



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
MESTRADO EM GESTÃO E POLÍTICAS AMBIENTAIS**

VALÉRIA BRITO SILVA

**DIAGNÓSTICO DA DESERTIFICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE
IBIMIRIM-PÉ**

RECIFE
2006

VALÉRIA BRITO SILVA

DIAGNÓSTICO DA DESERTIFICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE IBIMIRIM-PÉ

Dissertação apresentada ao Mestrado em
Gestão e Políticas Ambientais da
Universidade Federal de Pernambuco –
UFPE, como requisito para obtenção do
título de Mestre.

ORIENTADOR: Profa. Dra. Eugênia
Cristina Gonçalves Pereira.

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. Fernando
Mota Filho.

RECIFE
2006

S586d Silva, Valéria Brito

Diagnóstico da desertificação no município de Ibimirim - PE. – Recife: O Autor, 2006.

86 folhas : il., tab., graf., fotos.

Orientador: Eugênia Cristina Gonçalves Pereira

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CFCH. Programa de Pós-graduação Gestão e Políticas Ambientais. Recife, 2006.

Inclui bibliografia.

1. Desertificação. 2. Meio ambiente 3. Salinização dos solos. 4. Agricultura irrigada. 5. Pernambuco - Ibimirim. I. Título.

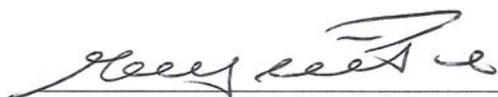
**CDU: 504.5 (2. ed.)
CDD: 333.736 (22. ed.)**

**UFPE
BCFCH2007/09**

Diagnóstico da Desertificação no Município de Ibimirim - PE

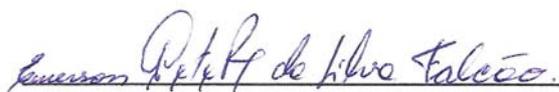
Valéria Brito Silva

Dissertação apresentada e aprovada em 24/08/2006, pela banca examinadora constituída pelos professores:



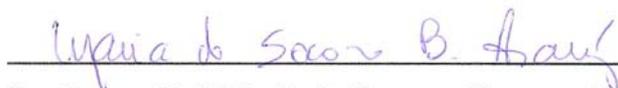
Prof.ª Dr.ª. Eugênia Cristina Gonçalves Pereira

(Presidente da Banca)



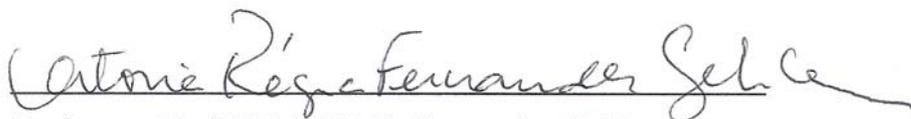
Professor Dr.º Emerson Peter da Silva Falcão

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)



Professora Dr.ª. Maria do Socorro Bezerra de Araújo

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)



Professora Dr.ª Vitória Régia Fernandes Gehlen

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Este trabalho é dedicado à minha
filha Cecília, que está pra chegar
e, a minha querida mãe, Josefa
do Nascimento Brito
(*in memoriam*) e ao meu pai,
Damião de Brito Silva
(*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo que ele tem me proporcionado ao longo de minha trajetória científica e na minha vida pessoal.

A meus orientadores e amigos Eugênia e Fernando Mota por tudo, desde a batalha para ingressar no mestrado até a fase de conclusão recebi tanto apoio técnico de forma sábia e inteligente quanto apoio moral que subsidiaram esta conquista.

A Prefeitura de Ibimirim, em especial a Secretaria de Saúde e de Cultura pelo apoio dado durante as pesquisas de campo, tendo como facilitadora a secretária de Desenvolvimento Econômico, Turismo e Esporte, Maria do Carmo Carvalho (Nininha) que agradeço por toda atenção dispensada.

A 3ª Divisão de Levantamento Geográfico – 3ª DL – pela liberação de fotografias aéreas e cartas digitais.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA – por ter contribuído com informações de maneira atenciosa.

Ao Laboratório de Meteorologia de Pernambuco – LAMEPE – por ter disponibilizado dados climatológico do município.

A Secretária de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente de Pernambuco – SECTMA – pela doação de matérias como livros e publicações, através do Gestor de Combate à Desertificação e convivência com a Seca Sérgio de Azevedo Mendonça.

Ao Serviço Geológico do Brasil – CPRM – por ter disponibilizado material para pesquisa geológica do município entre outras informações.

A todos os professores e colegas do curso pelo convívio tão agradável durante às aulas.

A minha família pela presença constante de amor e carinho.

Ao profº Antônio Sérgio Melo por ter sempre acreditado no meu sucesso.

A secretária do mestrado Solange pela simpatia sempre disposta a nos atender.

Ao meu marido, André Silva, pelo incentivo, sugestões e paciência, e por ter estado sempre presente nessa minha conquista.

*"Quem dedica-se aos estudos das causas ambientais,
dedica-se à vida, dedica-se a si mesmo"*

RESUMO

A desertificação afeta as regiões áridas, semi-áridas e sub-úmidas secas do planeta. No Brasil ocorre na região Nordeste, em virtude do uso e manejo inadequado dos recursos naturais. Em Ibimirim, Estado de Pernambuco, são identificadas áreas degradadas em processo de desertificação por tais motivos, com ênfase a projetos de irrigação, a maioria desativada. Por isso, neste trabalho objetivou-se identificar áreas em processo de desertificação nesse município, diagnosticando-as através de parâmetros e indicadores relatados na literatura. Em adição, delineou-se o perfil socioeconômico de agricultores do município e sua percepção do problema da desertificação. Foram utilizadas cartas topográficas para plotagem dos núcleos de desertificação, com apoio de GPS. A partir destes dados, foram cruzadas informações de mapas geológico, geomorfológico, climático e fitoecológico, com imagens de satélite (Landsat-TM 7 de 15/09/2002), composta pelas bandas 3, 4 e 5, para elaboração de um mapa de vegetação e uso do solo. Aos colonos residentes nas agrovilas implantadas pelo projeto de irrigação, foram aplicados questionários semi-estruturados. Foi possível constatar que as áreas irrigadas encontram-se bastante degradadas, com solos salinizados e vegetação escassa ou ausente. Dentre os indicadores de desertificação, a irrigação por inundação, considerada inadequada, em detrimento das características físicas local foi o mais expressivo. Registraram-se também atividades predatórias como olaria, carvoaria e pecuária semi-extensiva. As duas primeiras consideradas atividades muito impactantes, visto que ambas utilizam a vegetação lenhosa da caatinga e, a olaria degrada áreas extensas de solo aluvial, que está entre os mais férteis da área de estudo e tem sua mata ciliar totalmente destruída. Os agricultores, ainda habitando as agrovilas, utilizam-se destas atividades, como alternativa de sobrevivência em virtude do fracasso do projeto de irrigação, ou ainda integrando-se ao comércio. Os que permanecem na atividade, financiam a irrigação com recursos próprios. De toda forma, tais atividades vêm contribuindo para o aumento dos núcleos de desertificação. São sugeridas ações governamentais, com participação da população local para preservação ambiental e recuperação das áreas degradadas.

Palavras-chave: desertificação; salinização dos solos; agricultura irrigada; caatinga; Ibimirim.

ABSTRACT

The desertification affects the arid, semi arid and sub humid regions of planet. In Brazil it occurs on Northeastern region, due to inadequate use and management of natural resources. In Ibimirim, Pernambuco State, degraded and desertification areas are identified by these reasons, with emphasis to irrigation projects, mainly of them inactivated. This way, the objective of this work was identify desertification areas, or in desertification process in this municipality, diagnosing them through parameters and indicators mentioned in the literature. In addition, a socioeconomic profile of agriculture workers of municipality was delineated, and their perception about desertification problem. Topographic maps for plotting desertification cores, allowed by GPS, were used. From these data, information from geologic, geomorphologic, climatic and phyto-ecological maps were crossed with satellite images (Landsat TM 7, 15/set/2002), composed by 3, 4, and 5 bands, for elaboration of vegetation and land use map. To resident settlers, semi structured questionnaires were applied. It was possible to establish that irrigated area is very degraded, with salinized soils and scarce or absent vegetation. Among the desertification indicators, the inadequate irrigation was the most expressive one. Besides, were registered predatory activities as brick factory, charcoal kiln and semi extensive cattle raising. The two firstly mentioned are considered very impacting activities, since that both of them use wood vegetation from caatinga, and brick factory causes degradation to huge area of alluvial soil, that is one the most fertile in the studied area, and has its riparian vegetation totally destroyed. The agriculturists, that yet inhabit the agro-villages, make use of those activities as alternative to new situation, or integrating themselves to commercial activity. The ones that keep the same activity support the irrigation by their own resources. Nevertheless, the activities contribute for increasing the desertification cores. Government actions are suggested, with local population participation for environmental preservation and recovering of degraded areas.

Keywords: desertification; salinized soil; irrigated agriculture; caatinga; Ibimirim.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	10
LISTA DE TABELAS	12
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	13
1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1 Aspectos históricos da desertificação	17
2.2 Definições da desertificação	18
2.3 Desertificação em Pernambuco	19
2.4 Caracterização da caatinga	20
2.5 Irrigação de áreas semi-áridas	23
2.6 Degradação do solo por salinização	24
2.7 Gestão ambiental	26
3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	29
3.1 Município de Ibimirim	29
3.2 Ambiente climático	30
3.2.1 Distribuição das chuvas e suas relações com as massas de ar	30
3.2.2 Classificação climática e regime térmico	31
3.2.3 Umidade relativa do ar	32
3.2.4 Balanço hídrico	32
3.3 Geologia	34
3.4 Geomorfologia e Relevo	39
3.5 Solo	41
3.5.1 Características gerais das classes de solos encontrados no município para irrigação	42
3.6 Cobertura vegetal	46
4 MATERIAIS E MÉTODOS	47

4.1	Levantamento bibliográfico e cartográfico _____	47
4.2	Trabalho de campo _____	48
4.2.1	Identificação e análise de áreas degradadas _____	48
4.2.2	Entrevistas _____	48
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO _____	51
5.1	Ações antrópicas no município de Ibimirim _____	51
5.1.1	Utilização do espaço para agricultura _____	51
5.1.2	Utilização do espaço para pecuária _____	55
5.1.3	Exploração das madeiras _____	57
5.1.4	Impacto causado pela irrigação _____	60
5.1.5	Impacto causado pela retirada do material aluvial _____	63
5.2	Diagnóstico de reconhecimento da desertificação no município ____	64
5.2.1	Parâmetros para o diagnóstico _____	64
5.2.2	Os núcleos de desertificação: tipos e identificação _____	65
5.2.3	Gestão ambiental para o município de Ibimirim-PE _____	67
5.3	Análise da entrevista com os colonos _____	72
6	CONCLUSÃO _____	78
7	REFERÊNCIAS _____	81

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<i>Figura 1 – Geologia de Ibimirim-PE (ROCHA e LEITE, 2000).</i>	35
<i>Figura 2 – Mapa dos principais solos do município de Ibimirim-PE (Adaptado de EMBRAPA, 2001).</i>	45
<i>Figura 3 - Área de agricultura de subsistência (milho) em Ibimirim-PE.</i>	52
<i>Figura 4 - Área preparada para a agricultura sendo observada a retirada da vegetação nativa em Ibimirim –PE.</i>	52
<i>Figura 5 – Erosão em sulcos (ravinamentos) em Ibimirim-PE.</i>	53
<i>Figura 6 – Área desmatada para pastagem. Ao fundo a presença de gado em Ibimirim-PE.</i>	56
<i>Figura 7 – Pecuária extensiva característica nas regiões do sertão nordestino, sendo esta causadora de forte degradação ambiental em Ibimirim-PE.</i>	57
<i>Figura 8 – Material madeireiro utilizado para fabricação de carvão vegetal em Ibimirim-PE.</i>	58
<i>Figura 9 – Forno de carvoaria, material lenhoso para fabricação do carvão vegetal em Ibimirim-PE.</i>	58
<i>Figura 10 – Tijolos produzidos no município de Ibimirim com a utilização de solos de aluvião. Presença de crateras provocada pela retirada do mineral.</i>	59
<i>Figura 11 – Forno de olaria. O material lenhoso é proveniente da caatinga, um dos fatores de degradação do ecossistema em Ibimirim-PE.</i>	59
<i>Figura 12 – Área com processo de salinização em decorrência da irrigação em Ibimirim-PE.</i>	60
<i>Figura 13 – Presença de <i>Jatropha mollissima</i> indicando a ocorrência de salinização do solo em Ibimirim-PE.</i>	62
<i>Figura 14 – Canaletas de irrigação do perímetro em estado de abandono, município de Ibimirim-PE.</i>	63
<i>Figura 15 – Crateras provocadas pela retirada do solo aluvial para uso nas olarias na fabricação de tijolos em Ibimirim-PE.</i>	64
<i>Figura 16 – Mapa de vegetação e uso do solo elaborado com base na imagem de satélite a partir da cena 215_066 do Satélite Landsat-TM 7, da data de 15/09/2002, composta pelas bandas 3, 4 e 5. Em destaque, os pontos plotados por GPS, onde foram avaliados os núcleos de desertificação.</i>	66

<i>Figura 17 – Viveiros para prática da piscicultura com objetivo de alevinagem (reprodução) em Ibimirim-PE.</i>	71
<i>Figura 18 – Principais produtos agrícolas produzidos nas agrovilas em Ibimirim-PE</i>	74
<i>Figura 19 – Produção agrícola antes do projeto de irrigação em Ibimirim-PE</i>	75
<i>Figura 20 – Produção agrícola durante o funcionamento do projeto de irrigação em Ibimirim-PE.</i>	75
<i>Figura 21 – Produção agrícola após a interrupção do projeto de irrigação em Ibimirim-PE.</i>	76
<i>Figura 22 – Produtores beneficiados pelo projeto de irrigação em Ibimirim-PE.</i>	76
<i>Figura 23 – Atividades econômicas surgidas após o interrupmento do projeto de irrigação em Ibimirim-PE.</i>	77

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1 – Determinação do índice global e nível de umidade</i>	<i>32</i>
<i>Tabela 2 – Balanço hídrico de Thornthwaite para o posto pluviométrico da estação de Jeritacó no município de Ibimirim-PE</i>	<i>33</i>
<i>Tabela 3 – Balanço hídrico de Thornthwaite para o posto pluviométrico da estação de Moxotó no município de Ibimirim-PE</i>	<i>33</i>

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIA	Avaliação do Impacto Ambiental
APNE	Associação de Plantas do Nordeste
ASD	Áreas Susceptíveis a Desertificação
CCD	Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação
CODEVASF	Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco
COP 3	Conferência das Partes da Convenção de Desertificação
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPT	Evapotranspiração Potencial
GPS	Sistema de Posicionamento Global ou <i>Global Positioning System</i>
ha	Hectare
Ia	Índice de aridez
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
Ig	Índice global
Ih	Índice hídrico
Iu	Índice de umidade
LAMEPE	Laboratório de Meteorologia de Pernambuco
PAN-Brasil	Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca
PNF	Programa Nacional de Florestas
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
SECTMA	Secretaria da Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente de Pernambuco
SUDENE	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
TNC	<i>The Nature Conservancy of Brazil</i>
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura ou <i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation</i>
UNIVALE	Associação dos Produtores Rurais e Irrigantes do Vale do Moxotó
UTM	<i>Universal Transverse Mercator</i>
VCAS	Vórtices Ciclônicos de Ar Superior
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
ZEE	Zoneamento Ecológico Econômico
ZAPE	Zoneamento Agroecológico de Pernambuco

1 INTRODUÇÃO

A sobrevivência dos seres vivos depende dos recursos naturais: ar, água, solo e sol. O quantitativo da produção de alimentos está diretamente relacionado com a fertilidade do solo. A manutenção da população de uma região depende da água e do solo disponíveis para explorações. É, portanto, relevante à manutenção da boa qualidade da água e da conservação dos recursos naturais – solo e floresta – para que o povo de um país alcance progresso, desenvolvimento familiar e social (CORRÊA, 1966).

As comunidades buscam na natureza recursos para sobreviver. Nessa busca faz-se uso dos recursos naturais, sem um manejo adequado desencadeando através, principalmente, dos desmatamentos, diversos problemas ambientais, tendo como o mais expressivo a desertificação (BRITO, 2002).

Desertificação é o empobrecimento dos ecossistemas áridos, semi-áridos e sub-úmidos secos, sob os efeitos combinados das atividades humanas e da seca. As transformações que neles ocorrem podem ser avaliadas pela perda de produtividade da cultura, alterações por vezes irreversíveis da cobertura vegetal, modificações da biodiversidade, aceleração da erosão e da degradação dos solos, assim como dos riscos para a vida da população (BRASIL, 1986; SILVA, 1993; MELO, 1998).

A carta da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) sobre desertificação, em 1977, já indicava para o Brasil as áreas significativas classificadas como semi-áridas. Estas representam o Polígono das Secas no Nordeste brasileiro (abrangendo grande parte dos oito estados do Nordeste e norte de Minas Gerais), domínio das caatingas, com cerca de 860.342 km² (PNUD, 1996; RODRIGUES *et al.*, 1995). No Brasil, este fenômeno passou a ser discutido por Vasconcelos Sobrinho (1978) que localizava as áreas susceptíveis na região do semi-árido nordestino (PERNAMBUCO, 1999).

Os problemas da desertificação no Nordeste brasileiro têm despertado a atenção de diversos outros estudiosos (SILVA, 1993), porém, face à extensão do

semi-árido Nordestino, onde vivem 25 milhões de pessoas, com os piores índices de desenvolvimento humano (PNUD, 1996), muito se tem ainda a estudar de forma a contribuir para o desenvolvimento sustentado da região.

As causas da desertificação em Pernambuco não diferem das que são encontradas em outros Estados do Nordeste. O uso dos solos, a pecuária extensiva ou a semi-extensiva, exploração mineral, e de recursos florestais da caatinga, além de outros fatores, vêm, ao longo dos anos, causando profundas transformações nesse domínio bio-morfoclimático, acelerando processos que desencadeiam a formação de núcleos de desertificação em várias microrregiões pernambucanas (VASCONCELOS SOBRINHO, 1982).

Segundo dados da Política Estadual de Controle da Desertificação de Pernambuco, 148 municípios fazem parte de áreas de susceptibilidade e, 98 deles, apresentam algum nível de degradação, seja por erosão, desmatamento, salinização ou mesmo poluição, devido ao uso de agrotóxicos.

Nesse contexto pode-se citar o município de Ibimirim onde foi construído o maior açude de Pernambuco, que serviria para combater a seca na Microrregião do Sertão do Moxotó. Porém, a má gestão dos recursos hídricos levou o perímetro irrigado a sofrer com a salinização do solo. A agricultura irrigada foi impulsionada com a implantação pelo Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) do Perímetro Irrigado do Moxotó, com cerca de 5.000 ha. Tais causas são consideradas fortes indicadoras de processos de desertificação.

