



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
COORDENAÇÃO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA AGRÍCOLA
MESTRADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



DISSERTAÇÃO

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

**GEOPROCESSAMENTO NO ESTUDO DA DESERTIFICAÇÃO:
MUNICÍPIO DE PRATA, PB**



GLAWBBER SPÍNDOLA SARAIVA DE MOURA

Campina Grande – Paraíba
Julho de 2006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**GEOPROCESSAMENTO NO ESTUDO DA DESERTIFICAÇÃO
MUNICÍPIO DE PRATA, PB**

GLAWBBER SPÍNDOLA SARAIVA DE MOURA

**GEOPROCESSAMENTO NO ESTUDO DA DESERTIFICAÇÃO
MUNICÍPIO DE PRATA, PB**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado
em Engenharia Agrícola da Universidade
Federal de Campina Grande, em cumprimento
às exigências para obtenção do Grau de Mestre

Área de Concentração: Irrigação e Drenagem
Linha de Pesquisa: Sensoriamento Remoto

Dr. Marx Prestes Barbosa
Orientador

Campina Grande, PB
2006

DEDICATÓRIA

A todos os meus familiares, em especial aos meus queridos pais Célio Saraiva de Moura e Carmem Batista Spíndola de Moura. Aos queridos irmãos Ana Célia, Glewbber e Albert. Meus lindos sobrinhos Glewbber Júnior, Ana Cecília e Guilherme.

“Dedicado especialmente a minha querida e linda filha, Marianna Maciel Spíndola Saraiva de Moura”



AGRADECIMENTOS

A minha querida família, pelo carinho, afeto, companheirismo e apoio financeiro durante a trajetória do curso.

Ao professor Dr. Marx Prestes Barbosa, pela orientação criteriosa e paciente durante as diferentes fases de desenvolvimento das minhas atividades, como mestrando em Engenharia Agrícola.

À Coordenação do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, em especial ao ex-coordenador Prof. Dr. Hans Raj Gheyi e à atual coordenadora Prof^ª. Josivanda Palmeira Gomes, e a seus funcionários, especialmente a Sra. Rivanilda Pereira Diniz, Secretária, pela amizade, generosidade e serviços prestados com toda a naturalidade de sua ética profissional.

A todos os professores do curso de Engenharia Agrícola, sobretudo aos professore(a)s Alexandre José de Melo Queiroz, Hans Raj Gheyi, Hugo Orlando Carvallo Guerra, João Miguel de Moraes Neto, José Dantas Neto e Josivanda Palmeira Gomes, pela preciosa atenção.

Ao Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto (LMRS-PB) e aos seus funcionários, pelos favores prestados durante o curso.

Aos funcionários do departamento de informática, especialmente a Erick e Petrônio.

Ao IAI, a LARED e ao CNPq, pelo apoio à execução das atividades deste trabalho.

À Prefeitura Municipal de Prata, de modo particular à Secretaria de Saúde, pela recepção agradável, e aos Agentes Comunitários de Saúde, pela aplicação dos questionários do Diagnóstico Socioeconômico Ambiental às famílias rurais do Município de Prata, PB.

A minha querida esposa, Mirelle Maciel, pela compreensão, ajuda e companheirismo durante o tempo em que estive ausente.

Aos amigos Luiz Paulo, Emerson, José, Eduardo (Gordo), Jorge Henrique, Jairo, Valmir, Vilson, Ivanildo, Nane, Glauco, Glauber, Hallyson, Igor, Amanda, Marcondes, Fabiano, Hugo, Keila, Jaqueline, Heron Santana, Heron, Bruce, Claudinho, Kleber, Washington (Tutu), Dilson, Eduardo, Wanderson e Mário.

Aos colegas Joaquim (Juca) e Yuki Jane, pelo desenvolvimento do Abstract.

Aos colegas da pós-graduação, pelo companheirismo e carinho.

A todas as pessoas e colegas que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	xi
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiii

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO.....	2
2. Objetivo geral.....	4
3. Metas.....	4
4. Localização da área de estudo.....	4

CAPÍTULO II

5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
5.1. A geotecnologia como recurso na administração municipal e meio ambiente.....	7
5.2. Monitoramento da degradação das terras com o uso de geotecnologia.....	7
5.3. A Desertificação.....	8
5.4. Sensoriamento Remoto.....	12
5.5. Sistema de Informação Geográfica (SIG).....	14
5.6. Sensoriamento Remoto e o SIG aplicados ao estudo da Desertificação.....	15
5.7. Os Satélites CBERS nas aplicações ambientais.....	16
5.7.1. Aplicações.....	17
5.8. O Satélite LANDSAT.....	19
5.9. Satélite GPS (Global Positioning System).....	21

CAPÍTULO III

6. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS AMBIENTAIS DA ÁREA EM ESTUDO.....	23
6.1. Quadro natural da área de estudo.....	23
6.1.1. Clima.....	23
6.1.2. Temperatura média anual e insolação.....	23
6.1.3. Índice de aridez.....	23

6.1.4. Geologia.....	24
6.1.5. Pré-Cambriano Indiviso.....	24
6.1.6. Rochas Granitóides.....	24
6.1.7. Complexo Gnáissico-Migmatítico.....	25
6.1.8. Quaternário.....	25
6.1.9. Relevo.....	25
6.1.10. Solos.....	25
6.1.11. Vegetação.....	26
6.2. Recursos hídricos.....	27
6.2.1. Bacia Hidrográfica do Rio Sucuru.....	27
6.2.2. Águas Superficiais.....	28
6.2.3. Águas Subterrâneas.....	29
6.3. Economia.....	30
6.4. Indicadores de saúde do município.....	30
6.4.1. Natalidade, mortalidade e causas de óbitos para o ano de 2000 e 2001.....	30
6.4.2. Índice de desenvolvimento infantil – IDI.....	31
6.4.3. Séries históricas dos indicadores da Saúde da Criança.....	32
6.4.4. Séries históricas dos indicadores da Saúde da Mulher.....	32
6.4.5. Séries históricas dos indicadores de Saúde Bucal.....	33
6.4.6. Indicadores Gerais.....	34

CAPÍTULO IV

7. MATERIAL E MÉTODOS.....	36
7.1 – Material.....	36
7.1.1. Material de suporte e campo.....	36
7.1.2. Suporte físico e lógico de Laboratório.....	36
7.2. Métodos.....	37
7.2.1. Fotointerpretação.....	37
7.2.2. Trabalho de campo.....	38
7.2.3. Diagnóstico socioeconômico ambiental.....	38
7.2.4. Processamento Digital de Imagens.....	40
7.2.4.1. Registro de imagens.....	40
7.2.4.2. Realce das imagens.....	41
7.2.4.3. Segmentação.....	43
7.2.4.4. Leituras de Pixels.....	43

7.2.4.5. Classificação de padrão.....	44
7.2.5. Legenda temática relacionada aos dados no campo.....	45

CAPÍTULO V

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
8.1. Análise climática para o período 1996-2004.....	48
8.2. Dinâmica da Cobertura Vegetal.....	51
8.2.1. Análise Qualitativa da Dinâmica da Cobertura Vegetal.....	51
8.2.2. Análise Quantitativa da Dinâmica da Cobertura Vegetal.....	53
8.2.3. Impactos da Dinâmica da Cobertura Vegetal na Avifauna do Município.....	59
8.3. Recursos Hídricos.....	60
8.3.1. Monitoramento dos Açudes.....	61
8.3.2. Os Açudes Prata II e São Paulo.....	62
8.4. Análise do padrão de resposta espectral dos níveis de degradação das terras.....	67
8.5. Análise temporal e espacial da degradação das terras	73
8.5.1. Cartografia dos níveis de degradação das terras.....	75
8.6. Vulnerabilidades no município.....	80

CAPÍTULO VI

9. CONCLUSÕES.....	85
9.1. Recomendações.....	87

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
--	-----------

ANEXOS

Anexo 1. Tabela das precipitações pluviométricas do município de Prata (1983 a 2004)	95
Anexo 2. Precipitação total acumulada ao ano.....	96
Anexo 3. Artigo 2º da Lei 4.771/65 do Código Florestal Brasileiro.....	97
Anexo 4. Tabela das aves identificadas na visita de campo do município de Prata, PB...	98
Anexo 5. Diagnóstico socioeconômico ambiental.....	99
Anexo 6. Relação dos Agentes Comunitário de Saúde - ACS. Município de Prata, PB...	104
Anexo 7. Certificado.....	105

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Localização da área de estudo.....	5
Figura 2.	Principais alvos da superfície da Terra.....	13
Figura 3.	Curvas características do padrão da resposta espectral da vegetação verde, solo nu seco e água limpa. Fonte: Lillesand e Kiefer (1994) modificado por Barbosa (2000).....	14
Figura 4.	Aspectos de rochas granitóides. Vista da serra da Matarina com espécies arbóreas, inclusive palmeiras.....	24
Figura 5.	Aspecto da vegetação arbustiva semidensa a densa com cactáceas e herbáceas e alguns exemplares arbóreos.....	26
Figura 6.	No primeiro plano predomínio de vegetação Herbária, consorciada com plantação de Sisal. No segundo plano, aspecto da Serra com vegetação mais preservada e caracterizada por afloramentos rochosos graníticos.....	27
Figura 7.	Região do alto curso do Rio Paraíba e a Rede de drenagem superficial do município de Prata, PB. Em destaque, a localização dos açudes São Paulo, Prata II, Mujiqui Matarina e Barra.....	29
Figura 8.	Unidade de beneficiamento de leite de cabra no município de Prata, PB.....	30
Figura 9.	Taxa de mortalidade e internação por IRA. Fonte: SIM/SINAS, SIH-SUS...	32
Figura 10.	Indicadores da saúde da mulher. Fonte: SINASC/IBGE.....	33
Figura 11.	Indicadores de Saúde Bucal. Fonte: SIA/SUS. Séries históricas dos indicadores Gerais.....	33
Figura 12.	Cobertura pelo programa de saúde da família. Fonte: SIAB e SIA/ SUS.....	34
Figura 13.	Média de consultas médicas e de visitas domiciliares. Fonte: SIA/SUS.....	34
Figura 14.	Gráfico da distribuição mensal das chuvas no município de Prata, para os anos de 1996, 1999, 2000, 2003 e 2004.....	48
Figura 15.	Gráfico da Evolução da Anomalia de TSM em anos de El Niño.....	49
Figura 16.	Composições multiespectrais ajustadas (A –1996; B – 1999; C – 2000; D – 2003; E – 2004) que mostram a dinâmica da vegetação no período estudado.....	52
Figura 17.	Cobertura vegetal do município de Prata para o ano de 1996.....	54
Figura 18.	Cobertura vegetal do município de Prata para o ano de 1999.....	55
Figura 19.	Cobertura vegetal do município de Prata para o ano de 2000.....	56
Figura 20.	Cobertura vegetal do município de Prata para o ano de 2003.....	57
Figura 21.	Cobertura vegetal do município de Prata para o ano de 2004.....	57
Figura 22.	Menino transportando água no lombo do jumento. De sua casa até o pequeno açude onde ele se abastece, a distância percorrida é de aproximadamente 7 km.....	61
Figura 23.	Aspecto da antiga senzala da fazenda São Paulo.....	62
Figura 24.	Aspecto de uma das áreas irrigadas da fazenda São Paulo, abandonada. Os pequenos arbustos são de fruta do conde, que têm resistido às secas.....	63
Figura 25.	O espelho d'água dos açudes São Paulo e Prata II na imagem banda 4 do TM/Landsat 5 de 26/01/96.....	64
Figura 26.	O espelho d'água dos açudes São Paulo e Prata II na imagem banda 4 do TM/Landsat 5 de 17/10/1999 (A) e 12/11/2000 (B).....	64
Figura 27.	(A) Açudes São Paulo e Prata II na imagem banda 4 da CBERS-2 de 28/11/03 completamente secos. Em (B) a seta verde mostra o desenvolvimento de algaroba na parte central do açude São Paulo e em (C) aspecto do relevo do fundo do açude São Paulo. A seta vermelha em (C)	

	mostra depósito de sedimentos na parte mais funda.....	65
Figura 28.	O espelho d'água dos açudes São Paulo e Prata II na imagem banda 4 do CCD/CBERS-2 de 05/10/04.....	66
Figura 29.	Exemplo de uma matriz de pontos. Nível baixo de degradação das terras.....	67
Figura 30.	Gráficos das curvas dos padrões de resposta espectral dos níveis de degradação das terras. Para os anos 1996, 1999 e 2000 foram usadas imagens TM/Landsat e para os anos de 2003 e 2004 – imagens CCD/CBERS.....	68
Figura 31.	Aspecto da paisagem do nível de degradação das terras Muito Baixo. Serra da Matarina.....	69
Figura 32.	Outro aspecto da paisagem do nível de degradação das terras Muito Baixo. Fazenda Mujique. Nota-se boa cobertura dos solos por detritos orgânicos.....	70
Figura 33.	Aspectos da paisagem do nível de degradação das terras Baixo. (A) área com predomínio de vegetação arbustiva em meio de um capoeirão, onde se observaram indícios de retirada de lenha. (B) Vegetação arbustiva semidensa, solo com cobertura por detritos orgânicos, com palma consorciada. (C) Vegetação aberta, consorciada com capim buffel.....	70
Figura 34.	Aspectos da paisagem do nível de degradação das terras Moderado Baixo e Moderado. Em (A) predomina uma vegetação aberta, arbustiva, de baixo porte, representada por jurema, alguma cactácea e capim buffel, sendo usada pela pecuária extensiva. Em (B) área de vegetação aberta com capim buffel, com pequenas manchas de solo exposto, usada também para a pecuária extensiva.....	71
Figura 35.	Aspectos da paisagem do nível de degradação das terras Moderado Grave. Em (A) predomina uma vegetação aberta, arbustiva, de baixo porte, representada por jurema, com manchas de solo exposto, alta pedregosidade, sendo usada pela pecuária extensiva. Em (B) área agrícola, tomada pela malva, com plantio de milho no baixio e formação de sulcos nas partes mais declivosas.....	71
Figura 36.	Aspectos da paisagem do nível de degradação das terras Grave. (A) Antiga área utilizada para pastagem, ocupada por uma cobertura vegetal rala, representada pela malva, com o solo praticamente exposto a erosão laminar, solar e por sulcos. (B) Antiga área de cultivo agrícola – formação de voçorocas e ravinas.....	72
Figura 37.	Aspectos da paisagem do nível de degradação das terras Muito Grave em (A) Antiga área utilizada para pastagem, ocupada por uma cobertura vegetal rala, apresentando raquitismo da vegetação, com muitas áreas de solo exposto, sob a ação da erosão solar, laminar e por sulcos. Em (B) aspecto do núcleo de desertificação a NE da cidade de Prata, em local de uma antiga área de cultivo agrícola, com predomínio de solo exposto, extremamente raso.....	72
Figura 38.	Ação antrópica atual no município de Prata. Em (A) desmatamento para exploração de lenha. Em (B) área desmatada e queimada para uso da pecuária. Observa-se rebrota da antiga vegetação do terreno.....	73
Figura 39.	Níveis de degradação das terras do município de Prata para o ano de 1996...	76
Figura 40.	Níveis de degradação das terras do município de Prata para o ano de 1999...	77
Figura 41.	Níveis de degradação das terras do município de Prata para o ano de 2000...	78
Figura 42.	Níveis de degradação das terras do município de Prata para o ano de 2003...	79
Figura 43.	Níveis de degradação das terras do município de Prata para o ano de 2004...	79

Figura 44.	Carta Imagem - uso das terras do município de Prata para o ano de 2004.....	80
Figura 45.	Gráficos das vulnerabilidades da população rural do município de Prata para o ano de 2004.....	81
Figura 46.	A luta pela água no município de Prata - ano de 2004.....	82
Figura 47.	Lixo jogado a céu aberto na zona rural do município de Prata - ano de 2004.....	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Características do sensor CCD.....	19
Tabela 2.	As principais aplicações do satélite Landsat.....	20
Tabela 3.	Causas de óbito no Município de Prata, ano 2000.....	31
Tabela 4.	Causas de óbito no Município de Prata, ano 2001.....	31
Tabela 5.	Índice de desenvolvimento infantil-IDI, Março e Abril de 2001.....	32
Tabela 6.	Características das imagens orbitais.....	36
Tabela 7.	Características fotointerpretativas dos níveis de degradação das terras.....	37
Tabela 8.	Classes de vulnerabilidade.....	40
Tabela 9.	Características físicas para cada nível de degradação.....	45
Tabela 10.	Eventos EL NIÑO e LA NIÑA no período de estudo deste trabalho.....	48
Tabela 11.	Precipitação mensal em mm – Município de Prata.....	48
Tabela 12.	Anomalias Médias Anuais das Temperaturas do Oceano Atlântico.....	49
Tabela 13.	Precipitação nos meses de aquisição das imagens orbitais, por dia de ocorrência das chuvas.....	50
Tabela 14.	Classes da cobertura vegetal no município de Prata, PB, e suas respectivas áreas de desenvolvimento por ano estudado.....	54
Tabela 15.	Valores médios dos níveis de cinza dos níveis de degradação das terras correlacionados com a precipitação do mês de aquisição das imagens.....	67
Tabela 16.	Comportamento temporal e espacial dos níveis de degradação das terras...	73

RESUMO

O município de Prata, no Estado da Paraíba, está inserido no Cariri Ocidental Paraibano na Mesorregião da Borborema tem sido considerada uma das áreas que há mais de dez anos vêm sendo acometidas por um desastre longo e catastrófico, devido à falta de um planejamento adequado ao uso das terras pelo poder público e pelas baixas precipitações ocorridas nos períodos críticos de seca, muitas vezes influenciadas pelo fenômeno ENSO. A pesquisa em questão, realizada no Município de Prata, com 178,77 km² de área, tratou do uso do geoprocessamento na análise comparativa do processo da desertificação em cinco datas distintas (1996, 1999, 2000, 2003 e 2004) com base no uso de imagens dos satélites Landsat e CBERS. O processo da degradação/desertificação foi analisado através da interpretação visual de dados e pelo processamento digital das imagens, levando-se em conta os fatores climáticos e os dados de campo, que apontaram o desmatamento e a atividade agropecuária como os principais fatores da degradação das terras e dos recursos hídricos. Os fatores climáticos, em virtude da falta de infra-estrutura de convivência com o semi-árido, exercem forte influência nos recursos hídricos; no entanto, não existe uma política de educação ambiental para a população a fim de capacitá-la com conhecimentos com vistas à manutenção e preservação dos mananciais e drenagens superficiais, sobre a proteção da mata ciliar nos rios e açudes, cuja retirada acarreta o assoreamento e poluição dos sistemas hídricos, assim como da construção desordenada de açudes em propriedades particulares. Para o município foram definidos oito níveis de degradação das terras: Muito Baixo, Baixo, Moderado Baixo, Moderado, Moderado Grave, Grave, Muito Grave e pequenos núcleos de desertificação que, para o ano mais recente da pesquisa (2004), ocupava uma área de 8,30 km², ou seja, 4,64% do território do município. A análise das vulnerabilidades estudadas da população rural definiu os seguintes números: vulnerabilidade social, 44%; vulnerabilidade econômica, 76%; vulnerabilidade tecnológica, 76%; vulnerabilidade a secas 78%. De modo geral, esses valores mostram a alta insegurança da população, visto que valores acima de 45% não são aceitáveis, pois indicam que esta população está vivendo bem abaixo da linha de pobreza, com qualidade de vida muito abaixo da média nacional.

