.



Figura 1 – Fluxograma metodológico



Fonte: Elaboração da autora, com base em Souza et al (2005).

A pesquisa documental se realizou a partir de levantamentos bibliográficos, fichamentos dos textos, com base na fundamentação teórica que parte de questões referentes ao estudo da geografia física, do geossistema (BERTRAND, 1972), (SOTCHAVA, 1977), (TRICART, 1977), (MONTEIRO, 2001), (MENDONÇA, 1998), da análise ambiental integrada, da degradação/desertificação (SOUZA, 1988, 2000, 2006), (NASCIMENTO, 2006), (SOUZA e OLIVEIRA, 2002), (MATALLO JUNIOR, 2000), (ABRAHAM e BEEKMAN, 2006), assim como a investigação das bacias hidrográficas (CHRISTOFOLLETI 1980, 1999), (BOTELHO E SILVA, 2004), (BOTELHO, 1999), (LACERDA, 2003), (KARMAN, 2003), (VENTURINI, 2009), (SILVA, RODRIGUEZ e MEIRELES, 2011) e das políticas de combate às secas e de convivência com o semiárido (VIEIRA e GONDIM FILHO, 2002), (SILVA, 2006).

O levantamento dos dados secundários se deu a partir de informações fornecidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Companhia de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (COGERH), Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME) e Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), assim como relatórios técnicos, como o Zoneamento Ecológico Econômico das Áreas de Influência do Reservatório da Barragem Castanhão, Ceará, financiado pelo Departamento Nacional de Obras de Combate a Seca (DNOCS) (CEARÁ, 2006), Zoneamento Ecológico-Econômico do Bioma Caatinga e Serras Úmidas do Estado do Ceará, financiado pela Secretaria de Meio Ambiente do Ceará (SEMACE) (CEARÁ, 2007), Barragem do Figueiredo (CEARÁ, 2002), Programa de Ação Estadual de combate à desertificação no Ceará (PAE-CE) (CEARÁ, 2010) e Pacto das águas da bacia do Médio Jaguaribe (CEARÁ, 2009).

O levantamento geocartográfico se deu a partir das cartas topográficas da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) nas Folhas SB.24-X-C-II Limoeiro do Norte, SB.24-X-C-V Iracema, SB.24-Z-A-II Pau dos Ferros e SB.24-2-A-I Orós, todas em escala de 1:100.000; Mapa exploratório de reconhecimento dos solos do Estado do Ceará (CEARÁ, 1972); Mapa geológico e Geomorfológico do PROJETO RADAMBRASIL nas Folhas Jaguaribe/Natal SB.24/25. As imagens de satélites analisadas se referem especificamente a do Landsat 5, datada de 2009, nas bandas 4, 5, 3 com fonte do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Para a delimitação da sub-bacia em estudo, foram utilizados como critérios básicos a drenagem e os níveis topográficos. No que se refere à

identificação da drenagem foram utilizadas imagens de satélites e as cartas topográficas da SUDENE supracitadas, assim como dados da COGERH (CEARÁ, 2006).

Após a delimitação da sub-bacia, foi trabalhada a cartografia temática na escala de 1:360.000. Este se deu a partir do levantamento cartográfico com fontes citadas anteriormente, utilizando-se técnicas de geoprocessamento e de sensoriamento remoto, com a interpretação de imagens de satélite especificada. A partir daí lançou-se mão do programa de computador *software* Arcmap 9.3 e Erdas imagine 9.2, que possibilitaram o georeferenciamento e o aprimoramento na confecção dos mapas através da base de dados da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) (2003), COGERH, RADAMBRASIL e Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária (EMBRAPA).

Os sistemas ambientais foram delimitados, consecutivamente, aos estudos setorizados, quando então se partiu para à análise integrada, identificando as correlações dos componentes naturais (aspectos geológicos, geomorfológicos, hidroclimáticos e fitopedológicos), e socioeconômicos (especialmente, população, infraestrutura e economia). Baseou-se nos estudos do Zoneamento Ecológico-Econômico das Áreas de Influência do Castanhão (CEARÁ, 2006), uma vez que a delimitação dos sistemas ambientais daquela área apresentava similaridades com os sistemas identificados na sub-bacia do rio Figueiredo, fato este, que levou a adoção daquela delimitação.

Desse modo, os estudos dos componentes seguiram-se as especificações descritas abaixo:

- a) condições geológicas – foram analisadas a partir do material geológico do PROJETO RADAMBRASIL nas Folhas Jaguaribe/Natal SB.24/25 e correlacionadas através da base de dados da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) (CEARÁ, 2003). Analisou-se a distribuição dos principais tipos litológicos, agrupando-os em formações e identificando a cronolitoestatigrafia;
- b) análise geomorfológica – definiu a distribuição das formas de relevo e das principais feições do modelado, classificando-as de acordo com seus processos morfogenéticos. Baseou-se nos mapas do mosaico de radar do projeto RADAMBRASIL (1981) e imagens do satélite 5 (Erdas imagine 9.2.) de 2009. A delimitação dos compartimentos de

relevo constituiu elemento fundamental na identificação e delimitação dos sistemas ambientais;

- c) análise hidroclimática – foi realizada a partir dos dados da COGERH e da FUNCEME e contextualizada com base na dinâmica das massas de ar responsáveis pelos estados de tempo que marcam as condições climáticas regionais e locais. Para tanto, foi realizado um levantamento dos dados pluviométricos mensais em cada município que compõe a sub-bacia do Figueiredo no período de 1979 – 2009. Tais informações foram providas pelo Atlas Eletrônico dos Recursos Hídricos do Ceará, o qual identifica os postos de coletas da FUNCEME em cada município. Estes dados possibilitaram a identificação da média pluviométrica anual da sub-bacia no período de 30 anos;
- d) estudos morfopedológicos – foram conduzidos através da análise de sua distribuição, conforme a base no Mapa de Reconhecimento-Exploratório do Estado do Ceará (CEARÁ, 1972), correlacionada com o Sistema de Classificação dos solos da EMBRAPA (BRASIL, 2006) e com uso da base geológica-geomorfológica supracitada. Desse modo, os agrupamentos das classes dos solos foram consideradas segundo a compartimentação geomorfológica;
- e) análise da cobertura vegetal – foi analisada através da apreciação da riqueza florística e do seu estado de conservação. Assim, a riqueza florística se refere ao número total de espécies identificadas em cada sistema ambiental. Para tanto foi realizada uma listagem da composição florística de cada sistema ambiental, com base em fichas de campo, bem como com ajuda de habitantes locais que auxiliaram nos trabalhos de campo e na identificação das espécies. Feita a listagem buscou-se a identificação dos nomes científicos e suas famílias através de sites especializados e trabalhos publicados (CEARÁ, 2012, 2006a). Quanto ao estado de conservação da vegetação, o mesmo foi identificado mediante trabalhos de campo, aplicação das fichas, bem como dados coletados sobre a riqueza florística. Assim, foi classificado em vegetação conservada, parcialmente degradada e degradada (CEARÁ, 2006a).

A frequência das espécies foi realizada mediante cálculo obtido através da regra de três simples em que o total de sistemas ambientais da sub-bacia, (no caso seis) equivale a 100%, enquanto que o número de sistema que a espécie foi identificada equivale ao número da frequência que se deseja identificar. A título de ilustração pode-se verificar a espécie do cumarú (*Myroxylon balsamum*). A mesma está presente em quatro sistemas ambientais. Utilizando a regra:

$$\frac{6}{4} = \frac{100\%}{x}$$

Assim,  $x = 66,6\%$ , ou seja, o cumarú está frequente em 66,6% dos sistemas ambientais da sub-bacia. A frequência de cada espécie identificada se apresenta no Quadro 12, no capítulo 4 deste trabalho.

Com base nos dados referentes à frequência das espécies, foi elaborada uma classe de frequência. A mesma foi identificada conforme a sua ocorrência nos sistemas ambientais. Assim, varia de muito alta, quando está presente de 81 a 100% dos sistemas a muito baixa, quando está presente de 0 a 20% dos sistemas, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Classificação da frequência das espécies conforme os sistemas ambientais

Classe de Frequência das espécies	% dos sistemas ambientais que apresenta a espécie em análise
Muito Alta	80 – 100
Alta	61 – 80
Média	41 – 60
Baixa	21 – 40
Muito Baixa	0 – 20

Fonte: Elaborado pela autora.

A pesquisa também elaborou a classificação do índice de semelhança florística como base no índice de Similaridade (Is) de Sorensen (MULLER-DUMBOIS E ELLENBERG, 1974). Este índice compara duas ou mais amostras e varia de 0 (nenhuma similaridade) a 1 (totalmente similar). Assim, os valores maiores ou iguais a 0,5 indicam semelhanças regular a alta e os valores menores ou iguais a 0,5,

pouca semelhança a semelhança inexistente. Os valores são obtidos a partir da equação:

$$IS = \frac{2C}{A+B} \times 100$$

Onde:

A = total de espécie da comunidade A;

B = total de espécies da comunidade B e

C = total de espécies comuns a A e B.

Com base neste índice foi elaborado o índice de semelhança florística da sub-bacia do Figueiredo. Assim como o índice de Sorensen compara duas ou mais áreas, que no caso foram seis áreas que corresponde aos sistemas ambientais. Desta feita, foram estabelecidos os seguintes intervalos: 0 – 0,2 (Sem Semelhança), 0,21 – 0,4 (Pouca Semelhança), 0,41 – 0,6 (Semelhante), 0,61 – 0,8 (Muito Semelhante) e 0,81 – 1 (Totalmente Semelhante).

Para a bacia em estudo foi calculada uma matriz de semelhança florística, tomando com referência os sistemas ambientais identificados.

A análise socioeconômica partiu de dados referentes à população dos municípios que compõem a sub-bacia em foco, com ênfase nas suas condições econômicas. Para tanto, verificaram-se as principais atividades econômicas ali desenvolvidas, assim como as condições de infraestrutura hídrica da bacia, tipos de abastecimento de água às populações e condições de saúde.

Para análise das condições ecodinâmicas do meio, seguiram-se critérios estabelecidos por Tricart (1977), com as adaptações necessárias à realidade local, como aponta Souza (2000), ou seja, ambientes estáveis, de transição e fortemente instáveis, de acordo com o balanço morfopedogenético. Para a definição das categorias de vulnerabilidade ambiental (baixa, moderada e alta) consideraram-se os critérios estabelecidos por Souza (2000), ou seja, o potencial natural e as limitações e a conservação dos recursos naturais.

Os trabalhos de campo foram realizados em várias etapas. Inicialmente, fez-se o reconhecimento preliminar da área de estudo, auxiliado por mapas, imagens de satélites e Sistema de Posicionamento Global (GPS). Buscou-se identificar e caracterizar o meio biofísico e as interações entre si. Uma vez, delimitado os sistemas ambientais da sub-bacia, checaram-se no campo, as suas

potencialidades naturais, limitações ao uso e estado de conservação dos recursos naturais.

Outra etapa de campo consistiu em ajustar os limites das unidades geoambientais. Para isso foi necessário a análise dos perfis dos principais tipos de solos, aproveitando áreas apropriadas, como aberturas de estradas, para constatação das classes de solos.

Acredita-se que a análise integrada da paisagem na sub-bacia em foco através das suas potencialidades ecológicas e das limitações de uso de cada sistema ambiental possibilite alternativas de intervenção que visem o aproveitamento adequado dos recursos naturais com base nas suas condições de sustentabilidade e, por consequência, proporcione melhorias na qualidade de vida da população.

Com base na capacidade de suporte dos sistemas, buscou-se identificar os principais impactos da ocupação, bem como indicar algumas diretrizes ambientais que contribuíssem no sentido de minorar os efeitos dos problemas ambientais.

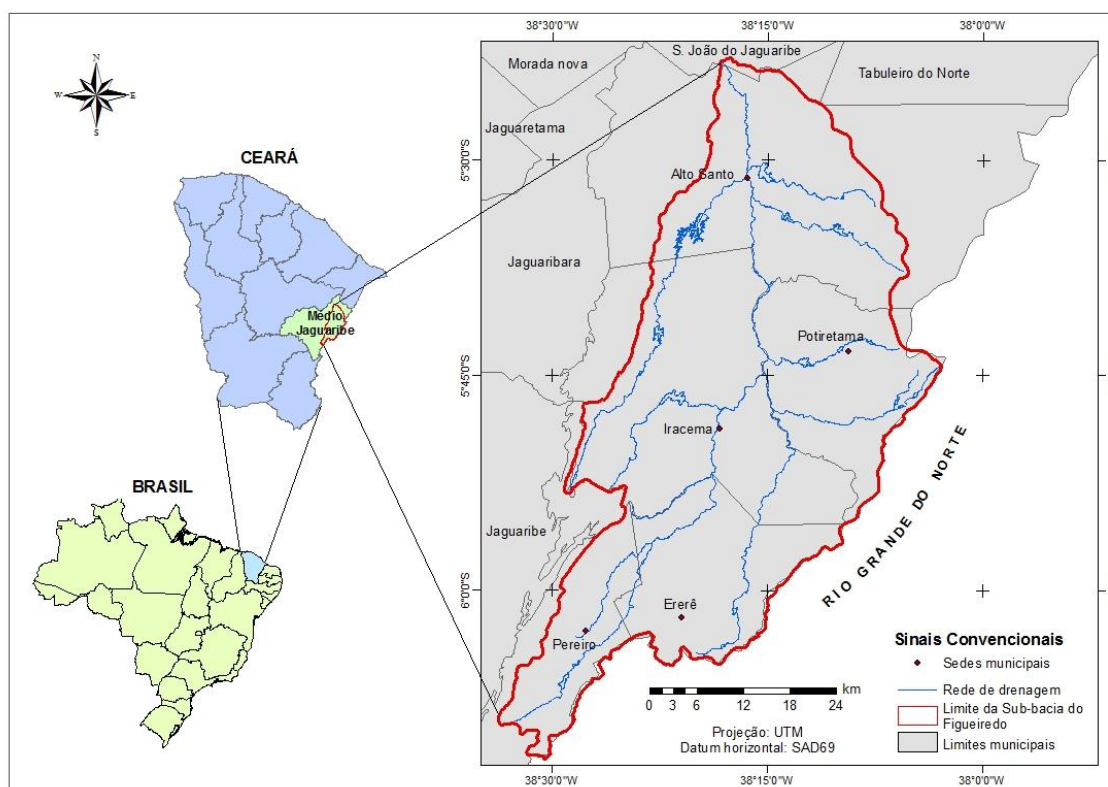
## 2 SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO FIGUEIREDO: Breve Contextualização

### 2.1 Localização da Bacia

A bacia hidrográfica do Médio Jaguaribe possui dois afluentes principais, o Riacho do Sangue, pela margem esquerda, e o Rio Figueiredo pela margem direita. Este constitui o objeto de estudo da presente pesquisa. Esta sub-bacia está localizada na porção Leste do estado do Ceará entre as coordenadas 5°20'00" e 6°20'00" S e 38°00'00" e 38°40'00" W.

Limita-se a Norte com a Bacia do Baixo Jaguaribe, ao Sul com o maciço do Pereiro, especialmente na porção a barlavento, a Oeste com a sub-bacia do Riacho do Sangue e a Leste faz divisa com o estado do Rio Grande do Norte e abrange áreas de influência da chapada do Apodi. Assim, recobre parte da depressão circunjacente a Chapada do Apodi, compreendendo aproximadamente 54% da área total do município de Pereiro, 100% de Ererê, 80% de Iracema, 98% de Potiretama, 44% de Alto Santo e 2% de São João do Jaguaribe (Figura 2).

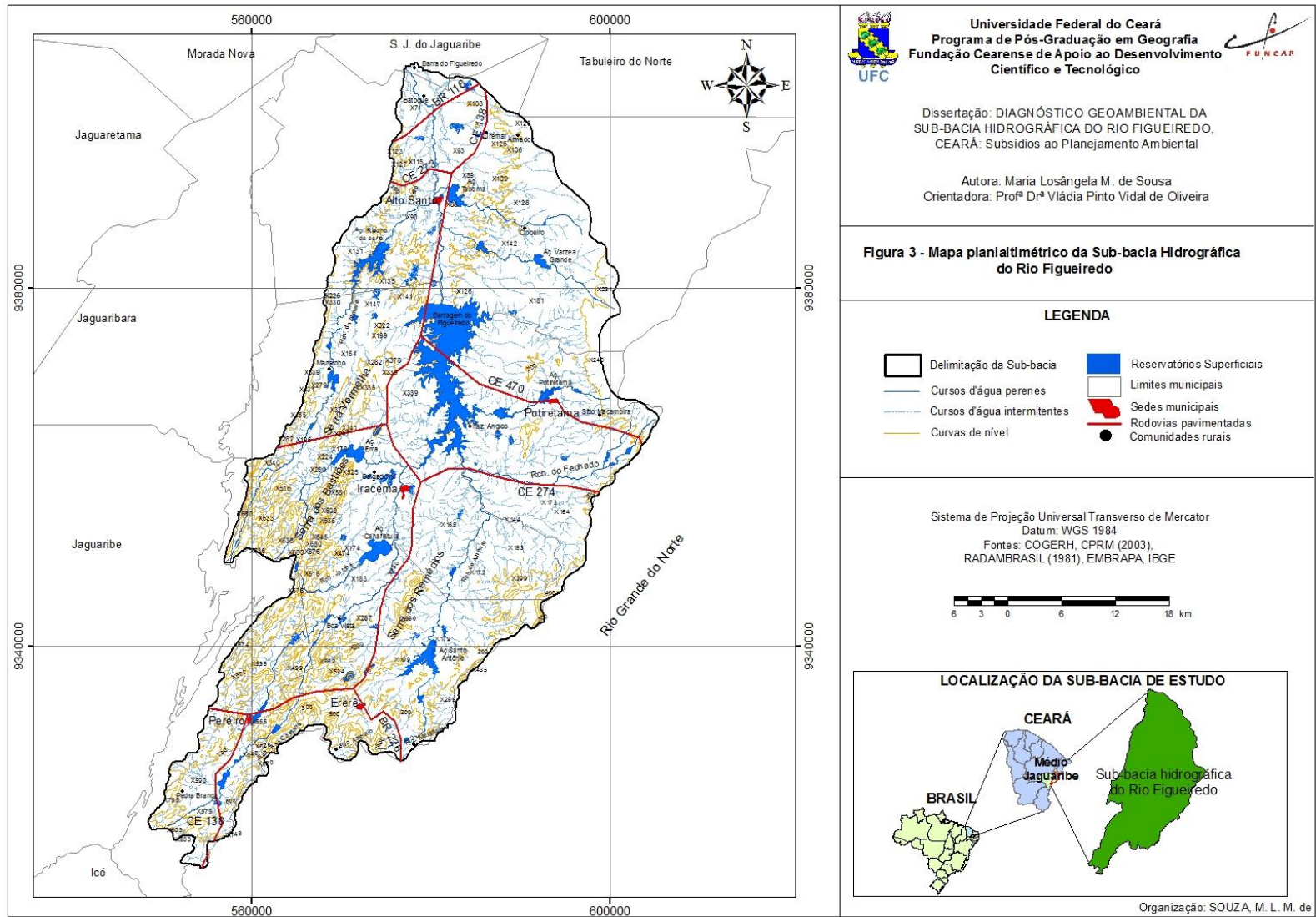
Figura 2 - Mapa de Localização da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Figueiredo



Fonte: Elaboração da Autora.



Envolve duas microrregiões geográficas cearenses: Baixo Jaguaribe e Serra do Pereiro, compreendendo assim a mesorregião do Jaguaribe de acordo com o IPECE (CEARÁ, 2005). Dentre os municípios citados, cinco sedes estão inseridas na sub-bacia, com exceção de São João do Jaguaribe. Suas principais vias de acesso são a rodovia federal BR116 e as rodovias estaduais CE 138 e 470, conforme a Figura 3, que apresenta o mapa planialtimétrico da sub-bacia.



O Rio Figueiredo nasce na Serra do Pereiro e drena uma área de aproximadamente 2320 km<sup>2</sup>. Percorre aproximadamente 91,83 km e deságua no Rio Jaguaribe, na localidade de Barra do Figueiredo, no município de São João do Jaguaribe.

Está submetida ao clima semiárido, com cursos d'água de intermitente sazonal, comportam diversos barramentos, objetivando armazenar água para suprir a demanda hídrica. Nesse contexto, além dos pequenos açudes existentes, tem-se a construção do açude do Figueiredo (FIGURA 4). Trata-se de uma obra de grande expressão não só para a bacia em estudo, mas sim para todo o Ceará, uma vez que se constitui como o quinto maior açude do estado com a capacidade de acumulação de 519.600.000 m<sup>3</sup> (CEARÁ, 2011).

Figura 4: Construção do barramento do Rio Figueiredo em Alto Santo.



Fonte: SOUSA, M. L. M. de.

Entre as principais atividades econômicas desenvolvidas na bacia, se destacam os serviços, a agropecuária, o extrativismo vegetal e a agroindústria, que normalmente utilizam técnicas rudimentares. Estas atividades provocam danos ambientais, através do desmatamento, da compactação do solo, do extrativismo vegetal e mineral, contribuindo para diminuir a capacidade de suporte dos recursos naturais. Assim, as formas de uso e ocupação e as diferentes atividades em escala

diferenciada, espaço-temporalmente, colaboram para a forte degradação em função da gestão deficiente dos seus recursos naturais.

## **2.2 Caracterização da Base Natural da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Figueiredo**

A sub-bacia em estudo está inserida na contextualização ambiental do estado do Ceará. Este apresenta maior porção territorial composta pelo embasamento cristalino, configurado nas depressões sertanejas e nos maciços residuais, bem como pelos terrenos sedimentares, representados pelos tabuleiros costeiros, planalto da Ibiapaba e a chapada do Araripe. Estas estruturas associadas a outras de menor expressão como a chapada do Apodi e os tabuleiros interiores, no Ceará são consequências da dinâmica ambiental e paisagística.

A sub-bacia em foco possui parte desta dinâmica ambiental, configurada na depressão sertaneja, no maciço residual do Pereiro e nas pequenas áreas sedimentares, referentes às superfícies de exumação da Formação Açu que compõe a chapada do Apodi.

Na perspectiva de melhor compreender as condições naturais da sub-bacia e, dessa forma, como os componentes ambientais interagem, buscar-se-á, neste momento, traçar considerações um pouco mais detalhadas a respeito das condições geológicas, geomorfológicas, climatológicas, hidrológicas, pedológicas, fitogeográficas, assim como as condições de ocupação da bacia com a finalidade de analisá-las conjuntamente.

### **2.2.1 Aspectos Geológicos-Geomorfológicos**

A geologia exerce forte influência na configuração das paisagens, podendo influenciar na disposição das rochas, na presença ou ausência de fraturas, nos planos de estratificação, falhas e dobras, solidez das rochas, susceptibilidade às alterações químicas, permeabilidade ou impermeabilidade das rochas. Desta feita, exerce um fator de controle na evolução da superfície da terra. Isso influencia nas características do ambiente, desde a morfologia, à diversidade de solos, da disponibilidade dos recursos hídricos às condições fitoecológicas (SOUZA, 2000).

Para entender as condições geológicas e geomorfológicas da sub-bacia do Rio Figueiredo, é necessário compreender as influências dos períodos geológicos, os quais exibem feições que variam desde o Pré-Cambriano ao Cenozoico. O maciço residual do Pereiro e os sertões pediplanados evidenciam os processos de intemperismo e dissecação do relevo decorrido no Quaternário (JATOBÁ, 1993).

Souza (1988), tratando das unidades morfoestruturais do estado do Ceará aponta a existência de três domínios geológicos: domínio dos depósitos sedimentares cenozóicos, domínio das bacias sedimentares paleo-mesozóicas e domínio dos escudos e maciços antigos pré-cambrianos.

Destarte, a sub-bacia apresenta feições destes três domínios apontados pelo autor. Como parte dos escudos e maciços antigos, nota-se a Serra do Pereiro e outras serras menores, como a dos Remédios e a Serra Vermelha, assim como a Depressão Sertaneja. Tais compartimentos são formados geologicamente por rochas do Complexo cristalino, composto principalmente por variados tipos de gnaises, granitos, dioritos e quartzitos (BRASIL, 2003).

Os depósitos Paleomesozóicos estão representados pelos sedimentos correspondentes a Chapada do Apodi, especificamente aos terrenos da Formação Açú, composta por arenitos, siltitos e folhelhos (BRASIL, 2003). Vale lembrar que a Bacia Potiguar (Chapada do Apodi), é composta por rochas sedimentares que se dividem em duas Formações: Açú e Jandaíra. A primeira se constitui como unidade basal composta por arenitos, caulíníticos, folhelhos e siltitos, como já mencionado. Enquanto, a segunda constitui o topo da chapada com calcários bioclásticos, gredosos e dolomíticos (BRASIL, 1981).

A Formação Açú resulta da subsidiência da crosta continental e da formação de ambientes lacustres e de deposição fluvial decorrido no Cretáceo. A deposição flúviomarinha ou de sedimentos aluviais, deltaicos estuarinos e marinhos, representa um grande ciclo transgressivo que a área sofreu, concluído com a deposição do calcário Jandaíra (MAIA, 2005, p. 72). De acordo com o autor, essa última deposição é resultado de um período de transgressão marinha, o que possibilitou a acumulação de carbonatos marinhos fossilíferos, de mar raso recobrando a Formação Açú.

As planícies e os terraços fluviais da sub-bacia correspondem aos depósitos sedimentares cenozóicos referidos por Souza (1988). Estes são

compostos por areias, argilas e cascalhos (BRASIL, 2003). No alto e médio curso as planícies são estreitas, faces ao controle estrutural e no baixo curso, nas proximidades da sua foz elas têm alargamentos mais expressivos.

O Quadro 2 apresenta a correlação da caracterização geológica com base na Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e no RADAM-BRASIL (1981).

Quadro 2 - Correlação da caracterização geológica da sub-bacia do Figueiredo

<b>CPRM (2003)</b>	<b>RADAMBRASIL (1981)</b>
Sedimentos Aluviais (argilas, areias argilosas e cascalhos)	Aluviões (areias finas e grosseiras, cascalhos inconsolidados e argilas com matéria orgânica em decomposição)
Grupo Apodi (arenitos, siltitos e folhelhos).	Formação Açú (Arenitos, conglomeráticos e caulíníticos, folhelhos, siltitos e calcarenitos)
Granitos, dioritos, gnaisses, quartzitos.	Suíte magmática (granitos, granodioritos, tonalitos, quartzos e dioritos)
Ortognaisses migmatizados, paragnaisses e anfibolitos.	Complexo Nordestino (migmatitos, gnaisses, núcleo granitoides, quartzitos, xistos, calcários, anfibolitos, metabásicos)

Fonte: BRASIL (1981), (CEARÁ, 2003).