De acordo com os dados disponíveis do nível de degradação que leva à desertificação no Estado de Pernambuco têm-se três grandes grupos:

1. Muito Grave;
2. Grave;
3. Áreas susceptíveis com diferentes problemas ambientais.

As áreas com nível "Muito Grave" de degradação fazem parte da mesorregião do São Francisco (São Francisco e Itaparica) e somam 22.884 km², enquanto aquelas de nível "Grave" estão no Sertão Pernambucano (Pajeú/Moxotó), representando 10.152 km². Isso se explica pelo fato de que as áreas do São Francisco Pernambucano foram submetidas ao uso mais intensivo por parte da

população, devido à proximidade do rio, enquanto as áreas de classificação “grave”, onde está o município de Ibimirim, encontra-se em nível de maior isolamento (PERNAMBUCO, 2003) Mesmo apresentando sinais e sintomas de degradação ambiental e o maior açude do Estado, o município de Ibimirim, surpreendentemente, não faz parte do Programa de Combate à Desertificação em Pernambuco, o que contribuiu para a seleção deste município para este estudo.

Por isso, neste trabalho objetivou-se realizar um diagnóstico da degradação ambiental com evidentes núcleos de desertificação no município de Ibimirim, propor estratégias que permitam ao poder público normalizar as ações humanas no quadro ambiental e, desenvolver uma prática racional de utilização do espaço, evitando assim, a degradação ambiental nas áreas produtivas do município, procurando minimizar os efeitos das atividades humanas pretéritas sobre o meio já em uso.

A importância de se compreender bem a desertificação em um dado local provém de sua amplitude com relação à superfície das terras, número das pessoas afetadas e o ritmo com que se produz (VASCONCELOS SOBRINHO, 1982). Portanto, se faz necessário, e até urgente, caracterizar o quadro ambiental da desertificação no município de Ibimirim.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Aspectos históricos da desertificação

A desertificação começou a ser discutida pela comunidade científica nos anos 30, decorrente de um fenômeno ocorrido no meio oeste americano conhecido como *Dust Bowl*, onde a intensa degradação dos solos afetou uma área com cerca de 380.000 km² nos Estados de Oklahoma, Kansas, Novo México e Colorado. O termo 'desertificação' surgiu na França, no final da década de 40, para designar áreas que estavam ficando parecidas com desertos, ou aquelas em que os desertos aparentavam estar expandindo-se.

O interesse global pelo tema, só foi despertado após a grande seca de seis anos (1968-1973) que ocorreu na região africana do Sahel, que abrange vários países. Esse fenômeno, que vitimou mais de 500.000 pessoas, alertou a comunidade internacional que reconheceu o impacto econômico, social e ambiental do problema. Por isso, realizou-se a 1ª Conferência Internacional das Nações Unidas para o Combate à Desertificação, em 1977, na cidade de Nairobi no Quênia. O tema passou a ser objeto de preocupação dos cientistas em todo o mundo. Constituiu-se um esforço coordenado no sentido de melhor compreender o que seja desertificação e, quais os meios de identificação do processo e procedimentos para contê-lo em sua expansão. Na época concluiu-se que um terço do mundo já era constituído de desertos e, anualmente, outras grandes áreas, no total de 50.000 km², se desertificavam (VASCONCELOS SOBRINHO, 1978a; BRASIL, 1998).

O agravamento da desertificação possibilitou, durante a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento-Rio-92, a negociação de uma Convenção Internacional de Combate à Desertificação, cuja implementação teve início em 1996. Em 1997, realizou-se a primeira reunião da Convenção de Desertificação, em Roma. Na conferência, definiu-se que o fenômeno da desertificação acontece mais em consequência da ação do homem do que por mudanças climáticas (ONU, 2000). Em 1999, Olinda foi sede da 3ª Sessão da Conferência das Partes da Convenção de Desertificação – COP 3. Participaram representantes de 190 países, além de diversos setores da sociedade a fim de

definir conceitos e propor soluções (PERNAMBUCO, 1999).

2.2 Definições da desertificação

Segundo Vasconcelos Sobrinho (1979), “desertificação é o processo de degradação progressiva da cobertura vegetal, do solo e do regime hídrico resultante das condições climáticas e edáficas, ou da ação do homem, ou ambas as coisas conjuntamente, conduzindo à destruição dos ecossistemas primitivos, à redução de sua produtividade e da capacidade de se recuperarem”.

Retallack (1990) conceitua a desertificação como um processo de deterioração ambiental, resultante do rompimento da estabilidade de uma paisagem, dando origem a eventos catastróficos de erosão de vertentes, denudação de solos cultiváveis, formação de campo de dunas, etc. que são fenômenos de um deserto. A desertificação é freqüentemente induzida pelo homem (ação antrópica), mesmo em regiões de clima não desértico, através do uso inadequado do espaço físico, como o que parece ter acontecido na antiga Grécia. Para Rodrigues *et al.* (1995) a desertificação é o conjunto de fatores que provocam a perda parcial ou total do solo, no ambiente físico; da biomassa, no ambiente biológico; e da qualidade de vida, no ambiente humano.

A palavra desertificação vem induzindo a alguns erros de interpretação. Para muitos significa que os desertos do mundo estão crescendo, cobrindo superfícies cada vez maiores de terras férteis. Realmente os limites dos desertos podem se expandir, ou retrair ciclicamente em função das flutuações do clima, mas não é o caso. Na verdade, o processo de desertificação é mais contundente, envolvendo áreas muitas vezes distantes do deserto mais próximo. São áreas isoladas, às vezes pequenas, onde os solos ficam empobrecidos e com a capacidade de regeneração comprometida, em função de práticas inadequadas (SCHENKEL e MATALLO-JUNIOR, 1999). É necessário fazer a ressalva de que os desertos são ecossistemas específicos, formados a partir de alguns pré-requisitos, e possuem dinâmicas próprias (PERNAMBUCO, 2001).

Na desertificação se verifica um *déficit* profundo de água, ou ausência de vegetação numa determinada área. Provém de alterações climáticas ou de atividades humanas, principalmente a devastação florestal (VIEZZER e OVALLES, 1995). Por isso, fazem-se necessários estudos que estabeleçam as verdadeiras causas e conseqüências, como também formas de combate e controle do referido processo (VASCONCELOS SOBRINHO, 1971; 1978; 1982; RODRIGUES *et al.*, 1992, RODRIGUES *et al.* 1995; MELO, 1998; BRITO, 1999; BRITO, 2002).

As secas e a desertificação são distintas nos seus efeitos e nas suas causas. A desertificação é um processo cumulativo de deterioração nas condições ambientais, que num estágio mais avançado afeta também as condições econômicas e sociais. A interferência humana tem um papel decisivo na sua instalação e no seu avanço e, de maneira geral, na sua reversibilidade, que raramente ocorre de forma espontânea, sem que pelo menos as ações prejudiciais sejam suspensas ou reduzidas. A seca é um fenômeno natural reversível, de ocorrência esporádica ou repetida numa periodicidade complexa e não esclarecida. Os efeitos da seca que perduram além do seu período, podem ser enquadrados como parte do processo de desertificação (SAMPAIO *et al.*, 2003).

Os trabalhos existentes sobre desertificação e seus indicadores precisam de grande atenção da parte governamental, pois a geração de conhecimento e a obtenção de dados para o estudo da desertificação são onerosos e demorados. Infelizmente as instituições governamentais têm atingido “por espasmos”, isto é, não se tem dedicado uma “ação contínua” sobre o tema, o que acaba provocando atrasos e perdas a cada refluxo no interesse público sobre o assunto (MATALLO-JÚNIOR, 2001).

2.3 Desertificação em Pernambuco

O Estado de Pernambuco tem uma área continental de 98.937 km² e uma população de 7.399.071 habitantes distribuídos em 185 municípios. Divide-se em três grandes faixas: o Sertão (que ocupa 63% da área do Estado, com 63.209,8

km²), o Agreste e a Zona da Mata/Litoral. Cada uma dessas áreas é composta por Mesorregiões que guardam particularidades entre si e, têm demonstrado sua importância na dinâmica do Estado, tanto no aspecto econômico quanto social. As áreas de Agreste e Sertão somam 90.067 km² em 145 municípios, constituindo-se pelos critérios da Convenção da Desertificação, em áreas de risco de desertificação. A população residente é de cerca de 3.571.941 habitantes. Pernambuco é o segundo Estado mais atingido pela desertificação, perdendo apenas para a Paraíba (DESERTIFICAÇÃO, 2000; PERNAMBUCO, 2003).

Assim como nos demais Estados do nordeste brasileiro, os maiores riscos de desertificação ocorrem na região semi-árida aonde a utilização do solo e da vegetação vem propiciando a intensificação do processo erosivo, agravado pelas características climáticas (grande potencial erosivo e má distribuição das chuvas, altas temperaturas e ventos secos), que agravam a degradação do ambiente. Embora as secas contribuam de maneira marcante para a desertificação, constata-se que, quando não ocorre intervenção humana, os ecossistemas naturais se recuperam (BRASIL, 1986).

Além desses fatores vale salientar que práticas agrícolas inapropriadas, sobretudo os modelos de desenvolvimento imediatista associados a um sistema concentrado de propriedade de terra - introduzem graves problemas sócio-econômicos que se agravam quando sobrevêm as secas (BRITO, 2002).

2.4 Caracterização da caatinga

A primeira menção feita à caatinga deve-se a Gabriel Soares de Souza em sua obra "Tratado descritivo do Brasil", publicada em 1587. O termo Caatinga é formado por duas palavras de origem tupi *Kaa* (floresta, mata) e *Tinga* (branco, claro). Ele designa um tipo de vegetação arborescente, xerófilo e caducifólio que recobre as terras semi-áridas do nordeste brasileiro. Sua primeira menção científica deveu-se a Martius, 1840: *Sylva aestu aphylla*. Ele destaca seus traços principais: vegetação arborescente, portanto, lenhosa (*sylva*), e perda total das folhas (*aphylla*) durante a estação seca (*aestu*) (MELO, 1998).

Segundo Melo (1983), vários autores reconhecem três combinações que consideram como sendo as formações típicas da caatinga: a arbórea, a arbustiva e a herbácea. Para esses autores toda a caatinga é uma vegetação secundária oriunda de uma formação primária: a floresta densa seca (caatinga arbórea) (BRITO, 2000). Em afloramentos rochosos ocorre a vegetação rupestre, onde predominam as bromeliáceas e cactáceas, e uma elevada presença de musgos e líquens (LIMA, 2001).

Dois importantes eventos sobre caatinga ocorreram no Estado de Pernambuco. O primeiro deles correspondente ao *Seminário Biodiversidade da Caatinga* – que ocorreu em Petrolina-PE (2000) no centro de pesquisas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). O segundo evento - *Seminário de Planejamento Ecorregional da Caatinga - 1ª etapa*, que se beneficiou positivamente do primeiro, ocorreu em Aldeia-PE em 2001. Sua realização esteve a cargo da *The Nature Conservancy of Brazil* (TNC) e da Associação de Plantas do Nordeste (APNE). No Seminário de Aldeia, a ecorregião foi definida como uma unidade relativamente grande de terra e água delimitada pelos fatores bióticos e abióticos que regulam a estrutura e função das comunidades naturais que lá se encontram. As ecorregiões, assim definidas, refletem bem a distribuição da biodiversidade, representando conceito de ampla utilidade na definição de planos de desenvolvimento sustentável e de conservação, que podem contribuir para assegurar a eficiência e a eficácia das ações programadas. As fronteiras entre ecorregiões correspondem a lugares onde fatores controladores mudam significativamente, como ocorre, por exemplo, com os padrões de precipitação, a altitude e o relevo (BRASIL, 2004).

Nas ecorregiões propostas para o bioma Caatinga, estão incluídos tipos como a caatinga arbustiva e a caatinga arbórea, a mata seca e a mata úmida, o carrasco e as formações abertas com domínio de cactáceas e bromeliáceas, entre outros. Leal *et al.* (2003) referem que o carrasco inclui espécies da caatinga, mas é florística, fisionômica e fenologicamente (semidecídua) mais próximo ao cerrado sendo, portanto, não aceito como parte da caatinga. De acordo com as conclusões dos seminários citados, o bioma Caatinga pode ser subdividido em oito ecorregiões (BRASIL, 2004):

1. Complexo Campo Maior;
2. Complexo Ibiapaba-Araripe;
3. Depressão Sertaneja Setentrional;
4. Planalto da Borborema;
5. Depressão Sertaneja Meridional;
6. Dunas do São Francisco;
7. Complexo Chapada Diamantina;
8. Raso da Catarina.

Outro grupo de autores tem tentado analisar e identificar as diferentes unidades de vegetação de Caatinga, seguindo critérios fisionômicos-florísticos. Uma contribuição importante neste sentido foi dada por Luetzelburg (1922, 1923) no “Estudo Botânico do Nordeste”. Sua classificação, apesar de conter alguns erros taxonômicos e conceituais (Andrade-Lima, 1954), pode ser ainda vista como um arcabouço na concepção de Andrade-Lima (1981). Luetzelburg dividiu a Caatinga em duas classes amplas, subdividida em vários grupos (PRADO, 2003).

- a) Caatinga arbustiva, incluindo: 1.1- Caatinga *Euphorbia* - *Craton*- *Caesalpinia*; 1.2- Caatinga *mimosa* – *Caesalpinia*; 1.3- Caatinga *Spondias* – *Caesalpinia* – *Cnidocolus*; 1.4- Caatinga *Cereus* – *Mimosa* – *Spondias* – *Bromélia*; 1.5- Caatinga *Combretum* – *Aspidosperma* – *Caesalpinia*; 1.6- Caatinga *Jatropha* – *Cnidocolus* – *Mimosa*; 1.7- Caatinga *Ceiba* (sub *Chorisia*) – *Mimosa* – *Manihot*; 1.8- Caatinga-carrascal ou “Caatinga suja”, 1.9- Caatinga serrana.
- b) Caatinga arbórea , incluindo: 2.1-Caatinga *Aspidosperma* – *Schinopsis* (sub *Melanoxylon*) – *Piptadenia*; 2.2 – Caatinga *Chorisia* – *Piptadenia* – *Spondias*; 2.3 – Caatinga *Cocos coronata* – *Copernicia prunifera* – *C. comosa* (sub *Mimosa*).

A província das caatingas no Nordeste do Brasil estende-se de 2° 54' a 17° 21' S incluindo os Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, a maior parte da Paraíba e Pernambuco, sudeste do Piauí, oeste de Alagoas e Sergipe, região norte e central da Bahia e uma faixa estendendo-se em Minas Gerais seguindo o rio São Francisco, juntamente com um enclave no vale seco da região média do rio Jequitinhonha. A

ilha de Fernando de Noronha também deve ser incluída (ANDRADE–LIMA, 1981; LEAL *et al.*, 2003) Geograficamente, a Caatinga ocupa 12,14% do território nacional (BRASIL, 2004).

A caatinga é a formação florestal de maior representatividade do Estado de Pernambuco, ocupando cerca de 2/3 de seu território. Mais do que o aspecto territorial, ela é a principal fonte de subsistência de uma parcela considerável da população nordestina que, direta ou indiretamente, precisa de seus recursos para gerar renda e, conseqüentemente, movimentar as economias locais (TEUCHLER e MOURA, 2002).

O estudo e a conservação da caatinga é um dos maiores desafios da ciência brasileira por ser a única grande região natural brasileira cujos limites estão restritos ao território nacional. A caatinga é, proporcionalmente, a menos estudada entre as regiões naturais brasileiras. É também a menos protegida, pois suas unidades de conservação cobrem menos de 2% do seu território. A caatinga continua passando por um extenso processo de alteração e deterioração ambiental provocado pelo uso insustentável dos seus recursos naturais, o que está levando a eliminação de processos ecológicos chave e, à formação de extensos núcleos de desertificação (LEAL *et al.*, 2003).

Atualmente, muitas são as informações sobre a degradação da caatinga mas pouco se sabe sobre o aproveitamento econômico da biodiversidade existente nessa vegetação, como espécies que poderiam ter valor no mercado e os impactos ocasionados pela desertificação para as grandes cidades do Estado (TEUCHLER e MOURA, 2002).

2.5 Irrigação de áreas semi-áridas

A experiência brasileira na área de irrigação e drenagem é muito recente e a vivência de outros países de tecnologia avançada neste setor não pode ser facilmente transferida para o Brasil, país de dimensões continentais, onde as condições de solo e clima são as mais diversas e, onde os aspectos sócio-econômicos e culturais diferem de região para região (CORDEIRO e MANSEFÚ, 2001).

O Nordeste brasileiro dispõe de recursos d'água irregularmente distribuídos no tempo e no espaço, em decorrência de fatores meteorológicos e geomorfológicos desfavoráveis, sendo necessárias medidas especiais para uso de suas potencialidades (SANTOS *et al.*, 2000).

Na elaboração de um projeto de irrigação, deve-se quantificar a magnitude dos impactos ambientais ocasionados pela sua implantação, e a adoção das correspondentes medidas mitigadoras. Quando em operação, devem-se considerar os aspectos ecológicos, procurando maximizar a produtividade e a eficiência do uso da água, manter as condições de umidade do solo e de fitossanidade favoráveis ao bom desenvolvimento da cultura, melhorar ou, no mínimo, manter as condições físicas, químicas e biológicas do solo, fatores esses que muito influenciarão na vida útil do projeto. Para a transformação da agricultura de sequeiro em irrigada, os aspectos ecológicos devem ser observados, uma vez que tanto a total desconsideração quanto a supervalorização do impacto ambiental não são benéficas ao desenvolvimento sustentado (BRASIL, 2006a).

Irrigar não significa apenas levar água às culturas por meio de tubulações ou canais previamente calculados. Significa também ajustar as quantidades aplicadas às necessidades hídricas dos vegetais, levando-se em conta as características do solo e clima locais, bem como a qualidade da água utilizada na irrigação (SUASSUNA, 1997).

No Nordeste brasileiro, a partir de 1970, estimulou-se, oficialmente, a agricultura irrigada, tendo como agentes públicos principais a Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF) e o DNOCS. Rodrigues (1992) alertou, na época, para as conseqüências da irrigação mal conduzida, que poderia gerar sérios prejuízos às terras semi-áridas.

2.6 Degradação do solo por salinização

Os pequenos sistemas de acumulação, utilizados inicialmente apenas para suprimentos de água limitados, deram hoje lugar a imensos, complexos e sofisticados empreendimentos com objetivos e finalidades tão diversas como geração de energia, a irrigação em grande escala, o lazer, a piscicultura, o

abastecimento de água nos centros urbanos, controle de cheias, perenização de rios, etc. Infelizmente, essa interferência tem trazido consigo alguns impactos ambientais negativos e, em alguns casos, proporções desfavoráveis aos benefícios colhidos. Muitas vezes, sem um planejamento global adequado, tais represamentos causam o desperdício e o acúmulo de resíduos químicos como sais minerais. Este fenômeno, conhecido por salinização, é provocado pela evaporação favorecida através da diminuição do escoamento, aliado à formação de grandes espelhos d'água (SANTOS *et al.*, 2000).

O termo salinidade se refere à existência de níveis de sais no solo que possam prejudicar de maneira economicamente significativa o rendimento das plantas cultivadas, ou salinização do solo. Esta afeta a germinação e a densidade das culturas, bem como seu desenvolvimento vegetativo, reduzindo sua produtividade e, nos casos mais sérios, levando à morte generalizada das plantas. O processo de salinização ocorre, de maneira geral, em solos situados em região de baixa precipitação pluviométrica e, que possuam lençol freático próximo à superfície (BRASIL, 2006a).