Palavras-chave: Geoprocessamento, Desertificação, Município de Prata-PB.

ABSTRACT

The municipality of Prata is located in the Borborema region, in western Cariri part of Paraíba State, which has been considered as one of the areas that for more than ten years is being affected by a long and catastrophic disaster, due to a lack of a governmental planning for the land use and due to a low precipitation occurred during the critical periods of drought, many times, influenced by the ENSO phenomena. This research developed in the municipality of Prata, of which area is of 178.77 Km², aimed the use of the Geoprocessing in the comparative analysis of the desertification processes for five different years: 1996, 1999, 2000, 2003 and 2004, based on Landsat and CBERS images. The degradation/desertification processes were analyzed through the visual interpretation and digital processing of the images, taking in account the climatic factors and field data, that pointed out the deforestation and agriculture activities as the principal factors of the degradation of the land and water resources. The climatic factors, due to a lack of an infrastructure for a living together with the semi-arid, have strong influence on the water resources. However, there is not an environmental education policy for the population in order to qualify it with knowledge for the upkeep and preservation of the springs and superficial drainage; for the protection of the ciliary forest along the rivers and reservoirs, of which removal provokes the silting up and pollution of the water systems, as well as, about the disordered construction of reservoirs in private property. For municipality eight land degradation levels were defined: Very low, Low, Moderated low, Moderate, Moderate serious, Serious, Very serious and small nucleus of desertification, that for the most recent year of the research (2004), occupied an area of 8.3 Km², equivalent to 4.64% of whole territory. The analysis of the vulnerabilities of the rural population defined the following numbers: social vulnerability – 44%; economic vulnerability – 76%; technologic vulnerability – 76%; drought vulnerability – 78%. In a general, those values indicate a high degree of insecurity for the population, as values above 45% are not acceptable because they point out that the population is living much below the poverty line with quality of life below national average.

Key words: Geoprocessing, Desertification, Municipality of Prata-PB

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO



Selo do Município de Prata, PB

1. INTRODUÇÃO

A Agenda 21, principal documento gerado pela Conferência do Rio definiu, em 1992, no seu capítulo 12, a desertificação como sendo *a degradação da terra nas regiões áridas, semi-áridas e sub-úmidas secas, resultante de vários fatores, entre eles as variações climáticas e as atividades humanas* e que, por degradação da terra, se entende *a degradação dos solos e recursos hídricos, da vegetação e biodiversidade, e a redução da qualidade de vida das populações afetadas*.

No Nordeste brasileiro, a exploração dos recursos naturais de forma desarmônica vem contribuindo para o aumento da degradação das terras, decorrente dos desmatamentos, queimadas, poluição das águas, salinização dos solos e água, assoreamento dos rios e riachos, extinção de espécies animais e vegetais.

Todos esses fatores reduzem a capacidade produtiva das terras, diminuem a produtividade agrícola e, portanto, impactam a população, diminuindo a qualidade de vida, elevando a mortalidade infantil e reduzindo a expectativa de vida.

O Estado da Paraíba tem condições climáticas peculiares e grande parte de seu território está incluso na região semi-árida do Nordeste brasileiro, que é atingido periodicamente por secas prolongadas, determinadas, sobretudo pela distribuição irregular das chuvas ou por sua falta e, ainda, devido à alta evapotranspiração. Essas secas prolongadas têm relação direta com as mudanças climáticas globais, principalmente com o evento ENOS (El Niño Oscilação Sul) que são agravadas pelas questões sociais e econômicas, por falta de políticas públicas adequadas para o desenvolvimento sustentado do semi-árido. As relações socioeconômicas com o meio ambiente, pelo seu desordenamento, constituem um risco à desertificação, frente à fragilidade do bioma caatinga. O desmatamento da vegetação natural pela população fragilizada (para manter sua sobrevivência pela venda da lenha e do carvão) vulnerabiliza as terras e os sistemas hídricos com riscos a altos níveis de degradação - por um lado, a degradação dos solos e, por outro, a degradação dos sistemas hídricos superficiais. A atividade agrícola não planejada é outro fator de risco, pela não adoção de práticas de conservação dos solos. O uso indiscriminado de água não própria para a irrigação tem contribuído para a salinização dos solos e o uso de defensivos agrícolas é um fator de risco para os sistemas hídricos. Os rios intermitentes são, às vezes, canais de escoamento de grandes volumes de água, pela não capacidade dos solos de retê-la. A açudagem tem sido, para a região, um modo importante na captação de água, porém sem a utilização racional dessas águas ela não resolve a questão da seca climática - o problema do homem. O principal usuário dos recursos hídricos e da terra é o homem, tanto para seu próprio uso como para a produção de alimentos pelas atividades agropecuárias.

O Estado da Paraíba, com cerca de 70% de seu território na zona semi-árida, está dividido em quatro mesorregiões climáticas: Sertão, Borborema, Agreste e Litoral (MIN, 2005, in: BARBOSA, 2005). O município de Prata, localizado na mesorregião da Borborema, Microrregião do Cariri Ocidental, apresenta fatores socioeconômicos ambientais que limitam sua produção agropecuária, como a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos e o potencial produtivo dos solos.

Os prejuízos sociais refletem nas unidades familiares. As migrações desestruturam as famílias e impactam as zonas urbanas que quase sempre não estão em condições de oferecer serviços ao elevado contingente populacional que para lá se desloca. A população afetada apresenta alta vulnerabilidade, já que está entre os mais pobres da região e com índices de qualidade de vida muito abaixo da média nacional.

A necessidade de se conhecer, mapear e monitorar não apenas os recursos naturais mas também as migrações internas da população, visando a uma ocupação mais controlada de seu território e a utilização de seus recursos de forma mais racional, incentivou a execução da pesquisa no levantamento e mapeamento das condições ambientais do município.

A definição dos diferentes níveis da degradação das terras como fator importante na definição das vulnerabilidades ambientais, foi feita com base na interpretação de produtos digitais orbitais dos satélites CBERS-1 e 2, Landsat-5 e 7, através da análise das tonalidades de cinza. Esta análise permitiu a definição e a classificação das propriedades agrícolas pelo tamanho das áreas ocupadas pela vegetação natural e das áreas de solos expostos com características de degradação/desertificação.

O trabalho de campo ensejou refinar os dados obtidos da fotointerpretação e para aplicação do questionário de diagnóstico das condições socioeconômicas e ambientais da população rural que, por sua vez, permitiu a avaliação das relações entre o meio ambiente e o homem.

Neste contexto, o geoprocessamento foi de suma importância como geotecnologia baseada na captação dos dados que promoveu uma perspectiva mais rápida e econômica, mesmo para as áreas de difícil acesso.

2. Objetivo geral

Estudar o processo de desertificação no município de Prata, através de técnicas de Geoprocessamento, as influências climáticas neste processo e as decorrentes vulnerabilidades da população rural.

3. Metas

- Pesquisa bibliográfica
- Criação de um banco de dados no SPRING versão 4.1
- Interpretação das imagens orbitais CCD/CBERS - 1 e 2 e TM/ Landsat - 5 e 7
- Mapeamento dos sistemas hídricos (rios, açudes, lagos etc) do município
- Mapeamento das classes da cobertura vegetal para os anos de 1996, 1999, 2000, 2003 e 2004
- Definição dos níveis de degradação das terras do município, através da análise temporal para os anos de 1996, 1999, 2000, 2003 e 2004
- Trabalho de campo para checar os dados interpretados das imagens e coleta de informações sobre a vegetação, relevo, solos e sistemas hídricos e para a definição dos níveis de degradação das terras e avaliação da ação do homem sobre o meio ambiente
- Análise das vulnerabilidades sociais, econômicas, tecnológicas e a seca climática, através da aplicação de um questionário específico para um entendimento melhor da interação entre o social e o meio ambiente
- Análise dos dados pluviométricos com ênfase nos anos EL NIÑO para o período 1996/2004 e de seus efeitos no social, econômico e no ambiental do município
- Utilização do geoprocessamento na análise dos dados obtidos nos itens anteriores e construção dos mapas de vegetação e dos níveis de degradação das terras.

4. Localização da área de estudo

O Município de Prata está situado na Bacia do Alto Curso do rio Paraíba, na Microrregião dos Cariris Velhos Ocidental. Com 179 km², foi fundado em 1955 e está localizado na região da Serra da Matarina a uma altitude de 577 m entre as coordenadas 7° 34' 58.06" e 7° 35' 2.52" de latitude Sul e 37° 00' 4.89" e 37° 11' 10.92" de longitude Oeste. O município se limita ao Norte, com o município de Ouro Velho; ao Sul, com o município de Monteiro; a Leste, com o município de Sumé e a Oeste com o Estado de Pernambuco (Figura 1).

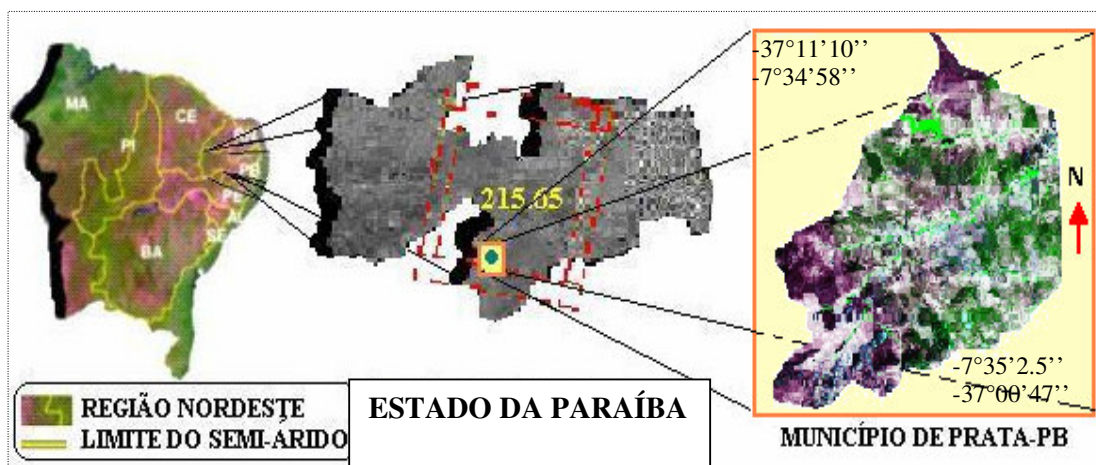


FIGURA 1. Localização da área de estudo

Este trabalho de pesquisa está vinculado aos seguintes projetos:

1. *"Gestão de Riscos a Desastres ENSO na América Latina: Proposta de Consolidação de uma REDE Regional de Pesquisa Comparativa, Informação e Capacitação desde uma Perspectiva Social"*¹
2. *"Estudos da Degradação Ambiental e das Vulnerabilidades Agrícolas Frente aos Desastres ENOS no Semi-árido Paraibano"*².

¹ Projeto de LARED (Rede de Estudos Sociais para a Prevenção de Desastres na América Latina - <http://www.desenredando.org>) financiado pelo IAI

² Projeto de pesquisa financiado pelo CNPq (finalizado)

CAPÍTULO II

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1. A geotecnologia como recurso na administração municipal e meio ambiente

A administração de qualquer município parte da premissa da necessidade constante de informação.

FAYOL (1998) definiu o ato de administrar em cinco funções complementares: prever, organizar, comandar, coordenar e controlar. Segundo LAUDON e LAUDON (1996) a informação é a sexta função do gestor, e se constitui em importante recurso estratégico para o desenvolvimento do município, servindo de base para a criação de qualquer rede municipal de informação.

Segundo NICÁCIO e LOCH (2002) a sustentabilidade dos municípios parte de proposta de desenvolvimento promovida a partir das bases, com ações ativas de uma comunidade organizada, identificando as necessidades prementes e priorizando as ações a serem executadas, o que exige a descentralização do planejamento mas não exclui a necessidade da regulamentação governamental; em assim sendo, ressaltar-se a premissa de que “A proteção do Meio Ambiente e o desenvolvimento econômico não são excludentes entre si. Considera-se que a baixa sustentação é uma manifestação do uso ineficiente dos recursos e de uma tecnologia falha” desta mesma forma, a ocupação humana também pode ser compactuada com a proteção ao meio ambiente, desde que de forma ordenada.

Para se obter informações e utilizá-las com fins de gerar respostas que satisfaçam às necessidades do planejamento municipal, fazem-se oportunas a existência de uma base cartográfica e um sistema de informação bem estruturado (NICÁCIO e LOCH, 2002).

5.2. Monitoramento da degradação das terras com o uso de geotecnologia

A observação da distribuição espacial da ocupação do solo, em áreas urbanas ou rurais, é fundamental para a tomada de decisão, com o objetivo de definir políticas públicas e privadas. A forma de se obter informações pode ser trivial, seja através de questionários ou de imagens da paisagem. Diferentes metodologias de avaliação têm por característica uma concepção dinâmica do meio ambiente, considerando-se a paisagem natural e a ação antrópica, removendo e recriando seus elementos (ASSAD, 1993).

Com vistas a uma interpretação racional dos atributos do meio físico por meio de imagens, SILVA et al. (2000) relatam que a compreensão da paisagem como expressão do espaço permite a análise e definição de sua expressão plástica, através de seus elementos visuais, em que os mais expressivos, são: forma, linha, cor, textura, escala, espaço e paisagem natural.

A paisagem natural é a expressão do visível que ainda não foi submetida à ação recente dos seres humanos; pode constituir regiões inadequadas para desenvolver a agricultura ou que possuem alguma forma de limitação climática (florestas densas, desertos e regiões montanhosas e pantanosas). A paisagem natural é resultante dos fatores ambientais (solos, clima e organismos vivos) nos quais não ocorre a antropogênese; no tocante à evolução, é pouco perceptível à observação. A paisagem artificial ou modificada é a paisagem transformada pelo homem (SILVA et al., 2000).

Para DOLFFUS (1982), muitas áreas abandonadas pelos seres humanos estão empobrecidas devido às ações devastadoras e inconscientes durante sua ocupação e exploração.

O ambiente utilizado pelo homem, como espaço físico, é fruto das conseqüências da sua ação. As modificações do espaço urbano, adensamento populacional, indústrias, emissão de gases tóxicos provocam alterações climáticas no espaço urbano, redução da luminosidade e conseqüente perda da qualidade de vida (DOLFFUS, 1982).

Conforme PESSOA et al. (1997), o uso indevido do ambiente natural e a utilização inadequada de tecnologias têm levado à degradação crescente e à diminuição da qualidade do ambiente, pondo em xeque a vida das gerações presentes e futuras. O conhecimento de determinadas áreas para a ocupação agrícola requer a avaliação de impactos ambientais, analisando-se os contextos ecológicos, econômicos e sociais. A temporalidade constitui uma ferramenta suporte para identificar e discriminar a paisagem.

Neste contexto, uma das principais ferramentas para o estudo da degradação das terras de uma determinada região são as imagens orbitais, devido ao menor custo, a visão sinótica e receptividade de imageamento em intervalos regulares, o que permite a análise temporal da paisagem.

5.3. A 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 intensa degradação dos solos afetou uma área de cerca de 380.000 km² nos estados de Oklahoma, Kansas, Novo México e Colorado. Este fenômeno motivou os cientistas a iniciarem um conjunto de pesquisas e a mencionarem tal processo como sendo o da desertificação, isto é, a formação de condições de tipo desértico em áreas de clima semi-árido (PROJETO BRA 93/036).