A morfoestrutura da sub-bacia do Figueiredo reflete aspectos tectônicos e litológicos responsáveis pelo modelado do relevo. Os aspectos tectônicos estão bem representados pelas linhas de falhas e pela adaptação da rede de drenagem na qual o canal principal do Rio Figueiredo apresenta padrão paralelo em relação ao seu nível de base, no caso, o Rio Jaguaribe. Os aspectos litológicos se apresentam através dos tipos de alterações superficiais e das relações entre morfogênese e pedogênese.

Os aspectos geomorfológicos são reflexos não só das condições geológicas, ou dos fatores endógenos, mas também dos fatores exógenos, que juntos atuam na esculturação da superfície terrestre. Assim sendo, a análise das formas do relevo, da cobertura superficial e da morfogênese e morfodinâmica é de fundamental importância para compreender o contexto geomorfológico da área estudada.

Verifica-se que a compartimentação topográfica está diretamente relacionada com os fatores morfogenéticos, sem desprezar as condições climáticas atuais. No entanto, o passado geológico teve um papel de grande importância para o

desenvolvimento das atuais formas de relevo, tendo no Quaternário um momento crucial para tal. As ações exodinâmicas são as responsáveis pelas transformações por meio do intemperismo mecânico e químico.

Neste contexto, a sub-bacia apresenta formas dissecadas, erosivas e de acumulação. As formas dissecadas ocorrem nos maciços residuais, pois são aguçados e convexos, com feições em cristas, lombadas e colinas. Possui relevo que varia entre moderadamente dissecados nas áreas mais elevadas, ondulados nos pés-de-serra e variando de suave ondulado a aplainado nos sertões.

As formas erosivas são representadas pelas superfícies pediplanadas, configuradas pela depressão sertaneja, que possui relevo aplainado ocorrendo em diversos tipos de litologias. Assim como pelos patamares do Apodi cujas feições são tabulares e aplainadas. As formas de acumulação apresentam-se restritas às planícies fluviais, com relevo plano e sujeitas a inundações periódicas.

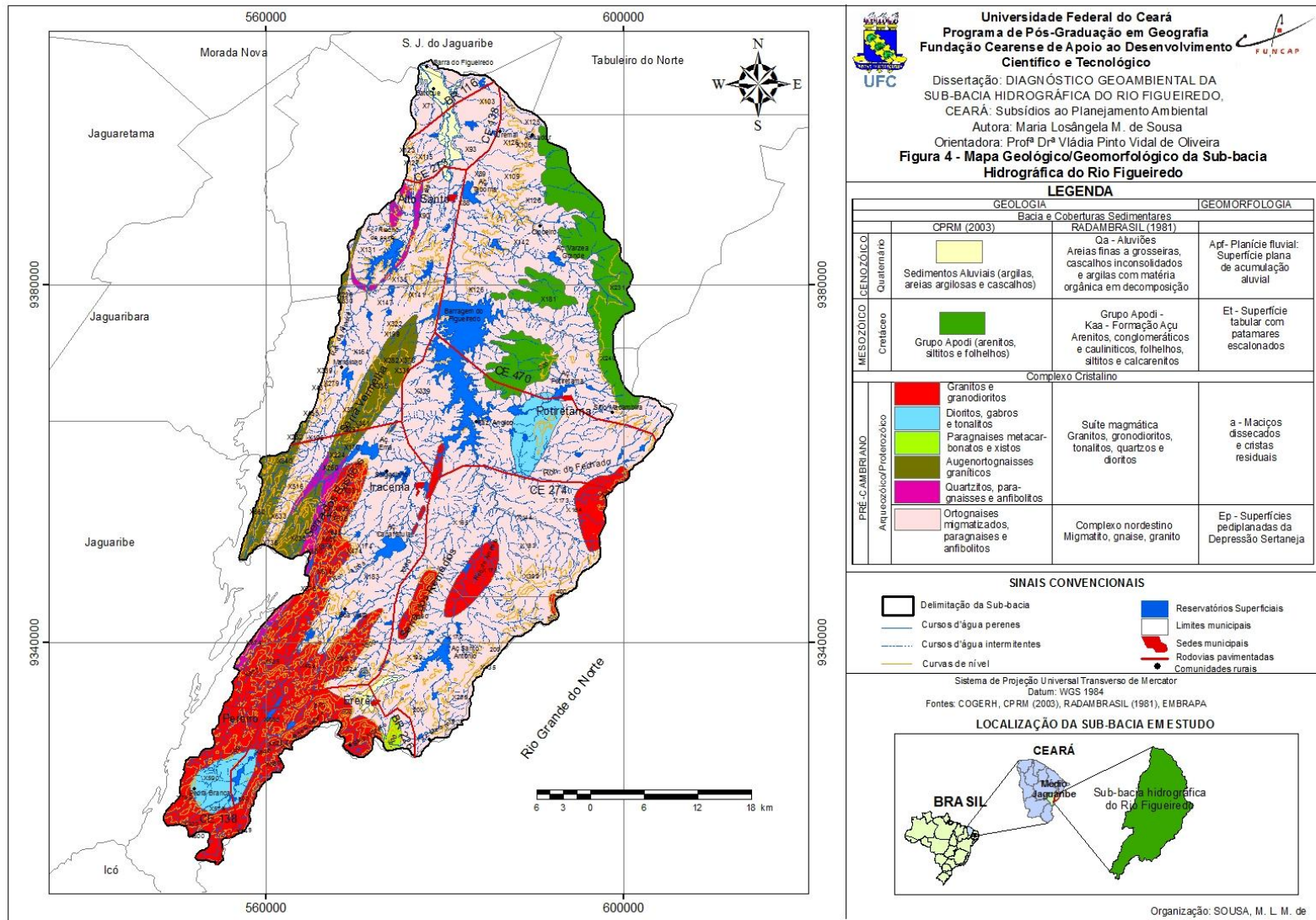
As principais características geológicas e geomorfológicas da sub-bacia estão sintetizadas no Quadro 3. Tais informações são corroboradas através do mapa geológico/geomorfológico da bacia apresentado na Figura 5.

Quadro 3 - Características Geológicas e Geomorfológicas da sub-bacia hidrográfica do Rio Figueiredo

Unidades Crono-lito-estratigráficas	Geomorfologia	
	Feições Geomorfológicas e classificação das formas	Altimetria e Classe de declividade
Sedimentos Aluvionais Quaternários	Planície Fluvial com formas de acumulação	50-100m, Relevo aplainado
Sedimentos Cretáceos da Formação Açú	Patamares da Chapada do Apodi com influências estruturais	<150m, Relevo suave ondulado a aplainado
Complexo cristalino Pré-Cambriano	Maciços residuais dissecados em cristas, lombadas e colinas.	<590m, Relevo forte-ondulado
	Depressão sertaneja desenvolvida em superfícies pediplanadas.	90 - 250m Relevo aplainado a suave-ondulado

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Brasil (1981).







## 2.2.2 Condições Hidroclimáticas

No contexto climático brasileiro, as condições semiáridas se encontram inseridas na região Nordeste abrangendo uma área de aproximadamente 950.000 km<sup>2</sup> (BRASIL, 2005) e ocupando quase metade da região nordestina (SOUZA E OLIVEIRA, 2002).

Este tipo climático apresenta características bastante peculiares, as quais são elencadas por Vieira e Gondim Filho (2002). Para os autores, dentre as principais características resultante da semiaridez pode-se mencionar a cobertura vegetal caduca e de alta resistência às secas (caatinga), embasamento cristalino predominante, solos rasos, evapotranspiração potencial acima de 2000 mm, rios intermitentes sazonais e eventos hidrológicos extremos frequentes: secas e cheias.

A razão pela qual se explica a existência do clima semiárido no Nordeste é bastante complexa. Ferreira e Mello (2005) apontam os principais sistemas atmosféricos que atuam na região e que são os principais causadores ou inibidores de chuvas. Entre os sistemas, pode-se destacar a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), a qual se constitui como um conjunto de nuvem que circundam na faixa equatorial, formada pela confluência de ventos alísios do Norte e do Sul. Ela é um dos principais fatores que determinam a abundância ou a escassez de chuvas anuais.

Outro sistema importante citado pelos referidos autores são as frentes frias, constituída de nuvens que penetram até as latitudes tropicais, se formam da confluência entre massas de ar frio e quente, responsáveis pelas chuvas que normalmente ocorrem no período de novembro a janeiro.

Juntamente com os sistemas anteriormente mencionados estão os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN). São conjuntos de nuvens que se formam no oceano Atlântico, especialmente entre os meses de novembro e março, com maior frequência entre janeiro e fevereiro. Esse fenômeno se dá no sentido Leste-Oeste e tem duração de 7 a 10 dias em média.

Os autores também aludem à influência das Linhas de Instabilidade (LI). São nuvens organizadas em linhas que se formam em função da quantidade de radiação solar incidente sobre a região tropical. Devido à proximidade da ZCIT, as LI podem influenciar a ocorrência de chuvas, especialmente nos meses de fevereiro a março.

Os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs) são outros sistemas apontados por Ferreira e Mello (2005). De acordo com os autores, tais complexos se constituem como aglomerados de nuvens que se formam em determinadas condições de temperatura, relevo e pressão. São responsáveis por chuvas fortes e de curta duração, ou seja, as chuvas torrenciais muito comuns no Nordeste.

As ondas de Leste são fenômenos comuns na região nordestina sob condições de semiaridez. São ondas que se formam na faixa tropical do globo, na zona de influência dos ventos alísios, se deslocam de Oeste para Leste e são responsáveis pelas chuvas principalmente na zona da mata, recôncavo baiano até o litoral do Rio Grande do Norte.

Ferreira e Mello (2005) colocam outros sistemas que influem nas condições climáticas nordestinas. Para eles, as brisas marítimas e terrestres influenciam, entretanto, de forma pouco perceptível. Os oceanos Atlântico e Pacífico interferem de forma mais direta. Tal influência está relacionada aos fenômenos *El Niño*, quando ocorre o superaquecimento das águas superficiais do oceano Pacífico da faixa equatorial, provocando secas no Nordeste e a *La Niña*, quando ocorre o resfriamento das águas superficiais do oceano Pacífico, podendo ser responsável pela ocorrência de chuvas normais, anos chuvosos ou muito chuvosos.

A influência do oceano Atlântico também está relacionada com o posicionamento da ZCIT, do Sistema de Alta Pressão do Atlântico Norte (AAN) e do Sistema de Alta Pressão do Atlântico Sul (AAS). Quando as águas do Atlântico Norte estão mais frias que o normal, o sistema AAN e os ventos alísios de Nordeste se intensificam. Se, ao mesmo tempo, as águas do Atlântico Sul estiverem mais quentes, o AAS e os ventos alísios de Sudeste se enfraquecem. Isso faz com que a ZCIT se desloquem um pouco mais para Sul do Equador e proporcione anos de chuvas abundantes, anos chuvosos e muito chuvosos.

Quando ocorre o contrário, ou seja, quando as águas do Atlântico Sul estão mais frias que o normal, o sistema AAS e os ventos alísios de Sudeste se intensificam. Se neste período as águas do Atlântico Norte estiverem mais quentes que o normal o AAN e os ventos alísios de Nordeste enfraquecem fazendo com que ocorra um deslocamento da ZCIT para Norte do Equador e provoque chuvas escassas ou secas.

Diante das informações acima citadas, verifica-se que a ocorrência das condições climáticas semiáridas no Nordeste se dá em função de um complexo

conjunto de fatores. Esses fatores associados aos demais elementos naturais proporcionam a região características bem distintas do restante do país. Desta feita, uma das principais características deste tipo climático é a ocorrência de apenas duas estações bem definidas. O verão, que ocorre de janeiro a junho, corresponde ao período chuvoso; o inverno que ocorre de julho a dezembro, corresponde por sua vez, ao período de estiagem.

Outra característica importante é a ocorrência de eventos climáticos extremos as cheias e as secas, como já mencionado anteriormente (VIEIRA e GONDIM FILHO, 2002). Esses dois eventos podem trazer sérios problemas as populações nordestinas. De um lado, há os anos chuvosos ou muito chuvosos; do outro, chuvas escassas, caracterizando as secas.

Para uma região marcada pela ocorrência de secas, os anos chuvosos poderiam ser a solução, desde que a água fosse armazenada e bem distribuída. Entretanto, isso ainda não acontece, especialmente no semiárido cearense. O Ceará vem se destacando nas políticas de recursos hídricos, com grande quantidade de água armazenada nos grandes reservatórios, mas a distribuição ainda fica aquém do esperado.

Contraditoriamente, numa região marcada pelas secas, os anos chuvosos causam muitos problemas. As chuvas torrenciais, ao precipitarem em terrenos cristalinos provocam o escoamento superficial por três razões principais: as condições geológicas impermeáveis, a concentração espaço-temporal da pluviometria e a diminuta conservação dos solos, que, desprotegidos pela retirada da cobertura vegetal original são compactados e diminuem a infiltração. Como consequência dessa realidade, acontecem as enchentes ou cheias. Estas resultam em perdas das plantações, destruição de residências, famílias desabrigadas, epidemias, e até mortes de animais e pessoas.

Outro problema sério é a destruição das barragens, ou dos açudes, pois a maioria tem paredes pouco resistentes e não conseguem suportar a pressão da água no período muito chuvoso. Este problema também pode causar um efeito dominó, ou seja, sair rompendo as pequenas barragens à jusante do açude que se rompeu. Além de perder toda a água acumulada - o que daria para o abastecimento de diversas famílias durante grande parte da estação seca -, as estradas e rodagens são interrompidas, deixando famílias e animais ilhados.

As secas, conforme Vieira e Gondim Filho (2002), referem-se a falta de precipitação, deficiência de umidade do solo agrícola, quebra da produção agropecuária, causando impactos sociais e econômicos os mais diversos. Normalmente ocorrem por vários anos sequenciais, o que agrava mais a situação. A dizimação dos rebanhos, que sem pastagem abundante perdem peso e valor, a escassez dos produtos alimentícios armazenados para o consumo humano e a crescente distância das fontes de águas são alguns dos problemas que as populações nordestinas enfrentam em anos secos.

Convém enfatizar que a seca não se resume a questão da falta d'água, é bem mais complexa,

a seca não resulta de modo simplista de condições pluviométricas adversas. Não é também oriunda simplesmente da perda da produção agrícola por escassez, ausência ou irregularidade de chuvas. Fundamentalmente, a seca tem conotação direta com crises periódicas que afetam a economia agro-pecuária por inadequação das lavouras produzidas às condições de potencialidades e de limitações dos recursos naturais disponíveis (SOUZA e OLIVEIRA, 2002, p. 208).

Diante de tal contexto, é importante analisar e atribuir à seca a sua devida importância. Entretanto, não se pode deixar de analisar o fenômeno de modo a entender as suas principais causas e efeitos e quais as alternativas de solução do problema.

Na perspectiva de resolver os vários problemas desencadeados pelas secas, foram desenvolvidos ao longo da história dois tipos de ações: uma, voltada ao combate à seca; uma outra, visando à convivência com o semiárido. São ações bastante distintas, uma vez que de um lado tenta-se enfrentar a seca, como se fosse possível extingui-la, o que é uma inverdade, visto ser um fenômeno natural; e por outro lado, buscar meios, técnicas a uma adequada convivência com as peculiaridades do semiárido.

Assim sendo, é necessário analisar as condições naturais da região nordestina. As mudanças climáticas ocorridas no Quaternário foram fundamentais para constituírem os sistemas morfogenéticos responsáveis pelos processos lineares e areolares, esculpando vales e modelando os interflúvios.

Tais condições proporcionam a formação de solos os mais variados em virtude da ação dos fatores e dos processos que atuam nessa região. Embora seja

em sua maioria fértil, normalmente são rasos e recobertos por vegetação de caatinga, de alta diversidade e heterogeneidade de espécies. Esta vegetação oferece boa proteção aos solos através da folhagem na estação chuvosa e da serrapilheira na estação seca. Assim, os galhos nus, torcidos e entrelaçados, impedem que as folhas sejam levadas pelos ventos (MAIA, 2004). Entretanto, com a quebra desse equilíbrio, ou seja, com a retirada da cobertura vegetal, ocorre a diminuição das folhas caídas e as poucas que restam e são facilmente levadas pelos ventos e pelas águas pluviais, fazendo com que os solos fiquem desprotegidos contra os processos erosivos.

Assim sendo, as ações humanas interferem fortemente na dinâmica dos sistemas ambientais no semiárido brasileiro. Tais sistemas vêm apresentando sintomas de desequilíbrio ambiental com aumento significativo dos processos erosivos e expansão das áreas desertificadas. De acordo com Souza (2006) “a desertificação no semiárido nordestino vem comprometendo uma área de 181.000 km<sup>2</sup>, implicando na geração de impactos difusos e concentrados sobre o território”.

Para efeito de compreensão buscar-se-á neste momento contextualizar de forma breve as duas principais ações que marcam a história do semiárido no Nordeste do Brasil.

De acordo com o Projeto Áridas (CEARÁ, 1994), as secas podem ser classificadas em dois tipos: a seca estacional, aquela que ocorre todos os anos, durante o segundo semestre, variando de 7 a 9 meses, correspondendo ao período de estiagem; e a seca periódica, que ocorre de forma cíclica, sem intervalo fixo e com duração que normalmente varia de 1 a 5 anos.

A seca periódica pode se apresentar de três formas: total, parcial e hidrológica. A seca total é caracterizada pela quase ausência de precipitação. Não ocorre a formação das pastagens, e a ramificação das espécies da vegetação lenhosa não acontece, provocando perda na produção agropecuária. A seca parcial é também conhecida como seca verde. Ocorre a formação das pastagens e da ramificação, mas não ocorre a produção agrícola, porque as chuvas são muito concentradas ou porque ficam abaixo da média. A seca hidrológica se refere à quantidade de chuva, quando a média da precipitação é abaixo da média anual.

Nesta perspectiva, Vieira e Gondim Filho (2002) apresentam (QUADRO 4), uma cronologia das secas desde o século XVI, com base no Projeto Áridas.

Quadro 4 - Cronologia das secas ocorridas no Nordeste brasileiro, Séc. XVI – XXI

DÉCADA	SÉCULO XVI	SÉCULO XVII	SÉCULO XVIII	SÉCULO XIX	SÉCULO XX	SÉCULO XXI
00		1603	1707	1804	1900	2001
		1608		1808/1809	1903	2003
10		1614	1710/1711	1814	1915	
					1919	
20			1721/1722	1824/1825		
			1723/1724	1829		
			1725/1726			
			1727			
30			1730	1844/1845	1942	
			1736/1737			
40		1645	1744/1745			
			1746/1747			
50		1652	1751		1951/1952	
			1754		1953	
					1958	
60			1760		1962	
			1766		1966	
70			1771/1772	1870	1970	
			1777/1778	1877/1878	1976	
				1879	1979	
80	1583		1783/1784	1888/1889	1980/1981	
	1587				1982/1983	
90		1692	1791/1792	1898	1990/1991	
			1793		1992/1993	
					1998/1999	

FONTE: Projeto Áridas, 1992 in: Vieira e Gondim Filho (2002).

Conforme o Quadro 4, verifica-se que as secas são frequentes, inclusive ocorrendo por vários anos seguidos. Isso gera problema muito graves, pois a população sertaneja que sobrevive praticamente da agricultura de sequeiro e da pecuária tem suas principais fontes de renda seriamente afetadas.

Embora as secas não sejam totalmente previsíveis, pois no semiárido a irregularidade e a incerteza das chuvas são as regras como dizem Souza e Oliveira (2002), percebe-se que existe uma frequência muito acentuada. No século XVIII, por exemplo, ocorreram 30 anos secos; no século seguinte foram 16 grandes secas e, no século passado 25 secas. Mesmo sem ter a certeza de qual ano será seco, sabe-se que eles sempre irão ocorrer, o que exige a necessidade de convivência adequada com o fenômeno, na tentativa de minimizar os danos causados.

Para amenizar as dificuldades postas em decorrências das secas, foram desenvolvidas diversas estratégias ao seu combate distribuídas em duas linhas de

políticas a curto e a longo prazo. Enquanto as políticas em curto prazo estavam voltadas à assistência imediata às vítimas das secas, as de longo prazo estavam voltadas para a organização da produção no semiárido a fim de minimizar os efeitos das estiagens.

De acordo com Pessoa (2002), em 1845 surgiram as primeiras iniciativas locais de socorro às vítimas das secas. De 1845 até 1876 o Nordeste foi agraciado com três décadas sem secas de grande expressão. Isso pode ter favorecido o aumento demográfico na zona semiárida. Em 1877 a seca volta a ocorrer, inclusive com efeitos superiores às secas passadas, uma vez que maiores contingentes populacionais foram acometidos. Isso fez com que a esfera federal atentasse para o problema nordestino, colocando em prática políticas de combate às secas a partir de diversas estratégias.

Tais políticas se deram através de três fases (PESSOA, 2002). A primeira, caracterizada pelas obras de engenharia e açudagem; a segunda visava o aproveitamento dos recursos hídricos; e a terceira tinha como foco o desenvolvimento do Nordeste.

A primeira fase, chamada de fase das soluções e obras de engenharia, mais comumente chamada de fase hidráulica, ocorreu entre os anos de 1877 até 1945. Foi marcada pelo desenvolvimento de estudos básicos sobre a região, construção de barramentos de rios e aberturas de estradas. A construção das barragens era favorecida pelas condições geológicas e geomorfológicas do semiárido, em que os boqueirões ofereciam menos gastos e asseguravam a abundância de água, devido à impermeabilidade das áreas cristalinas.

Antes da criação da Inspetoria de Obras contra as secas (IOCS), a construção dos açudes se dava com base em conhecimentos empíricos sem a realização de estudos prévios. Depois da IOCS, os estudos contribuíram para o fortalecimento das políticas de obras contra as secas, sendo que os estudos realizados constituíram um acervo para novas políticas que viessem a ser implementadas. O estado do Ceará foi contemplado com esta política, tendo em Quixadá a construção do açude do Cedro, que representa um dos três primeiros açudes construídos no Nordeste.

A segunda fase de política antiseca perdura de 1945 a 1958, entendida como a fase de aproveitamento, controle e gerenciamento dos recursos hídricos. Esta fase caracteriza-se pela criação de diversas instituições, entre elas a Comissão

do Vale do São Francisco (CVSF), a Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF) e o Banco do Nordeste do Brasil (BNB). Nesta fase, foram criados novos organismos. A IOCS foi transformada em IFOCS, a qual foi reorganizada, passando a se chamar DNOCS em 1945. Essa mudança implicava na aquisição de novos orçamentos, junto à esfera federal.

A criação do BNB visava fornecer financiamento às atividades do setor privado, visando a integração das zonas secas na economia moderna. Mesmo com a ação dessas instituições, a seca de 1958 foi devastadora, mostrando que as ações eram insuficientes para solucionar o problema. Os recursos financeiros destinados ao atendimento às vítimas eram mal aplicados fazendo com que a pobreza e a miséria continuassem na região e assegurasse a garantia da obtenção de novos recursos, fortalecendo assim, a “indústria da seca”.

A seca de 1958 mostrou que tudo o que havia sido feito pouco tinha adiantado para socorrer as vítimas, sendo necessário abrir frentes de trabalho com as políticas de emergência, como acontecera anteriormente com as outras secas. Tal fato deu início naquele mesmo ano a terceira fase das políticas antissecas, caracterizadas pelo desenvolvimento programado e pela busca de utilização de técnicas modernas de planejamento regional.

Como forma de se redimir contra as críticas feitas às políticas de combate a seca, as quais não obtiveram os resultados esperados, o governo instituiu uma comissão de especialistas liderados pelo economista Celso Furtado, para elaborar um relatório que analisasse as dificuldades dessa região em enfrentar as secas, os fatores que estavam ligados à situação de atraso do Nordeste e ainda realizasse uma proposta de soluções.

Tal relatório, produzido pelo Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste (GTDN), identificou questões importantes para o desenvolvimento regional e propôs a criação da SUDENE.

Segundo Pessoa (2002), entre os principais resultados do relatório do GTDN estava a questão da renda *per capita* do Nordeste, a qual era muito abaixo da média nacional. Percebeu-se que o enfraquecimento econômico não estava relacionado à seca e sim a questões estruturais. As medidas tomadas até então eram ineficientes, pois focalizavam as secas em si, buscando resolver o problema de modo imediato, e não procurando alternativas para uma solução permanente.



Desta feita, o GTDN elaborou uma estratégia de desenvolvimento visando fortalecer a estrutura de produção diante da problemática da seca. Dentre as principais características desta proposta, estão: a criação de um centro autônomo de expansão manufatureira no Nordeste através dos investimentos industriais; a transformação da economia agrícola da faixa úmida, para garantir a oferta de alimentos aos centros urbanos; a transformação da economia semiárida, tornando-a resistente à seca; além da proposição do deslocamento da fronteira agrícola, incorporando terras do Maranhão (PESSOA, 2002).

Nesse contexto, vale ressaltar a importância das ações de convivência com o semiárido, as quais vêm sendo desenvolvidas paralelamente às ações de combate a seca. Tais estratégias surgiram mais da necessidade e da criatividade o povo sertanejo do que mesmo por parte das políticas públicas implementadas até então.

A ideia de convivência também é antiga. No século XX foi construída a base do discurso da convivência com o semiárido como uma proposta alternativa de enfrentamento e superação das problemáticas sociais e econômicas. Essa proposta foi formulada como uma crítica à política de combate à seca, aos seus efeitos e ao modelo de modernização conservadora (SILVA, 2006).

É comum, ao se tratar de convivência com o semiárido, eleger um conjunto de atividades ou estratégias que possibilitem adaptações às condições dessa região. Desta feita, as cisternas de placas, a prática da ovinocaprinocultura, barragens subterrâneas, são ações que se destacam. Embora sejam ações de extrema importância, não conseguem resolver de fato o problema, pois são desprovidas de incentivos e os recursos financeiros são escassos.

Mesmo não resolvendo o problema, tais atividades podem ser capazes de amenizar as dificuldades enfrentadas pelas populações sertanejas em curto prazo. Enquanto aguardam as políticas públicas eficientes que contemplem os seus anseios, os sertanejos devem, junto às organizações sociais, buscar alternativas que amenizem a situação ora posta.

Dentre as estratégias de convivência com o semiárido a população desenvolve tecnologias de captação e armazenamento de água de chuva para o consumo humano e para a produção. As cisternas de placas, as cisternas de placas calçadão, as barragens subterrâneas, os tanques de pedras, os barreiros trincheira, os poços amazonas são algumas das práticas mais utilizadas (SILVA, 2006).

Inúmeras outras ações são desenvolvidas na tentativa de melhor conviver na região nordestina, como as práticas agroecológicas, manejo sustentável da caatinga e criação de pequenos animais. Vale ressaltar que essas práticas são de fundamental importância, mas não resolvem o problema de modo satisfatório.

É importante destacar que a concepção de convivência com o semiárido é bastante complexa, pois vai muito além da implantação de novas atividades ou estratégias, como as anteriormente mencionadas. É necessário mudar as formas de pensar e de agir na tentativa de perceber outro semiárido, capaz de proporcionar melhores condições de vida, sem a mancha da miséria e da pobreza.