Dentre as características que determinam a qualidade da água para a irrigação, a concentração de sais solúveis ou salinidade é um fator limitante ao desenvolvimento de algumas culturas. O problema de salinização e/ou alcalinização em solos é mais freqüente em regiões tropicais de clima quente e seco, caracterizado por elevadas taxas de evapotranspiração e baixos índices pluviométricos, a exemplo do semi-árido do nordeste brasileiro, onde no contexto regional, se concentram atualmente as terras mais intensamente cultivadas; com o uso da irrigação esse risco é ainda maior (SOUZA *et al.*, 2000).

Ao se irrigar um solo com drenagem deficiente, em regiões de baixas precipitações médias anuais e altas taxas de evapotranspiração, este se torna salino num período de tempo bastante curto, porque as plantas dele removem basicamente água, enquanto que a maior parte dos sais fica retida. Nessas condições o solo tende a se tornar salino, caso seja drenado artificialmente, o que vem ocorrendo nas regiões semi-áridas do nordeste brasileiro (BATISTA *et al.*, 2002).

Os problemas de degradação dos solos por salinização no Brasil encontram-se particularmente na região semi-árida do Nordeste, onde o “déficit hídrico” atinge mais de 2.000 mm por ano, favorecendo assim o acúmulo de sais solúveis. Dentre

os inúmeros problemas que afetam as áreas irrigadas do Nordeste do Brasil, tem-se mencionado com frequência, o da salinização (CORDEIRO e MANSEFÚ, 2001).

A salinização do solo sob irrigação pode ocorrer, mesmo usando-se água de boa qualidade, desde que as características físicas, químicas e hidrodinâmicas do solo sejam desfavoráveis (CORDEIRO e MANSEFÚ, 2001).

No passado o homem desconhecia as causas que levavam um solo a se tornar salino com a irrigação; hoje a salinização ocorre por negligência dos órgãos e pessoas envolvidas com a irrigação, uma vez que suas causas são bem conhecidas, assim como os meios de evitar esse tipo de degradação dos solos (BATISTA *et al.*, 2002).

2.7 Gestão ambiental

A gestão ambiental é um processo de mediação de interesses e conflitos entre atores sociais que agem sobre os meios físico-natural e construído. Nele se define e redefine, continuamente, o modo como os diferentes atores sociais, através de suas práticas, alteram a qualidade do meio ambiente e também como se distribuem na sociedade os custos e os benefícios decorrentes da ação destes agentes (EDUCAÇÃO, 2001; LEÃO e FALCÃO, 2002).

A gestão ambiental é uma forma de controle, através de regulamentos, normatizações e medidas, que visa administrar determinado ambiente, no benefício de uma boa qualidade de vida (GRISI, 2000).

Todo problema ambiental mostra alta relação com as características ecológicas particulares do local onde ocorre. Sendo assim, as soluções propostas, necessariamente, deveriam preservar o vínculo com estas condições ecológicas particulares (NEUMANN e LOCH, 2002).

Os avanços ocorridos na área ambiental quanto aos instrumentos técnicos, políticos e legais, principais atributos para a construção da estrutura de uma política de meio ambiente, são inegáveis e inquestionáveis. Nos últimos anos, saltos quantitativos foram dados, em especial no que se refere à consolidação de práticas e formulação de diretrizes que tratam a questão ambiental de forma sistêmica e integrada (KRAEMER, 2004).

A legislação ambiental no Brasil foi elaborada de modo autocrático sem que se tomassem as precauções de socialização do conhecimento e geração de alternativas que permitam gerir as mudanças necessárias. Isso resulta em conflito com práticas agrícolas de grande parcela de agricultores familiares localizados em áreas ecologicamente sensíveis.

Apesar da Política Nacional de Meio Ambiente (Lei 6.938/81) prever três categorias de instrumentos de gestão ambiental pública (Instrumentos Regulatórios e Punitivos; Instrumentos de Mercado ou Incentivos Econômicos; e Instrumento de Informação), ela é, na essência e de fato, composta por instrumentos de comando e controle, ou seja, por regras e padrões a serem seguidos, atribuindo penalidades aos que não as cumprem. Esta situação é reflexo do fato da gestão ambiental no Brasil estar associada à idéia de meio ambiente como um bem público, o qual somente pode ser resguardado eficientemente através de uma incisiva intervenção normativa e reguladora do Estado (BRESSAN *et al. apud* NEUMANN e LOCH, 2002).

A luta contra agressões ao meio ambiente pressupõe – segundo a abordagem política de participação democrática – uma luta pelo respeito e a garantia dos direitos básicos dos socialmente mais fracos e, pela criação de uma esfera pública, dentro da qual podem ser discutidas e resolvidas questões referentes à ecologia e à natureza, como também referentes aos problemas sócio-ambientais (FREY, 2001).

A questão ecológica chama a atenção para a relação de interdependência entre o ser humano e natureza, fatalmente negligenciada pelo projeto da modernidade.

Apesar da comunidade internacional se reportar unanimemente favorável à concepção do desenvolvimento sustentável, dificilmente consegue-se reconhecer esse suposto compromisso como em defesa do meio ambiente e das gerações futuras, refletida nas ações e medidas atuais. Pelo menos os resultados referentes às determinações de metas concretas nas conferências internacionais e às políticas públicas adotadas em boa parte dos países, ficam significativamente aquém das recomendações que boa parte dos cientistas e ambientalistas consideram indispensáveis a fim de alcançar um desenvolvimento ecologicamente sustentável (FREY, 2001).

A natureza da desertificação, como processo síntese de muitas dimensões, requer uma ação de governo voltada para a criação de instrumentos convergentes de política de recursos hídricos, gestão ambiental e combate aos efeitos da seca, selecionando espaços a serem objetos de identificação de demandas e de implementação das políticas locais (MMA, 1998).

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 *Município de Ibimirim*

Com uma área total de 1.901,5 km², Ibimirim limita-se ao norte com os municípios de Custódia e Sertânia, ao sul com Inajá e Manari, a leste com Tupanatinga e oeste com Inajá e Floresta. Sua sede situa-se nas coordenadas UTM 643.995E e 9.056.033N, com altitude de 400 metros acima do nível do mar. O município está a 339 km da cidade do Recife, com acesso pelas rodovias BR-232, BR-110, via Cruzeiro do Nordeste, e conta com uma população total de 24.340 de habitantes, sendo 13.496 na área urbana e 10.844 na área rural (IBGE, 2000). A atividade econômica predominante no município é a agricultura e comércio.

O clima dominante em toda área é do tipo semi-árido quente, ou BShw segundo Köppen, com temperatura média anual de 25°C. Os meses mais quentes, com registros máximos de temperatura entre 35°C e 40°C, são novembro e dezembro, enquanto que as mínimas (aproximadamente 23°C), ocorrem em julho e agosto. Existem no município quatro postos pluviométricos instalados: no distrito de Moxotó (DNOCS – 1934) e Povoados de Jeritacó (DNOCS – 1934), Poço da Cruz (DNOCS – 1958), e Brejo do Piore (SUDENE – 1962). De acordo com os dados observados nos quatros postos têm-se os meses de março e abril como os mais chuvosos, e agosto, setembro e outubro como os menos chuvosos. A precipitação pluviométrica anual apresenta uma média de 513,1mm (TEMÓTEO, 2000).

A vegetação é a caatinga hiperxerófila, formada por espécies vegetais com alta capacidade de retenção de água durante a estação mais quente, quando perdem a folhagem, reduzindo consideravelmente o metabolismo vegetal (TEMOTEIO, 2000).

3.2 Ambiente climático

A influência exercida pelo clima sobre todos os componentes bióticos e abióticos da paisagem condicionam, de certa forma, as atividades humanas no semi-árido, especialmente aquelas ligadas ao uso do solo (LIMA e HECKENDORFF, 1985). De acordo com as pesquisas realizadas no município o clima se caracteriza por:

- Elevadas temperaturas médias anuais (25°C);
- Pequena amplitude térmica anual (5°C);
- Média anual de precipitação 513,1mm/ano, apresentando forte concentração de chuva sazonal (dois meses), com marcada irregularidade na sua distribuição no tempo e no espaço, e estação seca no período de oito meses.

Essas características são decorrentes da influência orográfica, ou seja, as formas de relevo da região que isolam os ventos úmidos do nordeste, e a circulação atmosférica que age sobre a região (RADAMBRASIL, 1982).

O conhecimento da distribuição espacial e temporal das precipitações é um elemento indispensável para os estudos de ordenamento territorial e para determinação de unidades geo-ecológicas que apresentam os mesmos tipos de problemas, no que diz respeito às limitações de ordem edáficas, morfodinâmica e hídrica para o estudo do surgimento de núcleos de desertificação no meio semi-árido (MELO, 1983).

Antes de abordar estas questões será conveniente apresentar, em primeiro lugar, os parâmetros climáticos da área de estudo tais como distribuição das chuvas e sua relação com as massas de ar e com os dispositivos geomorfológicos, regime térmico, umidade, insolação, ventos, evaporação e evapotranspiração, entre outros (BRITO, 1999).

3.2.1 Distribuição das chuvas e suas relações com as massas de ar

O Sertão representa, praticamente, a metade do Estado de Pernambuco, sendo caracterizado por baixos índices pluviométricos anuais, oscilando entre 500 e

800 mm. As chuvas da maior parte do Sertão concentram-se nos meses de janeiro a abril onde, nesse período, precipitam-se de 60 a 70 % do total anual. As exceções no período chuvoso ficam por conta do extremo sul-oeste, precisamente em Petrolina, onde as principais chuvas começam em dezembro, prologando-se até março; e a região do Pajeú e do Moxotó, cujo principal período chuvoso vai de fevereiro a maio. (BARROS *et al.*, 1994).

As chuvas que ocorrem no Sertão têm sua origem nas frentes frias, nos Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS) e na Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). O início das chuvas no Sertão geralmente ocorre em dezembro (extremo oeste) e está associado às frentes frias e aos VCAS. A partir de fevereiro, a ZCIT começa a atuar e todo o Sertão já se encontra no seu principal período chuvoso (quadra chuvosa ou "inverno", na linguagem popular) (BARROS *et al.*, 1994).

3.2.2 Classificação climática e regime térmico

As temperaturas máximas e mínimas são raramente excessivas. As temperaturas mais altas (aproximadamente 33°C) registradas nos meses de outubro a janeiro são significativas, pois essa época do ano é aquela em que há maior deficiência de chuvas pela atuação intensa da evapotranspiração (BARROS *et al.*, 1994). Durante esse período do ano ocorrem as maiores deficiências hídricas do solo (500 a 1200 mm, para o período de aproximadamente nove meses) (NIMER, 1979).

A redução dos valores térmicos nos meses de junho a agosto (cerca de 23°C) é significativa, tanto em relação às médias mensais quanto às máximas diárias. Essa redução decorre do fato que, nesta época do ano, o sol se encontra mais afastado do zênite e, de invasões do anticiclone de origem polar em menor escala. Portanto, é menor a radiação (NIMER, 1979; BARROS *et al.*, 1994).

3.2.3 Umidade relativa do ar

Na área a umidade relativa do ar apresenta comportamento diversificado relacionando a continentalidade e a topografia. O município situado em áreas de sombras de chuvas, que são áreas aplainadas e baixas a sotavento, os maciços orográficos, recebe o ar quente e subsidente com baixa umidade relativa, portanto, com elevado poder evaporante (RADAMBRASIL, 1998). Segundo dados do LAMEPE referentes aos anos de 2000 a 2003, a umidade relativa anual gira em torno de 64 a 68%.

3.2.4 Balanço hídrico

O balanço hídrico é um método utilizado para calcular a disponibilidade de água no solo para as comunidades vegetais e, pode também ser aplicado, segundo Thornthwaite (1948) para a caracterização climática de uma região. O balanço hídrico contabiliza a precipitação pluviométrica frente a evapotranspiração potencial (ETP), levando em consideração a capacidade de armazenamento do solo. A ETP tem uma significação meteorológica e climatológica regional. Para a elaboração do balanço hídrico é necessário se conhecer os dados mensais de pluviometria e ETP. Este balanço determina, além da evapotranspiração real, valores de déficit e excesso das reservas hídricas do solo. O cálculo destes valores conduzem à determinação dos índices de umidade (Ih) e aridez (Ia), o que permite, a partir destes atributos, a determinação dos valores do índice Global - Ig ($Ig = Ih - 0,6Ia$), necessários para a definição dos tipos de clima de uma região estudada, de acordo com estes parâmetros:

Tabela 1 – Determinação do índice global e nível de umidade

Índice Global	Clima	
I > 100	Muito úmido	A
80 <I< 100	Úmido	B-4
60 <I< 80	Úmido	B-3
40 <I< 60	Úmido	B-2
20 <I< 40	Úmido	B-1
0 <I< 20	Sub-úmido/úmido	C-2
-20 <I< 0	Sub-úmido/seco	C-1
-40 <I< -20	Semi-árido	D
-60 <I< -40	Árido	E-1
I < -60	Hiper-árido	E-2

A má distribuição das chuvas, mesmo quando resulta em índices pluviométricos elevados, tem um efeito modesto sobre o baixo de umidade do solo. Isso se explica pela forte insolação, em função da sua proximidade com o equador. Como as temperaturas médias são elevadas, elas determinam uma taxa média de evaporação igualmente elevada (2000mm/ano), resultando disso a secura generalizada durante a maior parte do ano.

Tabela 2 – Balanço hídrico de Thornthwaite para o posto pluviométrico da estação de Jeritacó no município de Ibimirim-PE

Parâmetro	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
P	63,8	82,7	142,1	106,3	81,0	52,3	51,2	17,8	8,1	9,8	20,0	47,3	682,4
ETP	204,6	176,4	170,5	141,0	127,1	105,0	111,6	142,6	168,0	198,4	201,0	207,7	1953,9
P - ETP	-140,8	-93,7	-28,4	-34,7	-46,1	-52,7	-60,4	-124,8	-159,9	-188,6	-181,0	-160,4	
VR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
RU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ETR	63,8	82,7	142,1	106,3	81,0	52,3	51,2	17,8	8,1	9,8	20,0	47,3	682,4
D	140,8	93,7	28,4	34,7	46,1	52,7	60,4	124,8	159,9	188,6	181,0	160,4	1271,5
E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Onde: P=precipitação; ETP=evapotranspiração potencial; P - ETP=precipitação subtraído da evapotranspiração; VR=variação de reserva da água do solo; RU=reserva d'água útil; ETR=evapotranspiração real; D=déficit; E=excedente.

Tabela 3 – Balanço hídrico de Thornthwaite para o posto pluviométrico da estação de Moxotó no município de Ibimirim-PE

Parâmetro	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
P	75,8	68,3	141,3	99,8	32,9	17,4	11,0	3,6	6,9	6,0	22,2	35,8	521,0
ETP	210,8	168,0	182,9	150,0	124,0	102,0	102,3	132,0	159,0	195,3	204,0	210,8	1941,1
P-ETP	-135,0	-99,7	-41,6	-50,2	-91,1	-84,6	-91,3	-128,4	-152,1	-189,3	-181,8	-175,0	
VR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
RU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ETR	75,8	68,3	141,3	99,8	32,9	17,4	11,0	3,6	6,9	6,0	22,2	35,8	521,0
D	135,0	99,7	41,6	50,2	91,1	84,6	91,3	128,4	152,1	189,3	181,8	175,0	420,1
E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Onde: P=precipitação; ETP=evapotranspiração potencial; P - ETP=precipitação subtraído da evapotranspiração; VR=variação de reserva da água do solo; RU=reserva d'água útil; ETR=evapotranspiração real; D=déficit; E=excedente.

3.3 Geologia

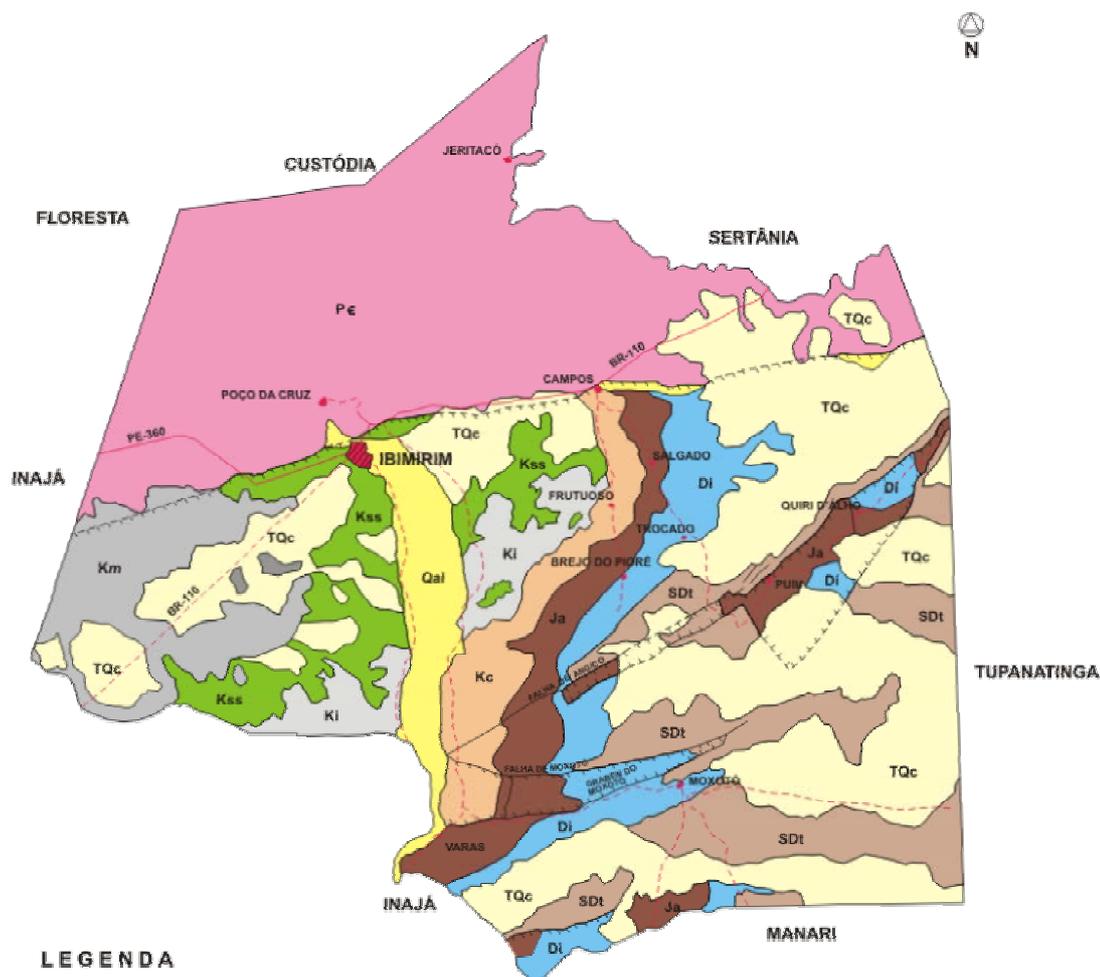
O subsolo pernambucano é constituído predominantemente por rochas pré-cambrianas, que ocupam cerca de 90% do seu território, sendo recoberta, em menor proporção, por bacias sedimentares paleo/mesozóica interiores e por bacias litorâneas meso/cenozóicas. A área pré-cambriana engloba tratos da Província da Borborema (ALMEIDA *et al.*, 1977 *apud* GOMES, 2001), um cinturão orogênico meso/neoproterozóico que se estende por grande parte do Nordeste, desde Sergipe até a parte oriental do Piauí (GOMES, 2001).