No início dos anos 70, por ocasião da grande seca na região localizada abaixo do deserto do Saara, conhecido como Sahel, em que mais de 500.000 pessoas morreram de fome,

a comunidade internacional reconheceu os impactos econômicos, sociais e ambientais do problema, estabelecendo um programa mundial de ação para combater à desertificação (PROJETO BRA 93/036).

A desertificação afeta cerca de um sexto da população da terra, 70% de todas as terras secas, atingindo 3,6 bilhões de hectares, e 1/4 da área terrestre total do mundo. O resultado mais evidente da desertificação, em acréscimo à pobreza generalizada, é a degradação de 3,3 bilhões de hectares de pastagens, constituindo 73% da área total dessas terras, caracterizadas por baixo potencial de sustento para homens e animais; o declínio da fertilidade do solo e da estrutura do solo em cerca de 47% das terras secas, que constituem terras marginais de cultivo irrigadas pelas chuvas e a degradação de terras de cultivo irrigadas artificialmente, atingindo 30% das áreas de terras secas com alta densidade populacional e elevado potencial agrícola (AGENDA 21, 1997).

Do ponto de vista espacial, a desertificação é considerada um fenômeno específico das regiões áridas e semi-áridas em condições naturais mas que ameaça as regiões sub-úmidas marginais, onde se expande com alarmante velocidade (SBCS, 2000).

O mapa de susceptibilidade do Brasil, elaborado pelo MMA (Ministério do Meio Ambiente) determinou, a partir de trabalho realizado pelo Centro de Sensoriamento do IBAMA, três categorias de susceptibilidade: alta, muito alta e moderada; as duas primeiras se referem, respectivamente, às áreas áridas e semi-áridas definidas pelo índice de aridez, enquanto a terceira é resultado da diferença entre a área do Polígono das Secas e as demais categorias, desta forma, de um total de 980.711,58 km² de áreas susceptíveis, 238.644,47 km² são de susceptibilidade muito alta, 384.029,71 km² de susceptibilidade alta e 358.037,40 km² são moderadamente susceptíveis; esta área corresponde aos espaços submetidos a condições climáticas caracterizadas pelo índice de aridez como áridas, semi-áridas e sub-úmidas secas; há, portanto, na origem da desertificação dessa região, fortes ingredientes de determinismo físicos, permanentemente realçados pelas secas que a assolam (PROJETO BRA 93/036).

Calcula-se que, no sertão nordestino, mais de 18.000 km² da terra já estão desertificadas, área esta quase do tamanho do Estado de Sergipe; outros 180.000 km² estão seguindo o mesmo caminho; ressalta-se que os Estados mais atingidos são o Ceará e Pernambuco que, juntos, somam mais da metade da área sob risco de se desertificar. Os outros pontos críticos podem ser encontrados no Piauí, no Rio Grande do Norte e na Paraíba. A área de risco, mesmo que moderado, já se alastrou para a Bahia e Norte de Minas Gerais (REVISTA VEJA- 1 de setembro, 1999).

Estudos disponíveis indicam que a área afetada de forma muito grave é de 98.595 km², 10% do semi-árido e as áreas afetadas de forma grave atingem 81.870 km², ou seja, 8% do

território. Deve-se acrescentar que as demais áreas sujeitas ao antropismo, 393.897 km², sofrem degradação moderada. Além dessas áreas com níveis de degradação difusos, citam-se quatro áreas com intensa degradação, segundo a literatura especializada, os chamados núcleos de desertificação. São eles: Gilbués, PI, Irauçuba, CE, Seridó, RN e Cabrobó, PE, totalizando uma área de 18.743,5 km² (PROJETO BRA 93/036).

Segundo MORAIS NETO (2003), estudos realizados pelo FIBGE no semi-árido nordestino foram sintetizados em um diagnóstico de caráter regional, que serviram de base ao MMA na formulação e definição de uma legenda dos diferentes níveis de degradação que vêm comprometendo o semi-árido brasileiro, a qual compreende desde as áreas de Atenção Especial, ou seja, áreas não compreendidas pelo semi-árido, até os denominados Núcleos de Desertificação, considerados áreas em que os efeitos do processo estão concentrados em pequena e delimitada parte do território porém com danos de profunda gravidade. Ainda conforme os dados adotados pelo MMA (Ministério do Meio Ambiente) pode-se destacar as seguintes categorias do processo de desertificação do semi-árido: a muito grave, a grave e a moderada, com processos de antropismo. Em trabalhos de escala de semi-detalhe, realizados por CÂNDIDO (2000), SILVA (2002), ARAÚJO (2002) e MOURA (2002), dentre outros, essas categorias da desertificação foram subdivididas e consideradas, em um paralelo, níveis da degradação ambiental, dentro do processo de desertificação e agrupadas como a seguir: baixo, baixo-moderado, moderado, grave, muito grave e núcleos de desertificação.

De acordo com SILVA (2002), no município de Picuí, PB, as áreas susceptíveis à desertificação e à seca coincidem, do ponto de vista socioeconômico, com os maiores bolsões de pobreza, fazendo parte da baixa produtividade agrícola e da má qualidade de vida, resultando, daí, um quadro dramático. A desertificação (fenômeno antrópico) não é necessariamente relacionada com o avanço físico do deserto (da areia), nem deve ser confundida com a seca (fenômeno natural) mas tem envolvimento direto com a formação progressiva de um deserto econômico, devido ao uso insustentável dos recursos naturais. As causas da degradação provocada pelo homem incluem a expansão da agricultura, o uso excessivo do solo, as práticas incorretas de irrigação, o desmatamento e o pastoreio; tais práticas insustentáveis de manejo dos recursos naturais são, na maior parte das vezes, induzidas por planos governamentais inadequados, pelo aumento da pressão populacional e pela pobreza; as causas desses núcleos de desertificação estão relacionadas: à ação antrópica e a fenômenos naturais (El Niño e La Nina) ou aos dois, simultaneamente; assim, a preocupação se dá em decorrência do arrasto das terras férteis, formando erosões irreversíveis. O meio se torna um ambiente incapaz de produzir e faz com que esta área seja cada vez mais difícil de ser habitada.

Os processos de degradação dos solos registram, sempre, sérias conseqüências socioeconômicas. Observa-se, na história, que a erosão foi um dos fatores que contribuíram decisivamente para a queda e o desaparecimento das grandes civilizações e impérios que prosperaram no passado da humanidade. A pressão sobre os recursos naturais exercidas pela densidade demográfica é uma consideração relevante no aumento dos riscos, principalmente em se tratando de um ambiente frágil, como o da região do Cariri paraibano. No município de Sumé a densidade demográfica na zona rural vem diminuindo devido, provavelmente, ao baixo desenvolvimento econômico e social, que está bastante relacionado com as condições de conservação dos recursos naturais e que teve, como uma das conseqüências, a desativação do perímetro irrigado de Sumé (MOURA, 2002).

A carência de conhecimentos apropriados, aliada ao uso inadequado dos fatores produtivos e ao desconhecimento do funcionamento integrado do meio ambiente, tem sido um dos agravantes da degradação e da perda do potencial produtivo das terras. Esta carência profissional, aliada à própria falta de educação adequada ao convívio com o semi-árido, se constitui em fator agravante da agressividade das atividades produtivas, promovendo o irracionalismo da produção e não permitindo o caminhar em direção da sustentabilidade. As famílias rurais, despreparadas, desprotegidas e praticamente desassistidas pelo Estado, são marginalizadas no contexto socioeconômico vigente; esta marginalização força a exaustão e a saída do campo, empobrecido e desvalorizado, embora a situação das famílias, ao chegarem às áreas urbanas, não seja muito diferente daquela vivida anteriormente (ARAÚJO, 2002).

Especialistas já identificaram com precisão os mecanismos de proliferação da desertificação. O sertão tem quase 18 milhões de habitantes, é o maior adensamento populacional em região de semi-árido do mundo. Para sobreviver, o agricultor lança mão de técnicas rudimentares de agricultura e pecuária em um ambiente que tem muito pouco a oferecer, em termos de recursos. As plantações são feitas de forma inadequada, sem observação das técnicas, o que propicia a exaustão dos solos e parte dos animais, como o caprino, e criada na região em regime extensivo. As lavouras de mandioca e feijão, as mais populares entre os agricultores, compõem as que menos protegem o solo da degradação pela erosão laminar, por sulco e solar. Muitos projetos de irrigação mal elaborados e mal executados levaram água em excesso para o sertão alterando a química do solo. Queimadas e

a criação extensiva de bovinos e de caprinos têm arrasado o sertão e esses mecanismos integrados respondem pela degradação das terras do sertão (REVISTA VEJA, 1999).

O desmatamento é uma das principais causas, tanto da desertificação como da diminuição da biodiversidade. A retirada da cobertura vegetal elimina quase que totalmente a diversidade da vegetação lenhosa e reduz a diversidade animal pela alteração do habitat e pela diminuição das fontes de alimentos (MENDES, 1997)

O desmatamento, além de expor o solo à ação dos agentes erosivos (vento, chuva e sol), aumenta o albedo da área e a temperatura do solo, que propicia a oxidação da matéria orgânica. O aumento do albedo provoca a elevação da temperatura atmosférica alterando os microclimas locais. O solo, desnudo e desprotegido, fica exposto à erosão eólica, hídrica e solar, que arrasta as pequenas partículas (argila, silte e grânulos orgânicos) ou as põe em suspensão na atmosfera, as quais são levadas pelo vento, tornando-o menos fértil e com menor capacidade de armazenamento de água. A erosão hídrica laminar retira os horizontes superficiais do solo, acentua a ocorrência de afloramentos rochosos, aumenta a mobilização e o espalhamento do material grosseiro que recobre grande parte da superfície, assoreia os cursos de água e os açudes, modifica as propriedades físicas e empobrece quimicamente o solo. A oxidação da matéria orgânica da camada superficial do solo, induzida pelo calor da elevada radiação solar direta, também diminui suas fertilidade e capacidade de acumulação de água (MENDES, 1997) além de diminuir a fertilidade, pela morte dos microrganismos decompositores da matéria orgânica.

5.4. Sensoriamento remoto

A humanidade se vem adaptando e integrando conhecimentos adquiridos a partir do trato com a terra há muitas décadas, modificando-se com o grau de evolução do contexto científico vigente e tornando mais completos na medida em que novas relações indivíduo - ambiente vão sendo evidenciadas. Esses conhecimentos integrados de modo sistemático têm dado origem a diversas metodologias destinadas à avaliação da superfície da terra (FERNANDES et al., 1998).

A partir da década de setenta, com o lançamento dos satélites Landsat tem-se utilizado em muitas pesquisas, informações sobre os diferentes alvos da superfície terrestre, coletados a nível orbital e que são de grande importância no estudo dos recursos naturais (MOREIRA e ASSUNÇÃO, 1984).

O uso de imagens de satélites é bastante empregado nessas metodologias possibilitando, assim, periodicidade regular de cenas, maior capacidade de atualização de

processos na superfície terrestre e inclusão de um grande campo do espectro eletromagnético (IZOLA et al, 1998).

Segundo (LILLESAND e KIEFER, 1994) “Sensoriamento Remoto é a ciência e a arte de se obter informações sobre um objeto, área ou fenômeno, por meio de análise de dados adquiridos por um sistema que não está em contato com este objeto, área ou fenômeno sob investigações”.

O comportamento espectral dos diferentes alvos presentes na superfície terrestre (Figura 2) é produto da complexa interação entre a energia solar e matéria, condicionado também por outros aspectos do contexto ambiental; desta forma, o entendimento do comportamento espectral da cobertura vegetal e dos solos é imprescindível para uma aplicação do Sensoriamento Remoto (PINTO, 1991).

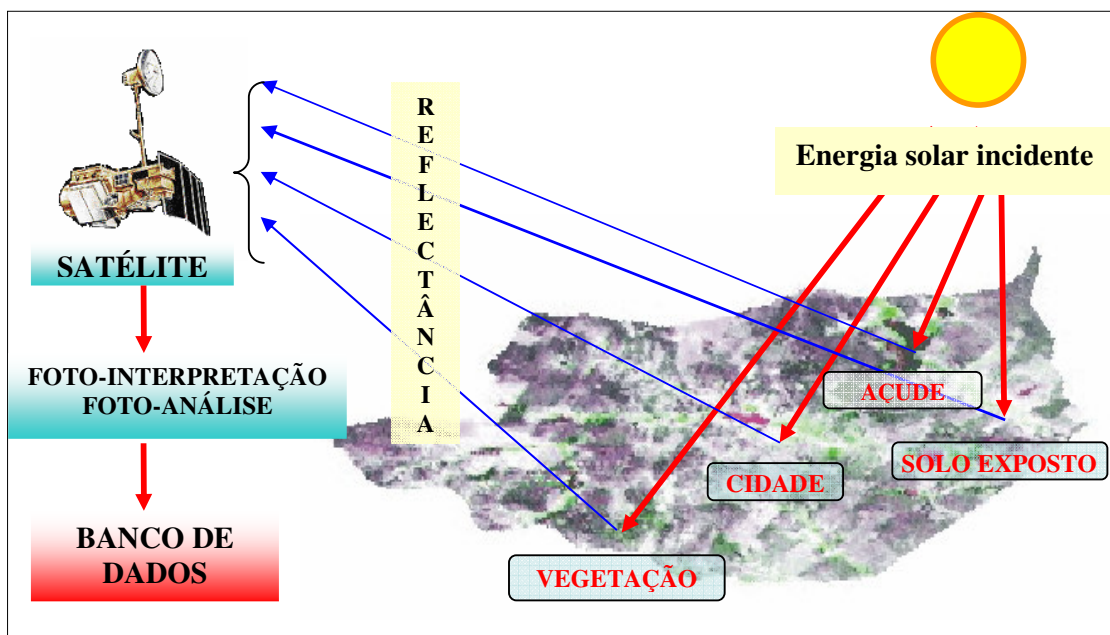


FIGURA 2. Principais alvos da superfície da terra

O sensoriamento remoto tem, como principal base de estudo, a radiação eletromagnética (REM), que consiste no ato ou efeito de emitir e propagar a energia em forma de ondas eletromagnéticas, através do espaço.

O Sol é a mais importante fonte natural de REM que, ao interagir com as diversas substâncias da superfície da Terra, origina uma série de fenômenos: reflexão, absorção, transmissão, luminescência, aquecimento etc (DPI/INPE, 1996).

A faixa do espectro eletromagnético mais usada em sensoriamento remoto está entre 0,3 e 15,0 μm , pois nesta faixa os componentes ópticos associados à coleta de informações

sobre fenômenos de reflexão e refração, tais como lentes, espelhos, prismas e outros, são utilizados para coletar e reorientar a radiação (DPI/INPE, 1996).

O Espectro Eletromagnético é a divisão em faixas da distribuição da REM segundo seu comprimento de onda ou frequência; essas faixas de comprimento de onda ou frequência, são praticamente ilimitadas; representam regiões que possuem características peculiares em termos dos processos físicos, geradores de energia em cada faixa ou dos mecanismos físicos de detecção desta energia. A Figura 3 mostra as curvas do padrão de resposta espectral dos principais alvos da superfície terrestre: água, solo e vegetação.

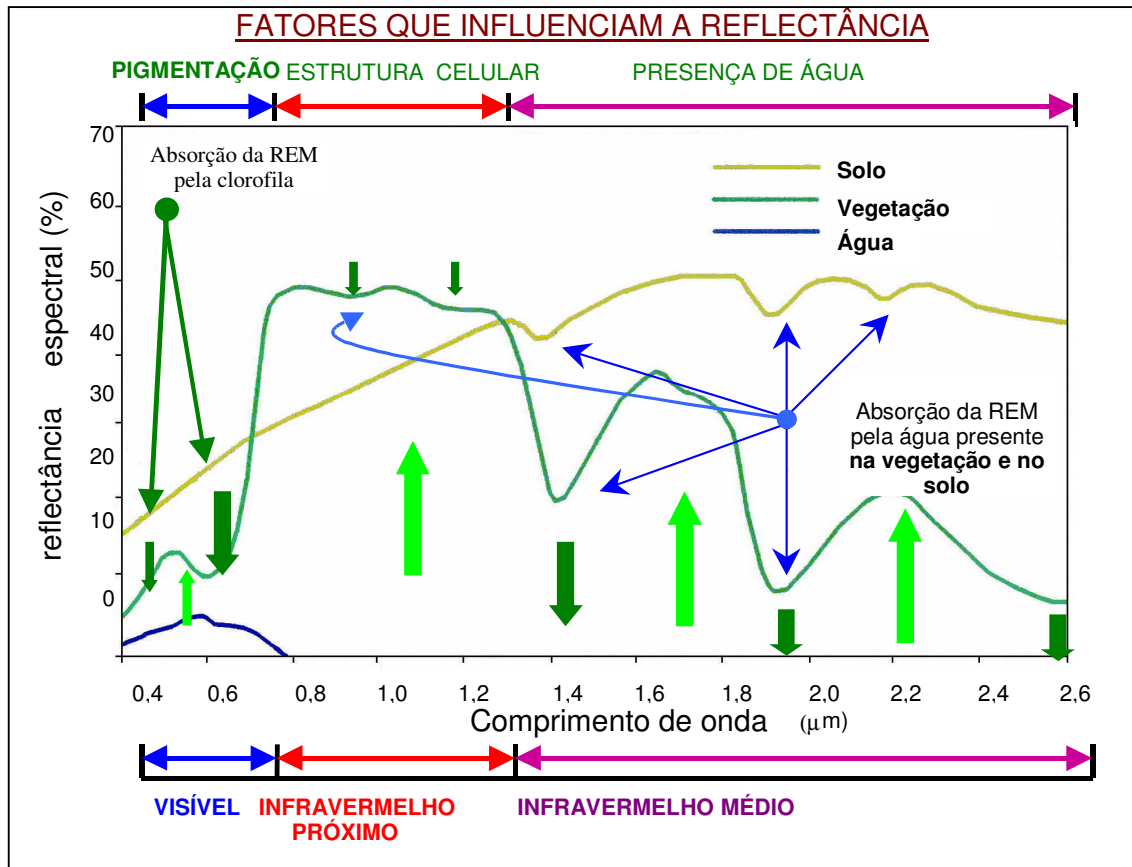


FIGURA 3. Curvas características do padrão da resposta espectral da vegetação verde, solo nu seco e água limpa. Fonte: LILLESAND e KIEFER (1994), modificado por BARBOSA (1998)

As características espectrais de feições, como vegetação, solo e água, são de grande interesse e constituem elementos fundamentais e essenciais para análise e interpretação de dados de Sensoriamento Remoto (QUEIROZ, 1996).