A convivência com o semiárido:

(...) possibilita construir ou resgatar relações de convivência entre os seres humanos e a natureza, tendo em vista a melhoria da qualidade de vida das famílias sertanejas, por meio do incentivo às atividades econômicas apropriadas e à sustentabilidade ambiental (SILVA, 2006, p. 225).

Dessa forma, as condições naturais agressivas, típicas desse clima, deixam de serem as grandes vilãs, e a região semiárida passa a se apresentar como uma área dotada de características próprias, com potencialidades, limitações e possibilidades de convivência com tal peculiaridade.

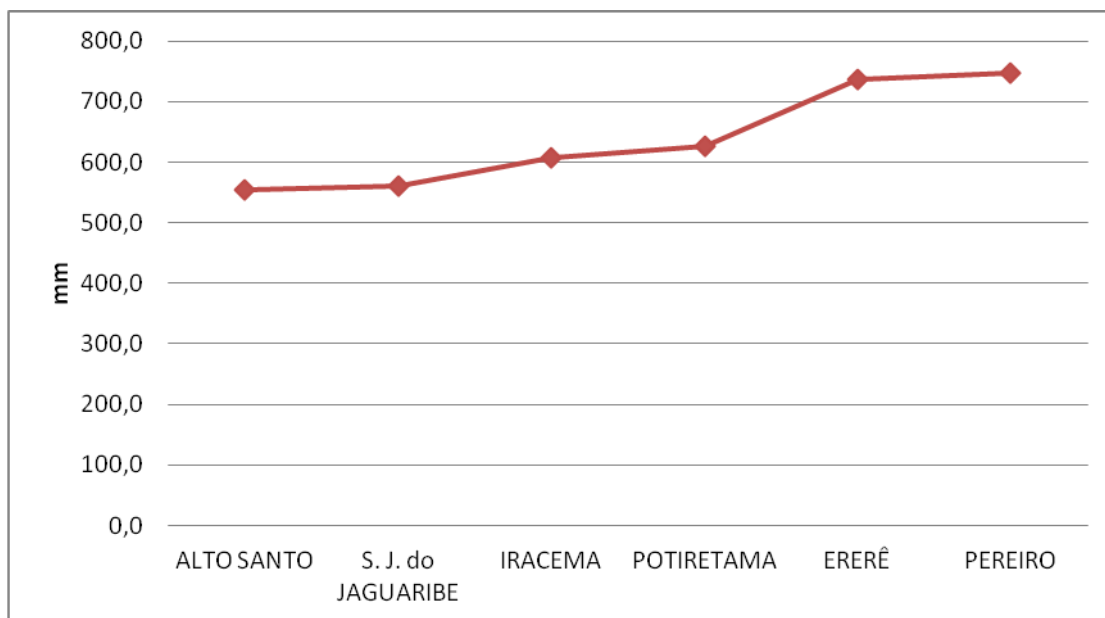
Portanto, a construção do sentido de convivência é complexa porque propõe um novo modelo de desenvolvimento para o Nordeste. Desenvolvimento este voltado para uma postura cultural que busque contextualizar saberes e práticas apropriadas à semiaridez (SILVA, 2006). Sob tal perspectiva, o semiárido se encontra diante de enorme desafio, que aponta para a mudança estrutural na economia a partir do fortalecimento da agricultura familiar e para a adaptação às exigências do meio.

Neste panorama, está inserida a sub-bacia do Figueiredo. Ela apresenta poucas alternativas de convivência adequada com o semiárido, sendo as alternativas de combate à seca também ineficazes. Assemelha-se às demais regiões semiáridas por apresentar volume de precipitações variando entre 400 a 800 mm, com média de 638,5 mm anuais (CEARÁ, 2010), acentuada irregularidade pluviométrica no tempo e no espaço e elevados índices de evapotranspiração.

O gráfico 1 apresenta a média da pluviometria dos municípios da sub-bacia na série que compreende 30 anos (1979-2009). Diante do mesmo, verifica-se

que os maiores índices apresentados estão no maciço do Pereiro, que, embora se constituindo como uma serra seca apresenta pluviometrias um pouco mais elevadas em relação ao restante da bacia.

**Gráfico 1 – Média pluviométrica anual da sub-bacia do Figueiredo (1979 - 2009)**



Fonte: Ceará (2010).

A má distribuição das chuvas, associadas às elevadas taxas de evapotranspiração, contribui para explicar a necessidade de armazenar água por meio das barragens, na perspectiva de aumentar a demanda hídrica, como propõe as políticas de recursos hídricos do estado do Ceará.

A sub-bacia possui um número significativo de pequenos açudes, sendo 9 (nove) de maior porte, conforme mostra a Tabela 02. Destes, dois ainda estão em processo de construção, são eles: a Barragem do Figueiredo, localizado no município de Alto Santo e abrangendo parte do município de Iracema e Potiretama e o açude Riacho da Serra, localizado também em Alto Santo.

Tabela 02 - Capacidade de acumulação dos principais açudes da Sub-bacia do Rio Figueiredo

<b>Açudes</b>	<b>Município</b>	<b>Volume m<sup>3</sup></b>
Barragem do Figueiredo	Alto Santo	519.600.000
Riacho da Serra	Alto Santo	23.470.000
Canafístula	Iracema	13.110.000
Ema	Iracema	10.390.000
Potiretama	Potiretama	6.330.000
Santa Maria	Ererê	5.866.800
Adauto Bezerra	Pereiro	5.250.000
Santo Antônio	Iracema	832.000
Taborna	Alto Santo	700.000
<b>Total</b>		<b>585.548.800</b>

Fonte: Ceará (2011)

Considerando os açudes principais, a sub-bacia terá condições de armazenar 585.548.800 m<sup>3</sup>, (Tabela 1). Vale ressaltar que outros açudes, embora de menor porte, são de grande importância para as populações locais, já que prestam relevantes serviços públicos, principalmente o abastecimento humano.

O abastecimento de água dos municípios está diretamente relacionado a estes reservatórios, assim como a poços tubulares, demonstrando que mesmo com baixa capacidade de água subterrânea, os aquíferos fissurais também ajudam a abastecer as populações.

De acordo com Ceará (2011) o abastecimento dos municípios da sub-bacia se dá via poços ou açudes, através da CAGECE (QUADRO 5).

Quadro 5 - Abastecimento de água dos municípios da sub-bacia do Rio Figueiredo

<b>Municípios</b>	<b>Tipo de abastecimento</b>	<b>Fonte hídrica</b>
São João do Jaguaribe	CAGECE	Calha do Rio Jaguaribe (Castanhão)
Alto Santo	CAGECE	Poço
Iracema	CAGECE	Aç. Canafístula
Potiretama	CAGECE	Aç. Potiretama
Ererê	CAGECE	Poço
Pereiro	CAGECE	Aç. Adauto Bezerra

Fonte: COGERH (CEARÁ, 2011).

As comunidades rurais sofrem bastante para abastecer suas residências, retirando água de açudes e de outras fontes sem tratamento. Levam essa água por meio de carroças e animais, como mostra a Figura 5. Vale ressaltar que estes reservatórios exercem outras funções além do abastecimento humano, como a

dessedentação animal, a pesca, a agricultura de vazante, dependendo do tamanho e da localização do reservatório.

Figura 5 - Abastecimento de água precário em comunidades rurais de Iracema



Fonte: SOUSA, M. L. M. de

De acordo com o Ceará (2003) a barragem do Figueiredo tem como principal função aumentar a oferta hídrica para o abastecimento humano e a irrigação na região. Entretanto, os problemas enfrentados pela população local são pertinentes, ocorrendo inclusive conflitos entre a população diretamente atingida pela barragem e os órgãos responsáveis pela execução do projeto.

De acordo com a reportagem da Rádio FM Canoa, exibida em agosto de 2010, a população de algumas comunidades de Alto Santo, que serão remobilizadas em função da construção da barragem, ainda não havia recebido as indenizações nem tampouco suas novas casas tinham sido construídas. Em virtude do atraso da construção das agrovilas, a população ocupou o canteiro de obras como reivindicação, na tentativa de negociar e apressar a construção das novas habitações.

Diante de uma boa disponibilidade hídrica, a gestão da sub-bacia precisa garantir o acesso adequado. Para isso, a COGERH vem desenvolvendo atividades que garantam uma gestão democrática e participativa, através dos comitês de

bacias. Entretanto, as dificuldades são enormes em virtude dos interesses múltiplos dos usuários e do baixo poder de decisão por parte da sociedade civil.

### 2.2.3 Condições Fitopedológicas

Na tentativa de analisar o ambiente - não através da compartimentação dos componentes ambientais, mas da sua integralidade -, verifica-se que as condições fitopedológicas se apresentam como resultado da combinação dinâmica dos demais componentes ambientais.

Para Souza (2000a), a cobertura vegetal do Ceará encontra-se fortemente degradada e, em parte, destituída das condições originais. Fato este presente na sub-bacia em estudo.

Essa bacia apresenta três unidades fitoecológicas bem definidas: a mata seca, a caatinga e a mata ciliar. A mata seca, ou Floresta Tropical Subcaducifólia, difere da mata úmida principalmente pela queda das folhas dos indivíduos da comunidade vegetal. Enquanto as melhores condições de umidade possibilitam a permanência da folhagem da mata úmida, a mata seca perde parcialmente suas folhas em razão da menor umidade, embora as boas condições de fertilidade natural dos solos possibilitem a permanência parcial das folhas (CEARÁ, 2007). Esta unidade fitogeográfica recobre as encostas e topos da Serra do Pereiro entre altitudes de 500 a 600 m.

Entre as principais espécies ali encontradas, pode-se mencionar: angico (*Anadenanthera macrocarpa*), aroeira (*Astronium urundeuva*), camará (*Latana camara*), canafístula (*Peltophorum dubium*), coração de negro (*Zollerina paraensis*), juazeiro (*Zizyphus joazeiro*), pereiro (*Aspidosperma pirifolium*), pau mocó (*Machaerium auriculatum*), timbaúba (*Enterolobium contorsiliquum*), quina-quina (*Coutarea hexandra*).

Estas comunidades florísticas são sustentadas pelos Argissolos associados aos Neossolos Litólicos nas áreas de vertentes. Os Argissolos se caracterizam por perfis profundos a muito profundos, com sequência de horizontes A, Bt e C, textura média a argilosa, variam de ácidos a moderadamente ácidos. Podem apresentar alta ou baixa fertilidade natural, diferenciação nítida entre os horizontes e são derivados de material de origem gnaisses e granitos (PALMIERI e LARACH, 2003).

Os Neossolos Quartzarênicos encontram-se associados aos Argissolos nas áreas de exumação da Formação Açú. São caracterizados por serem poucos desenvolvidos, profundos a muito profundos, excessivamente drenados. Apresentam muito baixa fertilidade natural e forte à moderadamente ácidos. Mesmo com baixa fertilidade, são favoráveis à mecanização agrícola, sendo a cultura do Cajueiro (*Anacardium occidentale*) de boa adaptação (PEREIRA e SILVA, 2005).

As caatingas, compreendidas como conjunto de árvores e arbustos espontâneos, densos, baixos, retorcidos, leitosos, de aspecto seco, de folhas pequenas e caducas, e raízes muito desenvolvidas (DUQUE, 2004), exibem diferentes padrões fisionômicos, sendo que o porte arbóreo aparece principalmente nas encostas da Serra do Pereiro, em que os solos também apresentam melhores condições de fertilidade natural.

A caatinga arbustiva densa aparece em pequenas áreas conservadas ou em locais em que as condições de solos são favoráveis, inclusive com dificuldades de mapeamento, devido à escala de trabalho. Na maior parte da bacia, a caatinga apresenta porte aberto e degradado.

As principais espécies da vegetação ali encontradas são: ameixa (*Ximenia coriácea*), angico (*Anadenanthera macrocarpa*), camará (*Latana camara*), cardeiro (*Cereus adscendens*), catingueira (*Caesalpinia bracteosa*), cumarú (*Torresca cearensis*), jurema branca (*Pithecolobium dumosum*) e jurema preta (*Mimosa nigra*), marmeleiro (*Croton henargyreus*), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*) capim panasco (*Panicum capilaceum*), e xique-xique (*Pilosocereus gounellei*).

Os Neossolos Litólicos recobrem os relevos aplainados, suaves ondulados e com forte declive nos inselbergs e serras da sub-bacia. São caracterizados por ser rasos, com profundidade menor ou igual a 50 cm. Apresentam sequência de horizontes A, C e R ou A e R, com textura arenosa, normalmente cascalhenta. É comum apresentarem pedregosidade e geralmente estão associados aos afloramentos rochosos (PEREIRA e SILVA, 2005).

Os Luvisolos recobrem parte da depressão sertaneja de topografia que varia de aplainado a suave ondulado da sub-bacia. Possuem pouca profundidade, textura que varia de argilosa à média, com perfis bem diferenciados, os quais apresentam sequência de horizontes A, Bt, e C. São derivados de gnaisses e migmatitos, apresentam boa fertilidade natural e são favoráveis a prática da pecuária e a lavouras de ciclo curto (PEREIRA e SILVA, 2005).

As matas ciliares são encontradas nas margens dos riachos em razão das melhores condições dos solos (Neossolos Flúvicos) associados aos Planossolos nas áreas de inundação sazonal. Elas se encontram bastante degradadas em função das práticas inadequadas historicamente desenvolvidas.

Os solos da planície fluvial do Figueiredo são recobertos predominantemente pela mata ciliar de carnaubeiras (*Copernicia cerifera*), com algumas espécies de juazeiro (*Zizyphus joazeiro*), oiticica (*Licania rigida*), murici (*Byrsonima verbascifolia*), pau branco (*Auxemma oncocalyx*), velame (*Croton campestris*). Em função da degradação, essas áreas estão ocupadas também por espécies da caatinga, como mofumbo (*Combretum leprosum*) e jurema branca (*Pithecolobium dumosum*).

Os Neossolos Flúvicos se caracterizam por serem evoluídos, profundos a muitos profundos, e apresentarem alta fertilidade natural. Possuem horizontes poucos desenvolvidos e/ou camadas estratificadas de textura argilosa, siltosa e/ou arenosa, dependendo da natureza do sedimento. Os horizontes ou camadas apresentam cores amareladas ou avermelhadas, as mais profundas expressam cores neutras acinzentadas (PALMIERI e LARACH, 2003).

Os Planossolos possuem pouca profundidade, apresenta coloração acinzentada e amarelo-claro acinzentada, são imperfeitamente drenados e apresentam horizontes A e E, com textura arenosa sobre um Bt de textura média a argilosa. São derivados de materiais provenientes de alteração de rocha, como gnaisses e migmatitos.

Nesse contexto, as principais associações de solos encontradas na sub-bacia, de acordo com Ceará (1972) e feitas suas devidas ratificações em campo, são os Planossolos nas áreas de inundações sazonais, os Neossolos Flúvicos nas planícies fluviais, os Neossolos Litólicos associados aos Luvisolos e afloramentos de rochas, nos sertões e nas áreas de relevo mais dissecado. Na serra do Pereiro, observam-se associações de Argissolos com os Neossolos Litólicos e os afloramentos de rochas.

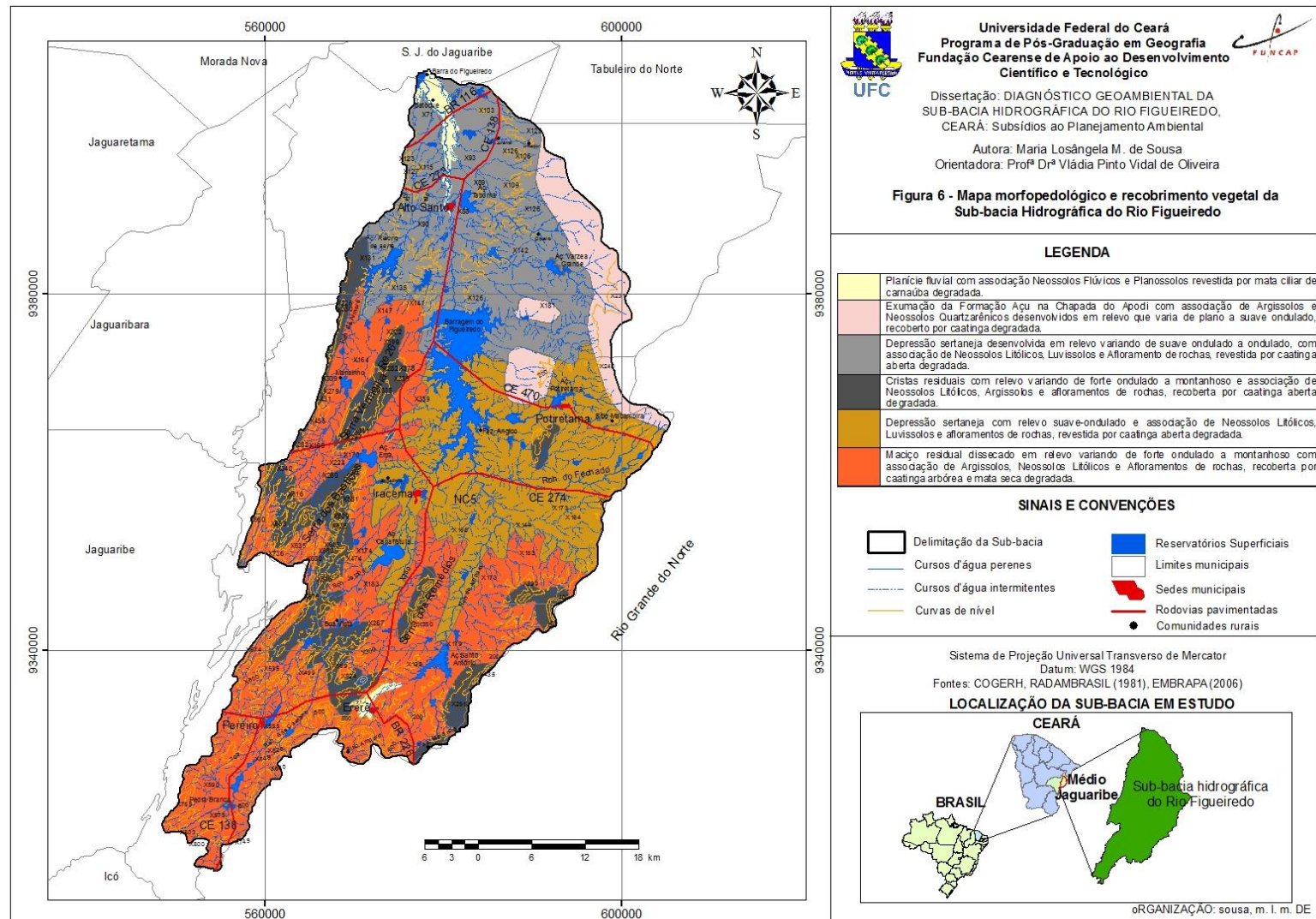
O Quadro 6 apresenta uma síntese dos aspectos fitopedológicos da sub-bacia, informações estas corroboradas pelo Figura 7, que trata dos solos associados a morfologia do terreno (morfo-pedologia) e do recobrimento vegetal da sub-bacia do rio Figueiredo.



Quadro 6 - Fitopedologia da sub-bacia do Rio Figueiredo

<b>Unidade geomorfológica</b>	<b>Associações de solos</b>	<b>Associação da Vegetação</b>
Maciço Residual do Pereiro	Associação de Argissolos, Neossolos Litólicos e Afloramentos de rochas nas cristas e vertentes.	Mata Seca associada a Caatinga Arbórea densa.
Depressão Sertaneja de Alto Santo, Iracema e Potiretama	Associação dos Neossolos Litólicos com Luvisolos nos topos e vertentes das colinas rasas e afloramentos de rochas.	Caatinga arbustiva aberta
Superfície de exumação da Formação Açú.	Associação de Argissolos e Neossolos Quartzarênicos.	Caatinga arbustiva aberta
Planície Fluvial do Rio Figueiredo e áreas de inundação sazonal	Associação de Neossolos Flúvicos e Vertissolos com Planossolos.	Mata ciliar de carnaúbas

Fonte: Adaptação de Ceará (1972).



#### **2.2.4 Tipologia de Uso e Ocupação da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Figueiredo**

A história de ocupação da sub-bacia em questão assemelha-se bastante com o processo de ocupação do território cearense. A capitania do Ceará foi ocupada do litoral para o interior, sendo o rio Jaguaribe uma das importantes vias de penetração dos sesmeiros que vinham do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco a procura de melhores pastagens naturais e água, elementos estes básicos ao desenvolvimento da pecuária. Pinheiro (1999) destaca a importância da atividade pecuarista para o desenvolvimento da capitania cearense. Das 2.093 sesmarias solicitadas, num período de mais de um século e meio, 89,4% tinham como principal atividade a pecuária.

Neste contexto, dois momentos econômicos foram cruciais: o primeiro, pautado pela criação de gado de modo extensivo, o que extrapolava os limites das planícies fluviais, e pela penetração dos sertões rústicos; o segundo, no qual vigorou o desenvolvimento da atividade algodoeira.

Em virtude de sua importância, tais atividades merecem alguns detalhes. A primeira metade do século XVIII foi marcada pelo ápice da pecuária, especificamente com a Carta Régia de 1701, que proibia a criação do gado próximo ao litoral onde era cultivada a cana de açúcar. Isso fez com que o gado adentrasse aos sertões e promovesse não somente a conquista de terra, mas também a formação de estradas, vilas e povoados, os quais se formavam na intercessão das principais estradas, como locais estratégicos para o repouso dos viajantes (JUCÁ, 1995).

Os sertões pouco tinham para oferecer à pecuária, já que apresentavam pastagens escassas nos períodos de estiagem, bem como dificuldade de obtenção de água, em virtude do regime hidrológico. Desta feita, o gado encontrou nas planícies fluviais as condições para o seu desenvolvimento. A justificativa para tanto se dá pela melhoria das condições naturais das planícies face à rusticidade dos sertões. A fertilidade dos solos, a facilidade de acesso aos recursos hídricos, a maior facilidade de aquisição de alimentação para o rebanho e para a população através da agricultura de vazante fez com que os fundos de vales fossem ocupados extensivamente nos sertões cearenses.

As planícies fluviais tiveram importância fundamental no processo de povoamento do Ceará. Para tanto, cabe destacar os rios Jaguaribe e Acaraú, como aponta Girão (1995):

“Os rios Jaguaribe e Acaraú foram os dois primeiros pontos essenciais da colonização; e, ao mesmo tempo, serviram de estradas onde se desenvolveu a marcha de ocupação da Capitania; e depois escoadouro das manadas de corte para os mercados consumidores” (p.30).

Foi ao longo desses rios, a partir da atividade pecuarista, mais especificamente nas passagens dos rios e no cruzamento das principais estradas, como a Estrada Geral do Jaguaribe, a Estrada das boiadas, da Caiçara, Crato-Piancó e Crato-Oeiras, que se formaram as principais cidades, como Aracati, Russas e Icó, no vale do Jaguaribe, e Sobral, na bacia do Acaraú.

O gado criado nos sertões cearenses era comercializado em feiras pernambucanas e baianas, principalmente. Como eram levados a pé, ocorria a perda de peso frente às grandes distâncias percorridas. Como solução para tal problema, o gado passou a ser comercializado e abatido, surgindo assim as charqueadas ou a “carne do Ceará” (GIRÃO, 1995). As fábricas de beneficiamento estavam localizadas nos estuários dos rios Jaguaribe, Acaraú e Coreaú, fazendo com que Aracati, Camocim e Acaraú se destacassem na produção da conhecida carne de sol. Assim sendo, Aracati se tornou o “pulmão da economia colonial da capitania” (JUCÁ, 1995, p. 67), uma vez que através do porto das barcas, exportava mercadoria para Recife e Salvador.

Na segunda metade do século XVIII, ocorreu o declínio das charqueadas em virtude de grandes e sequentes secas associadas ao desenvolvimento do algodão e à concorrência da carne de charque vinda do Sul do país. Para Girão (1995, p. 75), “as secas de 1777-1778, 1790-1793 são apresentadas no relato histórico da capitania, como causa única dos primeiros impasses desenvolvimentistas do criatório do Ceará, e pela falência das charqueadas”. Tais secas foram muito negativas na conjuntura econômica cearense, não só pela redução a um oitavo do rebanho, mas também pela transferência da indústria de charque para o Sul do país, por intermédio do cearense Pinto Martins, um especialista no trabalho da carne de sol, que passou a residir em terras gaúchas e a desenvolver o charque (GIRÃO, 1995).

Com o declínio da pecuária, a cultura algodoeira ganhou maior expressão no Nordeste brasileiro e na capitania cearense. Esta atividade marca o século XIX, passando a ser o principal elemento comerciável. De acordo com Andrade (1973, p. 150), muitos fatores contribuíram para o desenvolvimento do algodão no Nordeste, entre eles:

o aumento da população e conseqüente aumento do consumo de tecidos ordinários como o chamado algodãozinho; a descoberta da máquina a vapor e o seu emprego na indústria têxtil na Inglaterra e a conseqüente revolução industrial; a abertura dos portos às nações amigas por D. João VI em 1808; e os eventos políticos internacionais como a guerra da Secessão, eliminando do mercado internacional, por período relativamente longo, concorrentes que dispunham de técnicas mais aperfeiçoadas e de produto de melhor qualidade que o Nordeste brasileiro (p. 150).

Assim, o algodão passou a dinamizar a economia, inclusive a fortalecer a pecuária, pois favorecia a alimentação dos rebanhos nos períodos secos, justamente no momento em que o gado tinha pouco alimento. Segundo Andrade (1973), isso influenciou na formação dos latifúndios muito comuns no Nordeste, pois o grande proprietário passou a consorciar o algodão e o gado, formando assim o binômio gado-algodão.

Entretanto, o auge da cotonicultura brasileira foi efêmero, pois passou a enfrentar dificuldades devido à concorrência com outros centros produtores. Com o fim da guerra da Secessão (1861-1864), os Estados Unidos voltam a fornecer algodão aos ingleses, enfraquecendo o comércio cearense. Isso forçou o Brasil a desenvolver a indústria têxtil, criando fábricas nas proximidades das cidades portuárias (ANDRADE, 1979).

No Ceará, o algodão continuou a ser o ouro branco até meados do século XX (SOUZA, et al, 1998), quando veio a perder força principalmente com a chegada do bicudo (*Anthonomus grandis*), que dizimou as lavouras algodoeiras.

Nesse contexto cearense, verifica-se que a região do vale do Jaguaribe, e por conseqüência a sub-bacia do rio Figueiredo, teve expressão significativa no povoamento e no desenvolvimento das atividades econômicas.

Pinheiro (1999) apresenta a distribuição das sesmarias na bacia do Jaguaribe, no período de 1678-1824, somando um total de 916 propriedades. Destas, 33 pertenciam à bacia do Figueiredo. O referido autor destaca que o processo

de ocupação dessa região foi marcado pela violência travada pela disputa do território entre os povos indígenas e os europeus no início do século XVIII.