Reconhece-se nesses terrenos um grau elevado de complexidade estratigráfica e geocronológica, levando a maioria dos autores a discutirem a sua história pré-cambriana desencadeando um intenso debate entre as correntes policíclicas e monocíclicas (GOMES, 2001). Estudos realizados por VAN SCHMUS *et al.* (1995) e SANTOS (1995) procuraram dividir a Província em segmentos crustais limitados por falhas ou zonas de cisalhamento, com estratigrafia e evolução tectônica definidas e distintas dos terrenos adjacentes.

As terras da bacia hidrográfica do rio Moxotó são constituídas por 64% de rochas cristalinas e 36% sedimentar. Na província cristalina o complexo gnáissico-migmatítico predominam os gnaisses, localmente migmatizados, incluindo lentes de quartzito, localizados acima da bacia sedimentar. Em menor escala, encontra-se o complexo migmatítico-granítico, situado nos limites com o Estado de Alagoas; o micaxisto com silimanita e granada, incluindo lentes de quartzito e calcário, localizado entre os municípios de Ibimirim e Custódia (MORAIS,2000).

De acordo com Temóteo (2000), o município de Ibimirim é representado geologicamente por, aproximadamente, 75% de sua área total pela bacia sedimentar do Jatobá e 25% no domínio dos terrenos cristalinos, situados ao norte da sede municipal, limitados pela falha de Ibimirim (Figura 1).

+ 9085000
620000



LEGENDA

- Qal ALUVIÕES
- TQc ELUVIÕES
- Km FORMAÇÃO MARIZAL
- Kss FORMAÇÃO SÃO SEBASTIÃO
- Ki GRUPO ILHAS
- Kc FORMAÇÃO CANDEIAS
- Ja FORMAÇÃO ALIANÇA
- Di FORMAÇÃO INAJÁ
- SDt FORMAÇÃO TACARATU
- Pe EMBASAMENTO CRISTALINO

- CONTATO GEOLÓGICO
- FALHA NORMAL
- FALHA NORMAL ENCOBERTA
- FALHA OU FRATURA
- ESTRADA ASFALTADA
- ESTRADA SEM ASFALTO
- SEDE MUNICIPAL
- LOCALIDADES PRINCIPAIS

5 0 5 km
ESCALA GRAFICA

+ 9020000
682000

Figura 1 – Geologia de Ibimirim-PE (ROCHA e LEITE, 2000).

Embasamento Cristalino (Pe)

Os terrenos cristalinos localizados ao norte da sede municipal abrangem, aproximadamente, uma área total de 475 km², possuindo baixo potencial em termos de água subterrânea, além de problemas de qualidade (TEMÓTEO, 2000).

As rochas que compõem o embasamento cristalino são constituídas litologicamente por gnaisses, migmatitos e granitos. A região cristalina encontra-se bastante fraturada, apresentando grandes falhas direcionais que se orientam segundo a direção do Lineamento Pernambuco.

Bacia sedimentar

A maior parte do município de Ibimirim está situada em áreas de sedimentos da bacia do Jatobá, abrangendo toda sua parte sul, com cerca de 1.426 km² de extensão (TEMÓTEO, 2000).

As rochas sedimentares são predominantemente areníticas e preenchem um meio *graben*, com rejeito que chega a atingir 3.200 metros (TEMÓTEO, 2000).

A bacia do Jatobá, prolongamento da bacia do Tucano, encontra-se localizada no centro-sul da bacia hidrográfica do rio Moxotó, conforme a seguinte seqüência lito-estratigráfica (PERNAMBUCO, 1997).

Formação Tacaratu (SDt)

Trata-se da unidade basal que repousa discordantemente sobre o cristalino, sendo correlacionada em tempo com a Formação Serra Grande, da Bacia do Parnaíba e datada do Siluro-Devoniano (TEMÓTEO, 2000).

Constitui a base da seqüência sedimentar, sendo representada por arenitos de granulação grosseira, mal selecionados, micáceos a feldspáticos, evoluindo muitas vezes para conglomerados, com coloração predominante clara, variando de branco para avermelhado ou arroxeadado nos leitos mais estreitos. Possui intercalações de arenitos finos, bem compactados ou mesmo silicificados, principalmente nos leitos mais inferiores. É uma seqüência clássica de caráter essencialmente continental, afossilífera, e com grande vocação hidrogeológica. Essa formação aflora ao longo da borda SSE da faixa sedimentar, desde Petrolândia

até Buíque, alargando-se na sua parte oriental, onde se apresenta bastante recortada pela erosão e capeada por espesso manto eluvial (GOMES, 2001). No município aflora nas regiões sul e sudeste (TEMÓTEO,2000).

Formação Inajá (Di)

É representada por arenitos finos a médios, moderadamente classificados, às vezes friáveis, micácios de cor avermelhada, além de folhelhos e siltitos bem laminados de cor cinza-esverdeada, com placas de calcário e margas, num total de 300m de espessura. Capeiam a Formação Tacaratu em estreita faixa ao longo de sua margem SSE, desde Tacaratu até Tupanatinga, alargando-se consideravelmente na zona oriental ao vale do rio Moxotó. Sua datação geológica é atribuída ao Devoniano.

A Formação Inajá aflora na zona oriental do vale do rio Moxotó e, juntamente com a Formação Tacaratu, constituem o aquífero de maior potencial da região.

Formação Aliança (Ja)

Aflora de maneira descontínua devido à ação de falhas de gravidade, mas sempre guardando a direção regional WSW-ENE característica da bacia do Jatobá. No município aflora em uma faixa contínua na parte central, desde o limite com o cristalino ao norte, até o limite do município, a sudoeste (TEMÓTEO, 2000). Sobreposta à Formação Inajá é constituída de arenitos grosseiros e arcossianos, conglomerados, siltitos e folhelhos, às vezes calcíferos, além de calcários e evaporitos, num total de 1.000m de espessura. Conserva restos de madeira silificada, peixes, artrácodes, etc, sendo datada do Jurássico (PERNAMBUCO, 1997).

Grupo Ilhas e Formação Candeias (Ki/Kc)

São depósitos datados do Cretáceo, apresentando-se sobrepostas à Formação Aliança, constituindo uma seqüência de folhelhos, calcários, siltitos e principalmente arenitos, podendo conter fósseis, como peixes e plantas carbonizadas ou silificadas. As cores variam entre cinza, o vermelho e roxo, sendo a espessura máxima observada de 230m. Afloram no vale do rio Moxotó, na porção central do município, com uma faixa de direção NE/SW.

Formação São Sebastião (Kss)

Datada do Cretáceo , constitui-se litologicamente por arenitos médios a finos com raros níveis grosseiros na base; possuem coloração predominantemente avermelhada.

A Formação São Sebastião aflora na área central do município, desde a parte sul do povoado de Campos, estendendo-se na direção SSW até os limites com município de Inajá e, na parte norte, limitando-se com a falha de Ibimirim (TEMÓTEO, 2000).

Formação Marizal

Trata-se de uma seqüência predominantemente clástica, sobreposta à Formação São Sebastião, apresentando arenitos cinza e avermelhados com níveis finos e grosseiros. Aflora na parte centro-ocidental do município, na direção NE/SW (TEMÓTEO, 2000).

Em decorrência do seu caráter predominantemente clástico, friável, essa formação de capeamento arenoso que mascara amplamente suas feições estruturais. Além de arenitos finos a médios, ou argilosos micáceos, compõem esse perfil litológico folhelhos cinza-amarelados, calcários silicificados e conglomerados, com grandes seixos de sílex de cores variegadas. O conteúdo fossilífero indica idade cretácica para a formação.

Depósitos Quaternários

Além dessas formações mais antigas, depósitos retrabalhados recentes, constituídos de eluviões e aluviões, recobrem a área da bacia, tanto nas chapadas como nos vales fluviais.

Em decorrência da granulometria predominantemente arenítica da bacia do Jatobá, vasto manto de sedimentos recobre a sua superfície e, com ênfase particular, nas áreas de chapada, onde o fraco gradiente topográfico retarda bastante o trabalho erosivo das águas superficiais.

Coberturas Eluviais (TQc)

Coberturas eluviais correspondem aos sedimentos arenosos esbranquiçados que cobrem extensas áreas, capeando as formações sedimentares do município.

As coberturas eluviais apresentam granulometria mal selecionada, por vezes sob forma de terraços com abundância de seixos angulosos e ainda laterizados.

Aluviões (Qal)

Correspondem aos aluviões do rio Moxotó que constituem-se de areias esbranquiçadas finas a médias, com raras faixas argilosas avermelhadas.

3.4 Geomorfologia e Relevô

Com base nas unidades de paisagem do município, descrita no Zoneamento Agroecológico de Pernambuco (ZAPE), distinguem-se, no município, a Depressão Sertaneja e a Bacia do Jatobá sendo, esta predominante no município.

A Depressão Sertaneja localiza-se em torno do Planalto Sertanejo com declives em direção aos fundos de vales e litoral. A morfologia na Depressão Sertaneja apresenta-se por vezes conservada, mas em grande parte submetida a um princípio de dissecação à medida que aumenta a densidade da drenagem.

As características mais importantes desta unidade de paisagem estão relacionadas com a diversidade litológica devido à ocorrência de rochas cristalinas e sedimentares de diversas origens.

As unidades geoambientais localizadas na Depressão Sertaneja são: **Pediaplano Avermelhado de Textura Média a Argilosa**, que ocorrem em relevo variando de plano a suave ondulado, ocupando áreas mais elevadas que os pediplanos com problemas de sais; **os Pediplanos com Problemas de Sais e de Drenagem**, apresentando relevo plano abaciado, acompanhando os rios e riachos da Depressão Sertaneja. **Serras e Serrotes**, correspondem as elevações em forma de serras e serrotes, comumente apresentando e expondo afloramentos rochosos; **Chapadas Baixas pouco Dissecadas**, correspondem aos topos planos das chapadas baixas, apresentando pouco dissecamento.

A Bacia do Jatobá é uma área sedimentar, relacionada ao período Cretáceo, localizada na margem esquerda do rio São Francisco, tendo como limites o Planalto Central da Borborema e a Depressão Sertaneja. A altitude varia de 330m a 660m.

Nesta unidade destacam-se os rios São Francisco e Moxotó. Na área em estudo destaca-se o rio Moxotó, sendo este o rio principal da bacia hidrográfica do Moxotó.

Na Bacia do Jatobá destacam-se as seguintes unidades geoambientais: **Superfícies Arenosas**, que ocupam as cotas intermediárias, com relevo variando de plano a suave plano; **Várzeas e Terraços Aluviais**, margeando o rio Moxotó, onde o solo é originário de sedimentos do período holocênico, sendo estes bastante utilizados com culturas irrigadas; **Chapadas**, ocupam o topo das elevações, onde o relevo é plano; **Pediplanos Argilosos**, ocorrem de forma dispersa, ocupando áreas baixas de forma abaciadas; **Serras e Serrotes**, constituídas por elevações dispersas, com relevo variando de ondulado a forte ondulado, associados a afloramentos rochosos.

O relevo na maior parte do município apresenta-se sob duas formas, suave ondulado e ondulado, com altitudes variando entre 380m e 850m, dos principais vales até as serras, tendo um relevo plano predominante situado entre 400m e 600m. Este constitui os tabuleiros arenosos, frouxos denominados vulgarmente “altos”. Esse plano corresponde aos médios cursos das principais artérias fluviais, que drenam a bacia sedimentar do Jatobá, e é nele que encontra-se localizado o açude Poço da Cruz, ao norte do município.

Pela sinuosidade das articulações do relevo, bem como pela forma retilínea dos cursos de água, de um modo geral, identifica-se para a região um estágio geomorfológico jovem, onde a erosão é sempre maior que a sedimentação (LEAL e MELO, 1983).

Os terrenos sedimentares, geralmente arenosos, trabalhados pela erosão areolar, apresentam-se bastante sulcados, com vales largos e interflúvios proeminentes, ganhando, por conseguinte, um perfil ondulado, com amplos raios de curvatura. Nas faixas de solo mais silto-argiloso verifica-se a presença de voçorocas expondo, muitas vezes, as rochas matrizes, em afloramentos ruiformes. Somente nas encostas das chapadas, ou nos ressaltos cuestiformes, reina acentuada erosão, liberando grandes blocos de sílex (matacões), avermelhados pelo óxido de ferro, ou placas de calcário terroso e de anidrita, que se distribuem em ocorrências descontínuas.

3.5 Solo

A pedogênese é um fenômeno complexo que integra condições climáticas e litológicas, além de outros fatores tais como: grau de declividade, modelo de relevo, exposição ou abrigo com relação à umidade e insolação.

No semi-árido, o clima faz com que a pedogênese progrida lentamente, em decorrência do baixo teor de matéria orgânica fornecido pela vegetação e da escassez de água durante a estação seca. Portanto, a pedogênese apresenta-se incompleta. Aliados a esses fatores estão os processos morfogenéticos: as chuvas, por menores que sejam, mesmo sobre os declives fracos dos glaciais, têm forte ação erosiva através do escoamento superficial que não se vê impedido pela vegetação. O escoamento difuso, ou em lençol, carrega os detritos finos provenientes das rochas alteradas e fragmentadas para partes mais baixas do relevo.

Devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo, e das condições climáticas do município as características desses solos variam muito de um local para outro. Assim, a classe comporta desde solos fortemente até imperfeitamente drenados, de rasos a profundos, de cor Bruna ou Bruno amarelados até vermelhos escuros e, de alta a baixa saturação por bases e atividade química.

As principais características dos solos no município estudado são: solos profundos, com caráter distrófico e acidez elevada predominante, representados pelos Neossolos Quartzarênicos; solos pouco profundos a profundos, com presença de textura arenosa ou média, drenados, representado pelo Neossolos Regolítico; e solos minerais, imperfeitamente drenados e mal drenados com teores elevados de sódio no sub-solo, representados pelos Planossolos Nátricos. Outros tipos de solos também ocorrem: Latossolos Amarelos, Luvisolos, Podzólicos Amarelos, Neossolos Flúvicos, Vertissolos e Cambissolos.

3.5.1 Características gerais das classes de solos encontrados no município para irrigação

Com base na unidade de mapeamento dos solos do município, descrita no ZAPE, a proporção dos solos com potencial para irrigação classificam-se de baixo a muito baixo, em sua maioria.

Os estudos de classificação dos solos identificam parâmetros pedogenéticos. Para a classificação de terras para irrigação são levantados, em paralelo, parâmetros adicionais próprios e necessários para este fim, o que permite mapear as classes pedológicas resultando na delimitação de classes de terras para irrigação (BATISTA, 2002).

De acordo com Batista (2002) cada classe de solo possui características próprias de drenabilidade e, dentro de um a mesma classe pedológica podem existir áreas com deficiências de drenagem interna e áreas de boa drenabilidade. É o que se observa nas unidades de mapeamento do solo de Ibimirim

Os **Luvissolos** (60% NC6, 50% NC13, 25% PS7, 20% PS13, 30% R48) assim como os **Cambissolos** (20% NC6, 30% V7) apresentam como limitações à irrigação, deficiência de drenagem, pouca profundidade, risco de erosão e pedregosidade superficial constituindo-se, dessa forma, como classe de terra restrito a irrigação com muito baixo potencial para irrigação. É considerado baixo quanto potencial e restrito quanto à classe, apenas na unidade de mapeamento PS9 na proporção de 20%, e apresenta alto quanto potencial para irrigação, porém restrita quanto classe de solo em 15% PA'45. O **Cambissolo** na unidade de mapeamento PA'45 em 15% apresenta um alto potencial para irrigação e boa quanto classe de solo, em 20% AQ9. Apresenta um médio potencial para irrigação e boa como classe de solo.

Os solos **Litólicos** são considerados inaptos como classe de terra para a irrigação pela presença de afloramentos rochosos, risco de erosão e pouca profundidade, com muito baixo potencial para irrigação. Nas unidades de mapeamento dos solos (Figura 2) encontram-se distribuídos nas seguintes proporções: 20% NC6 , 25% NC13, 30% PS7, 60% R31, 70% R43, 50% R46, 50% R48, 50% R69, 50% R73, 20% AQ4, 30% AQ15 e 30% AQ17.

Os **Planossolos** apresentam drenagem deficiente, profundidade efetiva, sodicidade e/ou salinidade apresentando-se quanto classe de terra para a irrigação inapta a restrita e, quanto ao potencial para a irrigação, em sua maioria apresenta-se como muito baixo. Nas unidades de mapeamento os solos encontram-se distribuídos nas seguintes proporções: 25% NC13, 45% PS7, 45% PS13, 20% V7, 20% R48. Apresenta um potencial baixo para irrigação em 55% PS9, em 25% A13 e 20% AQ9; é considerado médio e/ou alto para irrigação na proporção de 30% PA'45.

Os **Neossolos Quartzarênicos** tem como características textura arenosa, baixa retenção de água e fertilidade natural constituindo-se com muito baixo potencial para a irrigação em sua maioria (35% PS13, 100% AQ12, 70% AQ13, 50% AQ7), restrita quanto classe de solo a fruticultura. Em menor proporção é considerado baixo (45% AQ4, 50% AQ15), médio (40% LA'6, 60% AQ7, 60% AQ9) e alto(20% LA'15), como potencial para irrigação. Os maiores problemas quanto à erosão estão relacionados à ausência da cobertura vegetal.

Os **Neossolos flúvicos** (solos Aluviais) são considerados de médio potencial para irrigação (75% A13). Como classe de terra é considerada boa (35% A13) e apresenta como características boa drenagem, risco de inundação e salinidade e/ou sodicidade, é restrita quanto classe de terra para irrigação (40% A13) quando apresenta deficiência de drenagem, risco de inundação e salinidade e/ou sodicidade. De modo geral, não apresentam grande risco à erosão devido à ocorrência em topografia plana.