5.5. Sistema de Informação Geográfica (SIG)

Para BURROUGH (1986), um SIG é definido como um poderoso conjunto de ferramentas para colecionar, armazenar, recuperar, transformar e exibir dados espaciais

referenciados ao mundo real; este sistema manipula dados de diversas fontes e formatos, dentro de um ambiente computacional ágil e capaz de integrar as informações espaciais temáticas e gerar novos dados derivados dos originais; pode-se, então, dizer que um SIG nada mais é do que um instrumento computacional do geoprocessamento.

A tecnologia de geoprocessamento consiste em uma disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas. Os dados tratados em geoprocessamento têm, como principal característica, a diversidade de fontes geradoras e de formatos apresentados; esta tecnologia engloba dois aspectos importantes: a expressão espacial dos entes envolvidos (ou de seus atributos) e a abrangência ampla da tecnologia, reunindo a coleta, o tratamento, as aplicações e o próprio desenvolvimento das ferramentas e sistemas utilizados; além disso, dentre essas ferramentas e sistemas têm destaque os SIGs pois tratam, especificamente, da questão da análise espacial de dados geográficos (ASSAD e SANO, 1998).

Um SIG armazena a geometria e os atributos dos dados que estão georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e em uma projeção cartográfica qualquer. Devido à sua ampla gama de aplicações, em que se incluem temas como agricultura, floresta, cartografia etc. Um SIG, de acordo com CÂMARA e MEDEIROS (1998) pode ser usado:

- Como ferramenta para produção de mapas temáticos
- Como suporte para análise espacial de fenômenos
- Como um banco de dados geográficos com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial.

Pode-se dizer, então, que as três visões apresentadas anteriormente são, antes, convergentes que conflitantes e refletem a importância do tratamento da informação geográfica dentro de uma instituição; em outras palavras, isto mostra uma perspectiva interdisciplinar de sua utilização.

Em resumo, as características dos SIGs (CÂMARA e MEDEIROS, 1998), são:

a- Integrar, em uma única base de dados, as informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno

b- Oferecer mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar, visualizar e “plotar” conteúdo de dados georreferenciados.

5.6. Sensoriamento remoto e o SIG aplicados ao estudo da desertificação

O Sensoriamento Remoto por satélite provê, economicamente, dados estatísticos sinópticos sobre feições do meio ambiente e o uso de Sistema de Informações Geográficas (SIG); neste contexto, ajuda a determinar o mecanismo da degradação promovendo informações valiosas em locais com vários estágios do processo da desertificação (GHOSH, 1993).

O mapeamento por satélite serve para auxiliar regiões em que os mapas existentes estão ultrapassados ou não são confiáveis para ser usados como base de informações para monitoramento de desertificação ou de outro aspecto.

Neste contexto, o Sensoriamento Remoto exerce papel significativo como tecnologia baseada em captação de dados que proverem uma perspectiva mais rápida e econômica, mesmo em áreas mais difíceis. O Sensoriamento Remoto combina, portanto, todas as vias de investigações para acessar problemas de desertificação mais eficaz (ALI e MIRZA, 1993).

De acordo com OKIN et al. (2001) a degradação das terras áridas tem recebido especial atenção na área técnica e popular, durante várias décadas; muitos desses interesses têm sido em relação à natureza pois a desertificação está se expandindo globalmente, com conseqüências financeiras e sociais severas, com aumento do risco de segurança e saúde e diminuição da produtividade agrícola; além disso, algumas áreas desertificadas são irreversíveis. A intensificação do uso de terras áridas para habitação humana e para agricultura, indústria e recreação aumenta a quantidade de áreas diretamente impactadas. Processos adequados de entendimento permitem a identificação de áreas sob elevado risco de desertificação antes que danos sérios tenham ocorrido.

Em face de largos fatores socioeconômicos não sustentáveis, a vulnerabilidade de terras áridas para degradação clama para um desenvolvimento conectado com modelos de detecção de processo de degradação e de estratégias de monitoramento, como forma de minimizar os danos ambientais e promover o manejo sustentável de atividades humanas em regiões áridas.

A dramática mudança de paisagens que acompanha a degradação da vegetação árida pode ser monitorada através de técnicas e tecnologias presentes e futuras de sensoriamento remoto. Ferramenta de monitoramento remoto pode ser usada, no futuro, para identificar áreas em risco evolutivo de degradação antes que largas áreas sejam afetadas adversamente (OKIN et al, 2001).

5.7. Os satélites CBERS nas aplicações ambientais

Os satélites CBERS-1 e CBERS-2 fazem parte do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais que, baseado na utilização de satélites e plataformas de coleta de dados

(PCDs) distribuídas pelo território nacional, objetiva fornecer, ao País, dados ambientais diários coletados nas diferentes regiões do território nacional. Os dados coletados pelos satélites do Sistema são utilizados em diversas aplicações, tais como a previsão de tempo do CPTEC (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos), estudos sobre correntes oceânicas, marés, química da atmosfera e planejamento agrícola, dentre outras, através de mais de 600 plataformas instaladas no Brasil. Uma aplicação de grande relevância é o monitoramento das bacias hidrográficas pelas redes de plataformas da ANA (Agência Nacional das Águas) e do SIVAM (Sistema de Vigilância da Amazônia), que fornecem diariamente os dados fluviométricos e pluviométricos do País.

http://www.cbears.inpe.br/pt/programas/cbears12_cameras.htm.

5.7.1. Aplicações

A família de satélites de sensoriamento remoto CBERS trouxe significativos avanços científicos ao Brasil; suas imagens são usadas desde o controle do desmatamento e queimadas na Amazônia Legal até o monitoramento de recursos hídricos, áreas agrícolas, crescimento urbano e ocupação do solo, além de ser fundamental para grandes projetos nacionais estratégicos, como o SIVAM, e a ocupação de espaço definitivo em diversos programas ambientais.

<http://www.cbears.inpe.br/fig/cbears1.jpg>O satélite CBERS possui um conjunto de sensores ou instrumentos – WFI (Câmera de Amplo Campo de Visada), CCD (Câmera Imageadora de Alta Resolução), IRMSS (Imageador por Varredura de Média Resolução) com alto potencial de atender a múltiplos requisitos de aplicações porém cada um desses sensores tem características próprias que os tornam mais adequados a certas categorias de aplicações. O potencial de aplicação de um dado sensor é estabelecido em função de suas características de resolução espacial, resolução temporal, e características espectrais e radiométricas. A fim de maximizar os resultados para melhor relação custo/benefício deve-se considerar o compromisso entre as necessidades da aplicação e as características dos sensores. A seguir, são indicadas algumas aplicações para cada câmera; entretanto, o universo de aplicações é muito mais amplo. A Câmera Imageadora de Alta Resolução (CCD), em virtude de possuir uma boa resolução espacial de 20 metros em quatro bandas espectrais, mais uma pancromática, se presta à observação de fenômenos ou objetos cujo detalhamento seja importante; em razão de seu campo de visada de 120 km, auxilia nos estudos municipais ou regionais; dada a sua frequência temporal de 26 dias, pode servir de suporte na análise de fenômenos que tenham duração compatível com esta resolução temporal; esta resolução temporal, por outro lado, pode ser melhorada, haja vista que a CCD tem capacidade de visada

lateral; suas bandas estão situadas na faixa espectral do visível e do infravermelho próximo, o que permite bons contrastes entre vegetação e outros tipos de objetos.

(http://www.cbers.inpe.br/pt/programas/cbers12_cameras.htm).

Destacam-se, como aplicações potenciais da CCD:

- **Vegetação:** identificação de áreas de florestas, alterações florestais em parques, reservas, florestas nativas ou implantadas, quantificações de áreas, sinais de queimadas recentes.
- **Agricultura:** identificação de campos agrícolas, quantificação de áreas, monitoramento do desenvolvimento e da expansão agrícola, quantificação de pivôs centrais, auxílio em previsão de safras, fiscalizações diversas.
- **Meio ambiente:** identificação de anomalias antrópicas ao longo de cursos d'água, reservatórios, florestas, cercanias urbanas, estradas; análise de eventos episódicos naturais compatíveis com a resolução da câmera, mapeamento de uso do solo, expansões urbanas.
- **Água:** identificação de limites continente-água, estudos e gerenciamentos costeiros, monitoramento de reservatórios.
- **Cartografia:** dada a sua característica de permitir visadas laterais de até 32° a leste e a oeste, em pequenos passos, possibilita a obtenção de pares estereoscópicos e a conseqüente análise cartográfica; esta característica também permite a obtenção de imagens de certa área no terreno em intervalos mais curtos, o que é útil para efeitos de monitoramento de fenômenos dinâmicos.
- **Geologia e solos:** apoio a levantamentos de solos e geológicos.
- **Educação:** geração de material de apoio a atividades educacionais em geografia, meio ambientes e outras disciplinas.

Os satélites CBERS-1 e 2 são equipados com câmeras para observações ópticas de todo o globo terrestre, além de um sistema de coleta de dados ambientais; são sistemas únicos devido ao uso de câmeras que combinam características especiais para resolver a grande variedade de escalas temporais e espaciais típicas de nosso ecossistema. A câmera CCD fornece imagens de uma faixa de 113 km de largura, com uma resolução de 20 m por 20m; esta câmera tem capacidade de orientar seu campo de visada dentro de ± 32 graus, possibilitando a obtenção de imagens estereoscópicas de certa região (**Tabela 1**) (http://www.cbers.inpe.br/pt/programas/cbers12_cameras.htm).

TABELA 1. Características do sensor CCD

Características da Câmera Imageadora de Alta Resolução CCD

Bandas espectrais	0,51 - 0,73 μm (pan) 0,45 - 0,52 μm (azul) 0,52 - 0,59 μm (verde) 0,63 - 0,69 μm (vermelho) 0,77 - 0,89 μm (infravermelho próximo)
Campo de Visada	8,3°
Resolução espacial	20 x 20 m
Largura da faixa imageada	113 km
Resolução temporal	26 dias com visada vertical (3 dias com visada lateral)

5.8. O satélite LANDSAT

O sensor TM do satélite LANDSAT possui sete bandas, com numeração de 1 a 7, sendo que cada banda representa uma faixa do espectro eletromagnético captada pelo satélite; apresenta a característica de repetição, isto é, observa a mesma área a cada 16 dias. A resolução geométrica das imagens nas bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 é de 30 m (isto é, cada píxel da imagem representa uma área no terreno de 0,09 ha).

(<http://www.dgi.inpe.br/html/landsat.htm>).

Características orbitais do satélite LANDSAT:

- **Altitude** = 705 km
- **Velocidade** = 7,7 km/seg
- **Peso** = 2 ton.
- **Tempo** de obtenção de uma cena = 24 seg.
- **Largura da faixa imageada** = 185 km

O mapeamento temático a partir de cada uma dessas bandas depende, ainda, das características da área em estudo (região plana ou acidentada); época do ano (inverno ou verão); ou de variações regionais (Nordeste, Sudeste, Sul, Amazônia, Pantanal). Os trabalhos de interpretação das imagens se tornam mais fáceis quando o fotointérprete tem conhecimento de campo (<http://www.dgi.inpe.br/html/landsat.htm>).

São apresentadas, na **Tabela 2**, as principais aplicações do satélite Landsat:

TABELA 2. As principais aplicações do satélite Landsat.

Banda	Intervalo espectral (µm)	Principais características e aplicações das bandas TM do satélite LANDSAT-5
1	(0,45 - 0,52)	Apresenta grande penetração em corpos d'água, com elevada transparência, permitindo estudos batimétricos. Sofre absorção pela clorofila e pigmentos fotossintéticos auxiliares (carotenóides). Apresenta sensibilidade a plumas de fumaça oriundas de queimadas ou atividade industrial. Pode apresentar atenuação pela atmosfera.
2	(0,52 - 0,60)	Apresenta grande sensibilidade à presença de sedimentos em suspensão, possibilitando sua análise em termos de quantidade e qualidade. Boa penetração em corpos de água.
3	(0,63 - 0,69)	A vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação (ex.: solo exposto, estradas e áreas urbanas). Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (ex.: campo, cerrado e floresta). Permite análise da vanação litológica em regiões com pouca cobertura vegetal. Permite o mapeamento da drenagem através da visualização da mata galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal. É a banda mais utilizada para delimitar a mancha urbana, incluindo identificação de novos loteamentos. Permite a identificação de áreas agrícolas.
4	(0,76 - 0,90)	Os corpos de água absorvem muita energia nesta banda e ficam escuros, ensejando o mapeamento da rede de drenagem e delineamento de corpos de água. A vegetação verde, densa e uniforme, reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas (dossel florestal). Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Serve para análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais. Serve para separar e mapear áreas ocupadas com <i>pinus</i> e <i>eucalipto</i> . Serve para mapear áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas. Permite a visualização de áreas ocupadas com macrófitas aquáticas (ex.: aguapé). Permite a identificação de áreas agrícolas.
5	(1,55 - 1,75)	Apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico. Esta banda sofrerá perturbações em caso de ocorrer excesso de chuva antes da obtenção da cena pelo satélite.
6	(10,4 - 12,5)	Apresenta sensibilidade aos fenômenos relativos aos contrastes térmicos, servindo para detectar propriedades termais de rochas, solos, vegetação e água.
7	(2,08 - 2,35)	Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo que informações sobre Geomorfologia, Solos e

		Geologia, sejam obtidas. Esta banda serve para identificar minerais com íons hidroxilas. Potencialmente favorável à discriminação de produtos de alteração hidrotermal.
--	--	---

5.9. Satélite GPS (Global Positioning System)

O GPS é um sofisticado sistema eletrônico de navegação, baseado em uma rede de satélites que permite a localização instantânea, em qualquer ponto da terra, com precisão quase perfeita. O sistema consiste, basicamente, de três partes: um complexo sistema de satélites orbitando ao redor da terra; estações rastreadoras localizadas em diferentes pontos do globo terrestre e receptores GPS nas mãos dos usuários (Fator GIS, 2002).

O sistema conta com 26 satélites orbitando a terra a cerca de 20.000 km de altitude, em grupo de 6 planos orbitais, espaçados 55 graus. Cada satélite tem um período útil de doze horas sobre o horizonte; este arranjo garante que, a qualquer momento, pelo menos cinco satélites estejam sobre o céu do receptor de um usuário em qualquer ponto do mundo (Fator GIS, 2002). O posicionamento se faz com a recepção simultânea de pelo menos quatro satélites, de cujos sinais e mensagens se pode obter parâmetros e equações que permitem resolver as incógnitas X, Y, Z e T, ou seja, três coordenadas espaciais e mais o tempo ou instante do sinal recebido.

CAPÍTULO III

CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS AMBIENTAIS DA ÁREA EM ESTUDO

6. Características socioeconômicas ambientais da área em estudo

6.1. Quadro natural da área de estudo

6.1.1. Clima

O clima do município de Prata, localizado na porção sul da Mesorregião da Borborema, denominada Cariri Ocidental, no Estado da Paraíba, pela classificação de Gaussen é do tipo 4aTh (tropical quente de seca acentuada), termoxeroquimênico de caráter acentuado e apresenta um índice xerotérmico entre 150 e 200. Pela classificação de Köppen o clima é do tipo BSH - semi-árido quente (BRASIL, 1972).

Os dados históricos de precipitação pluviométrica média da região indicam o valor de 514,6 mm/ano, distribuídos entre janeiro a junho, com maior concentração nos meses de fevereiro a abril, com uma nítida estação seca no período de julho a dezembro (LMRS-PB, 2001).

6.1.2. Temperatura média anual e insolação

A temperatura média anual é de 24 °C, com médias máximas de 33 °C no mês de dezembro e mínima de 15 °C no mês de julho; a insolação anual é de 2800 horas/luz e a evaporação média em tanque classe A é de 2900 mm/a (CARDIER et al., 1983), gerando um déficit hídrico médio de 2167,40 mm/ano; no entanto, no decorrer dos últimos anos os níveis da precipitação pluviométrica vêm mostrando redução e, para o ano de 2001, a precipitação total observada para o município foi de 418,1 mm, número este bem abaixo das médias históricas (LMRS-PB, 2001).