A religiosidade também teve papel importante na dominação dos índios e na transformação das terras indígenas em espaços da pecuária. Neste sentido, Pinheiro (2011) apresenta um conjunto de documentos que se estendem de 1690 a 1729, mostrando como o processo de evangelização abriu espaços para o desenvolvimento da pecuária na capitania do Ceará. Segundo o autor, a evangelização foi usada como um instrumento para justificar a usurpação dos territórios indígenas, fazendo com que novos modos de vida, no caso os europeus, fossem ali instalados.

Para conseguirem êxito em tal feito, Pinheiro (1999, p.17) afirma que “a redução das populações indígenas foi essencial”, demonstrando que a violência preponderou sobre o convencimento. O objetivo, na realidade, era tornar a ribeira do Jaguaribe “útil” e gerar lucros para a Coroa Portuguesa.

Assim, o vale do Jaguaribe e a sub-bacia em pauta apresentam atividades econômicas as quais resguardam resquícios da ocupação, cujos principais vetores foram à pecuária extensiva, o algodão e a agricultura de subsistência, atividades estas que perduram na atualidade e não conseguem proporcionar um desenvolvimento econômico adequado para a região.

A bacia em pauta apresenta tanto ocupação rural - representada pelas comunidades e distritos, onde se desenvolve as atividades agropecuárias e industriais (cerâmicas) -, como urbana, onde há uma concentração populacional mais expressiva e são ofertados serviços nas áreas de saúde, educação, lazer, comércio.

De acordo com a Tabela 03, as atividades que se destacam na sub-bacia são os serviços, alcançando o maior índice no município de Pereiro (69,3%) seguido da agropecuária cujo maior índice ocorre no município de Ererê (25,5%).

Tabela 03 - Atividades econômicas desenvolvidas pelos municípios da sub-bacia do Figueiredo

<b>Município</b>	<b>Agropecuária %</b>	<b>Agroindústria %</b>	<b>Serviços %</b>
S. J. do Jaguaribe	25,3	15,7	59,0
Alto Santo	18,2	21,8	60,0
Iracema	13,3	17,4	63,3
Potiretama	–	–	–
Ererê	25,5	8,2	66,3
Pereiro	18,2	12,5	69,3

FONTE: IBGE (2010).

No que se refere ao desenvolvimento da agropecuária, averigua-se que Alto Santo e Iracema se destacam, com um rebanho bovino de 29.480 e 19.625 cabeças, respectivamente. Na produção de caprinos, Alto Santo e São João do Jaguaribe se destacam com um total de 13.373 animais. Quanto ao rebanho de ovinos, Alto Santo e Potiretama se destacam com 23.036 cabeças, conforme mostra a Tabela 04.

Tabela 04 – Número de cabeças/animais da sub-bacia do Rio Figueiredo

<b>Município</b>	<b>Pecuária – Cabeças/Animais</b>		
	<b>Bovino</b>	<b>Caprino</b>	<b>Ovino</b>
Pereiro	7067	2433	2047
Ererê	9751	1817	4703
Iracema	19625	2615	7533
Potiretama	10010	2416	9865
Alto Santo	29480	9583	13171
São J. do Jaguaribe	9203	3790	6420

Fonte: IBGE, produção da pecuária municipal, 2009.

As principais culturas temporárias são feijão e o milho. Enquanto Alto Santo se apresenta como o maior produtor de feijão, Pereiro e Ererê são os maiores produtores de milho, conforme a Tabela 05. A maior produção de milho pode ser justificada pelas condições climáticas, um pouco mais úmidas na serra em relação ao restante da bacia, bem como pela fertilidade dos solos Argissolos e dos Neossolos Litólicos da serra. As condições naturais também podem justificar a

produção do arroz no município de São João do Jaguaribe, possivelmente pelas maiores potencialidades da planície do Rio Jaguaribe.

Tabela 05 – Culturas temporárias da sub-bacia do Rio Figueiredo

Município	Culturas temporárias ton/ano		
	Arroz	Feijão	Milho
Pereiro		555	3780
Ererê		260	1144
Iracema		246	1000
Potiretama		734	340
Alto Santo		1194	346
São J. do Jaguaribe	1040	446	64

Fonte: IBGE, produção agrícola municipal 2009.

Vale ressaltar que as atividades agrárias contribuem sobremaneira para os processos de degradação ambiental em função do manejo inadequado. Assim acarretam a substituição da cobertura vegetal primária, erosão e empobrecimento dos solos e conseqüentemente maiores dificuldades na produção agrícola.

Deste modo, enquanto a população rural superutiliza os recursos naturais por meio de diversas atividades, como a retirada da lenha, a fabricação do carvão, a agricultura de sequeiro e/ou irrigada, o sobrepastoreio, a população urbana exerce uma forte pressão sobre os recursos naturais através do lançamento de esgotos nos corpos d'água, bem como mediante o acúmulo inadequado do lixo, gerando poluição e propagação de doenças.

Além disso, é possível que parte da população que reside na cidade seja proprietários de terra e, portanto, também utilizem os recursos naturais com base em atividades agrárias, como acontece com a população rural. É importante mencionar que a superutilização dos recursos naturais se dá pela falta de políticas adequadas voltadas ao desenvolvimento socioeconômico, o que é bastante comum na bacia em estudo.

A sub-bacia em estudo comporta uma população de aproximadamente 66.704 habitantes de acordo com a Tabela 06. Assim, verifica-se que o número da população rural e urbana é aproximado em alguns municípios, como Ererê, Potiretama, Alto Santo e São João do Jaguaribe e discrepante em outros, como Pereiro e Iracema.



Tabela 06 - População dos municípios da Sub-bacia do Rio Figueiredo

MUNICÍPIO	POPULAÇÃO		TOTAL
	RURAL	URBANA	
Pereiro	10324	5433	15757
Ererê	3382	3458	6840
Iracema	3903	9819	13722
Potiretama	3423	2703	6126
Alto Santo	8318	8041	16359
São João do Jaguaribe	4731	3169	7900
TOTAL	34.081	32.623	66.704

Fonte: Censo Demográfico do IBGE 2010 (BRASIL, 2010).

Vale ressaltar que a população dos municípios não corresponde à população da sub-bacia. Esta não abrange os supracitados municípios completamente. Desta forma, cabe destaque para dois municípios: Ererê e São João do Jaguaribe. Enquanto o primeiro está completamente inserido na sub-bacia, o segundo possui a menor porção pertencente à mesma.

Com base na Tabela 07, que apresenta a população residente nestes municípios por faixa etária, verifica-se que a população infantil é superior a idosa em todos os municípios. Além disso, há um decréscimo do número da população, especialmente a partir dos 30 anos. Em Pereiro e Iracema, este decréscimo é interrompido pela elevação da população com mais de 70 anos.

Tabela 7 - População dos municípios da sub-bacia por faixa etária

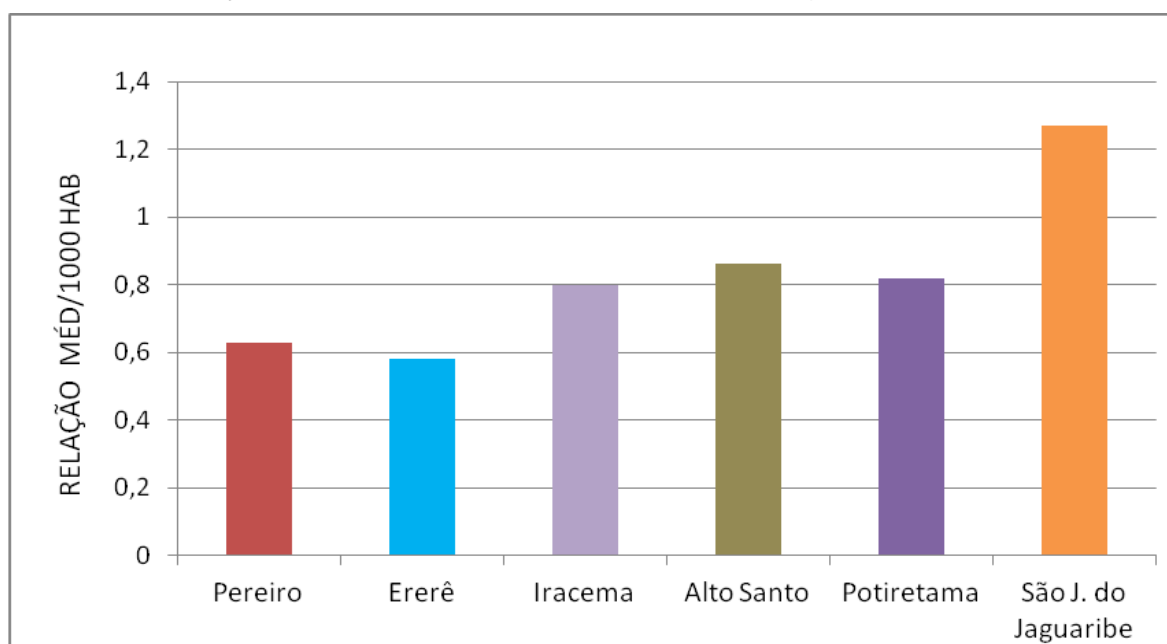
Faixa etária	População Residente dos municípios da sub-bacia do Figueiredo					
	Pereiro	Ererê	Iracema	Potiretama	Alto Santo	S. J. do Jaguaribe
0 – 9	2521	1324	2128	989	2644	887
10 – 19	3331	1338	2520	1218	3143	1296
20 – 29	2631	1220	2453	1086	2991	1201
30 – 39	1964	936	1806	887	2123	1152
40 – 49	1777	772	1571	725	2052	1140
50 – 59	1435	627	1281	516	1498	832
60 – 69	1019	471	926	376	997	724
70 ou +	1079	440	1037	329	911	668
TOTAL	15757	7128	13722	6126	6359	7900

Fonte: IBGE (Brasil, 2010).

Os dados acima mostram que a maioria da população destes municípios possui entre 10 e 30 anos. A partir dessa idade, o número começa a diminuir. Isso pode se dar por muitos fatores, entre eles: problemas relacionados ao controle de natalidade, a falta de assistência médica e aos serviços de saúde precários.

O Gráfico 2 mostra a relação médico/habitante e indica que o número de médicos para cada mil habitante é significativamente baixo.

Gráfico 2 - Relação médico/1000 hab na sub-bacia do Figueiredo



Fonte: Perfis básicos municipais (IPECE, 2011).

Há nos municípios, com exceção de São João do Jaguaribe, menos de um médico para cada 1000 habitantes. Além disso, a saúde também enfrenta outros grandes problemas, como a falta ou a baixíssima quantidade de unidades de saúde. Tal situação repercute na qualidade de vida da população, que, ao necessitar, não obtém a assistência médica necessária, se deslocando para a capital e superlotando os hospitais, quando conseguem ser atendidos.

São João do Jaguaribe possui 1,27 médicos para cada mil habitantes, ultrapassando a média cearense (1,21). Todavia, vale destacar que, mesmo esse número seja um pouco mais elevado, a realidade quase não é alterada, pois o problema não está apenas na falta de médicos, mas no sistema da saúde pública cearense - e por que não dizer, brasileiro. Assim, quem mais sofre é a população

pobre, que precisa se submeter as tais situações, já que as condições econômicas são muito baixas.

Esta realidade não é exclusiva do município citado. De acordo com o IBGE (2010), a população de baixa renda é expressiva na bacia em questão. Assim, aproximadamente 51,15% da sua população é extremamente pobre, ou seja, possui rendimento domiciliar *per capita* de até R\$ 70,00, conforme mostra a Tabela 08.

Tabela 8 - População extremamente pobre da sub-bacia do Figueiredo

População	Municípios						% Média
	Pereiro	Ererê	Iracema	Potiretama	Alto Santo	S. J. do Jaguaribe	
Urbana %	24,79	17,78	18,77	13,58	15,26	7,19	16,28
Rural %	45,23	34,30	35,23	40,14	31,86	22,51	34,87
						Total	51,15

Fonte: IBGE (2010).

Diante desta realidade, verifica-se que a maioria da população pobre se concentra na zona rural (34,87%). Em virtude da necessidade básica diária por parte desta população ocorre a destruição dos recursos naturais de várias formas e com muitos objetivos.

O contexto socioeconômico influencia bastante nesta situação, pois o fato é que a população precisa garantir a sua sobrevivência diária e que as aposentadorias, pensões e programas do governo como o Bolsa Família não conseguem suprir as suas necessidades, embora sejam importantes. Assim, a população pobre e sem fontes de renda mínima depreda os recursos naturais disponíveis. Isso se dá, em muitos casos, por não ter outra fonte de renda.

Nesta perspectiva, Lemos (2000) considera que existe uma estreita relação entre a degradação ambiental e a pobreza. Para ele, o pobre agride o meio ambiente porque não tem alternativas. É desprovido de crédito, de tecnologia e de informação. Sem isso, passa a depredar os recursos naturais como a única forma de sobreviver. Como diz o autor:

“A tática de sobrevivência dos pobres os conduzem a uma ação indiscriminada, ainda que não necessariamente consciente que degrada os recursos naturais para poderem permanecer vivos. Afinal, que significado pode ter a ideia de ecossistema, de estabilidade biológica ou de contaminação ambiental para as imensas massas analfabetas do mundo subdesenvolvido, cuja luta cotidiana e desigual é por sua própria

sobrevivência em condições precárias e absolutamente hostis?” (LEMOS, 2000. p.119).

Na realidade, o principal objetivo dos pobres é garantir a sobrevivência diária. Para tanto, utilizam o que estiver ao alcance. Neste raciocínio, saem da condição de agressores a vítimas. Ou seja, a degradação ambiental tem uma das causas a pobreza, mas, ao mesmo tempo, também gera pobreza através das práticas depredadoras desenvolvidas, sendo responsável pelo decréscimo da qualidade de vida da população.

O referido autor aponta os outros problemas importantes, como a falta de crédito e de informação. Assim, por falta de informação sobre as características do semiárido, são utilizadas técnicas de manejo dos recursos naturais bastante rudimentares, que acabam por degradar ainda mais as áreas já deterioradas. Como consequências, vê-se o aumento da pobreza através da dificuldade da produção agrícola em função dos solos erodidos e empobrecidos. Ao lado desses problemas, ainda há as secas, que colaboram bastante para que a situação fique mais grave.

Vale ressaltar que a concentração fundiária também contribui para que a situação piore, pois os pequenos agricultores, quando possuem terras, são proprietários de minifúndios superexplorados.

Oliveira (2006 p. 209), tratando da degradação dos recursos naturais cearense, indica que os sistemas ambientais da caatinga se encontram fortemente alterados em virtude da “substituição do recobrimento vegetal primário por lavouras e pastagens extensivas”. A autora ainda acrescenta que as práticas rudimentares baseadas no desmatamento e nas queimadas contribuem para que a situação fique ainda mais complexa.

Souza (2000), ao tratar da degradação ambiental no Ceará, corrobora o que diz Oliveira (2006), pois considera que a atividade humana por meio da utilização de técnicas rudimentares tem contribuído para provocar desequilíbrios ambientais, como a aceleração dos processos erosivos, consequentes adelgaçamento dos solos, intensificação do assoreamento dos rios e açudes e o desaparecimento de fontes perenes e sazonais.

Souza (2006, p.36) destaca que nos sertões do Médio Jaguaribe, onde está inserido o rio Figueiredo, “a degradação ambiental já atingiu condições praticamente irreversíveis e exibindo marcas nítidas de desertificação”. Assim, parte

dos municípios de Iracema, Potiretama e Alto Santo apresentam fortes indicadores deste processo. Tais condições exigem atenção nas formas de uso e ocupação da terra na perspectiva de alterar esta realidade e minimizar os efeitos deletérios da degradação ambiental.

Em suma, pode-se verificar que as principais consequências de tais atividades são os seguintes: degradação dos recursos naturais, especialmente do solo, através do desmatamento, queimadas e extrativismo vegetal descontrolado; aceleração dos processos erosivos, empobrecimento dos solos e redução da produtividade agrícola; poluição dos recursos hídricos; redução da biodiversidade, o que pode repercutir na qualidade de vida das populações locais.

A bacia ainda comporta outros problemas sérios. Um deles é a falta de saneamento básico. Desta feita, os principais reservatórios, rios ou riachos, acabam recebendo dejetos, esgotos, contribuindo para o agravamento dos problemas de saúde da população. Outro problema são os lixões. A coleta e a disposição do lixo são pouco adequadas. Segundo dados do IBGE, apenas Iracema coleta aproximadamente 60% do seu lixo, o restante dos municípios coleta, em média, de 40 a 50%. Não há aterro sanitário, e mesmo o lixo coletado é disposto a céu aberto, conforme mostram as Figuras 8 e 9, o que contribui para a proliferação de doenças e poluição de diversos tipos, como a dos recursos hídricos e solos.

Figura 8 - Alocação inadequada do lixo no município de Alto Santo



Fonte: SOUSA, M. L. M. de.

Figura 9 - Lixão a céu aberto no município de Pereiro



Fonte: SOUSA, M. L. M. de.

### **3 SISTEMAS AMBIENTAIS DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO FIGUEIREDO**

Com base nas informações anteriormente mencionadas sobre as condições naturais e socioeconômicas da sub-bacia em estudo, pretende-se analisar detalhadamente os seus sistemas ambientais através das relações entre os componentes ambientais de cada sistema.

Nesta perspectiva, verificou-se que a sub-bacia possui os seguintes sistemas ambientais: maciço residual do Pereiro, depressão sertaneja, planícies fluviais e áreas de acumulação sazonais e superfície de exumação da Formação Açu.

#### **3.1 Maciço Residual do Pereiro**

O Maciço Residual da Serra do Pereiro se constitui como uma das serras secas e sub-úmidas do Ceará. Está localizado na porção sudeste do estado e contém as principais nascentes do Rio Figueiredo. Apresenta uma área de 451 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 19,5% da área total da sub-bacia.

Este sistema possui níveis residuais de serras secas e subúmidas com relevos dissecados em topografias de fortes declives. Possui altitude que varia em torno dos 500 a 800m, atingindo índice pluviométrico variando entre 700 a 800 mm, proporcionando condições climáticas mais úmidas principalmente na vertente oriental e nos topos. É o que se verifica nos municípios de Pereiro e Ererê, conforme dados de Ceará (2011).

Dentre as principais cristas residuais da sub-bacia, pode-se destacar a Serra dos Bastiões, no município de Iracema, e a Serra Vermelha (Figura 9), que se localiza à margem direita da rodovia CE 138, nas proximidades da sede municipal de Iracema. Além da serra dos Remédios, localizada entre os municípios de Iracema e Ererê, e a Serra da Caatinga, já na divisa com o Rio Grande do Norte. Estas cristas se apresentam como morros isolados rompendo a continuidade da Depressão Sertaneja.

Figura 10 - Visão panorâmica da Serra Vermelha, próximo à sede do município de Iracema



Fonte: SOUSA, M. L. de.

As condições geológicas são compostas, predominantemente, por litotipos pré-cambrianos como gnaisses, granitos e migmatitos do Complexo nordestino (BRASIL, 1981). Decorrem do trabalho da erosão diferencial em que denota elevações diferenciadas em função de rochas mais resistentes. Constitui-se como superfícies aguçadas com altitude entre 200 e 500 m, com vertentes dotadas de declives acentuados oriundas da erosão diferencial.

Apresentam Neossolos Litólicos e Afloramento de rochas revestidas por caatinga arbustiva degradada devido à prática do extrativismo vegetal. Suas declividades variam de 21 a 45% e, em alguns setores, acima de 45%, portanto se classificando como relevo que varia de forte ondulado a montanhoso, conforme mostra a Figura 11.

Figura 11 - Relevo dissecado da Serra do Pereiro



Fonte: SOUSA, M. L. M. de

Este maciço se apresenta como testemunho da atuação de paleoclimas. As condições climáticas úmidas no passado foram responsáveis pela maior competência da drenagem, pela escavação dos vales e dissecação do relevo.

Suas vertentes apresentam formas irregulares com feições de dissecação que variam de cristas, colinas e lombadas, intercaladas por vales em formas de V, cuja drenagem apresenta padrão drendrítico de regime intermitente e fortemente influenciada pelo controle estrutural.

Os solos predominantes na bacia são os Argissolos eutróficos, associados aos Neossolos Litólicos eutróficos (CEARÁ, 1972), de boa fertilidade natural, devido ao material de origem, desenvolve-se sob cobertura vegetal de mata seca, com algumas espécies de mata subúmida (subperenifólia) e caatinga arbórea nas áreas de encostas.

Ambas se apresentam degradadas em virtude do forte desmatamento, bem como pelo cultivo nas encostas, como mostra a Figura 12.



Figura 12 - Cultivo nas encostas da serra sem uso de normas conservacionistas, nas proximidades da sede municipal do Pereiro



Fonte: SOUSA, M. L. M. de.

Os processos morfodinâmicos presentes na bacia hidrográfica evidenciam desde a desagregação mecânica até a decomposição esferoidal completa dos núcleos da rocha no interior do manto de intemperismo (alteração química). O esfoliamento nessas áreas se dá a partir do diaclasamento de descompressão. As tensões originam diaclases perpendiculares, que favorecem a formação de blocos e matacões, os quais deslizam e se acumulam no sopé. Nas vertentes, percebem-se as ações pluviais pela combinação dos processos de intemperismo mecânico e biogeoquímico, manifestando-se pelo escoamento difuso na formação de caneluras. Isso se dá pelo umedecimento e ressecamento dos líquens nas rochas, produzindo alteração mecânica e biogeoquímico (líquens) através da produção local de  $\text{CO}_2$  e formação ácido oxálico, o qual contribui como agente mais eficaz na alteração da rocha.

Neste contexto, as formações superficiais são compostas por materiais eluvio-coluviais, que vem sofrendo processos pedogenéticos, especialmente a podzolização, o que proporciona o desenvolvimento de solos profundos como os Argissolos (Figura 13).

Figura 13 - Perfil de Argissolos exibindo significativa espessura, na Serra do Pereiro



Fonte: SOUSA, M. L. M. de.

No que se refere às formas de erosão, presencia-se a laminar e, em alguns setores, a erosão em sulcos. Embora a primeira seja pouco perceptível, é uma das formas mais graves, pois provoca empobrecimento da terra, através do carreamento dos nutrientes presentes na camada superficial dos solos.

Dentre as principais formas de ocupação da serra, podem-se mencionar fruticultura, agricultura de subsistência, extrativismo vegetal, pecuária, atividades estas que interferem na capacidade de suporte dos recursos naturais daquele sistema. O cultivo das encostas e a ocupação urbana, associada as demais atividades citadas podem gerar problemas dos mais variados comprometendo o funcionamento do sistema. Assim, a retirada da cobertura vegetal original e as queimadas (Figura 14) podem influenciar no empobrecimento da biodiversidade, assim como acelerar os processos de erosão, descaracterizando as paisagens serranas.

Figura 14 - Prática de queimadas na serra do Pereiro, município de Pereiro



Fonte: SOUSA, M. L. M. de.

No que se refere às potencialidades deste ambiente serrano, destacam-se a boa fertilidade natural dos solos, patrimônio paisagístico, turismo e lazer, maior índice de umidade em comparação as depressões sertanejas, silvicultura controlada, cultivo de frutíferas, além de atividades voltadas a educação ambiental e às pesquisas científicas.

Quanto às limitações, podem-se destacar aquelas relacionadas com a declividade das encostas, alta susceptibilidade à erosão dos solos, impedimento à mecanização, em virtude da declividade e restrições de áreas protegidas pela legislação ambiental.

Assim, verifica-se que o Maciço do Pereiro apresenta ambientes de transição, pois, embora predominem os processos pedogenéticos, os morfogenéticos também estão ativos, configurados pelo desmonte de encostas, erosão dos solos e degradação da cobertura vegetal. Assim, tende a estabilidade nos setores em que possui maiores índices de umidade, solos profundos e cobertura vegetal em sucessão secundária. E a instabilidade, nas vertentes, face ao desmatamento acelerado e ao desrespeito às limitações do meio.

Diante das condições da capacidade de suporte desta unidade ambiental, verifica-se a necessidade da implantação de diretrizes ambientais na perspectiva de

recuperação dos recursos naturais, como a manutenção funcional dos sistemas ambientais, proteção dos mananciais e controle da degradação através da conservação dos solos e demais recursos naturais. A síntese da caracterização do maciço residual do Pereiro está apresentada no Quadro 7.

Quadro 7 - Caracterização Ambiental do Maciço Residual do Pereiro

<p><b>Domínio natural:</b> Serras  <b>Sistema Ambiental:</b> Maciço Residual do Pereiro  <b>Subsistemas Ambientais:</b> Serras Secas e Cristas Residuais  <b>Municípios:</b> Pereiro, Ererê e Iracema  <b>Características naturais dominantes:</b> área serrana com níveis altimétricos em torno dos 500 a 800 m, relevo dissecado em colinas, vertentes e cristas, drenagem com padrão dendrítico-retangular em função do controle estrutural; solos medianamente profundos a profundos, com associações de Argissolos, Neossolos Litólicos e afloramentos rochosos; cobertura vegetal de mata seca e caatinga arbórea</p>				
Capacidade de Suporte			Impactos e Riscos de ocupação	Diretrizes Ambientais
Potencialidades	Limitações	Vulnerabilidade		
<p>Maior índice de umidade em relação ao restante da sub-bacia, devido à altitude;</p> <p>Patrimônio paisagístico, por ser uma área serrana;</p> <p>Pesquisas científicas, pois oferece condições de solos e cobertura vegetal diferenciadas em relação as demais unidades;</p> <p>Silvicultura controlada, uma vez que possui boa riqueza florística da caatinga e mata seca;</p> <p>Ecoturismo/lazer;</p> <p>Educação Ambiental.</p>	<p>Alta Susceptibilidade à erosão dos solos, devido à acentuada declividade e aos solos expostos;</p> <p>Declividade nas vertentes, o que dificulta a mecanização;</p> <p>Áreas protegidas pela legislação ambiental, em virtude da topografia acidentada.</p>	<p>Moderada, uma vez que os recursos naturais apresentam razoável capacidade produtiva, com solos moderadamente profundos e de alta fertilidade e cobertura vegetal em sucessão ecológica com dinâmica progressiva em alguns setores. Em outros, nas encostas, a dinâmica apresenta-se regressiva, em virtude do desnudamento das vertentes íngremes.</p>	<p>Erosão acelerada em função de desmatamento desordenado e das práticas agrícolas rudimentares;</p> <p>Empobrecimento da biodiversidade por manejo inadequado dos solos;</p> <p>Descaracterização das paisagens serranas em função do extrativismo vegetal desordenado e desnudamento das encostas.</p>	<p>Recuperação ambiental de áreas degradadas, especialmente das encostas;</p> <p>Manutenção funcional dos sistemas ambientais e proteção dos mananciais;</p> <p>Controle da degradação da terra através da conservação dos solos e demais recursos naturais;</p> <p>Cumprimento da legislação ambiental vigente;</p>

FONTE: Adaptado de Ceará (2007).