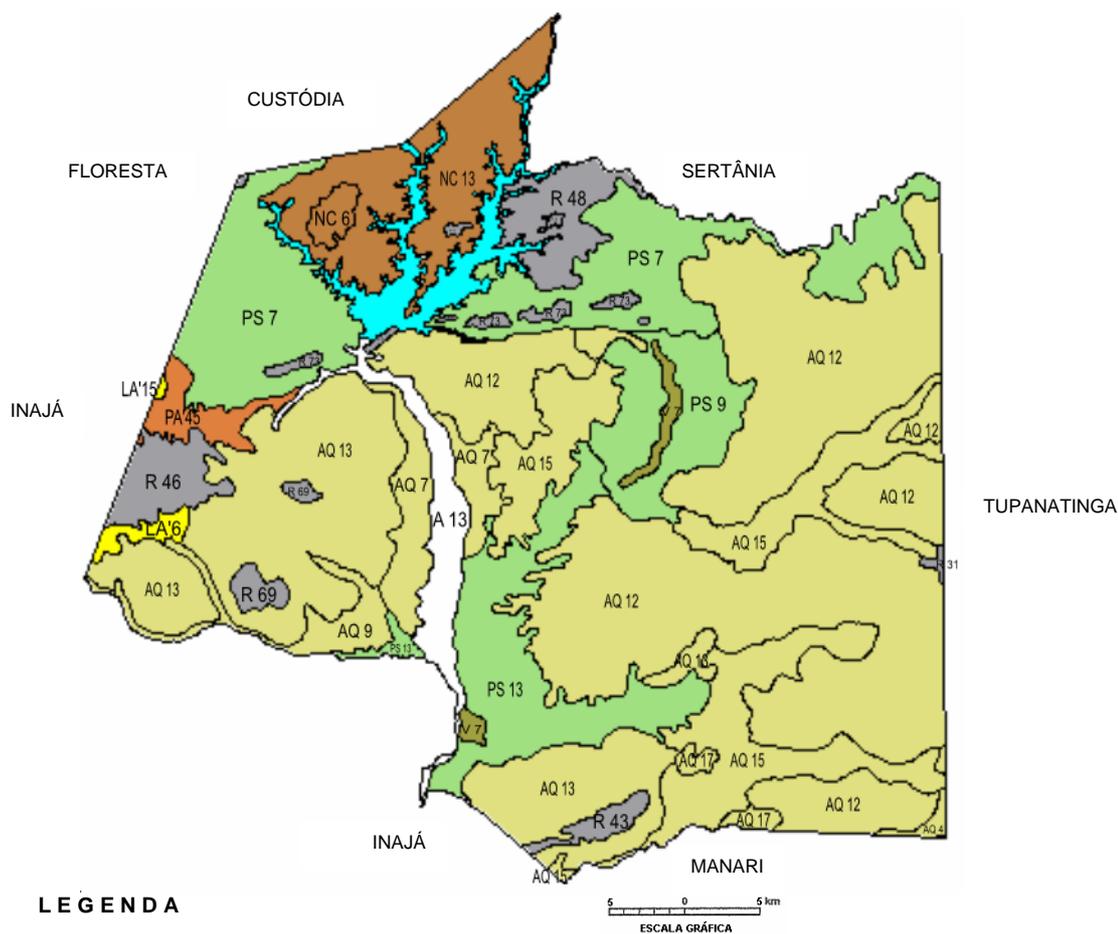
Os **Vertissolos** encontram-se com potencial muito baixo para irrigação (50% V7, 20% R46), sendo restritas como classe de solo para irrigação em virtude da deficiência da drenagem, pedregosidade superficial e consistência. Apresentam pronunciadas mudanças de volume com o aumento do teor de umidade no solo, fendas profundas na época seca, e evidências de movimentação de massa do solo sob a forma da superfície de fricção. Encontram-se associados ao **Cambissolo Vértico** com baixo potencial para irrigação e, regular como classe de terra para irrigação (25% PS9).

Os **Podzólicos vermelhos amarelos** apresentam potencial muito baixo para irrigação (20% R31, 25% R73) com restrições a pastagem. Apresentam limitações à irrigação em decorrência do risco de erosão, profundidade e topografia. Em uma pequena porção (20% AQ15) é considerada boa quanto classe de solo para

irrigação e baixo quanto potencial para irrigação. Os **Podzólicos vermelhos amarelos e vermelhos escuros** (30% R46) apresentam as mesmas condições quanto potencial à irrigação e como classe de solo dos **Podzólicos vermelhos amarelos** considerados. Já o **Podzólico amarelo e vermelho amarelo** apresentam alto potencial à irrigação sendo considerados como classe de solo boa para irrigação (40% PA'45). Na unidade de mapeamento AQ7 na proporção de 40% apresenta médio potencial para irrigação e regular quanto classe.

Os **Latossolos amarelos e vermelhos amarelos** apresentam fertilidade natural e textura arenosa, constituem-se de baixo (35% AQ4) a médio (60% LA'6) potencial para irrigação; como classe de terra para irrigação e considerada regular. São considerados com alto potencial para irrigação e como classe de terra boa (80% LA'15) quando não apresentam textura arenosa.

+ 9085000
620000



+ 9020000
682000



Figura 2 – Mapa dos principais solos do município de Ibimirim-PE (Adaptado de EMBRAPA, 2001).

3.6 Cobertura vegetal

Constitui a caatinga um espelho das condições restritivas, limitantes do meio ambiente: solo, regime hídrico, temperatura e luminosidade (VASCONCELOS SOBRINHO, 1978c).

A vegetação predominante no município é a caatinga hiperxerófila de caráter mais seco, com abundância de cactácea e plantas de porte mais baixo e espalhadas, características essas devido a severidade do clima como também pela edafologia da região. Entre outras espécies destacam-se a jurema (*Mimosa sp.*), faveleiro, marmeleiro (*Planta sp*), xique-xique (*Pilocereus gounellie*), pinhão (*Jatropha mollissima*) e facheiro (*Cereus sp*).

Leal (1983) em levantamento florístico na região de estudo destacou as associações entre Floresta Estacional Caducifolia Espinhosa (caatinga arbórea) e a Formação Florestal Arbustiva (caatinga arbustiva), dando como resultado uma caatinga arbustiva-arbórea densa, em determinados pontos, e esparsa em outros.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Levantamento bibliográfico e cartográfico

A fase inicial da pesquisa foi realizada a partir da análise bibliográfica e cartográfica das informações relevantes ao tema. Tendo como base as informações do IBGE (2000) e da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), foi possível a obtenção dos dados estatísticos do município para uma melhor compreensão da situação sócio-econômica.

As informações dos aspectos físicos e biológicos foram obtidas através dos trabalhos elaborados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), EMBRAPA e a Secretaria da Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente de Pernambuco (SECTMA).

Para definir as unidades geo-ecológicas que apresentam sintomas de desertificação foram utilizadas (com apoio de campo) imagens de satélites e cartas topográficas na escala 1:100.000, obtidas das folhas Custódia (1366) -SC 24X AIII, Sertânia (1367) -SC 24X BI, Poço da Cruz (1444) - SC 24X AVI, Buíque (1445)- SC 24X BIV, com a imagem de satélite (Cena 215_066 Landsat-TM 7 da data 15/09/2002). A delimitação destas unidades foram fundamentadas em informações bibliográficas com análise crítica e seletiva das informações concernentes à questão em estudo. Como apoio a esta delimitação, foram analisadas cartas e mapas geológicos, geomorfológicos, climáticos e fitoecológicos. A partir destas informações foi confeccionado um mapa de uso do solo e vegetação, identificando os pontos referenciados por GPS, apoiados nas cartas topográficas, podendo assim avaliar a degradação da área, complementados por registros fotográficos das unidades.

4.2 Trabalho de campo

4.2.1 Identificação e análise de áreas degradadas

A pesquisa de campo foi subsidiada pelas cartas planialtimétricas, uso do GPS, e câmera fotográfica.

Com o embasamento teórico-científico do município, seguiu-se a observação *in loco* com o objetivo de melhor compreender a situação social e ambiental da área estudada.

A partir da observação dos impactos causados pelas atividades humanas foram apreciados os possíveis indicadores do processo de desertificação como a erosão do solo, desmatamento e áreas salinizadas pela irrigação.

4.2.2 Entrevistas

Foi elaborado um questionário direcionado aos colonos, com faixa etária maior que 21 anos, residentes nas agrovilas. Antes de serem entrevistados eles foram informados e esclarecidos acerca do propósito da entrevista. Ao declararem estar de acordo em participar da amostragem, foram então argüidos com perguntas enfocando assuntos que pudessem fornecer dados para traçar um perfil dos principais produtos produzidos, as principais dificuldades encontradas atualmente e, verificar como eles compreendem os períodos antes, durante e depois do projeto de irrigação no município, desenvolvido pelo DNOCS – Perímetro Irrigado do Moxotó – traçando um paralelo com o impacto sócio-econômico e ambiental.

A partir dos valores obtidos foram geradas planilhas no Microsoft Excel[®] e os valores amostrados em gráficos.

4.3 Parâmetros utilizados

Para se estabelecer o diagnóstico de reconhecimento da desertificação em uma área ou região é necessário que se procedam várias etapas de trabalho que

dizem respeito, de um modo geral, às influências que o fenômeno exerce sobre os diferentes componentes ambientais (RODRIGUES, 1984):

- 1- eliminação da cobertura vegetal natural e sua substituição por outra, invasora, tendo como conseqüência a redução da biodiversidade da área ou da região;
- 2- perda total ou parcial do solo, pela erosão ou por fenômenos de salinização;
- 3- diminuição da qualidade dos recursos hídricos;
- 4- declínio da fertilidade e da produtividade dos solos e abandono das áreas destinadas às culturas; e
- 5- diminuição da população (migrações) e mudanças na estrutura da população (aumento do número de crianças, mulheres e idosos).

A primeira tentativa de formulação de um sistema de indicadores de desertificação foi proporcionada pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) no processo de preparação da Conferência de Nairobi em 1977. Segundo Matallo Junior (2001) não houve um trabalho de ajuste dos indicadores apresentados pelos pesquisadores participantes em termos de uma metodologia específica para o assunto. O autor considera que os sistemas de indicadores existentes, ainda que insuficientes e necessitando de desenvolvimento, são os únicos instrumentos disponíveis para a compreensão do problema.

Os indicadores da desertificação observados em Ibimirim-PE foram limitados à região do Moxotó, mais precisamente nas áreas que foram irrigadas por apresentar um quadro muito grave da degradação das terras, podendo chegar à irreversibilidade, portanto a desertificação. Por outro lado, deve ficar claro que o processo de degradação ocorre em outras áreas do município.

As causas de natureza humana levam à destruição da vegetação, que provoca a erosão dos solos, seu esgotamento e/ou e à sua degradação.

A desertificação se inicia a partir de pequenos núcleos que com o tempo se expandem em grandes áreas. Suas causas e efeitos segundo Melo (1998) são:

- a) Pressão das culturas, responsável por:
 - declínio da fertilidade do solo;
 - baixa produtividade agrícola;

- aumento da erosão por escoamento superficial (ravinamentos e decapitação dos solos);
- acúmulo de material transportado pelo escoamento superficial nos baixios e fundo dos vales;
- formação de crostas na superfície do solo pelo impacto das gotas da chuva impermeabilizando-os.

b) Superpastoreio, que provoca:

- declínio anual das pastagens;
- declínio das espécies apreciadas pelo gado e seleção negativa, o que se reflete na sua rarefação ou desaparecimento pela ação do gado que, ao alimentar-se dos brotos germinativos das espécies lenhosas, compromete sua reprodução e reconstituição dos estratos arbustivos e arbóreos da caatinga.
- a eliminação do tapete herbáceo e o excesso de pisoteio causam fenômenos de erosão importantes nos solos como ravinamentos e decaptação, além de comprometer sua capacidade hídrica uma vez que os torna compactos e impermeabilizados.

c) Exploração das espécies lenhosas da caatinga.

- mudança na estrutura das caatingas;
- processo de degradação do solo sobretudo nas áreas declivosas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Ações antrópicas no município de Ibimirim

5.1.1 Utilização do espaço para agricultura

A agricultura praticada no município caracteriza-se não apenas para subsistência, mas também para o mercado. Na agricultura de mercado constituem-se como principais culturas o tomate, a banana, o melão e a melancia. O destino das mercadorias são a feira livre local e, as feiras das localidades circunvizinhas, como também outros Estados do Nordeste. Na agricultura de subsistência destacam-se as plantações feitas de forma inadequada e com produtos que exaurem o solo. As lavouras de milho (Figura 3), mandioca, feijão, entre outras, ou seja, as mais populares entre os agricultores, estão entre as que menos protegem o solo da devastação. A retirada da vegetação nativa para o plantio (Figura 4) torna o solo praticamente desprotegido do embate das chuvas, que são bastante fortes, e provoca o surgimento de ravinamentos. Situações semelhantes são reportadas por Brito (1999), no município de São José de Espinharas-PB, e por Melo (2000), em São João do Cariri-PB, que a partir da realização de um diagnóstico de reconhecimento da desertificação foram identificadas áreas bastante degradadas em virtude da substituição da vegetação nativa por culturas provocando a erosão do solo com ravinamentos, sendo estes mais acentuados que em Ibimirim (Figura 5).

Essas culturas exigentes em solo e água, raramente permitem que se retirem colheitas abundantes, devido às secas periódicas e má distribuição das chuvas. A frustração das safras e o esgotamento do solo promovem a agricultura itinerante e a constante rotação de terras, com a prática do pastoreio excessivo nas áreas em pousio. Essas características também foram encontradas por Brito (1999; 2002), Melo (2000) e Brasil (2004), com evidência do uso inadequado do solo através do corte da vegetação, seguido de queimadas. Assim, muitas áreas em Ibimirim deixadas em pousio já se encontram em estado de degradação avançada, podendo agravar ainda mais os problemas de perda da fertilidade do solo.



Figura 3 - Área de agricultura de subsistência (milho) em Ibimirim-PE.



Figura 4 - Área preparada para a agricultura sendo observada a retirada da vegetação nativa em Ibimirim –PE.



Figura 5 – Erosão em sulcos (ravinamentos) em Ibimirim-PE.

A agricultura irrigada no município foi impulsionada com a implantação pelo DNOCS, do Perímetro Irrigado do Moxotó. Este teve seu início em 1930, com a obra do açude Eng^o Francisco Saboya (Poço da Cruz), sendo inaugurado em 1958 na gestão federal de Juscelino Kubitscheck.

Como parte do projeto foram construídas agrovilas para os colonos que se beneficiavam de lotes irrigados. Atualmente existem as agrovilas 1, 3, 4, 5 e 8. Com a interrupção do projeto muitos colonos migraram para a Região Sudeste, deixando seus lotes abandonados. Os que permaneceram buscaram outras atividades como apicultura, carvoaria, olaria, artesanato e comércio. Estas opções de atividades têm sido vistas em outras regiões do semi-árido nordestino, como em Brasil (2004) e MMA (2004). Muitos dos que permaneceram são pessoas que hoje vivem da renda obtida pela aposentadoria.

Os primeiros lotes do perímetro irrigado tiveram seu funcionamento a partir de 1974, expandindo-se a irrigação para outros lotes. Em 1993 o projeto de irrigação foi paralisado devido a problemas na administração, entre eles o controle da água.

A água que abastece os lotes está sendo atualmente controlada pela Associação dos Produtores Rurais e Irrigantes do Vale do Moxotó (UNIVALE), que cobra uma taxa para uso da água sendo esta liberada três dias por semana. A medida de controle foi tomada para que não haja um desperdício da água, evitando seu colapso, como ocorreu anteriormente.

De acordo com os depoimentos dos colonos a irrigação realizada no município foi praticada inadequadamente, em relação às condições climáticas, sendo esta do tipo inundação. Cruciani *et al.* (2005) afirmam que este tipo de irrigação distribui a água uniformemente sobre a área irrigada e, produz um perfil de salinidade. Sendo assim, esta é uma das causas que levou à salinização do solo em Ibimirim. A água liberada para os lotes a serem irrigados não teve um controle, o que levou o açude a ficar praticamente seco. Estes dados são confirmados por Brasil (2006b), quando afirma que o açude chegou a secar devido ao monitoramento ineficiente e, às péssimas condições dos equipamentos de vazão. Na atual administração, onde o DNOCS está vinculado ao Ministério da Integração Nacional, investiu-se na recuperação dos equipamentos hidromecânicos do sistema de controle de vazão e da área de produção.

Com isso, cerca de 8 mil hectares do Perímetro Irrigado de Moxotó, no município de Ibimirim, terão a garantia de água para voltar a produzir, beneficiando centenas de produtores da região. Esses dados recentes (do mês de março de 2006) afirmam que o perímetro que estava praticamente abandonado, já produz em 440 hectares, milho, mamão, tomate e melancia. Mais 300 hectares estão sendo preparados para produzir (BRASIL, 2006b).

As populações rurais encontram-se quase que desconhecidas para os formuladores de políticas. Ribeiro e Galizoni (2003) mencionam que nas propostas de desenvolvimento local elas costumam ser tratadas como objeto passivo, o que tem levado à desobediência pacífica ou enfrentamento e disputas em torno de seus direitos relativos a costumes, terras e recursos.

Muitos autores têm apontado que grupos ou comunidades localizadas de agricultores, adaptados ao meio em que vivem, aos recursos que exploram e à cultura que construíram, são eficientes gestores dos recursos naturais, capazes de criar técnicas sustentáveis de produção e normas eficazes de gerência do meio (RIBEIRO e GALIZONI, 2003). No município em estudo, segundo relato dos moradores, eles não tiveram uma participação efetiva na elaboração de tal projeto o que é considerado negativo para o sucesso de qualquer plano de ação, pois a população além de ter conhecimento das características locais, sabe melhor do que ninguém das suas necessidades.

Como pode ser observado em Frey (2001) a questão ecológica chama atenção devido a relação de interdependência entre ser humano e natureza, que quase sempre é desconsiderado pelos projetos modernos, como o observado no município fatalmente negligenciado pelo projeto de irrigação, acarretando problemas ambientais e sócio-econômicos.

A participação da comunidade local, tendo o seu território e suas formas sociais de apropriação uma enorme importância, elabora um conhecimento localizado, que geralmente as ciências agrárias desprezam. Seus sistemas produtivos costumam ser considerados ineficientes por cientistas e técnicos; no entanto, a insistência em transformá-los em modernos agricultores esbarra em sólidas barreiras culturais, que persistem ao lado dos regimes específicos de apropriação de recursos e terras. Tal prática ocorre com lavradores do Vale do Jequitinhonha na sua relação com a água, sendo esta percebida não como um bem mercantil, pois nascentes e pequenos cursos d'água são importantes para a organização social e produtiva, como um dom da natureza. Deve ser para todos (ROMEIRO, 1998; GALIZONI, 2000; RIBEIRO, 2001).

Ainda que o objetivo último de um desenvolvimento sustentável possa ser comum a toda a humanidade, os objetivos imediatos, as estratégias e a orientação das ações para alcançá-los podem e devem ser específicas a cada lugar (POL, 2003).

5.1.2 Utilização do espaço para pecuária

As áreas de caatinga do município vêm sendo utilizadas como pastagem (Figura 6) e, com isso, causando fortes degradações fortes e, por vezes irreversíveis ao ecossistema. São lançadas nas áreas grandes quantidades de animais (bovinos, caprinos e ovinos) geralmente acima da sua capacidade suporte (sobrepastoreio). Os animais alimentam-se da vegetação e ainda pisoteiam as plantas rasteiras. A compactação do solo, a queda da produção, assim como a eliminação da caatinga são conseqüências desse tipo de atividade (Figura 7).

Vasconcelos Sobrinho (1982) já chamava atenção para a ação do gado caprino pelo seu poder destruidor devido à capacidade de encontrar alimento

escavando o solo prejudicando o rebrotamento da vegetação, como também pela sua impressionante mobilidade labial que lhe permite colher frutos pendentes das árvores e, apanhar no solo os caídos, numa operação de verdadeira raspagem.

De acordo com Brasil (1986) o impacto causado pelo gado bovino, caprino e ovino em várias regiões do semi-árido contribui para a instalação do processo de desertificação.