6.1.3. Índice de aridez

O índice de aridez formulado por Thornthwaite, em 1941, relaciona a quantidade de água que vem das chuvas e a perda máxima possível de água pela evapotranspiração potencial, servindo para distinguir regiões pelo grau de aridez climática. Valores entre 0,05 e 0,20 definem clima árido, valores entre 0,21 e 0,50, clima semi-árido e entre 0,51 e 0,65, clima sub-úmido seco, que correspondem às áreas enquadradas no escopo de aplicação da Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (ARAÚJO et al., 2002).

Pela climatologia, o Município de Prata se encontra em posição privilegiada em relação à precipitação média anual, embora a evapotranspiração seja praticamente a mesma que a da Mesorregião, como um todo. O índice de Aridez⁽¹⁾ de Thornthwaite para o município é de 0,17 que caracteriza o seu clima como semi-árido.

$$IA = \frac{\text{Precipitação}}{\text{Evaporação}} = \frac{514,6 \text{ mm/ ano}}{2900 \text{ mm/ ano}} = 0,1774 \quad (1)$$

6.1.4. Geologia

O estudo das rochas superficiais é importante para os trabalhos de mapeamento e classificação de solos. A faixa de terra estudada envolve rochas do Pré-Cambriano Indiviso e sedimentos recentes do Período Quaternário.

6.1.5. Pré-cambriano indiviso

O Pré-cambriano Indiviso está representado pelas rochas Granitóides e pelo Complexo Gnáissico-Migmatítico (DANTAS & CAULA, 1982).

6.1.6. Rochas granitóides

As rochas granitóides estão representadas por granitos (Figura 4), agrupados em três tipos: a norte e a nordeste predomina um granito de textura fanerítica, melanocrático, onde dominam o quartzo e minerais escuros; na parte central se desenvolve um granito porfiróide, de composição semelhante à do primeiro; ao sul ocorre um granito sódico, com grandes cristais de feldspato alcalino (COSTA, 1963).



FIGURA 4. Aspectos de rochas granitóides. Vista da serra da Matarina com espécies arbóreas, incluindo palmeiras

6.1.7. Complexo gnáissico-migmatítico

Nesta região existe uma variação muito grande dos gnaisses, podendo ocorrer tanto o Paragnaisse como o Ortognaisse; além disso, são também encontrados Filitos e Xistos (COSTA, 1963).

6.1.8. Quaternário

Caracterizado por idade Holocênica, os sedimentos aluviais do Quaternário têm uma composição granulométrica variada estando restritos aos leitos dos rios e compõem o material de origem dos solos aluviais (DANTAS ET AL, 1982).

6.1.9. Relevo

A região de estudo apresenta duas unidades geomorfológicas: a primeira está representada por um relevo suave-ondulado a ondulado que predomina na maior parte do território do município; a segunda se refere aos divisores de água e está representada por um relevo de ondulado a montanhoso. As porções norte e sudoeste da área se caracterizam pela ocorrência de cristalinos elevados correspondentes à Serra dos Cariris Velhos.

6.1.10. Solos

Os principais solos que ocorrem no município de Prata, PB, são: LUVISSOLO HIPOCRÔMICO Órtico (ocorre em maior extensão) e NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico; eles se situam em relevo plano e raramente ondulado; ocorrem em área do Pré-Cambriano Superior, e se derivam de vários tipos de rochas, não muito ácidas e por vezes básicas, normalmente de granulometria média e fina.

São solos relativamente rasos, com muita pedregosidade na superfície; em alguns trechos se observa pedregosidade no horizonte A1; são cultivados em pequena escala com algodão mocó, geralmente consorciados com milho e feijão; as demais áreas são destinadas à pecuária extensiva; as principais limitações ao uso agrícola decorrem da forte escassez de água, susceptibilidade à erosão, pedregosidade (tanto superficial como em alguns trechos no interior do horizonte A1), impedimentos a mecanização. Apesar de apresentarem fertilidade natural alta, os teores de matéria orgânica e os valores de fósforo são predominantemente baixos; as áreas onde ocorrem inclusões de NEOSSOLO FLÚVICO devem ser aproveitadas com a instalação de capineiras e desenvolver a fenação e a silagem; a utilização desses solos com a cultura do algodão mocó deve ser feita de forma racional e o controle da erosão deve ser intensivo; encontram-se, ainda, em pequena escala, os seguintes solos: PLANOSSOLO NÁTRICO (Solonetz Solodizado), NEOSSOLO FLÚVICO Eutrófico (Solos Aluviais), e LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vértico (Bruno não Cálcico vértico) (BRASIL, 1972).

6.1.11. Vegetação

A vegetação do Cariri Ocidental Paraibano é arbustiva, de porte baixo e aberto, às vezes com um substrato rico em cactáceas e bromeliáceas; desenvolve-se em solos rasos, muito erodidos, predominantemente litólicos e secos, em substrato cristalino representado por gnaisses, migmatitos, granitos, micaxistos e outros: Em sua maioria, as espécies vegetais perdem as folhas durante os períodos de estiagens (DUQUE, 1980).

A caatinga hiperxerófila apresenta porte arbustivo, com densidade variável, na maioria das vezes com substrato representando cactáceas e bromeliáceas, em que as espécies mais comuns encontradas, foram: Pereiro (*Aspidosperma pyriforme*); Xique-xique (*Pilocereus gounellei*); Faveleiro (*Cnidoscolus phyllacanthus*); Macambira (*Bromelia laciniosa*); Quixabeira (*Bunelia ertorum*) e Corôa-de-frade (*Melocactus sp*) entre outras, intercaladas por substrato gramíneo ralo dominado por capim Panasco.

A caatinga hipoxerófila ocorre em áreas onde o clima é mais ameno e possui porte que varia desde arbóreo-arbustivo até subarbustivo xerófito. As espécies mais comuns encontradas são: Catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*); Jurema (*Mimosa sp*); Canafístula (*Cassia excelsa*); Umbuzeiro (*Spondias tuberosa*); Braúna (*Schinopsis brasiliensis*); Aroeira (*Astronium urundeuva*); Juazeiro (*Ziziphus joazeiro*); Mandacaru (*Cereus jamacaru*) e Marmeleiro (*Croton sp*).

Na área de estudo a vegetação de caatinga acontece com características distintas, sendo que em algumas áreas ela está bem preservada (Figura 5 e 6).



FIGURA 5. Aspecto da vegetação arbustiva semi-densa a densa com cactáceas e herbáceas e alguns exemplares arbóreos



FIGURA 6. No primeiro plano, predomínio de vegetação herbária consorciada com plantação de Sisal; no segundo, aspecto da Serra com vegetação mais preservada, caracterizada por afloramentos rochosos

6.2. Recursos hídricos

6.2.1. Bacia Hidrográfica do Rio Sucuru

O município de Prata está inserido na sub-bacia do Rio Sucuru, um dos formadores do Rio Paraíba, que nasce na serra dos Cariris Velhos, divisa com o Estado de Pernambuco; abrange os municípios de Amparo, Prata, Ouro Velho, Sumé, Serra Branca, Congo, Coxixola e Caraúbas onde, ao se encontrar com o Rio do Meio, forma o Rio Paraíba; seus principais afluentes são o riacho da Prata, Olho d'Água dos Caboclos, Barriguda e do Algodão.

Na área de estudo a Bacia Hidrográfica do Rio Sucuru está representada pela sub-bacia do Rio da Prata.

6.2.2. Águas superficiais

Devido ao regime pluviométrico a que está submetida toda a Bacia do Alto Rio Sucuru e as condições geológicas regionais, os rios apresentam caráter intermitente com períodos de escoamentos significativos e longos períodos de vazão nula; artificialmente, o acesso à água se dá sobretudo mediante acumulações superficiais em açudes, com restrições de quantidade e qualidade.

De acordo com as informações do LMRS-PB (2003), o açude particular São Paulo, o principal da região, é considerado de grande porte devido ao seu volume próximo aos 8.5 milhões de m³ de água, e o açude de Prata II, com volume de 1.308.433 m³, é considerado de médio porte; também foram identificados durante a pesquisa de campo e da fotointerpretação das imagens de satélite, vários açudes de pequeno porte como, por exemplo, o de Mujiqui, o

Matarina e o Barra, ambos localizados entre as regiões Sul e Sudoeste, do município de Prata.

O padrão de drenagem (Figura 7) é dendrítico, condicionado principalmente pela natureza e disposição das rochas cristalinas e pela evolução geomorfológica da região.

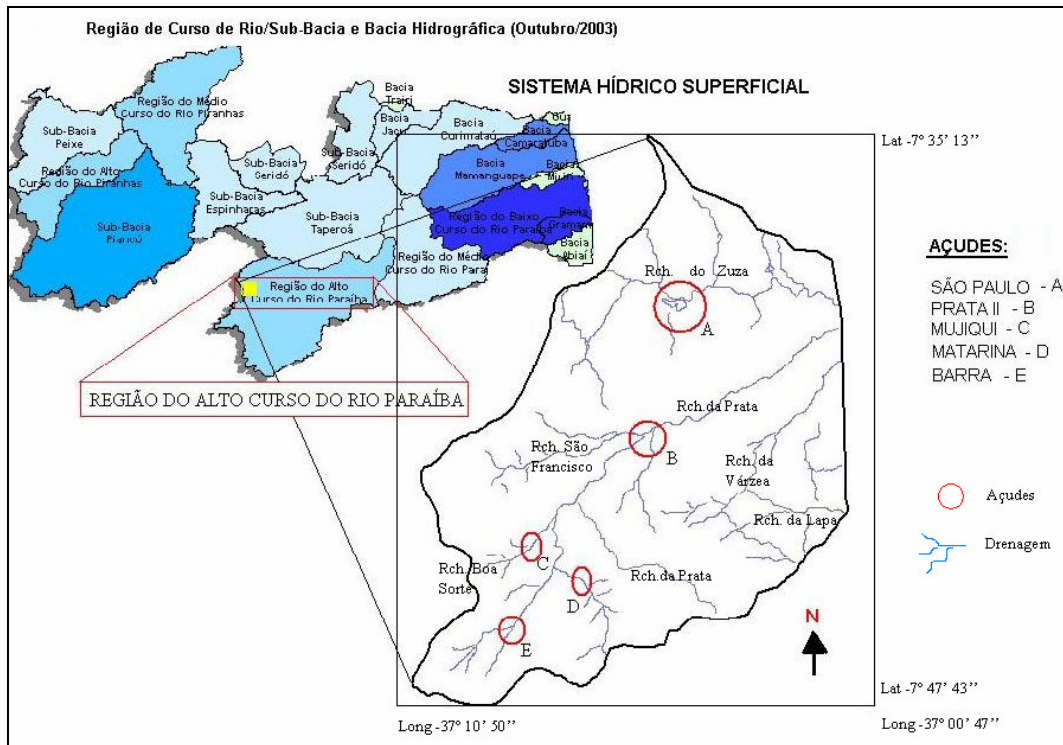


FIGURA 7. Região do alto curso do Rio Paraíba e a rede de drenagem superficial do município de Prata, PB; em destaque, a localização dos açudes São Paulo, Prata II, Mujiqi, Matarina e Barra

6.2.3. Águas subterrâneas

As águas subterrâneas estão relacionadas a dois sistemas de aquíferos encontrados na região: o aquífero cristalino, com maior predominância, e o aluvial.

O escudo cristalino, caracterizado por solos rasos (a rocha mãe está praticamente na superfície, chegando ao afloramento) e escoamentos superficiais, maiores que a porção de água que se infiltra (ao inverso do que acontece no sedimentário) propiciam condições favoráveis à construção de açudes.

Neste meio, em período de seca as únicas possibilidades naturais de acesso à água ocorrem através das fissuras ou fraturas existentes nas rochas cristalinas, cujas águas são poucas e invariavelmente salinas, e nos aluviões sobre o embasamento cristalino, com restrições também na quantidade e qualidade.

Segundo SILVA NETO (1993), na área de ocorrência das rochas cristalinas é encontrado um grande número de poços profundos que, na maioria dos casos, se caracterizam

por uma vazão baixa e por uma água cuja qualidade não é, em geral, recomendada para consumo humano.

6.3. Economia

A economia da região do Alto Rio Sucuru se baseia na agricultura de auto-consumo (milho e feijão) cobrindo 87% da área total plantada, que geralmente têm sua produção comprometida pelo déficit hídrico. A pecuária é tipicamente extensiva, destacando-se os rebanhos de caprinos e ovinos e, secundariamente os rebanhos de bovinos e suínos. As atividades de suporte à agricultura e à pecuária na região do Cariri Ocidental são restritas devido à falta de uma política agrícola adequada. O segmento industrial praticamente inexistente, se restringe basicamente à chamada produção de "fundo de quintal" com destaque para o artesanato de madeira, renda, reciclagem de papel, etc. O Município de Prata tem uma pequena usina de leite de cabra (Figura 8) e duas pequenas firmas, uma no ramo de construção de estradas e açudes, a Empreiteira Salvador e a outra no ramo da perfuração de poços, a Salvador Poços. O município é servido por DDD da TELEMAR. A estrutura fundiária mostra uma alta concentração da posse da terra, onde 94% das propriedades rurais possuem uma média de 12,71 ha e ocupam 42% da área.



FIGURA 8. Unidade de beneficiamento de leite de cabra no município de Prata, PB

6.4. Indicadores de saúde do município

6.4.1. Natalidade, mortalidade e causas de óbitos para o ano de 2000 e 2001

A implantação de programas de saúde no município apresentou aumento significativo em relação ao percentual de óbitos, com redução de 70% para o ano de 2001, comparado ao ano de 2000, observado nas Tabelas 3 e 4.

TABELA 3. Causas de óbitos no Município de Prata, ano 2000

.Nasceram 50 crianças		Morreram 24 pessoas	
Hosp. Cícero Nunes	11	Adultos	22
Cidades vizinhas	39	Infantil	02
Partos normais	35	Menor de um ano	01
Cesário	15		
<u>Causas de óbitos</u>			
Assassinato		02	
Parada cardíaco-respiratória		05	
Natural sem assistência		12	
Desidratação		01	
Choque cirúrgico		01	

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Prata, PB

TABELA 4. Causas de óbitos no Município de Prata, ano 2001

Nasceram 75 crianças		Morreram 07 pessoas:	
Hosp. Cícero Nunes	14	Adultos	06
Partos normais	31	menor de um ano	01
Cidades vizinhas	61		
Cesário	25		
<u>Causas de óbitos</u>			
Natural sem assistência		04	
Insuficiência cardíaca		01	
Diabetes mellitus		01	
Morte súbita		01	

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Prata, PB

6.4.2. Índice de desenvolvimento infantil - IDI

O índice apresentado em março e abril de 2001 indica melhor desenvolvimento infantil para o município de Prata, comparado às outras cidades do Cariri (Tabela 5).

TABELA 5. Índice de desenvolvimento infantil-IDI, março e abril de 2001

Cidade	Índice de Desenvolvimento Infantil-IDI
Prata	0,466
Camalaú	0,454
Congo	0,452
Monteiro	0,441
Amparo	0,411

Fonte: Jornal da Prata - IBGE

6.4.3. Séries históricas dos indicadores da saúde da criança

As séries históricas observadas no gráfico da Figura 9 correspondem ao ano de 1998 até 2003. Para as taxas de mortalidade infantil e taxa de mortalidade infantil neonatal observa-se, como ponto positivo, redução crescente e, para a taxa de internação por infecção respiratória aguda (IRA) em menores de 5 anos, do ano de 1998 até 2000, um aumento que, posteriormente, decaiu em relação ao ano seguinte, mas cresceu novamente em relação aos anos de 2002 e 2003. Deve-se levar em consideração que a continuidade da última taxa merece melhor atenção das autoridades responsáveis pela saúde pública, em virtude de indicar índice negativo na representação municipal da saúde da criança.

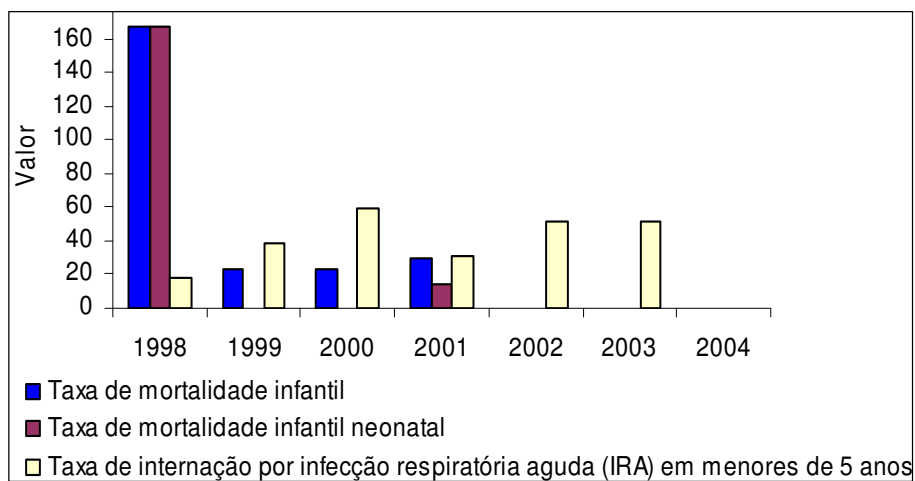


FIGURA 9. Taxa de mortalidade e internação por IRA. Fonte: SIM/SINAS, SIH-SUS

6.4.4. Séries históricas dos indicadores da saúde da mulher

Para a análise de proporção de nascidos vivos de mães que foram submetidas entre 4 e 6 consultas de pré-natal, observa-se maior porcentagem com aproximadamente 80 % para o ano de 2000, se comparado ao ano de 2001, representado na faixa dos 70 %, enquanto para mães que fizeram 7 ou mais consultas, o ano que melhor representou o índice percentual foi em 1999, com mais de 30%, se comparado, aos anos de 1998, 2000 e 2001, observados no gráfico da Figura 10.