### 3.2 Planícies Fluviais e Áreas de inundação sazonal

As planícies fluviais permeiam toda a sub-bacia, constituindo um sistema ambiental que perpassam por todos os demais sistemas ambientais, formado pelo canal principal, o Rio Figueiredo e seus diversos tributários, como os riachos São Caetano, do Amparo, do Fechado, Bom Jardim, Várzea Grande, e Taborna, pela margem direita, e os riachos Jatobá, Aimoré e das Flores, pela margem esquerda - além das faixas de acumulação sazonal.

Este sistema compreende uma área de 33 km<sup>2</sup>, percorre 91 km das nascentes até seu exutório, correspondendo 1,4 % da área total da sub-bacia em análise.

Estas planícies caracterizam-se por serem áreas planas resultantes da acumulação fluvial, compostas por areias finas e grosseiras, cascalhos e argilas. Com altitude inferior a 100 m, possuem escoamento intermitente sazonal, com estreitas planícies nas nascentes, alargando-se nas proximidades da sua foz. São marcadas fundamentalmente pelo controle estrutural das rochas derivadas do cristalino da Serra do Pereiro.

Em virtude das condições climáticas e do regime de drenagem, estas planícies comportam um número considerável de barramentos, uns pequenos e outros de maior porte. Considerando apenas estes, oito açudes se destacam, além da barragem do Rio Figueiredo.

As planícies fluviais são de grande importância não só para a sub-bacia, mas para toda a região marcada pelas condições semiáridas, como mostra o histórico de povoamento do sertão cearense, já tratado neste trabalho. Na sub-bacia em questão, a situação não é diferente. As sedes municipais estão diretamente ligadas com às planícies fluviais como é o caso das cidades de Alto Santo, Iracema e Potiretama.

Essas planícies são formadas por sedimentos aluviais, compostos por areias, argilas e cascalhos, e sujeita a inundações periódicas, em relevo plano, com declividade entre 0 a 3%.

Além de maior facilidade de acesso à água, seja superficial, seja subterrânea, esses ambientes apresentam melhorias significativas de solos, o que justifica o processo de ocupação dessas planícies. Os Neossolos Flúvicos possibilitam o desenvolvimento das olarias (FIGURA 15) em função da abundância



da matéria-prima, a argila do grupo caulinita. De modo geral apresenta tipos de vales com terraços fluviais, que indicam uma sucessão de fases de acumulação e de entalhe, definindo os antigos fundos de vale.

Figura 15 - Atividade ceramista nas planícies do Figueiredo, Alto Santo



Fonte: SOUSA, M. L. M. de.

Vale ressaltar que a mineração ocorre nas Áreas de Proteção Permanente (APPs), o que indica a possibilidade da ocorrência da degradação ambiental, uma vez que a retirada da argila deve ser feita de modo ordenado, planejado e licenciado, caso contrário esta atividade gera fortes impactos ambientais. Além da retirada do material, a lenha utilizada nesta atividade industrial é de espécies da caatinga, o que contribui historicamente para a degradação ambiental dos sertões, como já mencionara Souza (2006a).

A cobertura vegetal das planícies é formada especialmente pela carnaúba (*Copernicia cerifera*) e pela oiticica (*Licania rígida*). Não obstante, observa-se ocupada por espécies da caatinga, como mofumbo (*Combretum leprosum*) e marmeleiro preto (*Croton henargyreus*). Esta vegetação se encontra bastante degradada. Inclusive, segundo relatos de moradores, muitas espécies ali encontradas no passado como o mogno, por exemplo, atualmente se encontra em extinção, o que demonstra o nível de degradação vigente. Em função da degradação da área, verificam-se processos de erosão, tanto laminar, que varia de ligeira a

moderada, e em sulcos (Figura 16), dependendo da torrencialidade das precipitações.

Figura 16 - Evidências de sulcos de erosão no município de Iracema



Fonte: SOUSA, M. L. M. de.

Dentre as principais atividades ali desenvolvidas, está a ocupação urbana, a pecuária, atividade industrial, agricultura de vazante e de sequeiro, no período chuvoso, pesca e extrativismo vegetal.

É um sistema ambiental que possui expressivas potencialidades naturais, como reservas hídricas superficiais e subterrâneas, patrimônio paisagístico, atrativos turísticos e de lazer, além do agroextrativismo, mineração praticada de modo controlada e educação ambiental. Tais potencialidades propiciam a criação do gado, uma vez que, além da maior facilidade de acesso à água, os solos proporcionam melhor desenvolvimento de pastagens.

Quanto às limitações de uso, podem-se destacar as restrições legais, uma vez que as matas ciliares devem ser protegidas pela legislação ambiental. Além disso, a inundação, a mineração descontrolada e a expansão urbana nos baixos níveis dos terraços fluviais dificultam a preservação desse sistema ambiental.

Nesta perspectiva, as planícies fluviais se comportam como ambientes de transição, com tendência à instabilidade frente aos processos de degradação



ambiental. Quando em equilíbrio, apresentam-se medianamente estáveis e com vulnerabilidade moderada.

Dentre os principais problemas desencadeados pelas formas de ocupação, estão a degradação das matas ciliares, processos erosivos, assoreamento dos canais, ampliação das áreas inundadas, poluição dos solos e recursos hídricos e cercamento dos canais, que se tornam propriedade privada.

A Figura 17 apresenta aspectos das atuais condições das planícies fluviais, onde se pode verificar extensiva degradação da mata ciliar, processos avançados de assoreamento, cultivos no leito maior do rio, construções urbanas nas margens. Esta situação não ocorre em pontos isolados do rio, mas em sua maior parte, o que compromete ainda mais a capacidade de suporte dos recursos naturais do sistema ambiental.

Figura 17 - Planície fluvial com formação de soleiras e depressões pelo assoreamento do Rio Figueiredo, Alto Santo



Fonte: SOUSA, M. L. M. de.

Nesta perspectiva, verifica-se que os recursos naturais das planícies fluviais apresentam sustentabilidade moderada, possuindo razoável capacidade produtiva. Entretanto, este sistema ambiental vem sendo comprometido pelos

processos de degradação ambiental vigente, o que faz com que seja necessária a implementação de diretrizes ambientais.

O Quadro 8 apresenta uma síntese da caracterização das planícies fluviais do Rio Figueiredo.

Quadro 8 - Caracterização Ambiental das planícies fluviais do Rio Figueiredo

<p><b>Domínio natural:</b> Vale</p> <p><b>Sistema Ambiental:</b> Planície fluvial associadas às áreas de acumulação sazonal</p> <p><b>Subsistemas ambientais:</b> Planícies fluviais dos riachos do Amparo, das Flores, Taborna</p> <p><b>Municípios:</b> Pereiro, Ererê, Iracema, Potiretama, Alto Santo e São João do Jaguaribe</p> <p><b>Características naturais e de Uso Dominante:</b> Áreas planas resultantes de acumulação fluvial, sujeitas a inundações periódicas, com Neossolos Flúvicos, revestidos por mata ciliar degradada, associados as áreas de acumulação sazonal recobertas pelos Planossolos ambos ocupados pela agropecuária, extrativismo vegetal e mineral.</p>				
Capacidade de suporte			Impactos e Riscos de ocupação	Diretrizes Ambientais
Potencialidades	Limitações	Vulnerabilidade		
<p>Reservas hídricas superficiais, no período chuvoso,</p> <p>Patrimônio paisagístico, possibilitado pelas características das planícies;</p> <p>Mineração controlada;</p> <p>Agroextrativismo, especialmente da carnaúba;</p> <p>Lavouras de vazante, aproveitando o potencial hídrico;</p> <p>Atrativos turísticos e de lazer;</p>	<p>Restrições legais (áreas de proteção permanente);</p> <p>Inundações periódicas, devido à ocupação nas margens dos riachos e no leito maior;</p> <p>Dificuldade de mecanização dos solos argilosos, especialmente nos planossolos;</p> <p>Expansão urbana nos baixos terraços fluviais.</p>	<p>Moderada: uma vez que apresenta boa capacidade produtiva, entretanto há restrições legais.</p> <p>Ambientes de transição, com tendência a instabilidade frente aos impactos provocados pelas atividades humanas.</p>	<p>Degradação da mata ciliar, ocasionando assoreamento dos canais, bem como alargamento dos vales e por consequência ampliação das áreas inundáveis;</p> <p>Desencadeamento de processos erosivos, devido à exposição dos solos;</p> <p>Poluição dos solos e recursos hídricos, diante da utilização de defensivos agrícolas.</p>	<p>Uso controlado dos corpos d'água;</p> <p>Preservação do patrimônio paisagístico;</p> <p>Controle da expansão urbana;</p> <p>Saneamento ambiental;</p> <p>Educação ambiental, visando à importância dos canais fluviais.</p>

FONTE: Adaptado de Ceará (2007).

### 3.3 Depressão Sertaneja

A Depressão Sertaneja, compreende a unidade de maior expressão espacial da sub-bacia do Figueiredo, podendo ser dividida em três sub-sistemas ambientais, a saber: Sertões de Alto Santo; Sertões de Iracema/Potiretama; e Sertões de Pereiro/Ererê. Os mesmos têm como principal via de acesso a rodovia BR 116, e a CE 138, que interliga estas cidades.

Os Sertões de Alto Santo (Figura 18) situam-se no baixo Figueiredo. Compõem parte dos municípios de Alto Santo e Iracema, abrangendo uma área de aproximadamente 600 km<sup>2</sup> o que corresponde a 25,9% da área total da sub-bacia. Apresentam desenvolvidos em rochas do embasamento cristalino, com superfície pediplanada, cujas cotas altimétricas variam de 100 a 200m, com predominância de relevo plano, variando até suave ondulado. Os solos apresentam-se desenvolvidos em associação de Luvisolos, Neossolos Litólicos, Argissolos e afloramentos de rochas, revestidos por caatinga aberta fortemente degradada. Tais áreas são utilizadas principalmente pela agropecuária.

Figura 18 - Sertões de Alto Santo, com a Serra Vermelha ao fundo



Fonte: SOUSA, M. L. M. de.

Os Sertões de Iracema/Potiretama (Figura 19) inserem-se em parte dos municípios de Iracema, Potiretama e Ererê, abrangendo uma área de

aproximadamente 490 km<sup>2</sup> o que corresponde a 21,1 % da área total da sub-bacia. São desenvolvidos em rochas graníticas em superfície pediplanada, situados em cotas altimétricas semelhantes aos Sertões de Alto Santo, variando entre 120 a 200m, com relevo ondulado. Apresentam associações de Luvisolos, Neossolos Litólicos e Afloramento de rochas. Tais solos são revestidos por caatinga aberta degradada especialmente pela agropecuária.

Figura 19 - Visão panorâmica dos Sertões de Iracema/Potiretama



Fonte: SOUSA, M. L. M. de.

Os Sertões de Pereiro/Ererê (Figura 20) abrangem, além destes municípios, parte de Iracema e Potiretama. Possuem área de aproximadamente 590 km<sup>2</sup>, correspondendo a 25,4% da área total da sub-bacia. São desenvolvidos em rochas do embasamento cristalino, especialmente granitos, gnaisses e migmatitos, em superfície pediplanada, com relevo forte ondulado em função da influência da Serra do Pereiro. Apresentam altimetria que varia de 150 a 250m, com associação de Luvisolos, Argissolos, Neossolos Litólicos e Afloramentos rochosos, revestida por caatinga arbórea degradada devido à pecuária, extrativismo vegetal e agricultura familiar.

Figura 20 - Visão panorâmica dos Sertões de Pereiro/Ererê



Fonte: SOUSA, M. L. M. de.

A Depressão Sertaneja retrata feições de flutuações climáticas no Pleistoceno, que foram responsáveis pelas superfícies de erosão ou aplainamento do relevo. Desta feita, apresenta superfícies com rochas de variados tipos (Complexo Nordestino), dissecadas em colinas rasas e relevo variando de plano a forte-ondulado, intercalado por vales de fundos planos.

Por predominar o embasamento cristalino, submetidos à semiaridez, apresenta solos bastante rasos, chãos pedregosos, com pavimentos detríticos (Figura 21), em virtude do forte intemperismo mecânico.



Figura 21 - Pavimento detrítico nas proximidades da comunidade de Armador em Alto Santo



Fonte: SOUSA, M. L. M. de.

Tais solos são recobertos por vegetação de caatinga, formada de plantas xerófilas e geralmente caducifólias com alta resistência às secas. Em virtude das condições pluviométricas, da cobertura vegetal, espessura e maior impermeabilidade dos solos, as formas de erosão predominante são dos tipos laminar e em sulcos, como mostra a Figura 22.

Figura 22 – Erosão laminar e em ravinas nos sertões de Iracema/Potiretama



Fonte: SOUSA, M. L. M. de.

Os principais processos morfodinâmicos atuantes são o mecânico, a desagregação granular e a esfoliação, em consequência das elevadas temperaturas e da irregularidade pluviométrica, que ocorrem na área de modo mal distribuída no tempo e no espaço. Essa irregularidade pluviométrica, juntamente com o regime fluvial, justifica os altos déficits hídricos, configurados na insuficiência de água para diversas atividades, inclusive a agropecuária (OLIVEIRA, 2006). Com a prática da açudagem, o déficit hídrico vem sendo suprido, pois as águas são represadas em diversos reservatórios, conforme já mencionado.

As atividades desenvolvidas são predominantemente a pecuária extensiva, agricultura de vazante nas margens dos açudes, o extrativismo vegetal indiscriminado, para a pastagem. Tais atividades contribuem, sobremaneira, para que os níveis de degradação da caatinga aumentem. A prova disso está no crescimento das Áreas Susceptíveis à Desertificação e nos processos propriamente configurados como aponta o Programa de Ação Estadual no Ceará (PAE-CE).

Os sertões de Alto Santo apresentam aspectos de degradação bastante avançada, com tendência à instalação dos processos de desertificação, como mostra a Figura 23.



Figura 23 - Sertões altamente degradados em Alto Santo, com tendência a desertificação



Fonte: SOUSA, M. L. M. de.

Os problemas ambientais encontrados nos sertões são similares, sendo que se sobressai a degradação da cobertura vegetal, seguido da erosão dos solos e da conseqüente diminuição da biodiversidade. Inclui-se a poluição dos corpos hídricos, a coleta e a disposição inadequada do lixo, a redução da produtividade dos solos, aumento dos indicadores de desertificação e o desconhecimento da legislação ambiental.

Dentre as principais potencialidades dos recursos naturais, podem-se destacar, nos sertões de Alto Santo, as reservas hídricas superficiais proporcionadas pelos barramentos especialmente dos açudes Figueiredo e Riacho da Serra, ambos em construção, além do Taborna. Acrescenta-se a média e alta fertilidade dos solos predominantes nos sertões, especialmente os Luvisolos, além do relevo favorável ao uso agropecuário e assentamentos urbanos.

Quanto as principais limitações dos sertões da sub-bacia, destaca-se a irregularidade pluviométrica espaço-temporal, solos rasos e chãos pedregosos, com frequentes afloramentos rochosos, biodiversidade baixa, devido à degradação ambiental e baixo potencial de águas subterrâneas. Assim sendo, os sertões se comportam como ambientes medianamente frágeis, com tendências à instabilidade, em função das ações que ocasionam os processos de degradação/desertificação.

Como diretrizes de planejamento, estes sistemas necessitam receber ações de recuperação, conservação dos solos e da biodiversidade e desenvolvimento de ações de combate à desertificação segundo o Plano Estadual de Controle da Desertificação.

Vale ressaltar ainda que os sertões possuem sustentabilidade baixa, uma vez que apresentam sérios problemas quanto à capacidade produtiva dos seus recursos naturais, assim como aumento progressivo dos indicadores de desertificação, crescimento das áreas de solos desnudos e presença marcante de espécies oportunistas, que possuem maior capacidade de adaptação às condições de solos empobrecidos, como é o caso da jurema preta (*Mimosa nigra*), marmeleiro preto (*Croton sonderianus*) e xiquexique (*Pilosocereus gounellei*).

O Quadro 9 apresenta, em síntese, as características da depressão sertaneja, bem como sua capacidade de suporte, os impactos e riscos de ocupação e as diretrizes ambientais a serem desenvolvidas nos sertões da sub-bacia em foco.

Quadro 9 - Caracterização Ambiental da Depressão Sertaneja da Sub-bacia do Figueiredo

<p><b>Domínio natural:</b> Sertões  <b>Sistema Ambiental:</b> Depressão Sertaneja  <b>Subsistema Ambiental:</b> Sertões de Alto Santo, Sertões de Iracema/Potiretama e Sertões de Pereiro/Ererê.  <b>Municípios:</b> Alto Santo, Iracema, Potiretama, Ererê e Pereiro  <b>Características naturais e de Uso Dominante:</b> Superfície pediplanada dos sertões do Médio Jaguaribe, com vales rasos, extensivamente recobertos por caatingas degradadas. Ocupada pelo agroextrativismo e pecuária extensiva</p>				
	<b>Capacidade de suporte</b>		<b>Impactos e Riscos de ocupação</b>	<b>Diretrizes Ambientais</b>
<b>Potencialidades</b>	<b>Limitações</b>	<b>Vulnerabilidade</b>		
<p>Usos múltiplos dos recursos hídricos;</p> <p>Agricultura de vazante, nas margens dos açudes e riachos;</p> <p>Mineração controlada de materiais para construção civil;</p> <p>Silvicultura, desde que existam trabalhos de recuperação das florestas;</p> <p>Média a alta fertilidade natural dos solos devido o material de origem;</p> <p>Relevos favoráveis à agropecuária e assentamentos urbanos.</p>	<p>Irregularidade pluviométrica;</p> <p>Degradação da vegetação e dos solos, em função das práticas agrícolas inadequadas;</p> <p>Chãos pedregosos e frequentes afloramentos de rocha, devido aos processos intempéricos e a erosão;</p> <p>Biodiversidade fortemente afetada por causa da degradação da cobertura vegetal;</p> <p>Áreas Susceptíveis à Desertificação;</p> <p>Baixo potencial de água subterrânea, devido o embasamento cristalino.</p>	<p>Alta, pois a capacidade produtiva dos recursos naturais da área vem sendo fortemente afetada face aos processos de degradação ambiental configurados.</p> <p>Ambientes de transição com tendências à instabilidade em função das ações morfogênicas que também contribuem para os processos de degradação.</p>	<p>Desencadeamento de processos erosivos acelerados em áreas fortemente degradadas;</p> <p>Empobrecimento significativo da biodiversidade;</p> <p>Erosão e remoção dos solos tornando-os improdutivos;</p> <p>Susceptibilidade à desertificação.</p>	<p>Recuperação ambiental das áreas degradadas, através de práticas de conservação do solo e de atividade de florestamento e reflorestamento;</p> <p>Execução das ações elaboradas no Plano Estadual de Controle da Desertificação;</p> <p>Prevenção ou redução da degradação para reabilitação de solos parcialmente degradados.</p>

FONTE: Adaptado de Ceará (2007)

### 3.4 Superfície de Exumação da Formação Açú

A superfície de exumação da Formação Açú da Chapada do Apodi está localizada na porção leste da sub-bacia, compreende uma área de aproximadamente 156 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 6,7% da área total.

A Chapada do Apodi faz parte da Bacia Sedimentar Potiguar, constituída por rochas sedimentares compostas pelas Formações Açú e Jandaíra. Esta constitui o topo da chapada e possui abrangência espacial menor em relação à Formação Açú, que se espraia um pouco mais conseguindo chegar até a porção leste da sub-bacia do Figueiredo.

Esta bacia sedimentar é um reflexo de eventos geológicos que ocorreram no Período Cretáceo (Era Mesozóica), a aproximadamente 135 milhões de anos. Assim sendo, esta área sofreu regressões e transgressões marinhas sendo depositados diversos tipos de sedimentos: flúvio-lacustres, flúvio-marinhos e de mar raso.

Do ponto de vista da sua geomorfologia, ela é composta por formas tabulares, apresentando relevo aplainado ou suavemente inclinado, cuja altitude varia entre 100 e 200m no platô. Por isso, é conhecida como uns dos planaltos mais baixos do Nordeste. Apresenta-se trabalhada por processos de pedimentação, separados geralmente por vales de fundo plano (BRASIL, 1981). Está completamente inserida no clima semiárido, com intemperismo físico predominante, como acontece nas depressões sertanejas.

Nesta área, desenvolve-se a associação de Argissolos e Neossolos Quartzarênicos. Os Argissolos são normalmente profundos a muito profundos, ácidos, de baixa a média fertilidade natural e neste caso deriva dos arenitos da Formação Açú. Os Neossolos quartzarênicos tem profundidade média a alta, são excessivamente drenados e de fertilidade natural muito baixa (SOUZA, 2000a). Estes solos são originalmente recobertos por caatinga aberta, que, exceto em algumas pequenas áreas preservadas, apresenta-se altamente degradada. Esta degradação se deu principalmente pelo desenvolvimento da pecuária e pelo cultivo do cajueiro (*Anacardium occidentale*) (Figura 24).

Figura 24 - Agroextrativismo desenvolvidos no município de Potiretama



Fonte: SOUSA, M.L M. de.

Na realidade, a cobertura vegetal da sub-bacia em estudo é predominantemente secundária com diferentes portes fisionômicos. Em virtude da pouca cobertura dos solos, é comum a atuação dos processos erosivos. Fato este que pode gerar para a população humana diversos problemas, como o decréscimo da produção agrícola, empobrecimento do solo e aumento da pobreza.

A Chapada do Apodi é caracterizada por proporcionar a formação de nascentes em forma de olhos d'água. Justifica-se tal fato pela posição das camadas rochosas, onde a mais porosa (o calcário da Formação Jandaíra) permite a percolação da água, que, ao entrar em contato com a rocha mais resistente, o arenito Açú, favorece o fenômeno das ressurgências. Não obstante, no caso da sub-bacia, as ressurgências não aparecem, pois a sub-bacia abrange as vertentes no limite com os sertões e, não apresentando, portanto, a Formação Jandaíra.

As principais atividades desenvolvidas na área são o extrativismo e a agropecuária, ambas praticadas por meio de diversas técnicas rudimentares, como queimadas, desmatamento, proporcionando maior susceptibilidade à degradação ambiental.

Entre as principais potencialidades deste sistema, está o agroextrativismo controlado, a expansão urbana, a mineração controlada, a média fertilidade natural dos solos, as topografias favoráveis e o bom potencial de águas subterrâneas.

Quanto às principais limitações da superfície de exumação da Formação Açú, estão o baixo potencial de águas superficiais, a irregularidade pluviométrica, a degradação avançada dos recursos naturais e os processos erosivos ativos.

Neste contexto, essas áreas, através de certos cuidados de proteção, se apresentariam como ambientes estáveis e com vulnerabilidade baixa a ocupação. Entretanto, a situação é bastante diferente. A cobertura original praticamente foi substituída pelo cultivo do cajueiro e, em apenas algumas pequenas áreas, restam alguns vestígios da vegetação original. Desta feita, as formas de uso e ocupação ali desenvolvidas vêm comprometendo a dinâmica do sistema, desencadeando diversos problemas, entre eles processos erosivos e empobrecimento da biodiversidade.

Caracteriza-se pela sustentabilidade moderada, uma vez que apresenta razoável capacidade produtiva dos recursos naturais. A média fertilidade natural dos seus solos, juntamente com o relevo aplainado e o potencial de águas subterrâneas, condiciona o desenvolvimento de determinadas atividades, como a pecuária, o extrativismo e a agricultura, além de ser favorável à ocupação urbana. Entretanto, devido aos processos de degradação, há uma tendência dos recursos naturais desta área apresentar problemas quanto à sua capacidade produtiva e, deste modo, comprometer a sua dinâmica.

Desta feita, as diretrizes ambientais, as quais poderiam ser aplicadas nessas áreas, são as práticas conservacionistas no uso e ocupação da terra, proteção dos mananciais, reflorestamento e práticas direcionadas à conservação dos solos.

O Quadro 10 apresenta uma síntese das características naturais da superfície de exumação da Formação Açú, assim como a capacidade de suporte, impactos da ocupação e diretrizes ambientais.

Diante da explanação sobre os sistemas ambientais presentes na sub-bacia em estudo, o Quadro 11 apresenta uma sinopse da caracterização geral das condições ambientais de todos os sistemas, seguido pela Figura 25, que apresenta o mapa de sistemas ambientais da bacia em questão.