A caprinocultura vem sendo citada como uma alternativa econômica para o semi-árido pela sua resistência às adversidades climáticas, como também pelas qualidades nutricionais para a população, como sugere Rodrigues (2001), sugerindo a caprinocultura como uma grande oportunidade econômica por apresentar os requisitos necessários a sua acomodação no semi-árido, estando aparelhada anatômica e fisiologicamente para sobreviver e produzir sob estas condições. Portanto, sabendo do poder destruidor do caprino, para com o solo e a vegetação, faz-se necessário um manejo adequado dessa atividade.



Figura 6 – Área desmatada para pastagem. Ao fundo a presença de gado em Ibimirim-PE.



Figura 7 – Pecuária extensiva característica nas regiões do sertão nordestino, sendo esta causadora de forte degradação ambiental em Ibimirim-PE.

5.1.3 Exploração das madeiras

Atualmente a vegetação nativa da caatinga vem sendo utilizada para atender a demanda de produtos e subprodutos florestais, assim como para suprimento de lenha, carvão vegetal, estaca, varas, etc. A lenha e o carvão vegetal (Figuras 8 e 9) são os produtos mais consumidos em Ibimirim, tanto nas atividades domésticas, como o fogão a lenha, bem como nas atividades industriais, tais como olaria e artesanato (Figura 10). O uso da vegetação da caatinga como combustível foi evidenciado na microrregião de Patos na Paraíba por Melo (1998) num levantamento das atividades que utilizam tais recursos como combustíveis lenhosos, como mostrado também na elaboração do PAN-Brasil (MMA, 2004).

Em Brito (1999; 2002) registrou-se a existência de grandes fornos para a olaria, carvoaria e caieiras. Outra forma de utilização encontrada no município foi o emprego da madeira na construção de cercas com grandes extensões.



Figura 8 – Material madeireiro utilizado para fabricação de carvão vegetal em Ibimirim-PE.



Figura 9 – Forno de carvoaria, material lenhoso para fabricação do carvão vegetal em Ibimirim-PE.



Figura 10 – Tijolos produzidos no município de Ibimirim com a utilização de solos de aluvião. Presença de crateras provocada pela retirada do mineral.

Vasconcelos Sobrinho (1982), Rodrigues (1992), Brasil (2004) e MMA (2004) mostram os efeitos nefastos da cerâmica. Os fornos usados para confeccionar os tijolos são mal estruturados, induzindo elevada perda de calor, exigindo um consumo excessivo de lenha (Figura 11).

A exploração contínua do potencial madeireiro da caatinga trás mudanças estruturais importantes e é capaz de provocar degradações do solo.



Figura 11 – Forno de olaria. O material lenhoso é proveniente da caatinga, um dos fatores de degradação do ecossistema em Ibimirim-PE.

5.1.4 Impacto causado pela irrigação

No bioma caatinga a precipitação média anual varia entre 400 e 800mm, enquanto a evaporação média anual pode ficar entre 1.500 e 2.200mm. A evaporação sendo bem maior que a precipitação tende a aumentar o teor de sais nos corpos d'água (barreiros e reservatórios diversos) e, também na solução do solo (BRASIL, 2004). Este fato aliado às condições, em alguns casos, de drenagem deficiente, má qualidade da água, características físicas e químicas dos solos e manejo inadequado da irrigação são responsáveis pela salinização dos solos nessa região como uma manifestação de desequilíbrio ambiental. O projeto de irrigação realizado no município não levou em consideração as condições de solo e do clima da região. Por se tratar de uma região semi-árida, onde a evaporação é acentuada, o tipo de irrigação utilizado, que foi o de inundação, sendo um dos fatores que levou à degradação do solo através da concentração de sais (Figura 12). Devido às características da região semi-árida, a prática adequada de irrigação seria a de gotejo.



Figura 12 – Área com processo de salinização em decorrência da irrigação em Ibimirim-PE.

Em Temóteo (2000) constata-se que o município tem um potencial hídrico subterrâneo com reservas exploráveis significativas para diversos fins, desde que seja feita uma gestão adequada. CORDEIRO e MANSEFÚ (2001) demonstram que a concentração de sais no solo por irrigação pode ocorrer, mesmo usando-se água

de boa qualidade, caso as características físicas, químicas e hidrodinâmicas do solo sejam desfavoráveis, somando-se as características climáticas mencionadas anteriormente.

Com base no levantamento dos solos realizado pela EMBRAPA (2001) através do ZAPE, observa-se que grande parte do solo do município apresenta limitações de drenagem, sendo esta deficiente. Esta característica, segundo Batista *et al.* (2002), é um forte agravante para a salinização do solo por irrigação.

SEMA (1986), Rodrigues (1992) e MMA (2004) deixam claro que a irrigação, caso mal conduzida, se constitui em um verdadeiro desastre para terras semi-áridas, quando esta deveria ser uma alternativa principal aos problemas da seca. Dessa forma, a técnica não se constitui em fator de combate à desertificação; ela apenas torna mais produtiva as terras semi-áridas e, quando não planejada adequadamente, constitui-se em risco de desertificação, pela salinização das terras cultivadas em regime de irrigação, como observado em Ibimirim-PE.

As águas subterrâneas constituem fonte importante para o abastecimento público, para a irrigação, para a indústria e para a pecuária da região sujeita aos processos de desertificação. Parte importante dessas águas, porém, estão sujeitas aos processos de contaminação (por exemplo, uso de agrotóxico) e de superexploração, demandando ações urgentes relacionadas, principalmente, ao controle dos usos e da manutenção de sua qualidade (MMA, 2004). Como o município tem água no subsolo de boa qualidade e, necessita dela fazer uso para diversas atividades, devem ser impostos limites a essa exploração.

Poucas são as informações disponíveis sobre a real situação da salinização de solos nas áreas semi-áridas e subúmidas secas. Dados de 2003, ainda em processo de atualização, relacionados aos perímetros irrigados implantados pelo DNOCS, apontam que de um total de 47.336 ha entregues aos irrigantes, 2.887 ha (aproximadamente 6,1%) estão salinizados, ou apresentam tendência à salinização (MMA, 2004).

A ocorrência de sais nos solos se manifesta pela presença de florescência salina, formação de crostas, endurecimento excessivo, ausência de vegetação ou ocorrência de plantas halófitas (BRASIL, 2004). A presença do *Jatropha mollissima*

nas áreas que foram irrigadas são bioindicadores da presença de solos com alto teor de sais (Figura 13).



Figura 13 – Presença de *Jatropha mollissima* indicando a ocorrência de salinização do solo em Ibimirim-PE.

Devido ao processo inadequado de irrigação, como já mencionado, e posterior interrupção, observam-se no município áreas degradadas em estado de abandono (Figura 14). De acordo com Batista *et al.* (2002) a salinização do solo causada pela irrigação ocorre por negligência dos órgãos e pessoas envolvidas, uma vez que suas causas são bem conhecidas, assim como os meios de evitar esse tipo de degradação do solo.

Não se pode concordar com aqueles que preconizam a não implementação de novos projetos de irrigação por causa de possíveis problemas ecológicos, mas também não se pode concordar com os que desconsideram totalmente os impactos ambientais decorrentes e se apóiam, somente, na relação custo/benefício.



Figura 14 – Canaletas de irrigação do perímetro em estado de abandono, município de Ibimirim-PE.

5.1.5 Impacto causado pela retirada do material aluvial

A cerâmica é também um fator de formação de núcleos de desertificação, de forma solitária, por estar fora das áreas degradadas, criadas diretamente pela ação do homem independentemente das características originais do solo.

A retirada do solo para fabricação de tijolos nas olarias provoca a formação de crateras (Figura 15), deixando o solo erodido. De acordo com Brasil (2004) e MMA (2004), dentre as atividades industriais realizadas no semi-árido nordestino a cerâmica (olaria) inclui-se entre uma das mais prejudiciais à preservação da biodiversidade da caatinga, pois além de utilizar a lenha como combustível, utiliza como matéria prima os solos aluviais que são os mais ricos da região.

A fabricação de telhas, tijolos e utensílios domésticos vem se ampliando em virtude da urbanização e também por ser uma alternativa econômica em substituição à prática da agricultura. Em adição à retirada de solo, a devastação da mata ciliar que sobrepõe a matéria-prima, impede a manutenção da biodiversidade, pois abriga a fauna, além de ser a vegetação permanentemente disponível à polinização, o que remete a idéia de perpetuação e aporte aos animais migratórios. Evidências do prejuízo causado ao ecossistema, animais migratórios e polinizadores foram demonstrados por Moura (2003) em áreas de caatinga com distintos níveis de degradação na Estação Ecológica de Xingó



Figura 15 – Crateras provocadas pela retirada do solo aluvial para uso nas olarias na fabricação de tijolos em Ibimirim-PE.

5.2 Diagnóstico de reconhecimento da desertificação no município

5.2.1 Parâmetros para o diagnóstico

Os indicadores apresentados por Rodrigues (1984) e Melo (1998) foram identificados no município de Ibimirim-PE. Com relação à perda do solo observou-se como parâmetros a erosão, presença de sais provocada pela irrigação, compactação pelo pisoteio do gado e pelo impacto das gotas das chuvas tornando-o impermeável. Todos estes fatores têm levado a uma perda da sua fertilidade e redução da produtividade, o que levou ao abandono das áreas destinadas à cultura no município.

Conforme Coimbra-Filho e Câmara (1996) e Sampaio e Mazza, (2000), a história da degradação da caatinga é antiga, o que resultou na fragmentação da vegetação, formando-se sucessivos estágios de degradação nas regiões semi-áridas. A retirada da vegetação nativa no município ao longo dos anos vem se intensificando com o uso da lenha proveniente da caatinga como combustível, para uso doméstico e industrial. A ampliação de áreas para agricultura e pastagem tem contribuído de maneira intensa com o desmatamento. Essas práticas provocam uma

alteração na estrutura da vegetação local, como diz Sampaio (2002), alterando sua riqueza e diversidade constituindo-se num desequilíbrio do ecossistema. De acordo com Souto e Hazin (1994), uma vez que a vegetação é destruída com ela os animais tendem a desaparecer, constituindo-se em um prejuízo desencadeado pela desertificação. O solo, principalmente em áreas de declive, sofre degradação.

5.2.2 Os núcleos de desertificação: tipos e identificação

Na área pesquisada observa-se a ocorrência de alguns sinais e indicadores da desertificação. A degradação do solo com modificações totais de sua estrutura, denunciam claramente esse fenômeno: elas recebem a designação de núcleos de desertificação.

As imagens obtidas por sensoriamento remoto apresentam elementos básicos de análise e interpretação, que extraem informação de objetos e áreas. Esses elementos são tonalidade/cor, textura, tamanho, forma, altura, padrão e localização (FLORENZANO, 2002).

A partir da imagem de satélite cena 215_066 do Landsat-TM7 (15/09/2002), composta pelas bandas 3,4 e 5, foi elaborado um mapa de vegetação e uso do solo, com identificação dos pontos plotados por GPS nas áreas visitadas em trabalho de campo (Figura 16).

O uso conjunto do sensoriamento remoto e as observações *in loco* foram fundamentais para as análises espaciais da área de estudo, o que veio confirmar o nível de degradação antrópica apresentado na imagem de satélite, constituindo-se em núcleos de desertificação.

De acordo com Ab' Saber (1977) entende-se por núcleo de desertificação as pequenas áreas de formas variadas (pontuais, lineares e areolares) em que os solos apresentam-se fortemente erodidos e degradados e, a caatinga se recupera muito dificilmente sendo substituída pelas espécies mais xerófilas. Para esse autor, todos os fatos pontuais ou areolares para criar degradações irreversíveis na paisagem semi-árida, constituem processos de desertificação. Os fatores responsáveis por sua formação são: predisposição geo-ecológica da área, clima local, topografia e os fenômenos de abrigo e/ou subexposição aos elementos do clima, rocha-mãe e solos além das atividades humanas diretas ou indiretas.

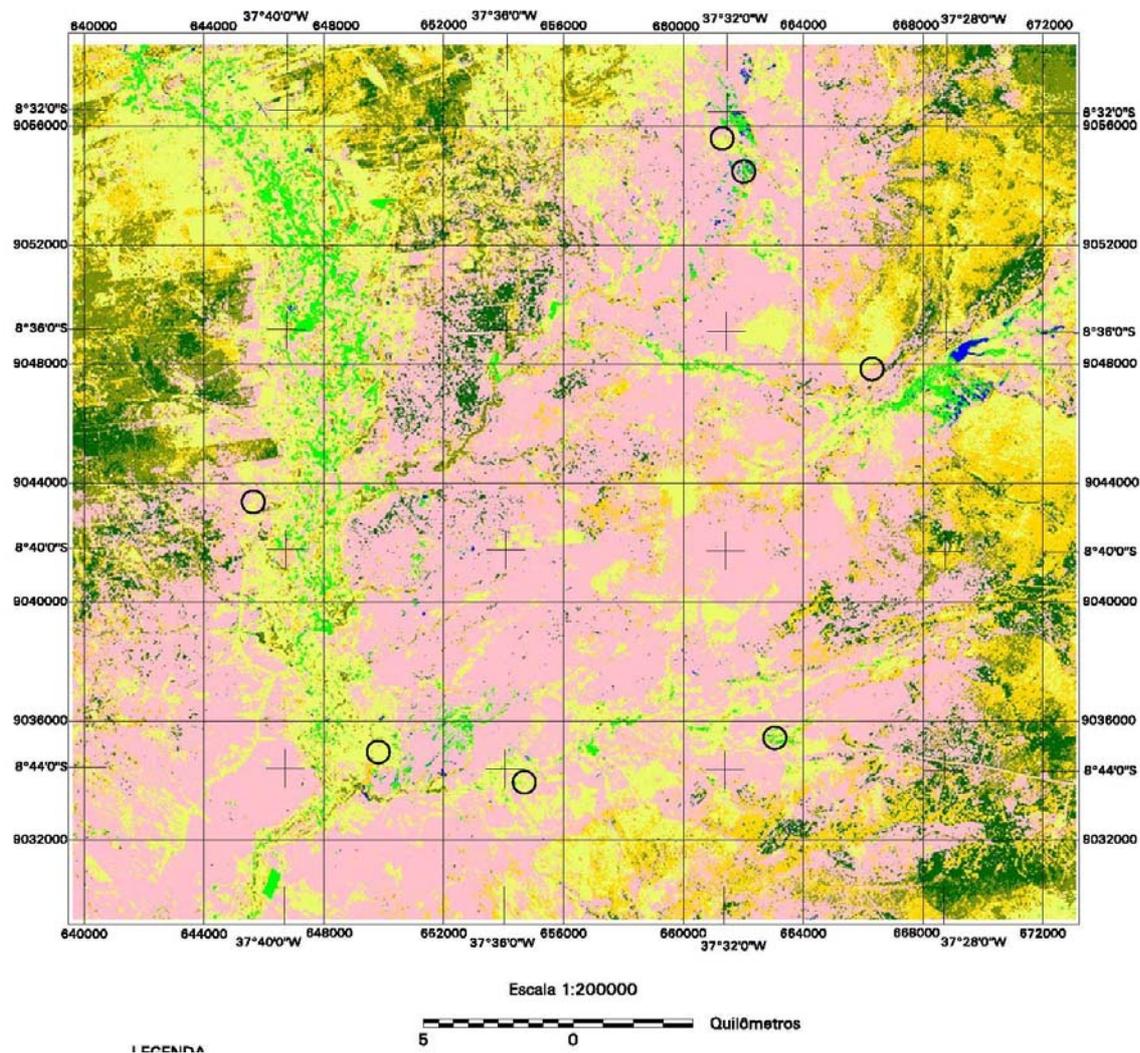


Figura 16 – Mapa de vegetação e uso do solo elaborado com base na imagem de satélite a partir da cena 215_066 do Satélite Landsat-TM 7, da data de 15/09/2002, composta pelas bandas 3, 4 e 5. Em destaque, os pontos plotados por GPS, onde foram avaliados os núcleos de desertificação.

A importância dada aos núcleos de desertificação consiste na sua fácil detecção, oferecendo subsídios para investigações destes em qualquer região. Os núcleos de desertificação, segundo Vasconcelos Sobrinho (1978a), por serem o resultado da ação de vários agentes biológicos-agrícolas, físicos e sociais, tendo uma investigação precisa, será suficiente para um diagnóstico exato dos processos de desertificação em uma determinada área, ganhando-se tempo para obtenção dos resultados.

A descoberta de núcleos de desertificação, como mencionado por Ab'Saber (1977) e Vasconcelos Sobrinho (1978a), são de grande importância; se existem núcleos no município tem-se o dever de evitar que tomem maiores proporções, ou mesmo que outros venham a surgir.

Na área de estudo observou-se que a degradação encontra-se num estágio bem avançado, talvez irreversível. Estando o município em região semi-árida, os núcleos possuem dinamismo próprio com base morfodinâmica do sistema semi-árido. Dai se desenvolvem ou se ampliam, em detrimento das áreas circunvizinhas, e são dotados de elevado potencial de degradação. O mesmo é afirmado por Melo (1999) em estudo sobre núcleos de desertificação em regiões semi-áridas.

Como visto, o município foi contemplado por um projeto de irrigação, que praticado de forma inadequada gerou a degradação do solo e, como consequência, outras degradações em virtude da impossibilidade da continuidade da produção, levando os agricultores a práticas de atividades degradadoras como olaria e carvoaria.

As atividades presentes no município foram encontradas em outros municípios, mesmo os que não fizeram uso da irrigação como citado por Melo (1998; 2000), Brito (1999). A carvoaria e a olaria têm sido sempre uma alternativa econômica nas regiões semi-áridas, associadas a outras como a agricultura e o superpastoreio, podendo levar a núcleos de desertificação.

5.2.3 Gestão ambiental para o município de Ibimirim-PE

De acordo Pol (2003) a gestão ambiental se centra principalmente nos recursos. Pressupõe escolher entre alternativas (que não são somente tecnológicas) e criar as condições para que realize o que se determine como meta. Deve controlar e assegurar o cumprimento da lei ou normas que estão estabelecidas e, regulam os comportamentos das pessoas, das sociedades, das empresas, das formas de produção e seus efeitos. Porém, também deve levar em consideração as pessoas e seu comportamento. As contribuições advindas do processo de construção do PAN-Brasil vêm ao encontro das propostas definidas na II Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, realizada em março de 2004, em Olinda-PE

(MMA, 2004), que servem como parâmetro para implementação de medidas mitigadoras no combate a desertificação.

Entendendo que a importância da gestão ambiental é de grande relevância a criação de um grupo de gestores para o município seja na esfera pública, privada ou uma organização não-governamental é de grande utilidade.

Para modificar esse quadro, o PAN-Brasil está conferindo prioridade à execução de um Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) nas áreas afetadas pela desertificação, a ser reforçado pela execução de programas de capacitação e melhoria da gestão ambiental. Neste âmbito, o ZEE é imprescindível para embasar as decisões do governo, no que diz respeito à orientação dos processos de desenvolvimento, ordenamento territorial, conservação da biodiversidade e gestão e monitoramento das áreas susceptíveis ou afetadas pelos processos de desertificação sendo, portanto, um instrumento fundamental ao conhecimento e à gestão ambiental (MMA, 2004). Sua disponibilidade permite, por um lado, identificar e monitorar os processos de desertificação, pressões, estados e respostas das ações de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca. Oferece, por outro, toda a base necessária a uma eficiente gestão ambiental nas Áreas Susceptíveis a Desertificação (ASD), como é o caso de Ibimirim-PE, que necessita dessa ferramenta para implementação de um programa de gestão ambiental.

A Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (CCD) influenciou o PAN-Brasil, no sentido de fazer com que o tema da desertificação comece a ser incorporado em todos os âmbitos (sociais e político-institucionais), como parte integrante das várias iniciativas e políticas, sejam elas setoriais ou estruturantes (MMA, 1997). Entende-se que esta intenção se concretizará em Ibimirim, desde que haja uma ação permanente e estruturada dos gestores ambientais no município, de modo que em prazo relativamente curto a sociedade (na esfera econômica, política e social) tenha incorporado como uma agenda própria e relevante o tema da desertificação.

É de fundamental importância a existência de leis que controlem o uso dos recursos naturais em todas as regiões do Brasil, principalmente nas regiões semi-áridas, como é o caso de Ibimirim-PE. Portanto, faz-se necessário o conhecimento e

o uso da Lei das Águas, que em seu artigo 3º, descreve as diretrizes gerais de ação para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, destacando que a gestão dos recursos hídricos deve ser adequada às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País, além de integrada à gestão ambiental e articulada à gestão do uso do solo. É relevante também o Programa Nacional de Florestas (PNF), que tem como principal objetivo promover o uso equilibrado e a conservação das florestas brasileiras, por meio da articulação de políticas públicas relacionadas a questões como regularização fundiária, crédito e financiamento, legislação ambiental, pesquisa e tecnologia, treinamento e capacitação (MMA, 2004).

Uma tendência socioeconômica vem sendo observada em muitas áreas rurais do Brasil. Segundo Campanhola e Silva (2000), o sistemático decréscimo do número de pessoas ocupadas em atividades agrícolas tradicionais, concomitante a um consistente acréscimo do número total de pessoas ocupadas, resulta da emergência de atividades alternativas não-agrícolas em substituição aos tradicionais usos agrícolas da terra, configurando o que tem sido denominado de “Novo Rural”. Em Ibimirim observa-se essa tendência devido às dificuldades enfrentadas pelos agricultores para práticas agrícolas tais como a estiagem, solos improdutivos e o interrupimento da irrigação.

As alternativas para sobrevivência encontradas pelos agricultores no município como a carvoaria e a olaria, nos momentos em que a agricultura se torna inviável, resultam em profundas alterações socioeconômicas e ambientais promovendo tanto perspectivas quanto ameaças ao desenvolvimento local sustentável. Para Rodrigues e Campanhola (2003) torna-se necessária a avaliação do impacto ambiental (AIA) dessas atividades emergentes do meio rural. No município não vem ocorrendo um planejamento dessas mudanças, nem o assessoramento da população quanto às melhores opções de práticas, atividades e forma de manejo a serem implementadas, o que tem provocado a destruição do solo com a retirada da vegetação para diversos fins, como a perda da flora e da fauna local. Devem-se encontrar atividades que mantenham esses recursos em condições de uso contínuo, sem o seu esgotamento.

Devem ser implementadas ações voltadas para o estabelecimento de técnicas de manejo dos recursos hídricos, visando o máximo aproveitamento do uso da água na irrigação, além do manejo florestal sustentável na caatinga com objetivo não apenas da preservação, mas também a utilização constante sem provocar um maior desequilíbrio. A promoção de programas permanentes de cursos de curta duração para formação de recursos humanos na questão da desertificação são algumas sugestões, ao nível local, que funcionam como medidas mitigadoras dos processos de degradação presentes no município.

Regionalmente é importante manter relações de informação com as diversas instituições públicas, realizar eventos científicos sobre a questão ambiental, tendo como foco principal a desertificação para que se conheça melhor o problema vivenciado no semi-árido nordestino.

Existem no município mulheres com habilidade na confecção de peças rendadas, embora falte apoio e incentivo para o desenvolvimento dessa prática, dificultando seu sustento com base na venda desses produtos. É conhecido no município o artesanato dos santos de madeira, sendo esta uma outra alternativa como fonte de renda no município. De acordo com as indicações contidas no PAN-Brasil o artesanato tem um importante papel estratégico para o desenvolvimento sustentável. Como os santos são produzidos com madeira proveniente da caatinga tem-se que ter o cuidado no manejo dessa madeira utilizada pelos santeiros.

Uma atividade muito importante para a economia do município é a apicultura realizada na caatinga. É uma atividade que de certa forma faz com que o agricultor proteja a flora, pois sem ela a produção de mel torna-se impossível. Além disso, segundo Leal *et al* (2003) e Moura (2003) as abelhas são de grande importância para a polinização das plantas nativas da caatinga e de culturas agrícolas.

Ibimirim é um pólo apicultor no Estado de Pernambuco e deve receber incentivos para o desenvolvimento dessa prática em virtude da sua importância econômica e ambiental.

Uma outra atividade desenvolvida no município é a piscicultura que vem sendo promovida pelo DNOCS. Os viveiros foram reativados em 2005 (Figura 17), com objetivo da reprodução de peixes machos a serem vendidos para produtores

públicos e privados. Dentre as propostas de ações, como forma de estratégias econômicas para a redução da pobreza e da fome, a criação de viveiros é recomendada pelo PAN-Brasil.



Figura 17 – Viveiros para prática da piscicultura com objetivo de alevinagem (reprodução) em Ibimirim-PE.

Ibimirim apresenta um potencial turístico que deve ser explorado com responsabilidade, através de passeios ecológicos pela caatinga tendo como atrativo o Parque Nacional do Catimbau (Vale do Catimbau), cuja área impressiona por sua beleza, primitivismo e formações geológicas, exibindo verdadeiras obras de arte esculpidas por processos erosivos. Preservar os ecossistemas naturais existentes, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação ambiental e turismo ecológico constitui o principal objetivo da criação de parques desse gênero. A expansão dos núcleos de desertificação/áreas degradadas no município podem afetar ainda mais o Parque, visto que este já apresenta um sem-número de áreas impactadas. Rodrigues (2006) estudou a zona de amortecimento do Parque do Catimbau, área estabelecida pela legislação específica para áreas de proteção ambiental. Isto significa que uma faixa de 10 km ao redor da área a ser protegida, ficando limitadas atividades, sobretudo as de natureza impactante como o mencionado Parque tem parte de seu território no município de Ibimirim, é óbvio que a zona de amortecimento também esteja nele inserida e, portanto, igualmente preservada.

Diante de tal contexto, como sugere Cavalcante (1997), torna-se necessário e urgente, a conscientização do povo nordestino, através de programas de educação

ambiental, para se evitar as principais causas antrópicas. Como retrata Brito (2002), a educação ambiental, seja ela formal ou informal, apresenta-se como um instrumento de gestão ambiental de grande importância no controle da desertificação. A comunidade deve ser informada da existência do problema como também conhecer suas causas e conseqüências e, o que pode ser feito para contê-lo. Através da educação ambiental a população caminha para uma nova consciência, sensibilizada com os problemas ambientais locais e, de uma maneira geral, como os problemas ambientais vêm afetando os ecossistemas de maneira global.

5.3 Análise da entrevista com os colonos

Os dados obtidos contemplam as respostas de 50 pequenos agricultores das agrovilas, em entrevista realizada durante os trabalhos de campo, após obter, oralmente, o termo de consentimento livre e esclarecido. A entrevista tornou possível traçar um perfil da situação em que se encontram. As perguntas direcionadas aos agricultores (colonos) foram centradas na análise do antes, durante e depois do projeto de irrigação no município. Os agricultores entrevistados tinham, em média, 55 anos, tendo, a grande maioria (91,6%), não completado o ensino fundamental.

De acordo com as respostas coletadas, dentre os principais produtos produzidos nos lotes no período da entrevista (2005), o milho é o que tem maior destaque (Figura 18). Segundo Andrade (1994) o milho não é uma cultura própria para o clima semi-árido. No entanto, ele o feijão e o algodão formam o tripé da associação agrícola, quando poderia-se desenvolver o sorgo, que dá uma produtividade maior do que o milho, por um baixo custo, permitindo a sua utilização para animais com a mesma eficiência.

O número de colonos envolvidos com a agricultura foi mais presente na agrovila 1; nas demais verifica-se uma redução (Figura 18), pois 47% não produzem em seus lotes. A agrovila 1 fica inserida na sede municipal, o que facilita a retomada do projeto. Sendo composta em sua maior parte por aposentados, a existência de

uma renda torna mais fácil investir na agricultura com o uso da irrigação, que muitos deles fazem com recurso próprio.

Em relação à produção, antes do projeto de irrigação 58% afirmaram que a produção agrícola era bem menor (Figura 19). Com a implantação do projeto, segundo eles, foi um momento de muita fartura (Figura 20).

Em virtude dos problemas que levaram ao fracasso do projeto, os colonos afirmam o quanto se tornou difícil produzir com a mesma intensidade, pois além da ausência da água os solos tornaram-se, em algumas áreas, improdutivos. Percebe-se uma preocupação a nível mundial com relação aos problemas de salinidade e alcalinidade em agricultura irrigada. Esses problemas acarretam a diminuição da produtividade e, até mesmo, em casos extremos, a esterilização dos solos (BATISTA, 2002). Dos entrevistados, 88% confirmaram a queda brusca da produção (Figura 21).

De acordo com Brasil (2004) a expansão da agricultura irrigada contribui para aumentar as oportunidades de emprego no campo e reduzir os fluxos migratórios. Por outro lado, Rodrigues (1992) menciona que, de forma direta, os prejuízos sócio-econômicos de uma irrigação mal conduzida levam ao aumento do desemprego e o abandono das terras, favorecendo a migração. Foi o que se constatou em Ibimirim, pois com o fim do projeto de irrigação 32% dos colonos migraram para outras regiões (Figura 23).

Dos que permaneceram, 17% vivem da venda de carvão, e 6% integraram-se ao comércio. Apesar de Ibimirim ser conhecido como produtor de mel e, segundo (MOURA, 2003), essa atividade deve ser introduzida nas regiões onde a caatinga encontra-se degradada a fim de protegê-la, não constatou-se essa atividade entre os colonos entrevistados (Figura 22).

Dentre os colonos, 89% afirmam que o projeto de irrigação beneficiou tanto os pequenos como os grandes agricultores (Figura 22). Atualmente nas agrovilas 17% fazem uso da irrigação, cujo recurso financeiro vem do próprio agricultor.

Quanto à ajuda para melhorar a qualidade da produção, 60% dos entrevistados relataram que não há apoio técnico de nenhuma instituição. Dos 40% que

responderam que recebem esse tipo de apoio, 17% tiveram como órgão executor a Universidade Federal de Pernambuco, 5% o DNOCS e 2% o SENAC.

A venda dos produtos se dá por meio de atravessadores, em 71% dos casos, o que torna seu lucro bastante reduzido devido ao valor cobrado pelos atravessadores. Outra forma de comercializar os produtos agrícolas é através de grandes empresas como a Palmeiron. Seria importante para os agricultores a criação de uma cooperativa agrícola para que não houvesse exploração dos compradores para com os agricultores. Andrade (1994), em estudo sobre a implantação dos projetos de irrigação pelo governo demonstrou não haver benefícios aos pobres agricultores. Das poucas cooperativas que foram implantadas no Nordeste, apenas uma pequena parte obteve sucesso.

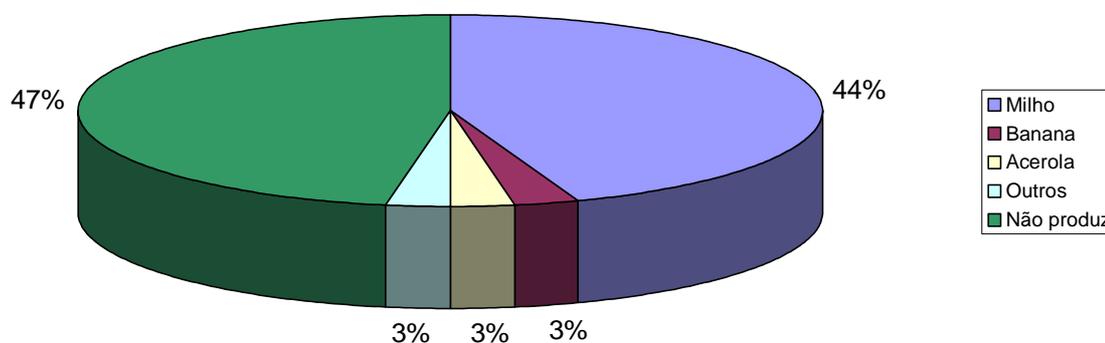


Figura 18 – Principais produtos agrícolas produzidos nas agrovilas em Ibimirim-PE

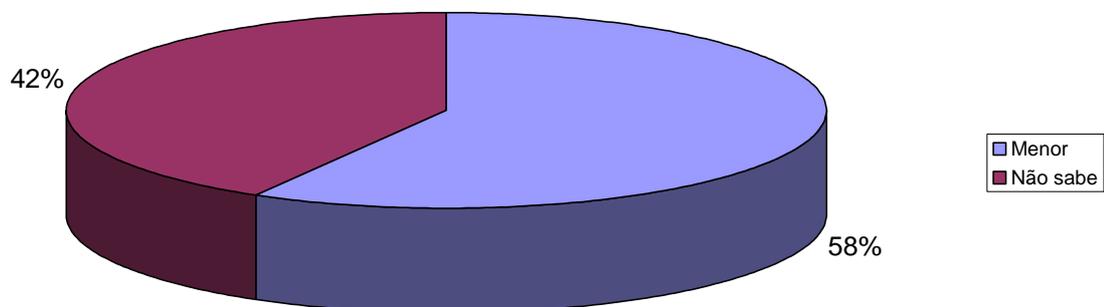


Figura 19 – Produção agrícola antes do projeto de irrigação em Ibimirim-PE

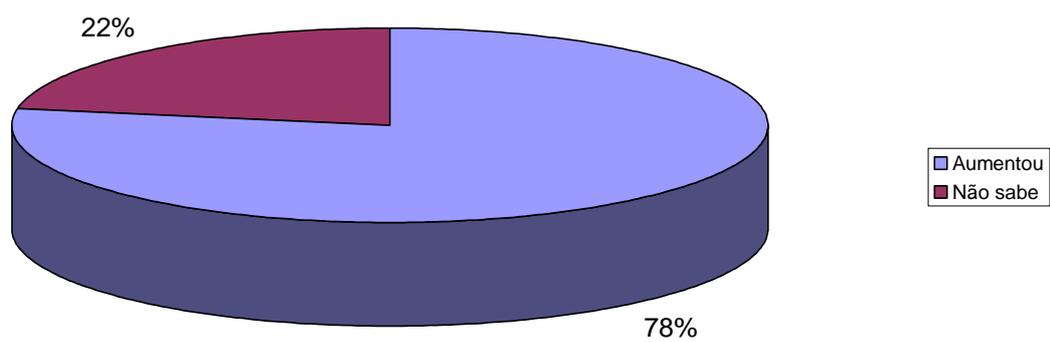


Figura 20 – Produção agrícola durante o funcionamento do projeto de irrigação em Ibimirim-PE.

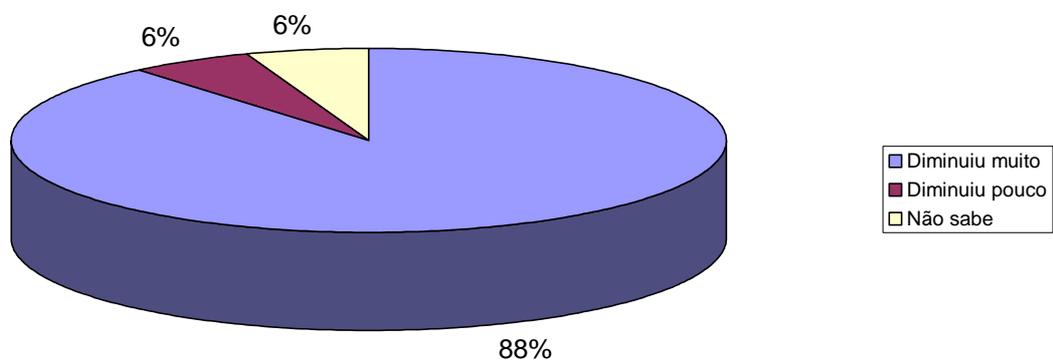


Figura 21 – Produção agrícola após a interrupção do projeto de irrigação em Ibimirim-PE.

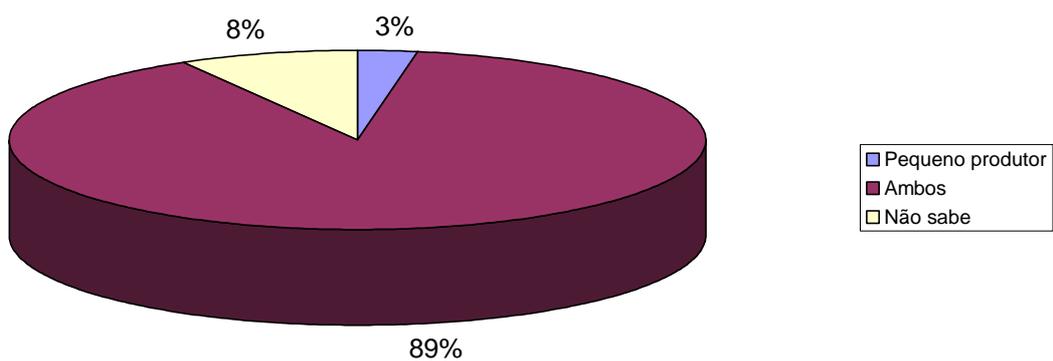


Figura 22 – Produtores beneficiados pelo projeto de irrigação em Ibimirim-PE.

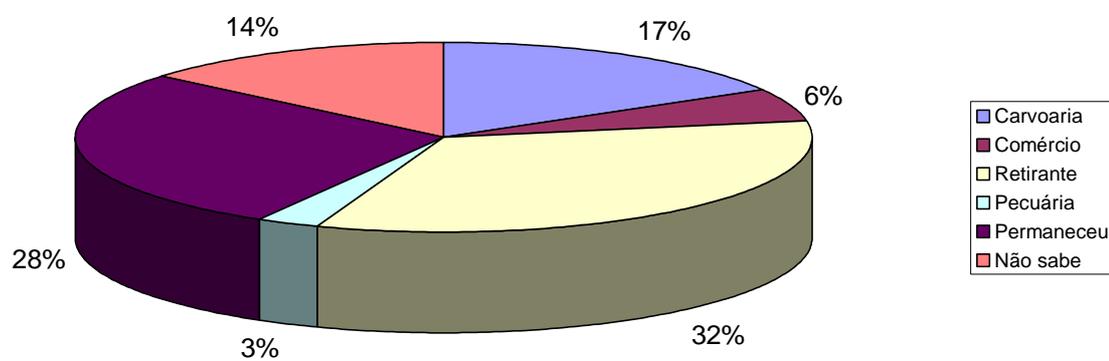


Figura 23 – Atividades econômicas surgidas após o interrupção do projeto de irrigação em Ibimirim-PE.