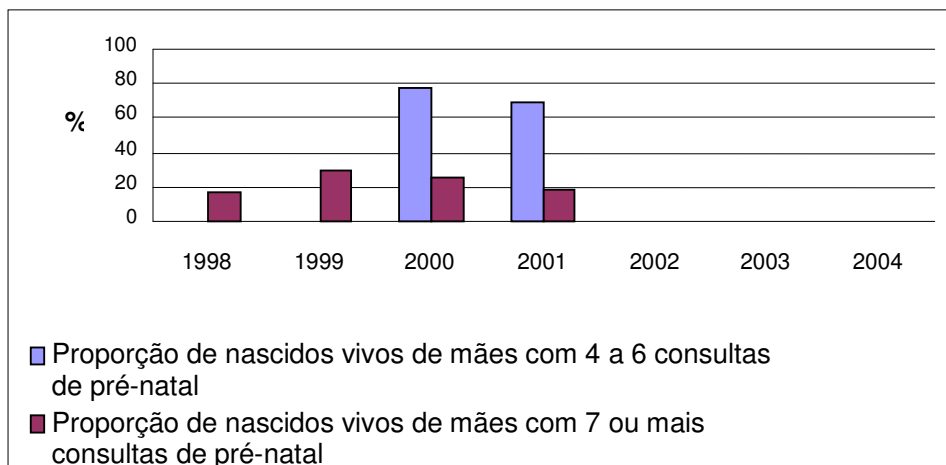


FIGURA 10. Indicadores da saúde da mulher. Fonte: SINASC/IBGE

6.4.5. Séries históricas dos indicadores de saúde bucal

A Proporção de exodontias em relação às ações básicas individuais tem piorado muito nos últimos anos, cujas principais razões são atribuídas aos problemas socioeconômicos da região como, por exemplo: quando o dente pode ser recuperado clinicamente mas, por impossibilidade econômica do paciente, não se torna possível seu tratamento ou, também, devido a razões culturais, em que alguns pacientes, apesar de suas condições econômicas para recuperar o dente, não se submetem ao tratamento pelo pouco valor que lhe dão.

De acordo com os percentuais apresentados no gráfico da Figura 11, se observa aumento de mais de 35%, comparado aos anos de 1998 e 1999.

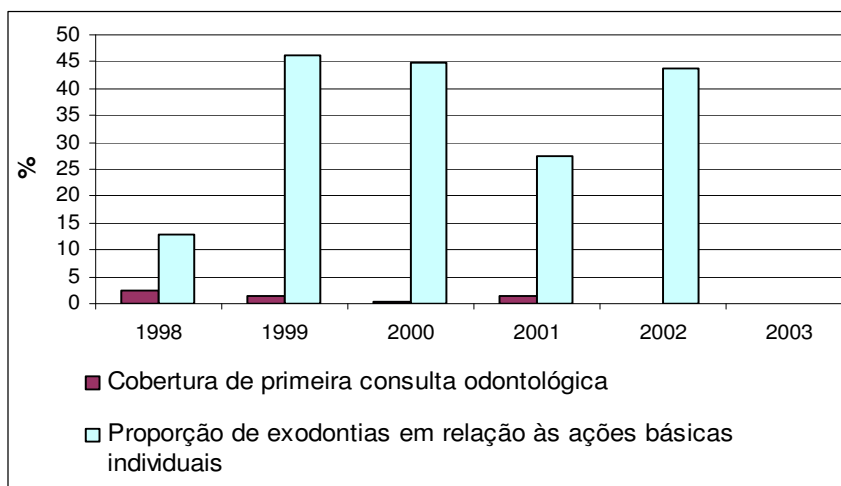


FIGURA 11. Indicadores de Saúde Bucal. Fonte: SIA/SUS. Séries históricas dos indicadores Gerais

6.4.6. Indicadores gerais

Na disposição dos indicadores gerais dos gráficos das Figuras 12 e 13, estão compreendidas as proporções da população coberta pelo programa Saúde da Família, a média anual de consultas médicas nas especialidades básicas por habitante e a média mensal de visitas domiciliares por família.

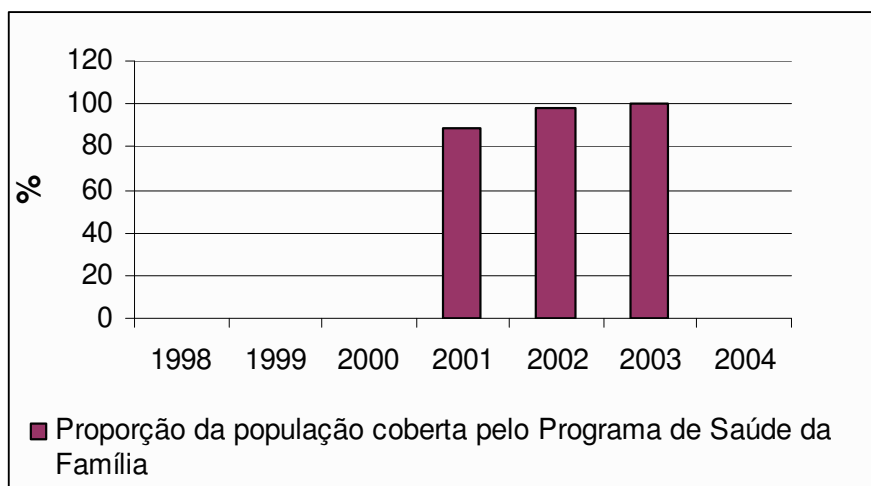


FIGURA 12. Cobertura pelo Programa de Saúde da Família. Fonte: SIAB e SIA/SUS

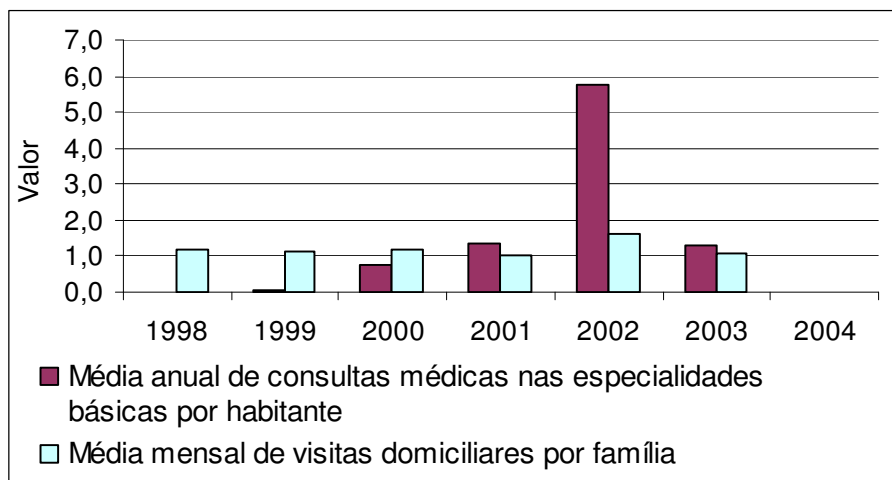


FIGURA 13. Média de consultas médicas e de visitas domiciliares. Fonte: SIA/SUS

CAPÍTULO IV

MATERIAL E MÉTODOS

7. MATERIAL E MÉTODOS

7.1 - Material

7.1.1. Material de suporte e campo

Utilizaram-se, dos produtos de suporte e campo, imagens de satélite, caderneta de anotações, GPS (Global Positioning System), Binóculo, Câmera fotográfica e digital e um veículo de marca Volkswagen, modelo Gol 90.

Para extração das informações básicas como açudes, principais vias federais, municipais e rede de drenagem, lançou-se mão da **Carta topográfica** da SUDENE, na escala 1/100.000, Monteiro. Folha (SB. 24- Z-D- IV), MI-1288. Terceira edição de 1985.

7.1.2. Suporte físico e logístico de laboratório

Os recursos utilizados para os procedimentos no laboratório estão representados por computador, mesa digitalizadora e os softwares Paint Photo Editor, Corel Photo Paint 11, EXCEL, SISCAV (Sistema de Cálculo das Vulnerabilidades) e o SPRING versão 4.1³ que está dividido em quatro módulos (IMPIMA, SPRING, SCARTA e IPLIT).

Paralelamente foram usados dados bibliográficos, como: livros, anais de congressos, simpósios, seminários, reuniões técnicas, dados da Internet, jornais, revistas, dissertações, teses e mapas preexistentes.

As imagens orbitais dos satélites LANDSAT e CBERS utilizadas estão listadas na Tabela 6, abaixo:

TABELA 6. Características das imagens orbitais

SATÉLITE	ÓRBITA	PONTO	DATA DE PASSAGEM	BANDAS
Landsat-5	215	65	26/01/1996 e 17/10/1999	1, 2, 3, 4, 5 e 7
Landsat-7	215	65	12/11/2000	1, 2, 3, 4, 5 e 7
CBERS-01	148	108	28/11/2003	2, 3 e 4
CBERS-02	148	109	05/10/2004	1, 2, 3, 4 e 5

7.2. Métodos

³ Sistema de Processamento de Informação Georreferenciadas (SPRING, versão 4.1), desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

7.2.1. Fotointerpretação

A primeira etapa da metodologia utilizada constou da interpretação das imagens dos satélites Landsat e CBERS, como no método Sistemático desenvolvido por Veneziani e Anjos (1982); este método sistemático consiste em se aplicar uma metodologia em uma seqüência lógica das etapas fotointerpretativas, não dependendo do conhecimento prévio da área e se baseia no estudo das propriedades das formas, considerando-se a fotointerpretação como meio de descoberta autônomo, permitindo a análise da paisagem sem idéias preconcebidas.

Os procedimentos constaram de três etapas: da fotoleitura, para o reconhecimento e identificação dos elementos da imagem, como drenagem, estradas, relevo etc; da fotoanálise na avaliação das propriedades da rede de drenagem, de relevo e das tonalidades de cinza, e da fotointerpretação para associar os dados analisados a um significado, sejam geológicos, pedológico ou florestal. As áreas demarcadas sobre as imagens fotográficas, constituídas de elementos texturais dos alvos que possuem propriedades qualitativas similares e a mesma estrutura, são definidas como **zonas homólogas**.

Para diferenciação dos elementos formadores das texturas e tonalidades de cinza de toda a área de trabalho, as zonas homólogas foram analisadas, comparadas umas com as outras e, em seguida, relacionadas aos sete níveis de degradação ambiental definidos para a área de estudo (Tabela 7).

TABELA 7. Características fotointerpretativas dos níveis de degradação das terras

Nível de Degradação	Textura	Nível de Cinza
Muito Baixo	Fina	Muito escuro
Baixo	Fina	Escuro
Moderado-baixo	Fina-média	Escuro-médio
Moderado	Média	médio
Moderado-grave	Grosseira	Médio-claro
Grave	Média-grosseira	Médio claro- claro
Muito Grave	Fina	Claro
Núcleos de Desertificação	Fina	Muito claro

Quanto à avaliação do estudo comparativo dos espelhos d'água dos açudes, foram usadas as bandas 5 (TM/Landsat-5 e 7) e 4 (CCD/CBERS-1 e 2), ambas apresentando tonalidades de cinza idênticos para os corpos d'água.

Nessas bandas, os corpos d'água absorvem muita energia eletromagnética e apresentam valor menor porém mais escuros com relação a outros alvos na imagem; esta identificação permitiu uma visualização melhor no delineamento dos corpos d'água, tanto dos açudes como das áreas mais úmidas, o que facilitou na análise temporal.

7.2.2. Trabalho de campo

As informações adquiridas no campo se basearam no reconhecimento geral da área de estudo com anotações dos aspectos da vegetação, dos diferentes tipos de uso dos solos, do relevo, da drenagem e corpos d'água, e de coleta de informações junto à Prefeitura do Município; durante esta etapa algumas propriedades rurais foram visitadas, ocasião em que se foram observaram as condições socioeconômicas da população rural, da sua relação com o meio ambiente e restauração da história oral.

Todos os pontos visitados no campo foram georreferenciados e fotografados o que serviu para refinar os dados da fotointerpretação e como auxílio no processamento digital das imagens, subsidiando a criação dos mapas de caminamento, das classes de vegetação e dos níveis de degradação das terras.

7.2.3. Diagnóstico socioeconômico ambiental

A finalidade deste diagnóstico é a definição do quadro das vulnerabilidades das famílias rurais do município. A metodologia de aplicação deste questionário se baseou em ROCHA (1997), (modificado por BARBOSA, 2003) e foram elaborados de forma aberta e fechada (ANEXO 6).

Para a aplicação dos questionários nos dois últimos anos da pesquisa de campo, contou-se com a participação da Secretaria de Saúde do Município, através de 9 Agentes Comunitários da Saúde do PSF, capacitados e orientados para a aplicação dos questionários nas suas respectivas áreas de atuação; esse contragente facilitou o contato e o entendimento com as famílias rurais aumentando, assim, o grau de confiabilidade nas respostas aos questionários.

Os dados obtidos nas entrevistas foram analisados no Sistema de Cálculo de Vulnerabilidade (SISCAV)⁴ que gera os gráficos das retas das vulnerabilidades.

Os fatores analisados, foram:

⁴Desenvolvido pela Área de Sensoriamento Remoto da UAEAg (Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da UFCG) com a participação de estagiários da UASC, sob a orientação dos professores Dr. Marx Prestes Barbosa, Dr. Jacques Philip Suave e Dra. Francilene Procópio Garcia, com apoio financeiro do convênio UFCG-ATECEL/IAI-LARED e CNPq

- a. Fator vulnerabilidade social: variáveis demográfica, habitação, educação, consumo de alimentos, participação em organizações e salubridade
- b. Fator vulnerabilidade econômica: variáveis produção, animais de trabalho, animais de produção, verticalização da matéria-prima, comercialização, crédito e rendimento
- c. Fator vulnerabilidade tecnológica: variável uso de tecnologias, propriedade das máquinas e equipamentos, assistência técnica
- d. Fator vulnerabilidade à seca: variável recurso hídrico, produção, manejo da caatinga, exploração de espécies nativas, armazenamento, redução de rebanho, observação das previsões de chuva, ocupação nas estiagens, administração rural, histórico das secas e migração.

A cada variável são atribuídos valores (*códigos*). No cálculo das vulnerabilidades é utilizada a equação:

$$V = ax + b \quad (1)$$

donde:

V = vulnerabilidade variando de zero (nula) até 100 (máxima)

a e b = constantes para cada fator

x = valor significativo encontrado.

Os valores encontrados de vulnerabilidade podem variar de zero (vulnerabilidade nula) até 100 (vulnerabilidade máxima) e foram divididos por ARAÚJO (2002), em quatro classes de acordo com a probabilidade de risco de ocorrência dos possíveis impactos causados no município (Tabela 8).

TABELA 8. Classes de vulnerabilidade (baseado em ARAÚJO, 2002)

Classes de vulnerabilidade	
Baixa	0-15
Moderada	16-30
Alta	31-45
Muito alta	> 45

A classe Baixa corresponde ao nível de vulnerabilidade desejável, em que as famílias provavelmente possuem maior capacidade de suporte e superação quando da ocorrência de desastre; a classe Moderada seria um estado intermediário entre as classes Baixa e Alta, cujas famílias, apesar de negativamente afetadas pelo desastre, teriam capacidade de suportar os prejuízos superiores aos enquadrados na classe Alta; já as classes Alta e Muito Alta caracterizam os estados de vulnerabilidade mais indesejáveis e as famílias possuem menor capacidade de suporte e superação quando da ocorrência de desastre (ARAÚJO, 2002).

7.2.4. Processamento Digital de Imagens

O uso de imagens multiespectrais obtidas pelos satélites Landsat-5 e 7 e CBERS-1 e 2, mostrou-se valiosa ferramenta para a extração dos dados durante esta pesquisa.

O processamento digital de imagens visou à melhoria do aspecto visual dos alvos das imagens e à classificação de padrões. Os procedimentos utilizados são descritos a seguir:

7.2.4.1. Registro de imagens

O registro é uma transformação geométrica que relaciona coordenada geográfica (latitude e longitude) e coordenadas da imagem (linhas e colunas); tal transformação corrige distorções existentes na imagem, causadas no processo de sua formação, pelo sistema sensor e por imprecisão dos dados de posicionamento da plataforma (CÂMARA et al., 1996).

Para o registro das imagens do Landsat se usou o plano de informação drenagem, fornecido por SILVA NETO (1993); ao todo, foram usados 13 pontos, o que possibilitou um georreferenciamento quase perfeito, sendo que a média de erros apresentados pelo sistema no valor de 45 metros, ou seja, 1,5 pixel, é considerado satisfatório.

7.2.4.2. Realce das imagens

As técnicas de realce utilizadas, foram: realce de contraste, componente principal e operações aritméticas.

A técnica **de realce de contraste** tem, por objetivo, melhorar a qualidade das imagens sob os critérios subjetivos do olho humano (CÂMARA et al, 1996).

O contraste entre dois objetos pode ser definido como a razão entre os seus níveis de cinza médios. A manipulação do contraste consistiu em uma transferência radiométrica em cada "*pixel*", com o objetivo de aumentar a discriminação visual entre os objetos presentes na imagem; esta transferência radiométrica, realizada com a ajuda de histogramas, foi manipulada para se obter o realce desejado, ou seja, uma discriminação melhor dos alvos.