Quadro 10 - Caracterização Ambiental da Superfície de Exumação da Formação Açú

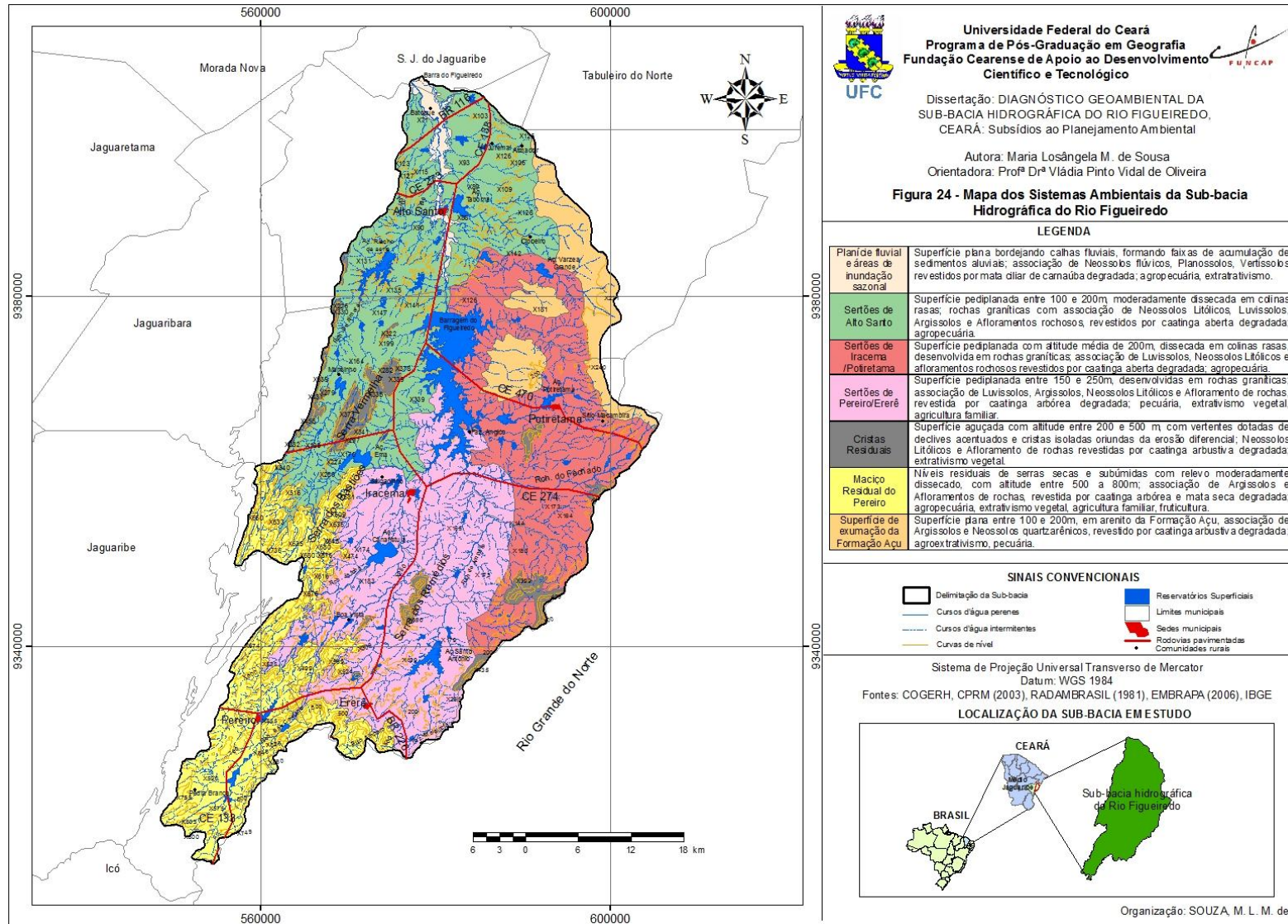
<p><b>Domínio natural:</b> Baixos Planaltos Sedimentares  <b>Sistema Ambiental:</b> Chapada do Apodi  <b>Subsistemas Ambientais:</b> Superfície de exumação da Formação Açú  <b>Município:</b> Alto Santo e Potiretama  <b>Características naturais e de Uso Dominante:</b> Superfícies baixas, com desnivelamento altitude inferior aos 100m, com caimento topográfico suave na direção da planície do Rio Figueiredo, com drenagem de padrão paralelo, rios intermitentes sazonais, Argissolos, associados aos Neossolos Quartzarênicos, descaracterizada pelo uso agrícola, pecuária e agroextrativismo</p>				
Capacidade de Suporte			Impactos e Riscos de ocupação	Diretrizes Ambientais
Potencialidades	Limitações	Vulnerabilidade		
<p>Agroextrativismo, especialmente com o cultivo do cajueiro;</p> <p>Expansão urbana, face às topografias favoráveis;</p> <p>Mineração controlada;</p> <p>Média fertilidade natural dos solos (Argissolos)</p> <p>Bom potencial de águas subterrâneas.</p>	<p>Baixo potencial de águas superficiais;</p> <p>Irregularidade pluviométrica, devido às condições semiáridas;</p> <p>Degradação avançada dos recursos naturais, devido às práticas inadequadas;</p>	<p>Vulnerabilidade moderada devido o desequilíbrio ambiental provocado pelas práticas humanas inadequadas, como o desmatamento, a pecuária intensiva, e queimadas.</p> <p>Ambiente de transição com tendência a instabilidade frente às atividades humanas inadequadas.</p>	<p>Desencadeamento de processos erosivos, em função da retirada da vegetação;</p> <p>Aumento das áreas degradadas;</p> <p>Empobrecimento da biodiversidade, devido aos processos de degradação.</p>	<p>Práticas conservacionistas no uso e ocupação da terra;</p> <p>Proteção de mananciais;</p> <p>Reflorestamento.</p>

FONTE: Adaptado CEARÁ (2007).

Quadro 11 - Sinopse das Características Naturais da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Figueiredo

Categorias Espaciais		Componentes Naturais			Produção do espaço
Sistemas Ambientais	Sub-Sistemas Ambientais	Geologia/ Geomorfologia	Condições hidroclimáticas	Fitopedologia	Uso e ocupação
Maciço Residual do Pereiro	Serras Secas  Cristas Residuais	Litotipos variegados do complexo cristalino do Pré-Cambriano, formando superfícies serranas ou encostas forte ou medianamente dissecadas em feições de cristas, colinas, lombadas, intercaladas por vales em V.	Áreas submetidas a clima variando de sub-úmido a semiárido, com regime hidrológico intermitente sazonal, marcado por rios de padrões dendríticos.	Argissolos associados aos Latossolos, recobertos por mata seca, associados a Neossolos Litólicos, recobertos por Caatinga arbórea aberta, e afloramentos de rochas, nas encostas mais íngreme.	Agricultura de subsistência;  Agroextrativismo;  Ocupação urbana.
Planícies Fluviais do Rio Figueiredo	Riacho do Amparo, Riacho Seco, Taborna, das Flores, entre outros.	Áreas planas resultantes da acumulação fluvial. Compostas por areais finas e grosseiras, cascalhos e argilas.	Sujeito ao clima semiárido, possui escoamento intermitente sazonal, lagoas perenes e intermitentes. Marcados por padrões dendríticos, encaixados nas estruturas rochosas.	Neossolos Flúvicos, Planossolos e Vertissolos. Recobertos por Mata ciliar de carnaúbas e oiticicas, fortemente degradadas.	Extrativismo vegetal e mineral; agricultura de subsistência; pesca artesanal; pecuária; ocupação urbana
Depressão Sertaneja	Sertões de Alto Santo; Sertões de Iracema/ Potiretama. Sertões de Pereiro/Ererê	Superfícies pediplanadas truncando rochas de variados tipos (Complexo Nordeste). Dissecadas em colinas rasas e relevo variando de suave-ondulado a ondulado, intercalados por vales de fundos planos.	Escoamento intermitente sazonal com vales de padrões dendríticos.	Associação de Planossolos, Luvisolos, Neossolos Litólicos associados aos afloramentos de rochas. Os mesmos são recobertos por vegetação de Caatinga bastante degradada.	Agropecuária, lavoura de subsistência, extrativismo vegetal.
Chapada do Apodi	Superfície de exumação	Formação Açú. (arenitos, conglomeráticos, caulíníticos, folhelhos e siltitos). Formas de dissecadas em interflúvios tabulares e relevo suave ondulado.	Escoamento intermitente sazonal com clima semiárido quente e precipitações médias anuais entre 650 a 700mm.	Argissolos associados a Neossolos Quartzarênicos recobertos por Caatinga arbustiva degradada.	Agropecuária e extrativismo vegetal.





#### 4 A PROBLEMÁTICA DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

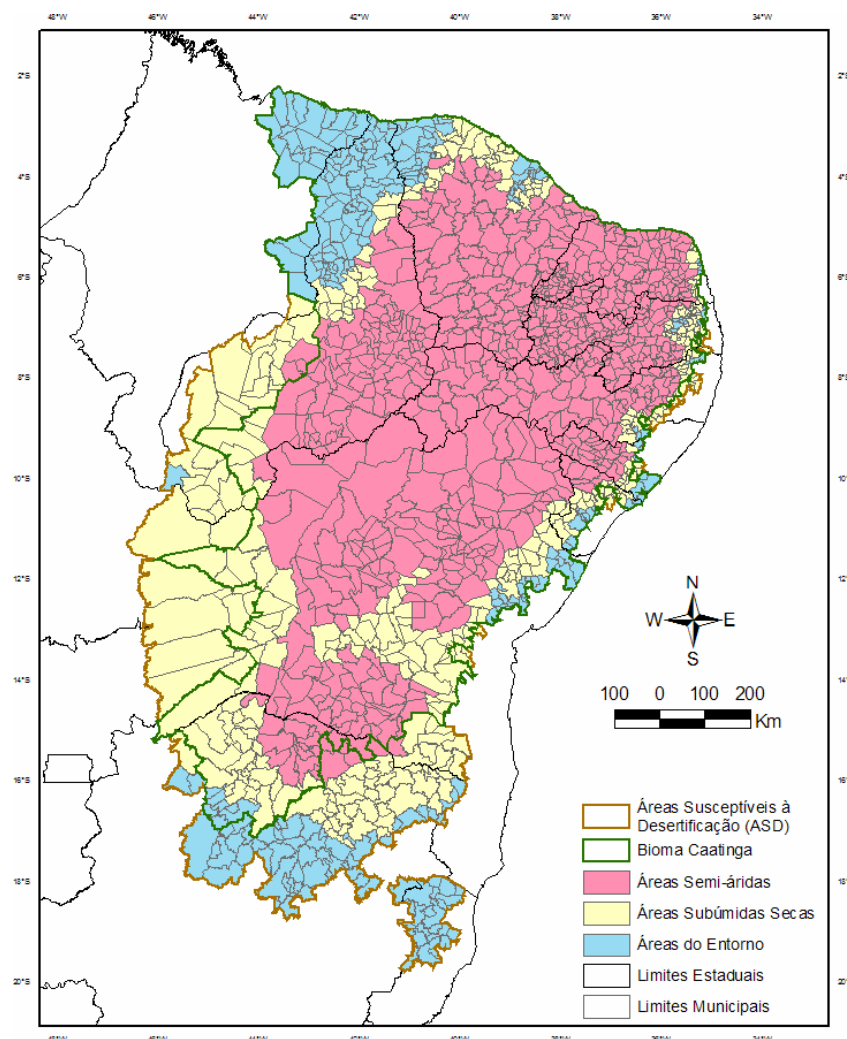
A degradação ambiental se apresenta como um dos inúmeros efeitos sofridos pelos recursos naturais a partir das intervenções humanas no meio físico. Constitui-se como um problema grave, como mostram Cunha e Guerra (2003). Para esses autores, a degradação ambiental é, por definição, um problema social, pois, embora ocorra no meio físico, afeta substancialmente o meio social, comprometendo a qualidade de vida da população, especialmente aquela mais desfavorecida economicamente.

É importante destacar que a degradação ambiental ou o impacto ambiental também pode ocorrer de forma natural, entretanto, a sociedade pode intensificar os processos. O transporte de sedimentos pelos canais fluviais é um processo natural, mas o assoreamento dos rios, devido principalmente o desmatamento da mata ciliar é função humana. A erosão do solo, seja laminar ou em sulcos, é natural, contudo, a mesma pode ser acentuada por causa da exposição do solo devido à retirada da cobertura vegetal, o que se constitui como uma ação humana. Fato semelhante acontece com os deslizamentos das encostas, que naturalmente transcorrem. No entanto, a ocupação de morros e o desnudamento da encosta favorecem substancialmente os deslizamentos que frequentemente acontecem.

Assim, vale destacar que existem os processos naturais, com os quais as sociedades influenciam, como terremotos, tsunamis e furacões. Há outros, porém, não naturais, que são extremamente acelerados pelas ações humanas diretas ou indiretamente, como, por exemplo, os deslizamentos de encostas e a erosão dos solos. Tal fato faz com que a análise da degradação ambiental seja bem mais complexa do que aparenta ser.

Esta problemática, de acordo com o PAN-BRASIL, abrange grande parte do Nordeste, havendo vários estados susceptíveis, como Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Bahia, e outros parcialmente afetados, como Alagoas, Sergipe, Minas Gerais, conforme a Figura 26.

Figura 26 - Áreas Susceptíveis à Desertificação no Nordeste Brasileiro



Fonte: Brasil (2004).

Oliveira (2006), ao referir-se à degradação ambiental, assinala que é um dos mais sérios problemas que o Nordeste brasileiro enfrenta, porque, além de possuir características naturais específicas marcadas pelas condições climáticas semiáridas, comporta um contingente populacional expressivo, e, muitas vezes os recursos naturais não são utilizados de maneira adequada, devido a muitos fatores, entre eles, a falta de incentivos governamentais e capacitação técnica.

O fato é que o domínio morfoclimático das caatingas vem historicamente sendo degradado. Quem mais sofre com esse processo é a população sertaneja de baixa renda que vive na zona rural ou nas periferias das cidades, que cada vez precisa trabalhar mais devido a queda da produtividade da terra, como apontam Araújo, Almeida e Guerra (2010, p.29): “[...] o principal efeito da degradação ambiental no meio rural é um declínio na produtividade ou uma necessidade

crecente do aporte de nutrientes para manter as mesmas produtividades”. Isso significa a necessidade de mais trabalho e mais investimento para adquirir a mesma produção.

A degradação da caatinga tem efeitos diversificados, entre eles, a erosão dos solos, a perda da produtividade, o aumento da pobreza e o agravamento das condições de vida da população sertaneja. Com relação à erosão dos solos, está vinculada principalmente ao regime pluviométrico, devido à ocorrência das chuvas torrenciais em solos desprotegidos da cobertura vegetal, ocasionando desagregação das partículas e, portanto, fomentando a erosão. Por conseguinte, o solo truçado perde espessura, capacidade de armazenamento de água e nutrientes, provocando perdas na produtividade agrícola.

Nesta perspectiva, Duque (2004) faz uma relação entre a fertilidade do solo e a saúde humana e diz que a vitalidade dos seres vivos começa na terra. Para o autor, os alimentos deficientes em vitamina, obtidos de solos empobrecidos, diminuem a resistência do organismo humano. Ou seja, os alimentos adquiridos em solos férteis contêm mais vitaminas que aqueles produzidos em solos fracos. Isso contribuiria para o aumento de doenças infecciosas.

O referido autor, tratando das causas do empobrecimento do solo, menciona que a redução da fertilidade do solo está normalmente vinculada a um complexo conjunto de fatores, os quais nunca agem sozinhos, como por exemplo: as queimadas; a má colocação das lavouras; dos pastos e das capoeiras em relação à topografia do terreno e ao tipo de solo; a falta de rotação de culturas; os métodos irracionais de cultivar; além da falta de adubos, de medidas de proteção dos solos e do desprezo da vegetação nativa.

Outro fenômeno que pode agravar a situação são as secas. Estas, de caráter cíclico e prolongado, afligem a população pobre sertaneja. É importante destacar que as secas não devem ser vistas como responsáveis pelas condições de atraso do Nordeste, mas uma condição climática que exige atenção e desenvolvimento de políticas públicas a contento.

Neste contexto, Souza e Oliveira (2002) destacam que os principais problemas relacionados ao empobrecimento do povo nordestino não se referem somente à seca, mas principalmente à [...] “estrutura fundiária, creditícia, de comercialização, de emprego e a inadequação das culturas às condições de solo e do clima” (p.213).

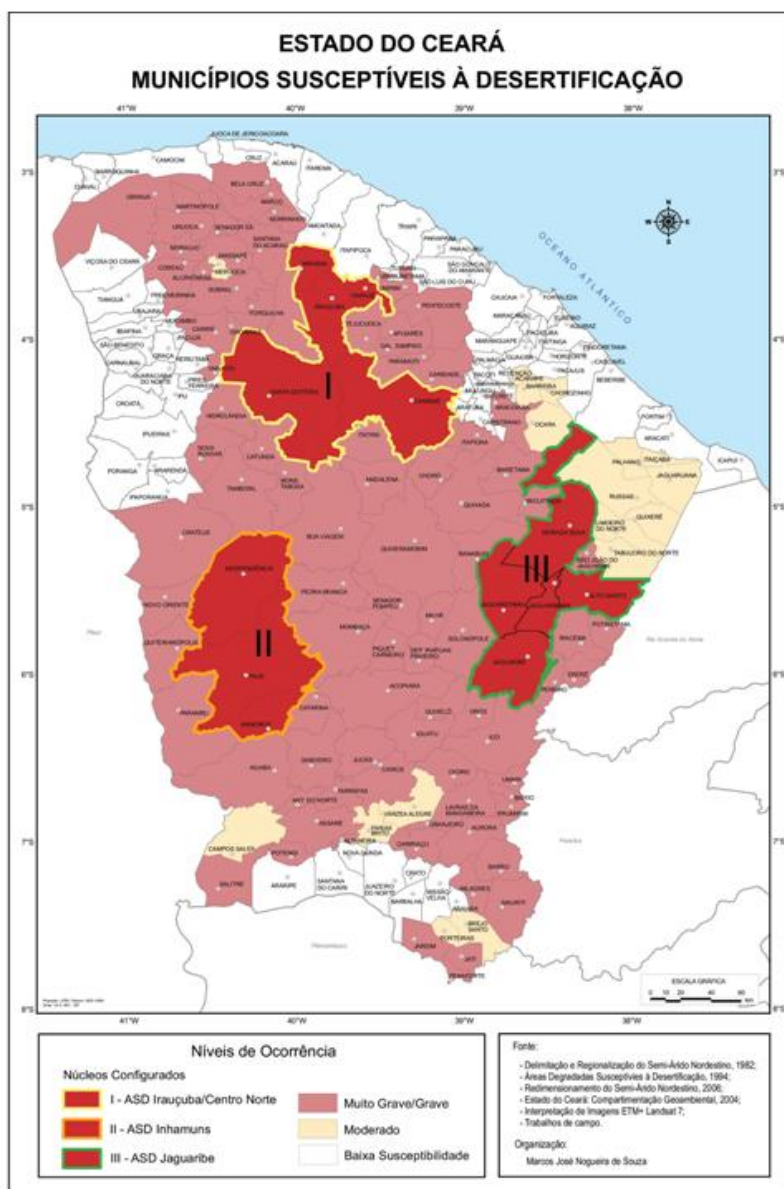
Duque (2004) também chama a atenção para a água no semiárido. Enquanto esta é vista como o principal problema, as condições dos solos passam despercebidas, sendo as ações governamentais normalmente voltadas ao armazenamento de água, a partir das barragens. As iniciativas voltadas às práticas de conservação dos solos ainda estão aquém do necessário. Diante desta realidade, o referido autor entende que o fator limitante da produção no semiárido, no futuro, não será a água, mas sim o solo.

Esta possibilidade está presente no Ceará e na sub-bacia em estudo, uma vez que a oferta hídrica vem sendo suprida através da construção de diversos açudes de pequeno e médio porte, mas, pouco está sendo feito para proteger e conservar os recursos naturais, em especial, os solos.

Souza (1988), tratando da degradação ambiental no Ceará, coloca que esta problemática vem tomando proporções preocupantes em determinadas áreas do estado, rompendo com o equilíbrio natural e tendendo para condições irreversíveis, como é o caso da desertificação.

De acordo com Ceará (2010), as Áreas Susceptíveis à Desertificação vêm se instalando no estado cearense a partir de três áreas núcleos, a saber: Irauçuba/Centro Norte; Região dos Inhamuns; e, do Jaguaribe (Figura 27). Tal processo apresenta níveis de ocorrência variando de grave a muito grave na maior parte do estado.

Figura 27 - Mapa de Susceptibilidade à Desertificação no Ceará



Fonte: CEARÁ (2010).

Neste contexto, as bacias hidrográficas cearenses, notadamente Jaguaribe e Acaraú, vêm sofrendo uma forte incidência da problemática, sendo que as áreas mais afetadas são as comunidades rurais, onde o seu principal meio de subsistência, a terra, enfrenta dificuldades de oferecer alternativas viáveis de produção, tendo em vista que a desertificação é um problema que enfrenta limitações de reversibilidade.

Vale salientar que, além das condições climáticas semiáridas, o estado possui historicamente formas de uso e ocupação da terra, as quais contribuem para

acelerar os problemas ambientais, pautados na pecuária extensiva, na agricultura de sequeiro e no extrativismo vegetal.

Tais atividades exercem fortes pressões sobre o quadro físico, devido à utilização de técnicas extremamente rudimentares. Desse modo, as formas de apropriação do espaço trazem prejuízos tanto ao meio ambiente como para a população, uma vez que nem sempre, as limitações impostas pelo ambiente são respeitadas. Na realidade, [...] “tem-se buscado muito mais adaptar o ambiente às necessidades do homem do que o contrário” (SOUZA, 2006, p. 120).

Entretanto, o problema é mais amplo, não são apenas as formas de ocupação que utilizam técnicas rudimentares, outros problemas também afligem o cearense, qual seja: o contexto político econômico. Este acentua a desigualdade social com o baixo subsídio econômico ao pequeno agricultor familiar, ao passo que se destacam aos incentivos fiscais e os altos investimentos para o agronegócio, a partir da agricultura irrigada nos agropólos e do turismo no litoral.

Assim, a desertificação se traduz não só na complexidade conceitual, mas também nas implicações do problema, no aprofundamento de conhecimentos relacionados ao assunto e nas práticas eficientes em seu combate.

Desta feita, as causas são das mais variadas. Destacam-se as variações climáticas e atividades humanas, assim como a pobreza e a insegurança alimentar (Brasil, 2004).

Dentre as consequências, podem-se destacar aquelas voltadas à produção agrícola, uma vez que estimativas apontam perdas da camada arável dos solos, o que representa cerca de 24 bilhões de toneladas por ano (BRASIL, 2004).

Outra atividade que pode contribuir para a desertificação é a salinização do solo, especialmente nas áreas irrigadas. Fato este que pode ser de grande relevância para o Ceará, haja vista que este estado comporta 6 agropolos de agricultura irrigada, (Metropolitano, Baixo Jaguaribe, Ibiapaba, Baixo Acaraú, Centro Sul e Cariri), o que compreende 64 municípios ou 170.000 hectares de área irrigável, segundo dados da Secretaria da Agricultura Irrigada (CEARÁ, 2006).

Vale ressaltar que o Ceará não está condenado a salinização do solo. Bezerra (1996) diz que “[...] a salinização não é um fenômeno normal em irrigação, pois esta, criteriosamente conduzida e uma vez obedecida às técnicas corretas, o solo estará isento de tal malefício” (p. 57).



No entanto, são nas áreas de agricultura irrigada que a salinização do solo acontece com maior frequência. Principalmente quando a irrigação ocorre de forma mal manejada e a drenagem é inadequada. Nesse caso, os sais que estavam distribuídos nos horizontes mais profundos são trazidos para a superfície através do movimento ascendente da água capilar ou do lençol freático, o qual sobe devido à água adicionada com a irrigação. Isso repercute na vegetação e no aproveitamento para agricultura. Tal fato passa a exigir, assim, práticas adequadas de drenagem para minorar estes problemas.

Para mitigar os efeitos da degradação/desertificação, se faz necessário analisar o semiárido não somente a partir das suas limitações, mas também das suas potencialidades, base para o desenvolvimento de práticas voltadas à convivência com a semiaridez.

A sub-bacia em foco possui parte dos problemas nordestinos apontados por Oliveira (2006), sendo que a concepção de convivência com as condições semiáridas pouco são expressas pela população local, a exceção de algumas práticas particulares. Ao contrário, as práticas desenvolvidas historicamente na sub-bacia demonstram, com muita clareza, a incompatibilidade entre a capacidade de suporte dos recursos naturais e as ações humanas ali desenvolvidas.

Tratar dos aspectos de degradação ambiental na sub-bacia em pauta exige cautela e atenção. Para isso, será necessário remeter a questões mais amplas nas quais está inserido o espaço em foco. Nesta perspectiva, ele se apresenta como um recorte espacial no Nordeste, em que o processo de povoamento através do desenvolvimento da pecuária se constituiu como importante fato histórico que ainda apresenta vestígio na atualidade, como a concentrada estrutura fundiária, presença da pecuária e a forte degradação ambiental, com tendência a desertificação.

Assim, vários fatores contribuem para o comprometimento da sua dinâmica ambiental, bem como das condições sociais. A insuficiência dos recursos naturais - hídricos (contaminação, salinização, assoreamento); solos (erosão e redução da fertilidade); cobertura vegetal (diminuição dos estratos herbáceo, arbustivo e arbóreo, frente ao sobrepastoreio, extrativismo vegetal) - representa problemas frequentemente encontrados.

Os impactos sociais podem ser verificados de diversas formas, especialmente a partir da perda significativa da capacidade produtiva dos grupos familiares, frente ao empobrecimento dos recursos naturais renováveis.



Vale ressaltar que a degradação dos recursos naturais não se dá somente através da utilização das técnicas rudimentares, como o extrativismo vegetal descontrolado, agricultura tradicional mal manejada, queimadas, desmatamentos. As práticas modernas pautadas no alto investimento de capital e na tecnologia se unem às antigas técnicas no sentido de acentuar o problema.

Tais técnicas são desenvolvidas por empresas multinacionais preocupadas em assegurar a produção de capital. Quando os lucros empresariais deixam de ser satisfatórios, as áreas são abandonadas em situações piores do que estavam anteriormente, com mais um agravante, normalmente estas empresas estão situadas em locais em que as condições naturais apresentam maiores potencialidades.

A sub-bacia do rio Figueiredo se orienta neste sentido, uma vez que a construção da barragem do rio homônimo pode incentivar a prática da agricultura irrigada. Por conseguinte, os processos de degradação já presentes na bacia tendem a se agravar, porque, se de um lado as técnicas rudimentares destroem o patrimônio natural que leva décadas para se reconstituir, do outro o meio técnico científico informacional empregado no campo pode contribuir para que as condições de vida sertaneja sejam piores, pois, além da degradação dos recursos naturais, ocorre o aumento das desigualdades sociais.

Neste panorama, verifica-se que a sub-bacia apresenta aspectos de degradação ambiental em todos os sistemas delimitados, inclusive com condições propícias para o desenvolvimento dos processos de desertificação, pois, além de está inserida na semiaridez, possui atividades socioeconômicas que colaboram para que o problema se configure. O desenvolvimento do binômio gado-algodão, juntamente com a concentração fundiária, a dificuldade da produção agrícola e a destruição do revestimento florístico, corroboram para o problema ora posto.

A cobertura vegetal, de modo geral, apresenta-se bastante modificada das condições originais, tanto do ponto de vista florístico como estrutural. Uma breve análise da riqueza florística demonstra que os sistemas possuem baixo número de espécies, como mostra o Quadro 12.