6 CONCLUSÃO

A comunidade do município de Ibimirim-PE, assim como outras do semi-árido nordestino, sofrem com a pobreza e o descaso das autoridades públicas. Estas não apresentam medidas efetivas para a resolução dos problemas sócio-econômicos e ambientais, que ao longo dos anos vêm castigando o nordestino. As medidas encontradas pelos dirigentes geralmente têm caráter emergencial sendo apenas paliativos, como ocorre nos momentos de seca. Sabe-se que a seca é um acontecimento previsto e, no entanto, tem-se a impressão que é algo surpreendente.

É na natureza que a comunidade residente no município busca recursos para sobreviver. Sem o devido conhecimento faz uso desses recursos naturais inadequadamente desencadeando, através principalmente do desmatamento, diversos problemas ambientais tendo como mais expressivo a desertificação. São elas vítimas das dificuldades encontradas nas regiões semi-áridas, seja no âmbito climático, social ou econômico.

É grave o estado da degradação ambiental no município, com destaque para as áreas rurais, em decorrência das atividades econômicas que necessariamente utilizam os recursos florestais da caatinga sem o devido manejo e, o impacto causado pela irrigação que desconsiderou as características físicas local.

A construção de açudes com o objetivo de represar água para suprir sua deficiência nas regiões onde o nível pluviométrico é baixo e, as chuvas são do tipo torrenciais, como é o caso das regiões semi-áridas do nordeste, faz parte das ações desenvolvidas pelo poder público, como também a realização de projetos de irrigação, objetivando a permanência da população local e o aumento da produção. De fato a irrigação promove a realização desse desejo de fartura que traz uma enorme satisfação para os agricultores, mas infelizmente nem todos os projetos realizados contemplam o pequeno agricultor, como também nem todos são levados adiante. Geralmente são abandonados deixando um enorme prejuízo. O maior problema encontrado na realização de projetos dessa natureza é a negligência quanto as reais possibilidades de sua implantação, não considerando as condições físicas e humanas das áreas a serem contempladas.

Para se combater a desertificação é necessário desenvolver ações políticas de controle e prevenção com a participação da população local, evitando seu avanço e, se possível, a recuperação das áreas afetadas.

As sugestões apresentadas no estudo tem como público alvo os moradores das áreas rurais por serem os mais atingidos diretamente pelas conseqüências advindas da desertificação. Além de serem os mais atingidos, são eles que lidam com a terra e precisam aprender e ensinar qual a melhor forma de continuar praticando suas atividades com menos impacto ao meio natural. Apesar dos agricultores serem os principais colaboradores nessa luta, deve ficar claro que toda a população precisa estar ciente das causas e das conseqüências da desertificação e, juntos encontrar medidas para sustá-las.

A aplicação de um programa de gestão ambiental em Ibimirim-PE é fundamental para conter os efeitos negativos provocados pela desertificação e evitar o surgimento de outros.

Dentre os instrumentos de gestão ambiental, os estudos e a avaliação dos impactos ambientais possibilitaram o conhecimento técnico, assim como as medidas e sugestões necessárias subsidiadas pelas leis ambientais no enfrentamento da desertificação. Estas ações possibilitam medidas mitigadoras para áreas degradadas em Ibimirim.

A educação ambiental, seja ela formal ou informal, é um outro instrumento de gestão ambiental de grande valor nessa temática, pois seu principal objetivo é preparar a população para uma nova consciência, sensibilizada com os problemas ambientais locais e, com todos que vêm afetando globalmente. De forma interdisciplinar busca a consciência crítica, permite o entendimento e a intervenção de todos na sociedade, compreendendo que a utilização dos recursos naturais é compatível com o bem-estar sócio-econômico da população. Apesar de medida positiva, é bastante difícil o trabalho de educação ambiental no município, em virtude dos costumes adquiridos ao longo dos anos dessa população, como pelo baixo nível educacional.

A realização de trabalhos que mostrem a realidade vivida pela população semi-árida, somada aos efeitos da desertificação, apresentar medidas mitigadoras que contemplem a sociedade é objetivo de gestores ambientais, para que a

sociedade tenha um melhor convívio com o ecossistema estudado. Por isso, espera-se que estudos como este sejam exemplos para outras regiões semi-áridas do nordeste e, que sua ampliação desperte para sociedade como um todo um caráter de urgência para solução dos problemas sociais, ambientais e econômicos do semi-árido.

Mesmo com todos os esforços que nos últimos anos têm sido feitos pela comunidade científica, pelos governos interessados e por organizações internacionais para combater a desertificação e despertar a consciência para este problema, ainda há dúvidas quanto a sua natureza, sua extensão e suas relações com outros fenômenos. O insucesso no tratamento das áreas atingidas pela desertificação deve-se a vários fatores, tendo como o mais evidente o diagnóstico tardio e a não integração dos fatores envolvidos, mesmo que se disponham dos conhecimentos, da tecnologia e da experiência necessária para o tratamento.

7 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B. B. de; FUCK, R. A. Províncias estruturais brasileiras. In: SIMPOSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 8, 1977, Campina Grande. **Resumo das comunicações**. Campina Grande: SBG, 1977. 79p. (Boletim Especial SBG, Núcleo Nordeste, 6) p.12 –13.

ANDRADE, M.C. **O desafio ecológico: utopia e realidade**. São Paulo: HUCITEC, 1994.

ANDRADE-LIMA, D. **Contribution to the study of the flora of Pernambuco, Brazil**. Monografias. Universidade Rural de Pernambuco, Recife, 1954.

ANDRADE-LIMA, D. The caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica**. v.4, p.149-163, 1981.

BARROS, A.H.C.; ENCARNAÇÃO, C.R.F.; REIS, A.C.S.; LACERDA, F.F.; SILVA-NETO, J.R.; FERREIRA, N.S. **Climatologia das estações experimentais do IPA**. Secretaria da Agricultura de Pernambuco. Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA. Laboratório de Meteorologia e Recursos Hídricos de Pernambuco – LAMEPE. Recife: LAMEPE, 1994.

BATISTA, M.; NOVAES, F.; GARCIA, D.; SUGUINO, H. **Drenagem como Instrumento de Dessalinização e Prevenção da Salinização de Solos**. Brasília: CODEVASF, 2002.

BRASIL. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Caatinga. **Cenários para o bioma caatinga**. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. Recife: SECTMA, 2004.

BRASIL. **Impactos ambientais**. Ministério da Integração Nacional – CODEVASF. Brasília: CODEVASF, 2006a. Disponível em <http://www.codevasf.gov.br/menu/os_vales/impactos_amb#topo> Acessado em 12/05/2006.

BRASIL. **Dnocs conclui recuperação do controle de vazão do açude Francisco Saboya**. Ministério da Integração Nacional. Brasília: MIN, 2006b. Disponível em <<http://www.integracao.gov.br/comunicacao/noticias/noticia.asp?id=1580>> Acessado em 22/06/2006.

BRASIL. Ministério do desenvolvimento urbano e meio ambiente. Coordenadoria de monitoramento ambiental. **Seminário sobre desertificação no nordeste**. Documento final. Brasília. 215p. il. 1986.

BRASIL. Ministério do meio ambiente, dos recursos hídricos e da Amazônia legal – PNUD – FGEB. **Diretrizes para a política nacional de controle da desertificação**. Projeto BRA 93/036 Brasília, 35p. 1998.

BRITO, V.N. **Diagnóstico de reconhecimento da desertificação no município de São José de Espinharas – PB.** 1999. 66f. monografia (graduação em geografia). Centro Universitário de João Pessoa – UNIPÊ, João Pessoa-PB.

BRITO, V.N. **Importância da educação ambiental como instrumento para controle da desertificação: estudo de caso no município de São José de Espinharas – PB.** 2002. 60f. monografia (Especialização em Educação Ambiental). Centro de Educação – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB.

CAMPANHOLA, C.; SILVA, J.G. da. **O novo rural brasileiro: uma análise nacional.** Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, p.190, 2000.

CAVALCANTE, E.G. **Geo-economia do semi-árido irrigado:** a experiência de Petrolina sobre o enfoque da sustentabilidade do desenvolvimento. Recife: Editora universitária da UFPE, 154p., 1997.

COIMBRA-FILHO, A.F.; CÂMARA, I.G. **Os limites originais do bioma Mata Atlântica na região Nordeste do Brasil.** Rio de Janeiro: FBCN, 1996.

CORDEIRO, G.G.; MANSEFÚ, A.R. **Degradação de terras por salinidade no nordeste do Brasil e medição instrumental da salinidade.** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2001.

CORRÊA, A.A.M. Desertificação no território brasileiro – tema alarmista ou realista? **Boletim FBCN/Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza** – Rio de Janeiro: FBCN, v.1, 1966.

CRUCIANI, D.E.; SILVA, C.R.; ALVES-JÚNIOR, J.; SILVA, T.A.; COSTA, V.M. **Prevenção de solos à salinização. Pós-graduação em Irrigação e Drenagem.** Campina Grande: UFPB, 2005.

DESERTIFICAÇÃO pode atingir quase 1.000 Km² de caatinga. **Globo.com**, notícias – Brasil. São Paulo, 29 mai. 2000. Disponível em www.oglobo.com acessado em 7 nov. 2000.

EMBRAPA. **Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco.** Recife: Embrapa Solos - Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento - UEP Recife; Governo do Estado de Pernambuco (Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária), CD-ROM, 2001.

FLORENZANO, T.G. **Imagens de satélite para estudos ambientais. Oficina de textos. v.98,** São Paulo, 2002.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **Contagem da população.** Ministério do planejamento. Departamento de população e indicadores sociais, 2000.

LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. **Ecologia e conservação da caatinga.** Recife: Universitária, 822p., il., 2003.

LEAL, J.M.; MELO, J.G. **Bacia Sedimentar de Jatobá-PE (estudo hidrogeológico).** Recife, SUDENE-DRN-Div. Rec. Min., 1983.

LIMA, M.J. **Caatinga**. Conferência proferida do seminário Quanto Vale a Caatinga. Promovido pela SECTMA. Recife, 2001.

LIMA, P.J.; HECKENDORFF, W.D. Climatologia, p 34–44. In: Governo do Estado da Paraíba, Secretaria da Educação, Universidade Federal da Paraíba (eds.). **Atlas Geográfico do Estado da Paraíba**. João Pessoa, Grafset. 1985.

LUETZELBURG, P. von. **Estudo botânico do nordeste. Inspectoria Federal de Obras Contra a Seca**. Ministério da Viação e Obras Públicas, Publicação 57, Série I,A, Rio de Janeiro: 1922-23.

MATALLO-JÚNIOR, H. **Indicadores de desertificação: histórico e perspectivas**. Brasília: UNESCO, 126p. 2001.

MELO, A.S.T. Desertificação. **Revista da UNIPE**, v.2, n.2, João Pessoa - PB, 1998.

MELO, A.S.T. **L'organisation des paysages dans l'est de la Paraíba et du Rio Grande du Norte – Brésil**. 1983. Tese (Doutorado) Universidade de Bordeaux, Talença, França.

MELO, A.S.T. **Núcleos de desertificação na Paraíba: diagnóstico de reconhecimento dos núcleos de desertificação nos municípios de São João do Cariri e Caraúbas-PB**. João Pessoa: Unijpê. Centro Universitário de João Pessoa. Curso de Geografia, out., 2000.

MELO, H.N.S.; MIRANDA, R.J.A.; NETO, O.A.; FILHO, M.L. Salinização no Pós – tratamento de Esgotos por Disposição Controlada no solo. In: **Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios**. Natal: Coletânea de Trabalhos Técnicos – Volume 2, p.39-48, 2001.

MMA. **Diretrizes para a política nacional de controle da desertificação**. Projeto BRA 93/036. Plano Nacional de Combate à Desertificação. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal - MMA; Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD; Fundação Grupo Esquel Brasil – FGEB. Brasília: MMA, 1998.

MMA. NAÇÕES UNIDAS. **Convenção das Nações Unidas de combate à desertificação nos países afetados por seca grave e/ou desertificação, particularmente na África**. Brasília: MMA, 1997.

MMA. **Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca: PAN-Brasil**. – Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos, 2004.

MORAIS, F. **Qualidade da Água e Produtividade dos Poços no Meio Fissural do Alto Vale do rio Moxotó – PE**. 2000. Dissertação (Mestrado) Pós-Graduação em Geociências. Centro de Tecnologia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.

MOURA, D.C. **Riqueza e abundância de abelhas em diferentes estágios de degradação da caatinga como indicadores ambientais no entorno da Usina**

Hidrelétrica de Xingó. 2003. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil.** Recursos Naturais e Meio Ambiente, v.4, 421p. Rio de Janeiro: SUPREN, 1979.

PERNAMBUCO. Secretaria de ciência e tecnologia e meio ambiente – SECTMA. **Política estadual de controle da desertificação** Recife: SECTMA, 32p. il. 2003.

PERNAMBUCO. Secretaria de ciência e tecnologia e meio ambiente – SECTMA. **Para compreender a desertificação:** uma abordagem didática e integrada. Recife: SECTMA, Fundação Joaquim Nabuco; Instituto Desert, 56p. il. 2001.

PERNAMBUCO. Secretaria de ciência e tecnologia e meio ambiente – SECTMA. **Programa de combate à desertificação em Pernambuco – Brasil.** Recife: SECTMA, 10p. il. 1999.

PERNAMBUCO. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. **Plano Estadual de Recursos Hídricos:** Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó. Recife: SECTMA, 1997.

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – **Relatório sobre o Desenvolvimento Humano no Brasil,** 1996, Rio de Janeiro, IPEA, Brasília-DF, 1996.

POL, E. A gestão ambiental, novo desafio para a psicologia do desenvolvimento sustentável. **Estudos de Psicologia, v.8,** n.2, p.235-243, 2003.

RADAMBRASIL. **Levantamento dos recursos naturais.** Ministério das Minas e Energia. Secretaria geral. Rio de Janeiro: MME, 25p., 1981.

RETALLACK, G.J. **Soils of the past – na introduction to paleopedology.** Boston: Unwinhyman, 520p. 1990.

RIBEIRO, EM. Lavouras, sistemas produtivos e agricultura familiar: uma teoria da roça de coivara. **Anais do V Encontro da Sociedade Brasileira de Sistema de Produção.** Belém, 2001.

RIBEIRO, EM; GALIZONI, FM. Água, população rural e políticas de gestão: o caso do vale do Jequitinhonha, Minas Gerais. **Ambiente & Sociedade, v.6,** n.1, p. 129-146, 2003.

ROCHA, D.E.G.A.; LEITE, J.F. **Estudo hidrogeológico da Bacia do Jatobá-PE:** geologia. 20p. Recife: CPRM, 2000.

RODRIGUES, N.M. **Potencialidades e impactos ambientais no Parque Nacional do Catimbau e sua zona de amortecimento.** 2006. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.

RODRIGUES, G.S.; CAMPANHOLA, C. Sistema integrada de avaliação de impacto ambiental aplicados a atividades do Novo Rural. **Pesquisa agropecuária brasileira, v.38,** n.4, p.445-451, 2003.

RODRIGUES, V. **Avaliação do quadro de desertificação no Nordeste do Brasil: Diagnósticos e Perspectivas**. Fortaleza, Universidade do Piauí, Brasil, ICIO, 1992, 34p.

RODRIGUES, V; MATALLO-JUNIOR, H; LINHARES, MC; GALVÃO, ALCO; GORGÔNIO, AS. Avaliação do quadro de desertificação no Nordeste do Brasil: Diagnósticos e Perspectivas. In: **Desenvolvimento sustentável no nordeste**. Brasília: IPEA, p.263-304, 1995.

ROMEIRO, A.R. **Meio ambiente e dinâmicas de inovações na agricultura**. São Paulo: FAPESP/AnnaBlume, 1998.

SAMPAIO, E.V.S. Usos das plantas da caatinga. **Workshop de avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade do Bioma Caatinga**, Pernambuco, Petrolina, Brasil, p.49-90, 2000.

SAMPAIO, E.V.S.B.; SAMPAIO, Y.; VITAL, V.; ARAÚJO, M.S.B.; SAMPAIO, G.R. **Desertificação no Brasil**. Conceitos, núcleos e tecnologias de recuperação e convivência. Recife: Universitária, UFPE. 202p., 2003.

SAMPAIO, Y.; MAZZA, J.E. Diversidade sócio econômica e pressão antrópica na caatinga nordestina. **Workshop de avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade do Bioma Caatinga**, Pernambuco, Petrolina, Brasil, p.2-8, 2000.

SANTOS, E.J. **O complexo granítico Lagoa das Pedras: acreção e colisão na região de Floresta (Pernambuco), Província Borborema**. São Paulo, 1995. 220p. Tese (Doutoramento) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1995.

SCHENKEL, C.S.; MATALLO JUNIOR, H. **Desertificação**. Brasília: UNESCO, 1999.

SILVA, G.G. **A problemática da desertificação no ecossistema da caatinga no município de São João do Cariri**. Monografia. Universidade Federal do Piauí, 1993. 94p.

SOUTO, A.; HAZIN, C. Diversidade animal e desertificação no semi-árido nordestino. **Biológicas brasileira**, v.6, n1/2, p.39-50, 1994.

SOUZA, L.C.; QUEIROZ, J.E.; GHEYI, H.R. Variabilidade Espacial da Salinidade de um Solo Aluvial no Semi-Árido Paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.1, p.35-40, Campina Grande, PB, DEAg/UFPB, 2000.

SUASSUNA, J. **O processo de salinização das águas superficiais e subterrâneas no nordeste brasileiro**. Disponível em <http://fundaj.gov.br/docs/publi/ema.html> acessado em 17 fev 2005. Recife: FUNDAJ, 1997.

TEMÓTEO, J.W.C. **Base municipal de informações das águas subterrâneas – município de Ibimirim – PE**. Recife: CPRM, 18p., 2000.

TEUCHLER, H.; MOURA, A.S. **Quanto vale a caatinga**. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, 2002.

THORNTHWAITE, C.W. Na approach towards a rational classification of climate. **Geographical Review**, v.38, p.55-94, 1948.

VAN SCHMUS, W.R.; BRITO NEVES, B. B. de; HACKSPACHER, P.; BABINSKI, M. U/Pb and Sm/Nd geochronologic studies of the Eastern Borborema Province, Northeastern Brazil: initial conclusions. **Jour. South Am. Earth Sci.**, v.8, p.267-288, 1995.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Problemática ecológica do rio São Francisco**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1971. 34p.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Identificação de processos de desertificação no polígono das secas no Nordeste Brasileiro**. Recife, SUDENE-DDL, il. 1978c. 25p.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Metodologia para identificação de processos de desertificação: manual de indicadores**. Recife, SUDENE-DDL, 1978a. il. 20p.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Processos de desertificação no nordeste brasileiro**. Recife, SUDENE-DDL, 1978b. il. 18p.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Processos de desertificação ocorrentes no Nordeste do Brasil: sua gênese e sua concentração**. Recife, SUDENE-DDL, 1982, 101p.

VIEZZER, M.L; OVALLES, O. **Manual latino-americano de educação ambiental**. São Paulo: Gaia, 1995.