A técnica **componente principal** visa melhorar a qualidade das imagens com a diminuição da dimensionalidade cujo resultado é uma nova imagem, que concentra a maior quantidade de informações úteis contidas em todas as imagens de determinada cena; as imagens multiespectrais individuais de uma cena são similares, visual e numericamente, e

que, todas as bandas estão altamente correlacionadas, correlação que advém do efeito de sombras resultantes da topografia, da sobreposição das janelas espectrais entre bandas adjacentes e do próprio comportamento espectral dos objetos. A análise das bandas espectrais pode ser, individualmente, ineficiente, devido à informação redundante presente em cada uma das bandas; desta forma, a geração de componentes principais é uma técnica de realce que reduz ou remove esta redundância espectral, ou seja, gera um novo conjunto de imagens cujas bandas individuais apresentam informações não-disponíveis em outras bandas. O número de componentes principais é igual ao número de bandas espectrais utilizadas e ordenadas de acordo com o decréscimo da variância de nível de cinza. A primeira componente principal (PC1) indicou a maior variância, isto é, maior contraste, e a última com menor variância e menor contraste. A PC1 foi utilizada para a interpretação visual diretamente sobre a tela na qual foram definidas, em um plano de informações temáticas, as zonas homólogas referentes aos níveis de degradação das terras.

A utilização das **operações aritméticas** serviu para a obtenção da imagem IVDN (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada); trata-se de uma técnica que permite melhor contraste entre o solo e a vegetação, resultante da razão entre as bandas do vermelho e a do infravermelho próximo.

Na imagem IVDN os níveis de cinza mais claros expressam valores que representam altos índices de vegetação enquanto os níveis de cinza mais escuros indicam baixos índices de vegetação com níveis de cinza próximos a zero.

Observa-se que na banda do visível a vegetação tem reflectância normalmente baixa (VIS) e alta no infravermelho próximo (IVP); no primeiro caso, é a clorofila que absorve a radiação solar para permitir a fotossíntese enquanto o tecido das folhas tem baixa absorção no IVP; já a cobertura vegetal com estresse hídrico tende a absorver menos radiação solar, aumentando sua refletância no espectro visível e a absorver mais no infravermelho próximo; portanto, em sua interpretação se deve levar em consideração os ciclos fenológicos das culturas a fim de se distinguir as oscilações naturais do estado da vegetação.

A operação de razão entre bandas pode remover efeitos de ganho provenientes de variações espaciais ou temporais, quando ocorrem em bandas de uma mesma imagem; diminuir variações de radiância da imagem, provenientes de efeito de topografia, declividade e aspecto e aumentar diferenças de radiância entre solo e vegetação. A fórmula da operação está descrita a seguir:

$$C = G * (A-B)/(A + B) + O, \text{ donde:}$$

G = ganho (valor multiplicativo – foi utilizado o valor 256)

O = offset (valor aditivo – foi utilizado o valor 128)

A = banda do infravermelho próximo

B = banda do vermelho.

Para a manipulação da composição multiespectral ajustada da banda 3 + IVDN + banda 1 utilizou-se a transformação RGB; de acordo com Moraes Neto (2003) nesta combinação as áreas de altos valores de IVDN aparecerão em verde (ocorrência de vegetação) e as áreas de baixos valores de IVDN, em magenta ou ciano (ocorrência de solos expostos ou com pouca cobertura vegetal).

O processamento de realce de contraste foi empregado com vistas a avaliar o vigor da vegetação, monitorar a cobertura vegetal (uso do solo) contribuir para a detecção dos desmatamentos, rede superficial de drenagem, averiguar áreas de queimadas e para auxiliar na construção dos mapas das classes de vegetação e dos níveis de degradação das terras.

7.2.4.3. Segmentação

Segmentação de imagem é definida como o processo de separação de regiões homogêneas de uma imagem, analisadas através de parâmetros, como níveis de cinza, textura e comportamento espectral dos pixels.

A segmentação tem por objetivo superar as limitações da análise pontual, que é baseada em atributos espectrais; propõe-se, então, que seja feita anterior à fase de classificação, vista que são extraídos os objetos para a aplicação desejada (CÂMARA et al, 1996).

O método de segmentação utilizado na imagem IVDN foi o de crescimento por regiões; entende-se por regiões, um conjunto de "pixels" próximos que se distribuem bidirecionalmente e que apresentam uniformidade e cujo resultado é uma nova imagem na qual são apresentadas as bordas de agrupamento de pixel com valores próximos de níveis de cinza.

7.2.4.4. Leituras de Pixels

A leitura de pixel permite saber qual o valor do nível de cinza (resposta espectral) de um pixel e seus vizinhos; esta função não produz nem permite qualquer alteração na imagem original (CÂMARA et al., 1996).

Os valores das respostas espectrais, além de auxiliarem na análise fotointerpretativa dos níveis de cinza, trouxeram uma série de informações adquiridas das imagens digitais,

como: avaliação da variação da curva da resposta espectral dos alvos, identificação de umidade, comportamento sazonal da vegetação, caracterização de corpos d'água etc.

A leitura dos pixels foi realizada primeiramente sobre a imagem PC1 de 2003 para os diferentes alvos (solos expostos, vegetação, corpos d'água, etc); de cada ponto se anotaram as coordenadas e os valores digitais, em que as coordenadas serviram para locar pontos sobre as imagens originais, possibilitando assim a análise do padrão de resposta espectral dos mesmos.

A metodologia elaborada para a obtenção da média final das leituras constou do seguinte procedimento:

- a. Aquisição dos valores centrais da matriz em áreas mais homogêneas
- b. Média do valor maior e do valor menor
- c. Média dos valores mais baixos
- d. Média dos valores mais altos
- e. Média final (média de todos os valores mais altos com os mais baixos).

Exemplo de aquisição das médias finais para a classe de nível de degradação muito baixo; de acordo com o método citado anteriormente, tem-se:

- a. Valores centrais da matriz: 113, 113, 112, 107, 104 e 103 (total de 6 medidas)
- b. Média: $(113 + 103)/2 = \mathbf{108}$
- c. Média dos menores valores (valores abaixo de 108): $(103 + 104 + 107)/3 = \mathbf{104}$
- d. Média dos maiores valores (valores acima de 108): $(113 + 113 + 112)/3 = \mathbf{113}$
- e. Média final: $(113 + 104)/2 = \mathbf{108}$.

O valor 108 é o valor médio para a classe Nível de Degradação Muito Baixo para a imagem utilizada de 2003.

7.2.4.5. Classificação de padrão

Classificação de padrão é o processo de extração de informações em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos; consiste em estabelecer correspondência entre as regiões ou pixels existentes na imagem e os temas e/ou classes da área em estudo. Durante a classificação padrões são reconhecidos e associados aos diversos temas; o classificador utilizado no processo foi o de extração de regiões (classificador Battacharya).

A medida da distância Battacharya é utilizada para medir a separabilidade estatística entre um par de classes espectrais; este classificador requer interação com o usuário o que, na etapa de classificação, é denominado treinamento (CÂMARA et al, 1996).

As técnicas utilizadas nesta etapa estão descritas a seguir:

- a. Obtenção da imagem segmentada - etapa descrita anteriormente
- b. Criar o arquivo de contexto - armazenagem das imagens que farão parte do processo de classificação por regiões
- c. Executar treinamento - interação entre o usuário e o classificador, através de amostragem sobre uma imagem na área de desenho
- d. Análise das amostras - permite verificar a validade das amostras coletadas
- e. Extração de regiões - o algoritmo extrai as informações estatísticas de média e variável de cada região, considerando as bandas indicadas no contexto
- f. Classificação - utilização do classificador por regiões
- g. Execução do Mapeamento para Classes - transforma a imagem classificada (categoria imagem) para um mapa temático raster (categoria Temático).

7.2.5. Legenda temática relacionada aos dados no campo

Como a rotina de classificação envolveu o fornecimento de amostras de cada classe temática para posterior análise e classificação, efetuou-se uma etapa preliminar no campo que serviu para refinamento das informações na identificação das classes temáticas das regiões geradas.

O procedimento adotado para definição final da legenda temática foi desenvolvido após a segunda visita de campo, tomando-se como referência para classificação a legenda da Tabela 9, com base em MORAIS NETO (2003).

TABELA 9. Características físicas para cada nível de degradação (baseado em MORAIS NETO, 2003)

1. Nível de degradação muito baixo	
Vegetação:	Densidade muito alta, porte predominante arbóreo.
Uso da terra:	Praticamente nulo
Erosão :	Não observada
Matéria orgânica:	Presente em alta quantidade
Densidade populacional:	Muito baixo ou nula
2. Nível de degradação baixo	
Vegetação:	Densidade alta, porte arbóreo e arbustivo.
Uso da terra:	Vegetação nativa e pecuária extensiva em pequena escala
Erosão:	Muito baixo ou nula
Matéria orgânica:	Presente em alto a média quantidade
Densidade populacional:	Muito baixo ou baixa
3. Nível de degradação moderado baixo	
Vegetação:	Densidade média/média alta, arbustivo e exemplares arbóreos.
Uso da terra:	Vegetação nativa, pecuária extensiva em pequena escala e agricultura de sequeiro.

Erosão:	Baixa
Matéria orgânica:	Presente em quantidade razoável
Densidade populacional:	Média
4. Nível de degradação moderado	
Vegetação:	Densidade média, porte arbustivo, poucos exemplares arbóreos.
Uso da terra:	Vegetação nativa, pecuária extensiva, agricultura de sequeira e pequena irrigação.
Erosão :	Moderada (laminar)
Matéria orgânica:	Pouca
Densidade populacional:	Média
5. Nível de degradação moderado grave	
Vegetação:	Rala/média - porte predominantemente arbustivo.
Uso da terra:	Vegetação nativa, pecuária extensiva e semi-extensiva, agricultura de sequeiro, irrigação em média escala.
Erosão :	Média/alta (laminar/sulcos)
Matéria orgânica:	Pouca
Densidade populacional:	Alta
6. Nível de degradação grave	
Vegetação:	Rala, porte predominantemente arbustivo
Uso da terra:	Pecuária extensiva a extensiva em grande escala, agricultura de sequeiro e irrigação em grande escala.
Erosão :	Alta (laminar, por sulco evoluindo para voçorocas).
Matéria orgânica:	Ausente
Densidade populacional:	Alta/média
7. Nível de degradação muito grave	
Vegetação:	Muito rala ou inexistente. Raquitismo
Uso da terra:	Abandonada
Erosão :	Muito alta (laminar, por sulcos e voçorocas), áreas salinas
Matéria orgânica:	Ausente
Densidade populacional:	Praticamente nula
8. Núcleos de desertificação	
Vegetação:	Inexistente ou arbustiva de porte muito baixo
Uso da terra:	Abandonada
Erosão :	Em grande escala (todos os níveis)
Matéria orgânica:	Ausente
Densidade populacional:	Praticamente nula.

Após o mapeamento da imagem classificada foram calculadas as áreas de cada uma das classes; terminado o processamento digital das imagens, os dados foram levados ao módulo SCARTA para a geração dos mapas finais.

CAPÍTULO V

RESULTADOS E DISCUSSÃO

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

8.1. Análise climática para o período 1996-2004

A análise climática foi feita para os anos de 1996 (ano pré mega evento El Niño de 1997/1998), 1999 (ano pós o mega evento), 2000 (evento La Nina moderado), 2003 e 2004 (eventos El Niño fraco a moderado) (Tabela 10). A Tabela 11 e o gráfico da Figura 14 mostram a distribuição mensal das chuvas para os anos estudados.

TABELA 10. Eventos EL NIÑO e LA NIÑA no período de estudo deste trabalho.

El Niño – La Niña	Não ocorreram em 1996 – ano neutro
El Niño – fraco a moderado	2002-2003; 2004-2005
El Niño – forte (mega evento)	1997-1998
La Niña – fraco a moderado	2000-2001
La Niña - forte	Não ocorreram no período 2002-2005

Fonte: <http://ggweather.com/enso/calenso.htm> ; <http://www.stormfax.com/lanina.htm#Table>

TABELA 11. Precipitação mensal em mm dos anos 1996, 1999, 2000, 2003 e 2004. Município de Prata, PB

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Total
1996	10,6	58,0	205,8	129,2	123,6	0,0	0,0	0,0	0,0	29,7	3,7	0,0	560,6
1999	58,0	4,9	75,8	0,0	50,3	6,8	5,0	0,0	0,0	33,0	0,0	63,0	296,8
2000	55,4	153,4	50,1	156,2	75,1	0,0	0,0	23,5	21,3	0,0	0,0	87,1	623,1
2003	132,3	39,2	273,2	126,3	31,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,5	0,0	627,3
2004	355,3	151,3	8,8	79,0	47,4	95,5	47,4	25,5	0,0	0,0	0,0	70,0	880,2

Fonte: LMRS-PB

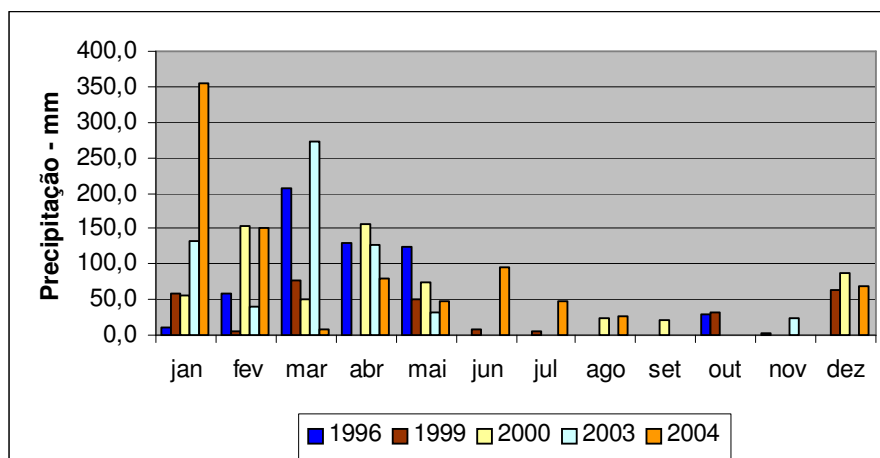


FIGURA 14 – Gráfico da distribuição mensal das chuvas no município de Prata, para os anos de 1996, 1999, 2000, 2003 e 2004

Fonte: LMRS-PB

O gráfico da Figura 15 mostra a evolução das anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) para os El Niño de 1997/1998, 2002/2003 e 2004/2005; uma característica do fenômeno é que seus eventos se iniciam, no geral, por volta dos meses de março, abril e maio, apresentando seus picos no segundo semestre do ano de início de sua atividade e declinam no primeiro semestre do ano seguinte.

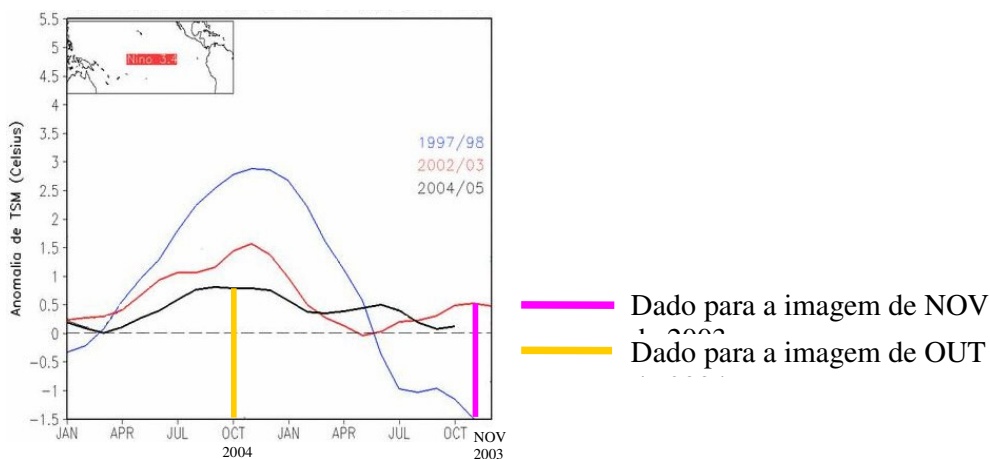


FIGURA 15. Gráfico da Evolução da Anomalia de TSM em anos de El Niño

Comparando-se os dados da Tabela 11 e do gráfico da Figura 15, verifica-se que o maior valor de precipitação ocorrido no período corresponde ao ano de 2004, ano de El Niño moderado (2004/2005); no entanto, a maior concentração das precipitações, 506,6 mm, ocorreu nos meses de janeiro e fevereiro (período pré El Niño 2004-2005) e que, para o mês de obtenção da imagem utilizada (Tabela 13) o acúmulo de chuvas foi de 0,0 mm; o menor valor se refere ao ano neutro de 1999, pós Mega Evento El Niño de 1997/1998 (Tabela 11); possivelmente esta baixa pluviosidade tenha tido influência da anomalia negativa da temperatura do Atlântico Tropical (Tabela 12); no geral, as TSM de todo o Oceano Atlântico se apresentaram positivas no período estudado, o que pode explicar todos os altos valores de precipitação para os anos de 1996, 2000, 2003 e 2004; as quadras chuvosas foram, em geral, normais; somente para o ano de 2004 elas foram antecipadas para os meses de janeiro e fevereiro e se prolongaram sem intervalos, até o mês de agosto.