Quadro 12 – Listagem da riqueza florística da sub-bacia do Rio Figueiredo

Nº	FAMÍLIA	NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	SISTEMAS AMBIENTAIS							
				MP	SPE	SIP	SAS	PA	PF	F%	
01	Malvaceae	Algodão bravo	<i>Pavonia blanchetiana</i>		X						16,6
02	Sabiaceae	Ameixa/Ameixa brava	<i>Meliosma itatiaiae</i>	X	X	X	X				66,6
03	Fabaceae	Angico	<i>Albizia burkartiana</i>	X	X	X	X	X			83,3
04	Fabaceae	Arapiraca	<i>Chloroleucon dumosum</i>	X							16,6
05	Anacardiaceae	Aroeira	<i>Apterokarpos gardneri</i>	X							16,6
06	Combretaceae	Bugiu	<i>Combretum laxum</i>	X							16,6
07	Euphorbiaceae	Burra leiteira	<i>Sapium glandulosum</i>					X	X		33,3
08	Picramniaceae	Café bravo	<i>Picramnia glazioviana</i>				X				16,6
09	Anacardiaceae	Cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i>				X				16,6
10	Fabaceae	Camará	<i>Cratylia mollis</i>	X		X	X				50,0
11	Fabaceae	Camuzé	<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i>	X							16,6
12	Fabaceae	Canafistula	<i>Senna spectabilis</i>	X							16,6
13	Rubiaceae	Canela de veado	<i>Alseis latifolia</i>	X							16,6
14	Leguminosae	Capa bode	<i>Bauhinia forficata</i>	X							16,6
15	Cactaceae	Cardeiro	<i>Cereus jamacaru</i>			X	X			X	50,0
16	Arecaceae	Carnaúba	<i>Copernicia prunifera</i>							X	16,6
17	Anacardiaceae	Caroba	<i>Schinus lentiscifolius</i>	X							16,6
18	Fabaceae	Casca grossa	<i>Platymiscium pinnatum</i>	X			X				33,3
19	Leguminosae	Catanduva	<i>Piptadenia moniliformis</i>	X			X	X			50,0
20	Apocynaceae	Catingueira	<i>Aspidosperma dispernum</i>	X	X	X	X	X			83,3
21	Anacardiaceae	Cedro	<i>Antrocaryon amazonicum</i>	X							16,6
22	Araceae	Cipó preto	<i>Philodendron corcovadense</i>	X							16,6
23	Connaraceae	Coração de negro	<i>Connarus suberosus</i>	X							16,6
24	Fabaceae	Cumarú	<i>Myroxylon balsamum</i>		X	X	X	X			66,6
25	Bombacaceae	Embiratanha	<i>Pachira marginata</i>	X							16,6
26	Cactaceae	Facheiro	<i>Cereus jamacaru</i>		X	X	X	X			66,6
27	Fabaceae	Feijão bravo	<i>Canavalia parviflora</i>	X							16,6
28	Boraginaceae	Frei-jorge	<i>Cordia goeldiana</i>	X			X				33,3

Continuação Quadro 12

Nº	FAMÍLIA	NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	SISTEMAS AMBIENTAIS							
				MP	SPE	SIP	SAS	PA	PF	F%	
29	<i>Myrtaceae</i>	Goiabinha	<i>Eugenia pseudopsidium</i>	X			X				33,3
30	<i>Burseraceae</i>	Imburana	<i>Commiphora leptophloeos</i>				X	X			33,3
31	<i>Moraceae</i>	Inharé	<i>Brosimum guianense</i>	X							16,6
32	<i>Nyctaginaceae</i>	João mole	<i>Guapira SP</i>	X							16,6
33	<i>Rhamnaceae</i>	Juá	<i>Ziziphus cotinifolia</i>	X	X	X				X	66,6
34	<i>Leguminosae</i>	Jucá	<i>Caesalpinia férrea</i>	X	X	X	X				66,6
35	<i>Fabaceae</i>	Jurema branca	<i>Chloroleucon dumosum</i>		X	X	X			X	66,6
36	<i>Fabaceae</i>	Jurema preta	<i>Mimosa tenuiflora</i>		X	X	X				50,0
37	<i>Arecaceae</i>	Macambira	<i>Desmoncus mitis</i>			X	X	X			50,0
38	<i>Euphorbiaceae</i>	Mamaluco	<i>Caryodendron amazonicum</i>	X							16,6
39	<i>Cactaceae</i>	Mandacaru	<i>Cereus jamacaru</i>			X	X	X	X	X	66,6
40	<i>Euphorbiaceae</i>	Maniçoba	<i>Manihot glaziovii</i>	X			X	X			50,0
41	<i>Combretaceae</i>	Marmeleiro preto	<i>Combretum leprosum</i>	X	X	X	X	X	X	X	100
42	<i>Euphorbiaceae</i>	Marmeleiro branco	<i>Croton urticifolius</i>	X			X	X			50,0
43	<i>Combretaceae</i>	Mofumbo	<i>Combretum laxum</i>		X		X	X	X	X	66,6
44	<i>Fabaceae</i>	Mororó	<i>Bauhinia acreana</i>	X				X			33,3
45	<i>Fabaceae</i>	Mulungu	<i>Erythrina amazônica</i>	X							16,6
46	<i>Chrysobalanaceae</i>	Murici	<i>Couepia obovata</i>							X	16,6
47	<i>Chrysobalanaceae</i>	Oiticica	<i>Couepia impressa</i>		X					X	33,3
48	<i>Symplocaceae</i>	Orelha de onça	<i>Symplocos estrellensis</i>	X							16,6
49	<i>Bixaceae</i>	Pacoté	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	X			X	X			50,0
50	<i>Bignoniaceae</i>	Pau d'arco	<i>Tabebuia impetiginosa</i>		X	X	X				50,0
51	<i>Rutaceae</i>	Pau branco	<i>Conchocarpus grandis</i>		X	X	X	X	X	X	83,3
52	<i>Fabaceae</i>	Pau mocó	<i>Luetzelburgia auriculata</i>	X							16,6
53	<i>Annonaceae</i>	Pereiro	<i>Annona leptopetala</i>	X	X	X	X				66,6
54	<i>Euphorbiaceae</i>	Pinhão bravo	<i>Jatropha curcas</i>		X	X	X			X	66,6
55	<i>Apocynaceae</i>	Pitiá	<i>Aspidosperma multiflorum</i>	X							16,6
56	<i>Euphorbiaceae</i>	Quebra faca	<i>Croton echioides</i>	X							16,6
57	<i>Apocynaceae</i>	Quina-quina	<i>Geissospermum sericeum</i>	X							16,6
58	<i>Fabaceae</i>	Sabiá	<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	X	X	X	X	X			83,3

## Continuação Quadro 12

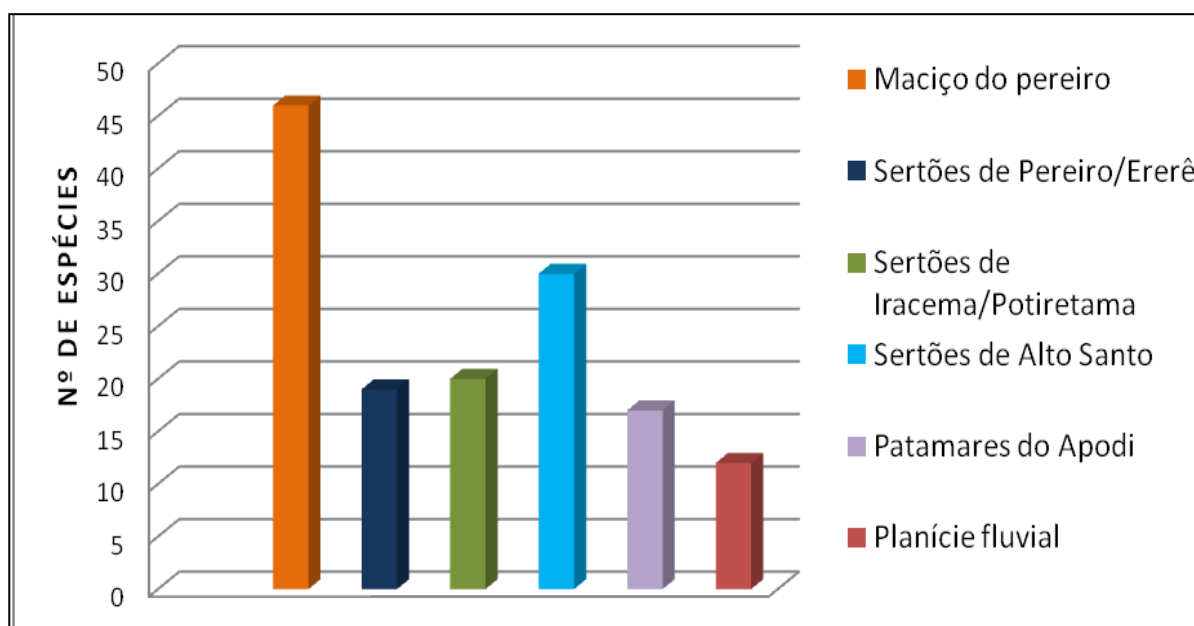
Nº	FAMÍLIA	NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	SISTEMAS AMBIENTAIS						
				MP	SPE	SIP	SAS	PA	PF	F%
59	<i>Combretaceae</i>	Sipaúba	<i>Combretum monetária</i>	X						16,6
60	<i>Fabaceae</i>	Sucupira	<i>Calliandra macrocalyx</i>	X						16,6
61	<i>Fabaceae</i>	Timbaúba	<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i>	X						16,6
62	<i>Apocynaceae</i>	Velame	<i>Mandevilla pinifolia</i>						X	16,6
63	<i>Anacardiaceae</i>	Violeta	<i>Astronium concinnum</i>	X						16,6
64	<i>Cactaceae</i>	Xique-Xique	<i>Cereus gounellei</i>		X	X	X			50,0
TOTAL DE ESPÉCIES POR SISTEMA				43	19	20	30	17	13	

MP: Maciço do Pereiro; SPE: Sertões de Pereiro/Ererê; SIP: Sertões de Iracema/Potiretama; SAS: Sertões de Alto Santo; PA: Patamares do Apodi; PF: Planície Fluvial; F%: Frequência das espécies.

Fonte: Ceará (2006a), Maia (2004), BNB (2012).

Deste modo, verifica-se que o maciço do Pereiro apresenta maior riqueza florística, totalizando 43 espécies, e a planície fluvial, a menor, com apenas 13. Enquanto os sertões e os patamares do Apodi apresentam riqueza intermediária, variando entre 19 até 30 espécies (Gráfico 3).

Gráfico 3 - Riqueza florística dos sistemas ambientais da sub-bacia do Figueiredo



Fonte: Elaboração do autor.

Tomando como referência o maciço do Pereiro e as planícies, percebe-se que riqueza florística é extremamente diferente. Isso pode indicar que o desmatamento nas planícies é superior, face aos usos ali praticados.

Dentre as principais espécies encontradas no maciço do Pereiro pode-se destacar goiabinha (*Eugenia pseudopsidium*), inharé (*Brosimum guianense*), juá (*Ziziphus cotinifolia*), jucá (*Caesalpinia férrea*), pereiro (*Annona leptopetala*), sipaúba (*Combretum monetária*), timbaúba (*Stryphnodendron pulcherrimum*), violeta (*Astronium concinnum*), pacoté (*Cochlospermum vitifolium*), pitiá (*Aspidosperma multiflorum*), entre outras. Nos sertões e nos patamares do apodi, as espécies que se destacam, são o angico (*Albizia burkartiana*), camará (*Cratylia mollis*), catingueira (*Aspidosperma dispernum*), cumaru (*Myroxylon balsamum*), jurema preta (*Mimosa tenuiflora*), mandacaru (*Cereus jamacaru*), marmeleiro preto (*Combretum leprosum*), mofumbo (*Combretum laxum*) e pau branco (*Conchocarpus grandis*). Nas planícies se destaca a carnauba (*Copernicia prunifera*), velame (*Mandevilla pinifolia*), pinhão bravo (*Jatropha curcas*), entre outras, conforme o Quadro 12.

Enquanto no maciço as práticas estão voltadas ao extrativismo vegetal, fruticultura, atividade agrícola e pecuária, proporcionando alteração na arquitetura das copas das árvores, espaçamento do estrato arbóreo e presença mais frequente de arbustos, nas planícies, a forte degradação, fica por conta da forte pressão que esta área sofre diante da ocupação urbana, ocupação inadequada do leito maior, contribuindo para o assoreamento dos canais e alargamento dos vales, como mostra a Figura 28.

Figura 28 - Rio Figueiredo, em Alto Santo, apresentando assoreamento e degradação da mata ciliar



Fonte: SOUSA, M. L. M. de.

A diferença da riqueza florística entre esses sistemas pode ser justificada pela relação entre a capacidade de suporte e a tipologia de usos destes ambientes. Assim, pode-se atribuir a maior riqueza de espécies no maciço às suas boas condições de solo e maior umidade. Enquanto que nas planícies, embora existam umidade e solos férteis, estes ambientes sofrem pressões maiores, pois os usos são muito intensivos, tornando esse espaço mais vulneráveis e, portanto, com menor capacidade de resiliência.

Assim, as principais causas da degradação neste sistema ambiental se referem às práticas inadequadas, pecuária, agricultura e ocupação das áreas

ribeirinhas, descumprindo então, a legislação ambiental a partir da destruição das Áreas de Proteção Permanente (APPs), como mostra a Figura 29.

Figura 29 - Atividade pecuarista na planície do Rio Figueiredo em Alto Santo



Fonte: SOUSA, M. L. M. de.

Os sertões apresentam-se fortemente degradados, com riqueza florística baixa, variando entre 19 e 30 espécies. A cobertura vegetal original está bastante descaracterizada, há predominância de solos desnudos e arbustos de porte que variam de médio a baixo. Como as principais atividades econômicas são a pecuária extensiva e a agricultura, ocorre à retirada da cobertura original para possibilitar as pastagens, assim como para obtenção de lenha e madeira. Tais práticas contribuem significativamente para diminuir a riqueza florística dos sertões e aumentar a frequência e abundância de espécies, como acontece com o Xiquexique (*Cereus gounellei*), e outras indicadoras com fenótipo adaptativo as condições xéricas do ambiente (Figura 30).



Figura 30 – Xiquexique (*Cereus gounellei*), cactácea de grande resistência à semiaridez, Alto Santo



Fonte: SOUSA, M. L. M. de.

Mesmo apresentando sinais de avançados processos de degradação ambiental, a riqueza florística dos sertões da bacia é superior às planícies e a superfície de exumação da Formação Açú. Um dos fatores que contribuem para justificar tal situação é a diversidade das espécies da caatinga e sua excelente capacidade de adaptação às condições adversas. Esta capacidade se dá através das suas características peculiares de adaptação à semiaridez, como cascas claras, folhas pequenas, e textura que lembra couro, perda das folhas no período seco, sementes leves, armazenamento de água no caule, na parte verde, como as cactáceas, ou nas raízes, como o umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) e o pacoté (*Cochospermum vitifolium*).

A baixa riqueza de espécies da superfície de exumação se dá especialmente pela retirada da vegetação original e predomínio do agroextrativismo, com o cultivo do Cajueiro (*Anarcadium occidentale*), agricultura de subsistência e pastagens. Em virtude da alta frequência do cajueiro neste sistema, optou-se por incluí-lo na composição florística, embora esta espécie não seja nativa, mas introduzida.

O Quadro 13 exhibe a relação sistema ambiental/uso da terra/riqueza florística. Desta feita, constata-se que as formas de uso da terra, como agricultura,



pecuária e extrativismo são comuns nos sistemas. No entanto, a riqueza florística é bastante diferente. Isso pode ser justificado pelas condições naturais de cada sistema, o que indica que a capacidade de suporte de cada um, é diferenciada diante de práticas desenvolvidas.

Quadro 13 – Relação entre sistema ambiental, uso/ocupação e riqueza florística

SISTEMA AMBIENTAL	USO/OCUPAÇÃO	RIQUEZA FLORÍSTICA Nº DE ESPÉCIES
Maciço residual do Pereiro	Agricultura de subsistência, pecuária, extrativismo vegetal, ocupação urbana, fruticultura.	43
Sertões de Pereiro/Ererê, Iracema/Potiretama, Alto Santo	Agropecuária, agricultura de subsistência, extrativismo vegetal, pastagens, apicultura.	19 20 30
Superfície de exumação da Formação Açú	Agropecuária, agroextrativismo (cajueiro), Cultivo de algodão, apicultura.	17
Planície fluvial	Extrativismo vegetal (carnaúbas), agricultura de subsistência e irrigada, pesca artesanal, pecuária, ocupação urbana, indústria ceramista, mineração.	13

FONTE: Elaboração do autor, com base em fichas de campos e Ceará (2006).

De acordo com o Quadro 13, percebe-se que, quanto mais variada a tipologia de uso, maior é a possibilidade da redução da riqueza florística. O que indica que os usos inadequados contribuem para depauperar a vegetação original, que é de grande importância para o equilíbrio natural dos sistemas ambientais.

Deste modo, a caatinga é de fundamental importância para o equilíbrio dos sertões, pois fornece produtos para o consumo, comércio e indústria, como frutos, madeira, mel de abelha, higiene corporal e substâncias para tintas e fibras. É importante também para a proteção dos solos contra erosão, na sua fertilidade, bem como na conservação da água e no controle de pragas (MAIA, 2004).

No que se refere à frequência de espécies da sub-bacia, a mesma foi dividida em classes, conforme a sua presença nos sistemas da sub-bacia. Assim, se uma espécie esta presente nos seis sistemas, significa que ela tem 100% de frequência; se está presente em apenas um dos sistemas, significa que possui frequência muito baixa. Neste contexto, as classes variam de muito alta, quando a espécie está presente de 81 a 100% dos sistemas, à muito baixa, quando a espécie está presente em até 20% dos sistemas, conforme mostra a Tabela 09.

Tabela 09 - Classe de frequência das espécies conforme a sua ocorrência nos sistemas ambientais

Classe de frequência das espécies	% dos sistemas
Muito alta	81 – 100
Alta	61 – 80
Média	41 – 60
Baixa	21- 40
Muito baixa	0 – 20

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tomando como referência as principais espécies identificadas nos sistemas da sub-bacia, verifica-se que 5 delas apresentam frequência muito alta, 10 frequência Alta, 10 frequência média, 7 baixa e 32 muito baixa, conforme Quadro 14.

Quadro 14 - Distribuição das espécies vegetais por classes de frequências

Classe de frequência das espécies	% dos sistemas	Nº de espécies	Nome das espécies
Muito alta	81 - 100	5	Marmeleiro preto, Angico, Sabiá, Pau branco, Catingueira,
Alta	61- 80	10	Ameixa, Pinhão bravo, Pereiro, Mofumbo, Mandacarú, Juazeiro, Juazeiro, Jurema branca, Facheiro, Cumarú,
Média	41- 60	10	Camará, Cardeiro, Catanduva, jurema preta, macambira, maniçoba, Marmeleiro branco, Pacoté, paud'arco, xique-xique,
Baixa	21- 40	7	Burra Leiteira, Casca grossa, Frei-jorge, Goiabinha, Imburana, Mororó, Oiticica
Muito baixa	0 – 20	32	Algodão-bravo, Arapiraca, Aroeira, Bugiu, Café-bravo, Cajueiro, Camuzé, Canafístula, Canela-de-veado, Capa-bode, Carnaúba, Caroba, Cedro, Cipó-preto, Coração-de-negro, Embiratanha, Feijão-bravo, Inharé, João-mole, mamaluco, Mulungú, Murici, Orelha-de-onça, Pau-mocó, Pitiá, Quebra-faca, Quina-quina, Sipaúba, Sucupira, Timbaúba, velame, Violeta.
Total de espécies		64	

FONTE: Elaboração do autor.

Destas, se verifica que o marmeleiro preto com 100% de frequência, seguida pelo Angico, Catingueira, Pau branco e Sabiá com 83,3%. Estas espécies são de grande importância para a caatinga servindo especialmente para madeira, alimentação humana, medicina caseira, restauração florestal, forragem, e apicultura.

Vale ressaltar que o marmeleiro preto possui certa capacidade de se sobressair às demais por ser pouco exigente em solo e água e, portanto, se propaga com maior facilidade, diante das condições adversas do meio, ou seja, em áreas degradadas.

De acordo com Quadro 14, acima, entre as espécies que apresentam alta frequência estão o Facheiro, Mandacará e Jurema branca. Assim como o Marmeleiro preto, estas espécies conseguem se adaptar as condições de degradação e retirar dos solos as condições necessárias ao seu desenvolvimento, mesmo estando inseridas em áreas extremamente degradadas. As espécies da família das cactáceas também são possuidoras de tal habilidade, em função da capacidade de retenção de água. Inclusive, algumas delas como o mandacará e xiquexique são bastante utilizadas durante os períodos de secas na alimentação dos rebanhos.

O Quadro 14, acima, também mostra que as espécies com frequência média são aquelas pouco exigentes, como a macambira, xiquexique, cardeiro, marmeleiro branco e jurema preta. Estas espécies são facilmente encontradas nas áreas degradadas.

A maioria das espécies, ou seja, 32, apresenta frequência muito baixa, o que corresponde (16,6%) do total de espécies identificadas na bacia. A maioria delas está presentes na serra do Pereiro, que, mesmo degradada, possui condições ecológicas para o desenvolvimento mais favorável destas espécies, frente aos sertões.

O levantamento simplório da composição florística da sub-bacia foi suficiente para se verificar que as espécies como a imburana, mororó, frei-jorge e canafístula possuem frequência variando de baixa a muito baixa, o que pode trazer grandes prejuízos à estrutura das comunidades nativas. Estas espécies são de vasta utilidade, especialmente madeira, medicina caseira, nas primeiras fases da restauração florestal de áreas degradadas, apicultura e forragem (MAIA, 2004).

Tais dados revelam as fortes alterações que vêm ocorrendo na sub-bacia do Figueiredo, não apenas da cobertura vegetal, mas também indicam evidências dos processos erosivos, exposição de solos, aumento dos pavimentos desérticos e presença de afloramentos rochosos. Esta realidade possibilita a análise da relação entre a degradação ambiental e as formas de uso e ocupação da terra. Assim, verifica-se claramente que as práticas inadequadas corroboram para os avançados processos da degradação.

A Tabela 10 apresenta a classificação do índice de semelhança florística. Este índice varia de 0 a 1, sendo 0, sem semelhança e 1 totalmente semelhante (MUELLER-DUMBOIS e ELLENBERG, 1974).

Tabela 10 – Índice de Semelhança Florística

Classe de Semelhança	Índice
Sem semelhança	0 - 0,2
Pouca semelhança	0,21 - 0,4
Semelhante	0,41 - 0,6
Muito semelhante	0,61 - 0,8
Totalmente semelhante	0,81 – 1

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Mueller-Dumbois e Ellenberg (1974).

De acordo com esta classificação, e com base no levantamento florístico da área pesquisada, foi elaborada a matriz de semelhança florística entre os sistemas ambientais da bacia, como mostra o Quadro 15.

Quadro 15 - Matriz de semelhança florística entre os sistemas ambientais da sub-bacia do Figueiredo.

	Maciço Residual	Sertões Pereiro/ Ererê	Sertões Iracema/ Potiretama	Sertões de Alto Santo	Patamares do Apodi	Planície Fluvial
Maciço Pereiro	-	0,25	0,27	0,32	0,26	0,07
Sertões de Pereiro/Ererê	-	-	0,82	0,60	0,43	0,37
Sertões de Iracema Potiretama	-	-	-	0,74	0,47	0,42
Sertões de Alto Santo	-	-	-	-	0,63	0,33
Superfície de exumação da Formação Açú	-	-	-	-	-	0,27
Planície fluvial e área de inundação sazonal	-	-	-	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor, com base Bezerra et al, 2002.

Com base na matriz, observa-se que o maciço do Pereiro apresenta-se sem semelhança em relação à planície fluvial, com índice igual a 0,07, e com pouca semelhança em relação aos sertões de Alto Santo, com índice de 0,32. Este dado mostra que o maciço possui maior capacidade de suporte em relação às planícies por apresentar condições naturais mais favoráveis.

Os sertões de Pereiro/Ererê se apresentam totalmente semelhantes aos de Iracema/Potiretama (0,82), pouco semelhante aos de Alto Santo e a superfície de

exumação (0,60 e 0,43, respectivamente) e pouca semelhança em relação às planícies fluviais (0,37). Pode-se atribuir a semelhança florística entre os sertões pelas potencialidades e limitações que estes possuem, bem como pelos processos de usos também semelhantes. Assim, os sertões possuem condições naturais agressivas, alta capacidade de resiliência das caatingas e formas de usos semelhantes, o que pode tornar estes ambientes relativamente parecidos.

A Superfície de exumação apresenta-se semelhante aos sertões, especialmente de Alto Santo. A justificativa para tal fato se dá por ser uma área submetida às mesmas condições de semiaridez dos sertões e por possuir igual processo de ocupação, pautado em práticas rudimentares que contribuíram para depredar a biodiversidade. Assim, a substituição da cobertura vegetal original pelo cultivo do Cajueiro possibilitou a diminuição considerável da riqueza florística desta unidade ambiental.

As planícies fluviais apresentam índice de semelhança florística variando de 0,07 em relação ao Pereiro, à 0,42, em relação aos sertões de Iracema/Potiretama. Entre as razões da pouca semelhança, podem-se destacar as formas de ocupação da área. Os baixos vales fluviais vêm sendo cada vez mais ocupados pelas atividades rurais e urbanas, contribuindo para descaracterizar aquela paisagem.

Considerando todos os sistemas, verifica-se que o índice de semelhança entre si é baixo, com algumas exceções. Uma das justificativas para tal fato se refere a relação uso/capacidade suporte do ambiente. De tal modo que o ambiente dá respostas diferenciadas frente os usos. Estes podem apresentar respostas diferenciadas ao ambiente diante das suas potencialidades e limitações.

O Quadro 16 apresenta uma síntese dos principais problemas desencadeados pelos diversos usos da sub-bacia, bem como as principais diretrizes na busca de minimizar tais efeitos.

Quadro 16 – Síntese dos problemas da sub-bacia do Figueiredo e diretrizes ambientais

<b>Sistema Ambiental</b>	<b>Tipologia de uso/ocupação</b>	<b>Problemas configurados</b>	<b>Diretrizes Ambientais</b>
Maciço residual do Pereiro	Agricultura de subsistência, pecuária, extrativismo vegetal, ocupação urbana, fruticultura.	Perda da biodiversidade, erosão dos solos, Poluição dos recursos hídricos, cultivo nas vertentes íngremes, Descumprimento da legislação ambiental	Manutenção dos sistemas, Proteção dos mananciais, controle da degradação, práticas de conservação dos solos e dos recursos naturais, práticas de educação ambiental
Sertões de Pereiro/Ererê, Iracema/Potiretama Alto Santo	Agropecuária, agricultura de subsistência, extrativismo vegetal, pastagens, apicultura.	Aumento das áreas susceptíveis à desertificação, erosão e empobrecimento dos solos, perda da biodiversidade.	Recuperação dos solos e da biodiversidade, ações de combate a desertificação, práticas de educação ambiental
Superfície de exumação da Formação Açú	Agropecuária, agroextrativismo (cajuero), Cultivo de algodão, apicultura.	Perda da biodiversidade, erosão dos solos, Descumprimento da legislação ambiental	Controle da degradação, práticas de conservação dos solos e dos recursos naturais, educação ambiental.
Planície fluvial	Extrativismo vegetal (carnaúbas), agricultura de subsistência e irrigada, pesca artesanal, pecuária, ocupação urbana, indústria ceramista, mineração.	Perda da biodiversidade, assoreamentos dos canais, degradação da mata ciliar, descumprimento da legislação ambiental.	Práticas de educação ambiental e cumprimento da legislação, Recuperação da mata ciliar. Mineração controlada.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Desta feita, verifica-se que os problemas são semelhantes nos sistemas da sub-bacia. Destaca-se, porém, perda da biodiversidade, erosão dos solos, descumprimento da legislação ambiental e susceptibilidade aos processos de desertificação. Problemas estes que interfere na qualidade de vida das populações que, em maioria, apresenta índices altos de pobreza.

Em virtude disso, se faz necessário o apontamento de diretrizes, entre elas podem-se mencionar as práticas de educação ambiental, recuperação dos solos e da biodiversidade, reflorestamento, cumprimento da legislação ambiental, bem como ações de combate a desertificação.

Diante deste panorama, verifica-se que a degradação ambiental está se apresentando de forma acelerada na sub-bacia, o que necessita de prática de controle para evitar que maiores problemas sejam desencadeados com a desertificação. Assim, os sistemas ambientais, em sua maioria, apresentam

vulnerabilidade moderada, com tendência à instabilidade na falta das diretrizes relacionadas à preservação dos recursos naturais.

Deste modo, justifica-se a necessidade da gestão adequada dos recursos naturais, possibilitando o desenvolvimento com base em três setores principais, quais sejam: o social, o ambiental e o econômico, na perspectiva de garantir melhorias de condições de vida das populações.

## CONCLUSÕES

A sub-bacia do rio Figueiredo possui diversidade ambiental representativa das condições semiáridas. Comporta sistemas ambientais bem definidos, que compreendem desde áreas serranas, como o maciço do Pereiro, áreas pediplanadas, como os sertões, as planícies fluviais e áreas de inundação sazonal, além da superfície de exumação da Formação Açú. Tais sistemas possuem atividades econômicas capazes de comprometer a dinâmica ambiental, caso não sejam executadas estratégias de gestão adequada do ambiente.

A análise ambiental nesta sub-bacia constata que seus sistemas ambientais apresentam formas de uso e ocupação, configurando processos avançados de degradação ambiental.

Nesta perspectiva, os problemas ambientais se configuram especialmente na perda da biodiversidade, na degradação acelerada da cobertura vegetal, erosão do solo, cultivo inadequado das encostas, desrespeito a legislação ambiental e consequente ocorrência de indicadores de desertificação.

As causas de tais problemas remontam o período de ocupação do território cearense, quando a pecuária se apresentava como o principal vetor de ocupação. Esta atividade econômica possibilitou não somente a retirada da cobertura vegetal original para o desenvolvimento das pastagens, mas também contribuiu significativamente para a instalação dos núcleos urbanos nos baixos cursos fluviais. Esta atividade ainda vigora na atualidade, somando mais de dois séculos de depauperação da caatinga.

Associadas à pecuária, diversas outras atividades - como práticas agrícolas inadequadas, extrativismo vegetal indiscriminado, seja para obtenção de lenha, seja para madeira, manejo inadequado dos solos, ocupação urbana nas margens dos rios, práticas agroindustriais, especialmente a atividade ceramista - rompem com o equilíbrio dos sistemas ambientais, podendo ocasionar diversos problemas.

Entre eles, pode-se mencionar erosão acelerada dos solos, a baixa riqueza florística da cobertura vegetal, a perda da biodiversidade, o aumento dos pavimentos desérticos e a vulnerabilidade à desertificação, os conflitos por recursos naturais especialmente os hídricos, o assoreamento dos canais, o aumento da



pobreza, em suma, a diminuição da qualidade de vida da população, que, aliás, em sua maioria, se apresenta extremamente pobre.

A listagem da composição florística da bacia releva baixa riqueza de espécies em todos os sistemas ambientais, sendo que as espécies menos exigentes e oportunistas são as predominantes. Contudo, muitas espécies são bem adaptadas. Assim, a baixa riqueza florística dos sistemas e a pouca semelhança entre eles demonstra os efeitos da degradação ambiental.

Neste panorama, verifica-se que a bacia em questão apresenta ecodinâmica de transição nas áreas serranas pontos estáveis, especialmente nos topos e nas planícies maior instabilidade, diante dos fortes impactos e de sua alta vulnerabilidade. Assim, entende-se que a capacidade de suporte desta ainda responde positivamente, o que aponta para práticas de planejamento ambiental.

Portanto, é de fundamental importância a existência de diretrizes ambientais na sub-bacia a fim de minimizar os impactos da degradação, possibilitar a retomada da dinâmica ambiental progressiva e, conseqüentemente, proporcionar melhorias na qualidade de vida da população local, que ainda vive muito aquém de condições dignas.

Desta feita, tais diretrizes devem está voltadas para manutenção dos sistemas, proteção dos mananciais, controle da degradação, conservação dos recursos naturais, recuperação dos solos e da biodiversidade, ações de combate à desertificação, reflorestamento.

Vale ressaltar que, mesmo a bacia apresentando sinais acelerados de degradação ambiental, a sua capacidade de resiliência, associada à práticas adequadas de manejo dos recursos naturais podem proporcionar recuperação não somente do equilíbrio ambiental, mas, sobretudo, das condições de vida da população.

Para tanto, a educação ambiental, o conhecimento aprofundado dos ambientes semiáridos e da legislação ambiental vigente, bem como a participação efetiva e democrática da população civil organizada e políticas públicas eficientes podem contribuir significativamente para uma boa gestão nesta sub-bacia hidrográfica.

## REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. **Os Domínios de Natureza do Brasil**: Potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159 p.
- \_\_\_\_\_. A problemática da desertificação e da savanização no Brasil. In: **Geomorfologia**, nº 53. USP: São Paulo, 1977 20p.
- ABRAHAM E. M. e BEEKMAN, G. B. Indicadores de la Desertificación para América del Sur. Editorial Martín Fierro. Mendoza: 2006
- ANDRADE, M. C. de. **O Processo de Ocupação do Espaço Regional do Nordeste**. 2ª ed. Série Estudos Regionais. SUDENE, 1979.
- \_\_\_\_\_. **A Terra e o Homem no Nordeste**. São Paulo: Brasiliense, 3ª ed, 1973. 252p.
- ANDRADE, E. M. de; D'ALMEIDA, D. M. B. A. A irrigação e os Riscos de Degradação dos Recursos Naturais. IN: ROSA, Morsyleide de Freitas; Gondim, R. S; FIGUEREDO, M. C. B. de. **Gestão Sustentável no Baixo Jaguaribe, Ceará**. Fortaleza: Ceará. Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. Pág. 221 - 244.
- ARAÚJO, G. H. de S; ALMEIDA, J. Ribeiro de; GUERRA, A. J. T. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 320p.
- BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Ed. Vozes Ltda., Rio de Janeiro, 1975.
- BERTRAND, G. O. **Paisagem e Geografia Física Global**: Esboço metodológico. Cad. Ciências da Terra, São Paulo: Ed. Cairu, 1972.
- BEZERRA, Evandro. **A Terra e a irrigação no Nordeste**. Fortaleza: Imprensa Universitária da Universidade Federal do Ceará, 1996.
- BEZERRA, C.L.F.; TRIGUEIRO, E.R.C.; CASTRO, A.J.F. de; CASTRO, AA.S.F. de. Survey of the Vegetation in the State of Ceará in Global Change and Regional Impacts. Springer. 2002.
- BOTELHO, R. G. M; SILVA, A. S. da. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, A. C; GUERRA, A. J. T. (Org.) **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil** – 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 2010 p.153-192.
- BOTELHO, R. G. M. Planejamento Ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (Org.) **Erosão e Conservação dos solos**: Conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999 p. 269 – 295.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. [www.ibge.gov.br/cidadessat](http://www.ibge.gov.br/cidadessat) acessado em 06/08/11

\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente/ Secretaria de Recursos Hídricos. Plano Nacional de Recursos Hídricos. Brasília: MMA, 2006 135p.

\_\_\_\_. Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca. PAN-BRASIL. Brasília: Edições MMA, 2004.

\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SB.24/25 Jaguaribe/Natal**. Rio de Janeiro, 1981. (Levantamento de recursos naturais).

\_\_\_\_. Banco do Nordeste do Brasil. Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará. Vingt Un-Rosado e América Rosado. Acervo virtual Osvaldo Lamartine de Faria. Coleção Mossoense. ([www.colecaomossoense.org.br](http://www.colecaomossoense.org.br)), acessado em 25/01/12.

CARVALHO, O; NASCIMENTO, F. R. do. **Recursos Hídricos e Desenvolvimento Sustentável** (escala de necessidades humanas e manejo ambiental). In: GEOgraphya, Revista da Pós-Graduação da UFF. Niterói: RJ, 2004. P. 111-126.

CAVALCANTI, Edneida. **Para Compreender a desertificação**: uma abordagem didática e integrada. Recife: Governo do Estado de Pernambuco. 2003. 56p.

CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos. **Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos** ([www.shr.ce.gov.br](http://www.shr.ce.gov.br)) Fortaleza, 2011. Acessado em 08/08/11.

\_\_\_\_. Instituto de pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE. **Perfis Básicos Municipais – Pereiro, Ererê, Iracema, Potiretama, Alto Santo, São João do Jaguaribe**. Fortaleza, 2011a.

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

\_\_\_\_. Secretaria de Recursos Hídricos. Projeto de Desenvolvimento hidroambiental. **Bacias Hidrográficas**: Aspectos Conceituais, Uso, Manejo e Planejamento. Vol. 1. Fortaleza: 2010a 267 p.

\_\_\_\_. Assembleia Legislativa. Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos. **Caderno Regional do Pacto das Águas da Sub-bacia do Médio Jaguaribe**. Vol. 6 Fortaleza: INESP, 2009. 102p.

\_\_\_\_. Fundação Cearense de Meteorologia FUNCEME. **Degradação Ambiental e Susceptibilidade aos Processos de Desertificação na Microrregião do Médio Jaguaribe e Parte das Microrregiões do Baixo Jaguaribe e Serra do Pereiro**. Fortaleza, 2009a.

\_\_\_\_. Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura. FCPC. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Bioma Caatinga e Serras Úmidas do Estado do Ceará**. Fortaleza: PETROBRÁS, FCPC, SEMACE, UFC, 2007. 215p.

\_\_\_\_. Departamento de obras Contra as Secas DNOCS. **Zoneamento Ecológico Econômico das Áreas de Influência do Reservatório da Barragem Castanhão, Ceará.** Fortaleza, 2006.

\_\_\_\_. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Mapeamento da cobertura vegetal e do uso/ocupação do solo da APA da serra de Baturité – Ceará.** Fortaleza, 2006a.

\_\_\_\_. Instituto Agropólos do Ceará. **A experiência de Agropólos do Ceará: Impactos no agronegócio da Agricultura Irrigada.** Fortaleza, 2006b. 94 p.

\_\_\_\_. IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica. **Anuário Estatístico do Ceará.** IPECE, Fortaleza: 2005.

\_\_\_\_. CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Mapa Geológico do Estado do Ceará. Secretaria de Minas e Energia. Escala 1:500.000, 2003.

\_\_\_\_. Secretaria de Recursos hídricos. **Barragem do Figueiredo.** Relatório Técnico, 2002.

\_\_\_\_. **Projeto Áridas.** Grupo de Trabalho 1, Recursos Naturais e Meio Ambiente. Vol. 2, Governo do Estado do Ceará Fortaleza, 1994.

\_\_\_\_. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. CARTA TOPOGRÁFICA – Folha SB.24-X-C-II. Limoeiro do Norte. Folha Iracema, Pau dos Ferros e Pereiro. Escala 1:100.000. Ministério do Exército/Diretoria dos serviços Geográficos (DSG) (Terceira edição revisada e atualizada) – 1988.

\_\_\_\_. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). **Mapa Exploratório - Reconhecimento de solos do Estado do Ceará.** Escala: 1:600.000, 1972.

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

\_\_\_\_. **Geomorfologia.** 2ª ed. São Paulo: Bliicher, 1980.

\_\_\_\_. **Análise de Sistemas em Geografia.** Hucitec, Edusp: São Paulo, 1979, 106 p.

CONTI, J. B. **Clima e Meio Ambiente.** Coordenação FURLAN, S. A; SCARLATO, F. 6ª Ed. 2ª tiragem – São Paulo: Atual, 1998

COSTA, C. A. da. **Marcas da Ocupação do Solo na Dinâmica Fluvial no Médio-Baixo Jaguaribe - CE.** (Dissertação de mestrado). FORTALEZA, 2009, 143p.

CUNHA, L. H; COELHO, M. C. N. Política e Gestão Ambiental. In: CUNHA, S.B. da; GUERRA, A. J. T. (Org). **A Questão Ambiental:** Diferentes abordagens. 5ª Ed. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 2009, 205p.

CUNHA, S. B. da. GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental. In: GUERRA, A. J. T. CUNHA, S. B. da. (Org.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003 P. 337 – 377.

\_\_\_\_\_. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs). **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001, p. 211-252.

DIAS, Reinaldo. **Gestão Ambiental: Responsabilidade Social e Sustentabilidade**. São Paulo: Atlas, 2006.

DREGNE H. Envergadura y difusión del proceso de desertificación. In: **Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA):** Comision de la URSS de los Asuntos de PNUMA. Colonizacion de los territorios áridos y lucha contra La desertification: enfoque integral. Moscu: Centro de los Proyectos Internacionales - GKNT, 1987. p. 10-17.

DUQUE, José G. **Solo e Água no Polígono das Secas**. 6ª ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004 334p.

FERREIRA, A. G; MELLO, N. G. da S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a Região Nordeste do Brasil e a Influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico no Clima da Região. In: Revista Brasileira de Climatologia, Vol. 1, Nº 1. Presidente Prudente, 2005.

FRANCO, M. de A. R. **Planejamento Ambiental** para a Cidade Sustentável. 2ª ed. São Paulo: AnnaBlume: FAPESP, 2001.

GUERRA, M. D. F. **A Problemática da Desertificação nos Sertões do Médio Jaguaribe, Ceará: O Contexto do Município de Jaguaribe**. 170f. Fortaleza, 2009. (Dissertação de Mestrado)

GHEYI, H. R. Problemas de salinidade na agricultura irrigada. In: OLIVEIRA, T. S. de.; ASSIS JÚNIOR, R. N.; ROMERO, R. E.; SILVA, J. R. C. **Agricultura, Sustentabilidade e o Semi-árido**. Fortaleza: UFC, Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p.329 - 346.

GIRÃO, V. C. As Charqueadas. In: Souza, S. de. **História do Ceará**. 4ª ed. Fortaleza: Fundação Demócrito Rocha, 1995 p. 65-80.

GRANGEIRO, C. M. M. **Base Conceitual da Organização Ambiental: A Bacia Hidrográfica como Categoria de Análise do Planejamento de Uso da Natureza Semi-Árida**. Fortaleza, 2004, 126p. (Dissertação de Mestrado).

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basin: hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geolo. Soc. America Bulletin* 56 (3): 275-370

JATOBÁ, L. **As Mudanças Climáticas do Quaternário e Suas Repercussões no Relevo do Mundo Tropical**. In: Coleção Mossoroense – Série B, Nº 1238, 1993.

JUCÁ, G. N. M. A Guisa de Introdução – O Espaço Nordestino o Papel da Pecuária e do Algodão. In: Souza, S. de. **História do Ceará**. 4ª ed. Fortaleza: Fundação Demócrito Rocha, 1995 p. 15-21.

KARMANN, Ivo. Ciclo da água, água subterrânea e sua ação geológica. In: TEIXEIRA, WILSON et al. (org.). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficinas de Textos, 2000. 2ª Reimpressão, 2003, p. 113-138.

LACERDA, A. V. de. **A Semi-aridez e a Gestão em Bacias Hidrográficas**: Visões e trilhas de um divisor de ideias – João Pessoa: UFPB, 2003 164p

LEMOS, José de Jesus Sousa. Desertificação e pobreza no Semi-árido do Nordeste. In: OLIVEIRA, T. S. de; ASSIS JÚNIOR, R. N.; ROMERO, R. E.; SILVA, J. R. C. **Agricultura, Sustentabilidade e o Semi-árido**. Fortaleza: UFC, Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2000. p.114 - 127.

LIMA, M. A. O. Análise das unidades geoambientais da bacia do rio Figueiredo/CE utilizando técnicas de geoprocessamento. Monografia de especialização, UECE, Fortaleza, 2001.

MAIA, R. P. **Planície Fluvial do Rio Jaguaribe**: Evolução Geomorfológica, Ocupação e análise Ambiental. Dissertação de Mestrado, UFC, 2005. 168p.

MAIA, G. N. **Caatinga**: Árvores e Arbustos e suas utilidades. 1 ed. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora, 2004.

MAGALHÃES, M. E. R. **Impactos Sócio-Ambientais Da Construção Da Barragem Figueiredo – Alto Santo – CE**. (Monografia), Pau dos Ferros, 2010.

MATALLO JÚNIOR, H. A Desertificação no Brasil. In: OLIVEIRA, T. S. de.; ASSIS JÚNIOR, R. N.; ROMERO, R. E.; SILVA, J. R. C. **Agricultura, Sustentabilidade e o Semi-árido**. Fortaleza: UFC, Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2000. p. 89 - 113.

MENDONÇA, F. **Geografia Física**: Ciência humana? 6 ed. São Paulo: Contexto, 1998.

MILARÉ, Edis. **Direito do Ambiente**: A gestão ambiental em foco: doutrinas, jurisprudência, glossário. 6ª ed – São Paulo: Revista dos Tribunais, 2009.

MONTEIRO, C. A. de. F. **Geossistema**: A história de Uma Procura. 2ª ed.- São Paulo: Contexto, 2001.

MUELLER-DUMBOIS, D e H. ELLENBERG - Aims and Methods in Vegetation Ecology - John Wiley & Sons, N. York, 1974.

NASCIMENTO, F. R. do. CUNHA, S. B. da; ROSA, M. F. Desertificação em bacias hidrográficas semi-áridas no Nordeste brasileiro – Estado do Ceará. In: BEZERRA,

A. C. A.; GONÇALVES, C. U.; NASCIMENTO, F. R. do; ARRAIAS, T. A. (Orgs.) **Itinerários Geográficos**. Niterói: EdUFF, 2007. Pág. 281 – 310.

NASCIMENTO, F. R. do. **Degradação Ambiental e Desertificação no Nordeste Brasileiro**: O contexto da Bacia Hidrográfica do Rio Acaraú – Ceará. (Tese de doutorado). 355f. Niterói: RJ, 2006.

\_\_\_\_\_; SAMPAIO, J. L. F. **Geografia Física, Geossistemas e Estudos Integrados da Paisagem**. In: Revista da Casa de Geografia de Sobral. Sobral, v.6/7, nº 1, 2004/2005.

\_\_\_\_\_. **Recursos Hídricos e Desenvolvimento Sustentável: Manejo Geoambiental na Sub-bacia do Baixo Pacoti – CE**. Dissertação (Mestrado em Geografia). UECE, Fortaleza: 2003.

NIMER, E. **Desertificação: mito ou realidade**. Rio de Janeiro: Ver. Brasileira de Geografia. IBGE. V. 50, n.1. 1988. p. 7-39.

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

OLIVEIRA, V. V. de. Problemática da Degradação dos Recursos Naturais dos Sertões Secos do Estado do Ceará- Brasil. In: SILVA, J. B. da; DANTAS, E. W. C.; ZANELA, M. E; MEIRELES, A. J. Andrade. (Orgs). **Litoral e Sertão**, Natureza e Sociedade no Nordeste Brasileiro. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006. P. 209 - 232.

PALMIERI, F; LARACH, J. O. I. Pedologia e Geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T. CUNHA, S. B. da. (Org.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003 P. 59 - 121.

PEREIRA, R. C. M; SILVA, E. V. Solos e Vegetação do Ceará: Características Gerais. In: SILVA, J. B.; CAVALCANTE, T. C.; DANTAS, E. W. C. (Orgs.). **Ceará: Um Novo Olhar Geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005, V. Único, p. 189 -210.

PESSOA, D. M. **Caráter e Efeitos da Seca Nordestina de 1970**. Vol. 2. Série Estudo sobre as secas no Nordeste. Fortaleza: Banco do Nordeste; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 2002, 302 p.

PHILLIPI JUNIOR, A; MAGLIO, I. C. Avaliação de Impacto Ambiental. In: PHILLIPI JUNIOR, A; ALVES, A. C. Curso Interdisciplinar de Direito Ambiental – Barueri, SP: Manole, 2005.

PINHEIRO, F. J. **Documentos para a história colonial, especialmente a indígena no Ceará (1690-1825)**. Fortaleza: Fundação Ana Lima, 2011 364 p.

\_\_\_\_. O Vale do Jaguaribe: de um espaço livre dos povos indígenas para uma região da pecuária. In: Propostas Alternativas: **Vale do Jaguaribe, Natureza e Diversidade Cultural I**, 1999.

RÁDIO CANOA FM. **Agricultores sem Indenizações**: Desapropriações ainda indefinidas no Figueiredo. <http://www.canoafm.com.br> acessado em 14/01/2011.

RHODES, S. L. **Repensando a Desertificação**: O Que Sabemos e o Que Temos Aprendido? Estudo temático. Impactos de variações climáticas e desenvolvimento sustentável em regiões semiáridas (ICID), Fortaleza, 1992.

RODRIGUES, C; ADAMI, S. Técnicas fundamentais para o estudo de bacias hidrográficas. In: VENTURINI, L. A. B. **Praticando Geografia**: Técnicas de Campo e Laboratório em Geografia e Análise Ambiental. São Paulo: Oficina de textos, 2009.

RODRIGUEZ, J. M.M; SILVA, E.V da; CAVALCANTI, A. P. BRITO. **Geocologia das Paisagens**: Uma Visão Geossistêmica da Análise Ambiental. Fortaleza: Edições UFC, 2010, 222p.

ROSS, J. S. L. **Ecogeografia do Brasil**: Subsídios Para o Planejamento Ambiental. São Paulo: Oficina de textos, 2009.

\_\_\_\_. Geomorfologia, Ambiente e Planejamento. 8ª ed – São Paulo: Contexto, 2005.

\_\_\_\_. DEL PRETTER, M. E. Recursos hídricos e as Bacias Hidrográficas: Âncoras do Planejamento e gestão Ambiental. Revista do Departamento de Geografia. FFLCH/USP. Nº 12, 1998.

RUBIO, Jose .L. Desertification: Evaluation of a Concept. In: **Seminário Desertificación y Cambio Climático**. Centro de Investigaciones sobre Desertificación – CIDE/Universidad internacional Menendez Pelayo (UIMP), C.S.I.C – Valencia. 1995. 9p

SALES, M. C. L. Evolução dos Estudos de Desertificação no Nordeste Brasileiro. **GEOUSP** \_ Espaço e Tempo, São Paulo, Nº 11, pp.115-126, 2002.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento Ambiental**: teoria e prática. São Paulo: Oficina de textos, 2004.

SILVA, E. V. da; RODRIGUEZ J. M. M; MEIRELES, A. J de A. (Org). **Planejamento Ambiental e Bacias Hidrográficas**. Tomo I Planejamento e Gestão de Bacias Hidrográficas. Fortaleza, Ed UFC, 2011.

SILVA, R. M. A. da. **Entre o combate a seca e a convivência com o semiárido**: Transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento. Tese de Doutorado, Brasília – DF, 2006.

SILVA, J. B. da. O Algodão na Organização do Espaço. In: Souza, S. de. **História do Ceará**. 4ª ed. Fortaleza: Fundação Demócrito Rocha, 1995 p. 81-92.



SOUSA, M. L. M. de; NASCIMENTO, F. R. do. Degradação Ambiental e Impactos da Salinização dos solos: Desertificação nos Perímetros Irrigados Araras Norte e Baixo Acaraú, na Bacia Hidrográfica do Rio Acaraú (CE). In: SILVA, J. M. O; Silva, E. V. da; SEABRA, G; RODRIGUEZ, J. M. M (Orgs). **Gestão dos Recursos Hídricos e Planejamento Ambiental**. João Pessoa: UFPB, 2010 P. 209-216

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

\_\_\_\_\_. A problemática Ambiental: Cenários para o Bioma da Caatinga no Nordeste Brasileiro. In: SILVA, J. B. da; LIMA, L C; DANTAS, E. W. C. **Panorama da Geografia Brasileira II**. São Paulo: Annablume, 2006a p. 119-133.

\_\_\_\_\_. OLIVEIRA, V. P. V. de; NASCIMENTO, F. R. do; CORREIA, L. J. Diagnóstico geoambiental do Baixo Jaguaribe In: ROSA, M. de F; GONDIM, R.S; FIGUEREDO, M. C. B. de. **Gestão Sustentável no Baixo Jaguaribe, Ceará**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006.

\_\_\_\_\_. ROSA, M. de F; FIGUEIREDO, M. C. B. de; NASCIMENTO, F. R. do; ARAÚJO, L.deF. P; SANTOS, J. de O; CORREIA, L. J. de C. **Contexto Geoambiental das Bacias Hidrográficas do Acaraú, Curu e Baixo Jaguaribe – Estado do Ceará**. Fortaleza: Embrapa, 2005.

\_\_\_\_\_. et al, Análise geoambiental. In: **O Novo Espaço da Produção Globalizada**. ELIAS, D. (Org.) com a colaboração de Rocha, A. M. et al. Fortaleza: FUNECE, 2002a 366p.

\_\_\_\_\_. e 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.

\_\_\_\_\_. 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, 2000a. p. 06 -103.

\_\_\_\_\_. **Questões Metodológicas da Geografia Física**. Universidade Estadual do Ceará, departamento de Geociências - Curso de Mestrado em Geografia, 2000.

\_\_\_\_\_. Subsídios para uma Política Conservacionista dos Recursos Naturais Renováveis do Ceará. In: Terra Livre – São Paulo: ABG/Marco Zero, 1998.

\_\_\_\_\_. Contribuição ao Estudo das Unidades Morfo-estruturais do Estado do Ceará. Rev. de Geologia (1): 73-91, 1988.

SOTCHAVA, V. B. **O estudo de Geossistemas**. Métodos em Questão. Universidade de São Paulo – Instituto de Geografia: São Paulo, 1977.

STRALLER, A, N. **Geografia Física**. Barcelona: Ed Omega, S. A – Casa Nova, 1975

SUERTEGARAY, D. M. A. Desertificação: Recuperação e Desenvolvimento Sustentável. In: OLIVEIRA, T. S. de; ASSIS JÚNIOR, R. N.; ROMERO, R. E.; SILVA, J. R. C. **Agricultura, Sustentabilidade e o Semi-árido**. Fortaleza: UFC, Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2000. p.249 - 289.

SUDENE-ASMIC. Estudo Geral de Base do Vale do Jaguaribe (GEVJ) – Aspectos sócio-culturais. v. 9. Recife, 1967.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**: publications in climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104 p.

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

TUCCI, E. M; HESPANHOL, I; NETTO, O. de M. C. **Gestão da Água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001, 156p.

VEADO, R. A. **O Geossistema**: Embasamento Teórico e Metodológico (Relatório de qualificação). UNESP: Rio Claro, 1995.

VENTURINI, L. A. B. **Praticando Geografia**: Técnicas de Campo e Laboratório em Geografia e Análise Ambiental. São Paulo: oficina de textos, 2009.

VIEIRA, P.P.B; GONDIM FILHO, J. G. C. Água Doce no Semi-árido. In: REBOLÇAS, Aldo, da C; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galizia. **Águas Doces no Brasil**: Capital Ecológico, Uso e Conservação. 3ª ed. Escrituras, São Paulo, 2002.