TABELA 12. Anomalias médias anuais das temperaturas do Oceano Atlântico

Ano	ANOMALIAS MÉDIAS ANUAIS		
	ATL_N	ATL_S	ATL_T
1996	+ 0.33	+ 0.30	+ 0.19
1999	+ 0.17	+ 0.20	- 0.17
2000	- 0.05	+ 0.13	- 0.08
2003	+ 0.30	+ 0.38	+ 0.36
2004	+ 0.56	- 0.07	+ 0.30

Para todos os anos estudados, o período de seca no município foi de baixos índices pluviométricos; para todas as datas de aquisição das imagens, obtidas em períodos de estiagem, a precipitação, quando ocorrida, foi muito baixa (Tabela 13) e bastante irregular ou nula, para os meses de obtenção das imagens estudadas (Tabela 13) e aparentemente, não tiveram influência no padrão da resposta espectral dos alvos estudados.

TABELA 13. – Precipitação (mm) nos meses de aquisição das imagens orbitais, por dia de ocorrência das chuvas

Data da Imagem	mês	Dia - 5	Dia - 7	Dia - 8	Dia - 21	Dia - 23	Dia - 27	Total
26.01.1996	JAN	-	-	2,0	1,0	7,6	-	10,6
17.10.1999	OUT	-	7,0	-	-	-	26,0	33,0
12.11.2000	NOV	-	-	-	-	-	-	00,0
28.11.2003	NOV	7,5	17,0	-	-	-	-	24,5
05.10.2004	OUT	-	-	-	-	-	-	00,0

A chuva tem influência direta na cobertura vegetal da caatinga, mesmo sobre aquela que se apresenta aberta ou muito rala. Algumas espécies precisam de muito pouca umidade para desenvolver as folhas, o que pode influenciar no padrão da resposta espectral de um nível de degradação das terras ou até mesmo mascará-lo.

Embora o fator climático atue como risco natural e exerça influência na construção social dos riscos a desastres no semi-árido, o fator antropogênico é o causador preponderante do desastre seca, pois é também determinante na racionalização da exploração dos recursos naturais pela sociedade, tornando o meio ambiente mais ou menos degradado, conforme esta racionalização, ou seja, com maior ou menor risco da degradação das terras agrícolas e da desertificação e do aumento das vulnerabilidades do homem rural (MOURA, 2002).

Os dados históricos mostram que no período de 1983 a 2004 a maior precipitação mensal registrada foi em 1985, com 424,7 mm para o mês de fevereiro, sendo que o acumulado anual foi de 1433,8 mm; a menor precipitação total acumulada no ano foi registrada em 1993 com 116,8 mm, em decorrência do El Niño de 1992 e 1993 (ANEXO 1).

Segundo Morais Neto (2003), no ano de 1984/1985 ocorreu uma inversão das TSM: anomalias negativas nos Atlânticos Norte e Tropical e positivas no Atlântico Sul, o que deve ter influenciado as altas precipitações; devido á proximidade com o Oceano Atlântico o Nordeste, além do El Niño sofre, possivelmente, efeitos diretos nas mudanças das anomalias da TSM caracterizando-se, assim, como região sob fortes efeitos da Mudança Climática Global; para o ano de 1999, ano de La Niña, o Oceano Atlântico apresentou anomalias positivas nos Atlânticos Norte e Sul e negativa no Atlântico Tropical, o que deve ter influenciado nas baixas precipitações ocorridas.

O total de chuva acumulado no ano de 2003 apresentou o mês de março como o mais chuvoso e, para o ano 2004, o mês de janeiro com 355,3 mm mas não há um padrão através do qual se possa definir os meses em que as precipitações são máximas e em quais elas são mínimas, durante o período chuvoso.

8.2. Dinâmica da cobertura vegetal

A avaliação da dinâmica da cobertura vegetal é muito importante no estudo da degradação das terras; a análise foi realizada do ponto de vista qualitativo e quantitativo, com base no uso do processamento digital de imagens. No semi-árido, esta dinâmica pode ser estudada sazonalmente – estação chuvosa; estação seca, enquanto na estação chuvosa a cobertura vegetal da caatinga é verde, absorvendo bastante REM na região do visível e no infravermelho médio, e no infravermelho próximo a refletância é alta, na estação seca o quadro se inverte; mesmo assim, é conveniente observar que o verde da vegetação na estação úmida não significa que houve um reverso do processo da desertificação.

8.2.1. Análise qualitativa da dinâmica da cobertura vegetal

Na realização desta análise se utilizou o algoritmo Operações Aritméticas do SPRING, para obtenção das imagens IVDN (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada) que aumenta o contraste entre a cobertura vegetal e o solo exposto. As imagens IVDN foram combinadas com as bandas 3 e 1 em uma transformação RGB (R = banda 3; G = IVDN; B = banda 1) sobre a qual se aplicou a operação de contraste Equalização de Histograma obtendo-se, daí, as Composições Multiespectrais Ajustadas, nas quais a cor magenta representa as áreas de solos expostos e a cor verde, em tons claros, as áreas da cobertura vegetal (natural, culturas agrícolas e pastos).

Os valores mais altos de IVDN se dão entre os meses de maio e junho, que é o final da época das chuvas; os meses de agosto a novembro apresentam os menores valores de IVDN, sendo este o período mais seco da região, com alguns locais apresentando totais mensais de precipitação iguais ou próximos a zero milímetro (ANEXO 1).

Observa-se, na Figura 16, que o comportamento da cobertura vegetal no período estudado foi dinâmico e está relacionado com a distribuição espacial das chuvas e com o uso das terras.

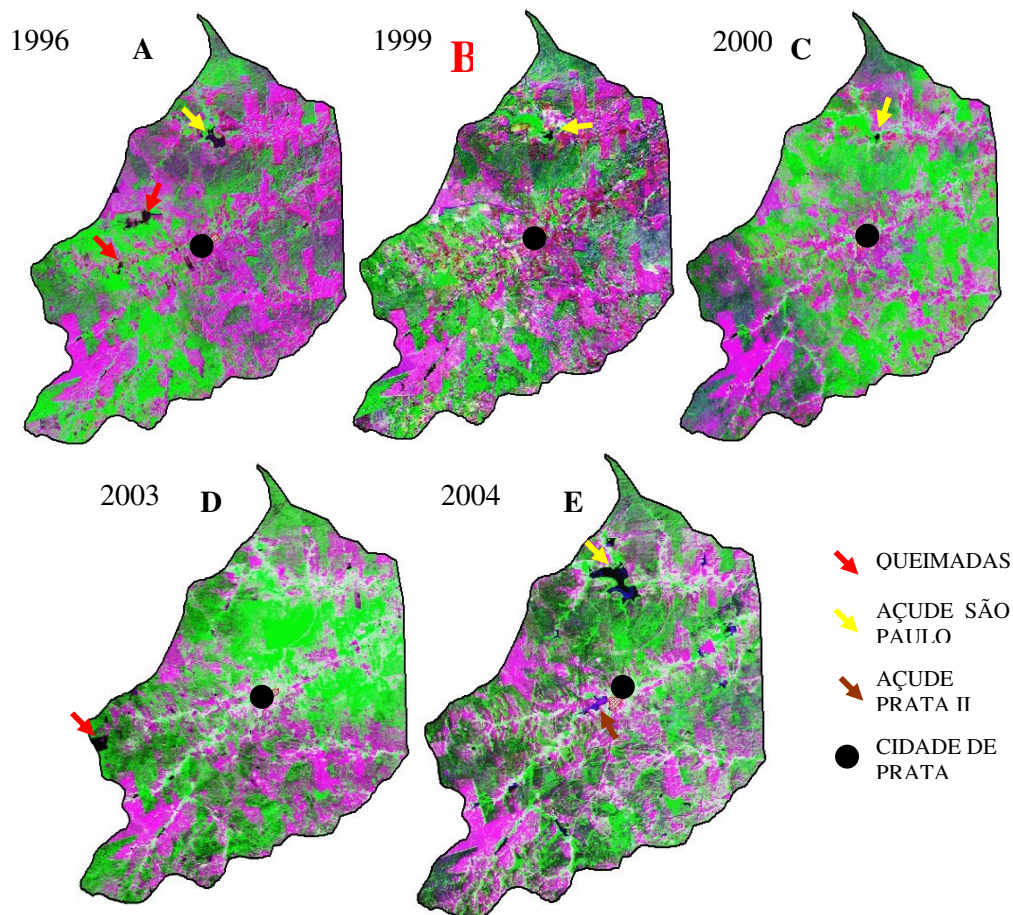


FIGURA 16. Composições multiespectrais ajustadas (A –1996; B – 1999; C – 2000; D – 2003; E – 2004) que mostram a dinâmica da vegetação no período estudado

Em janeiro de 1996 (Composição A), a cobertura vegetal se desenvolveu mais no extremo norte e nas porções oeste e sul-sudeste do município, que são as áreas mais elevadas; em outubro de 1999 (Composição B) a cobertura vegetal foi praticamente a mesma que na imagem de 1996 e apresenta estresse, através do tom de verde mais escuro, devido ao baixo índice pluviométrico registrado (Tabelas 11 e 13). Comparando-se as composições A e B, nota-se que a baixa precipitação contribuiu para a diminuição do volume de água armazenado no açude São Paulo, fato evidenciado pela diminuição do espelho d'água; em C, novembro de 2000, vê-se a porção central do município, em tom de verde claro em que a cobertura vegetal ocupa uma área maior, devido a culturas agrícolas; no entanto, nas áreas mais elevadas, ao sul e no extremo norte do município, ela se apresenta estressada, em tons de verde escuro, o que deve estar relacionado com a distribuição espacial das chuvas; o índice para o ano de 2000 se manteve acima da média, em um total acumulado de 622,1 mm e as últimas chuvas ocorreram

em setembro; embora essas chuvas tenham sido abaixo do normal, elas não tiveram, porém uma distribuição homogênea no território do município e, em decorrência disso foi acentuada a diminuição do volume do açude São Paulo; já em novembro de 2003 – **D** constata-se, na porção central do município uma expansão da cobertura vegetal o que, no entanto, não se observa na porção centro sul; mas, no extremo norte do município se nota certa recuperação dessa cobertura; no entanto, a pouca chuva ocorrida a montante do açude São Paulo não tenha sido, possivelmente, suficiente para o acúmulo de água. A precipitação total acumulada em 2003 foi de 627,3 mm; em outubro de 2004 – **E**, nota-se que o desenvolvimento da cobertura vegetal foi mais discreto porém o seu melhor desenvolvimento é observado na porção leste do município; a precipitação em 2004 foi de 880,2 mm, acima da média; esta precipitação não foi homogênea em termos de distribuição ao longo do ano, haja vista que somente nos meses de janeiro e fevereiro de 2004 o total acumulado foi de 506,6 mm; este alto volume de chuvas permitiu a recuperação do volume máximo do açude São Paulo.

A análise qualitativa da dinâmica da cobertura vegetal mostrou também que ao longo do período estudado, aparentemente não ocorreu aumento significativo das áreas de solo exposto, representadas em magenta nas composições RGB.

8.2.2. Análise quantitativa da dinâmica da cobertura vegetal

A análise quantitativa da dinâmica da cobertura vegetal foi realizada a partir da classificação de padrões das imagens IVDN, para cada uma das datas estudadas; primeiro as imagens foram segmentadas utilizando-se uma área pixel igual a 5 e a similaridade também igual a 5, em cujo processo de classificação se usaram as imagens IVDN e as segmentadas; para todas as datas analisadas apenas uma única legenda foi empregada para facilitar a análise comparativa resultando desse procedimento, uma imagem classificada, raster, que foi mapeada e se obteve, assim, uma imagem temática, que foi vetorizada e cujo resultado é um plano de informação temático vetor. Com todos os dados vetorizados em mãos, utilizou-se o algoritmo do módulo SIG do SPRING – Medida de Classes para o cálculo de áreas de cada uma das classes da cobertura vegetal do município, cujo resultado é apresentado na Tabela 14.

A análise temporal da dinâmica da cobertura vegetal teve por base os dados da Tabela 14 e, como parâmetro comparativo, os dados do ano de 1996 (Figura 17); já no ano de 1999 (Figura 18) ela apresenta um decréscimo em relação, a 1996, de 54,1% de área de ocorrência; o mesmo é constatado para a cobertura semidensa-densa e a semidensa; para a primeira a perda foi de 81,5% (valor muito alto) e para a segunda, de 23,21%; para as classes de cobertura vegetal semidensa-rala, rala, solo-rala e solo exposto, observa-se um incremento das áreas em valores respectivos de 95,97, 23,75, 94,78 e 67,72%; esta oscilação – perda das

coberturas mais densas e ganho das coberturas mais rala – é a que chamamos “efeito balança”, fato este relacionado ao megaevento EL NIÑO 1997/1998 que, devido à baixa pluviosidade e à falta de infra-estrutura adequada para a mitigação dos efeitos da seca, originou grande perda das culturas agrícolas fazendo com que o camponês tivesse que fazer uso da vegetação para a sua manutenção, explorando sua lenha.

TABELA 14. Classes da cobertura vegetal no município de Prata, PB, e suas respectivas áreas de desenvolvimento por ano estudado

Classes da Cobertura Vegetal	1996		1999		2000		2003		2004	
	Km ²	%**	Km ²	%**	Km ²	%**	Km ²	%**	Km ²	%**
Densa	3,40	1,90	1,56	0,87	0,15	0,08	2,88	1,61	4,41	2,46
Semidensa-densa	57,30	32,02	10,60	5,92	0,23	0,13	21,80	12,18	27,77	15,51
Semidensa	34,25	19,13	26,30	14,69	12,75	7,12	30,26	16,91	31,70	17,71
Semidensa-rala	18,13	10,12	35,53	19,85	8,23	4,60	44,58	24,90	8,23	4,60
Rala	20,84	11,64	25,79	14,41	65,01	36,32	25,26	14,11	13,52	7,55
Solo-rala	11,69	6,53	22,77	12,71	51,71	28,89	3,81	2,13	43,62	24,37
Solo exposto	32,59	18,21	54,66	30,55	40,27	22,50	48,51	27,10	47,23	26,39
Outros*	0,80	0,45	1,79	1,00	0,65	0,36	1,90	1,06	2,52	1,41
Total	179	100	179	100	179	100	179	100	179	100

* - Corpos d'água, área urbana e queimadas; ** - % em relação a área total do município

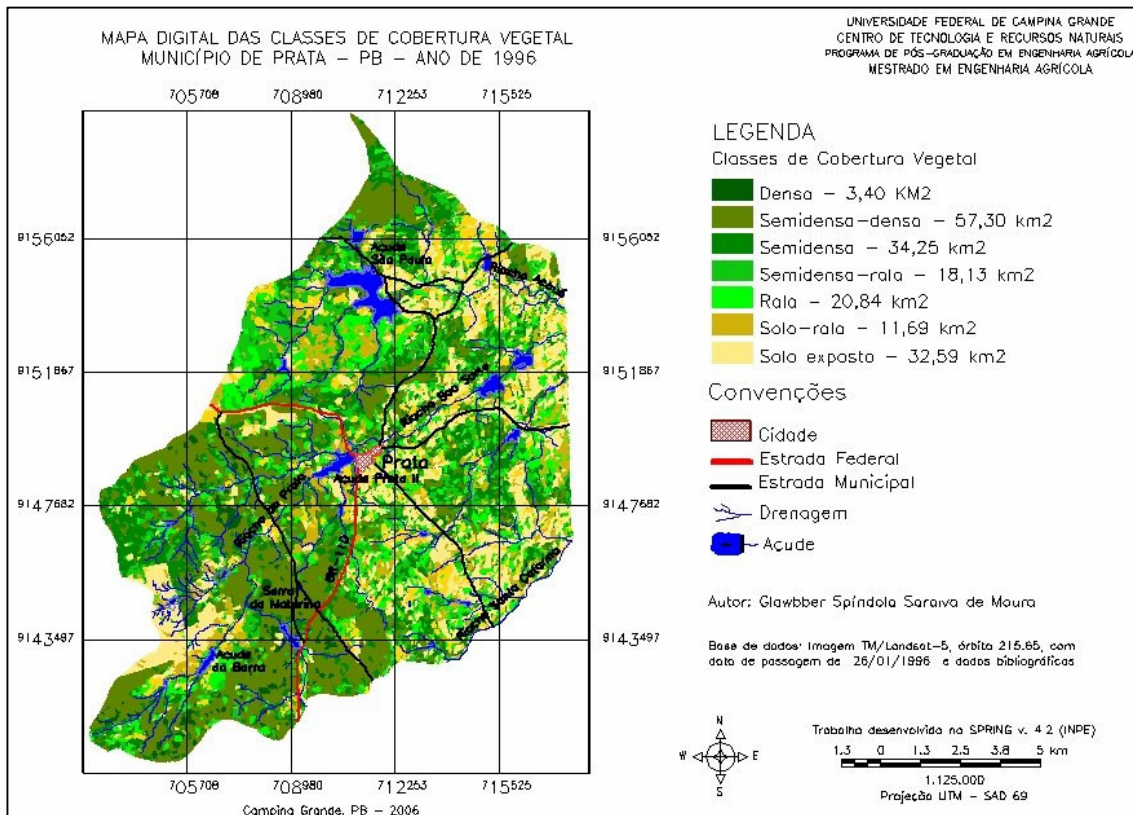


FIGURA 17. Cobertura vegetal do município de Prata para o ano de 1996

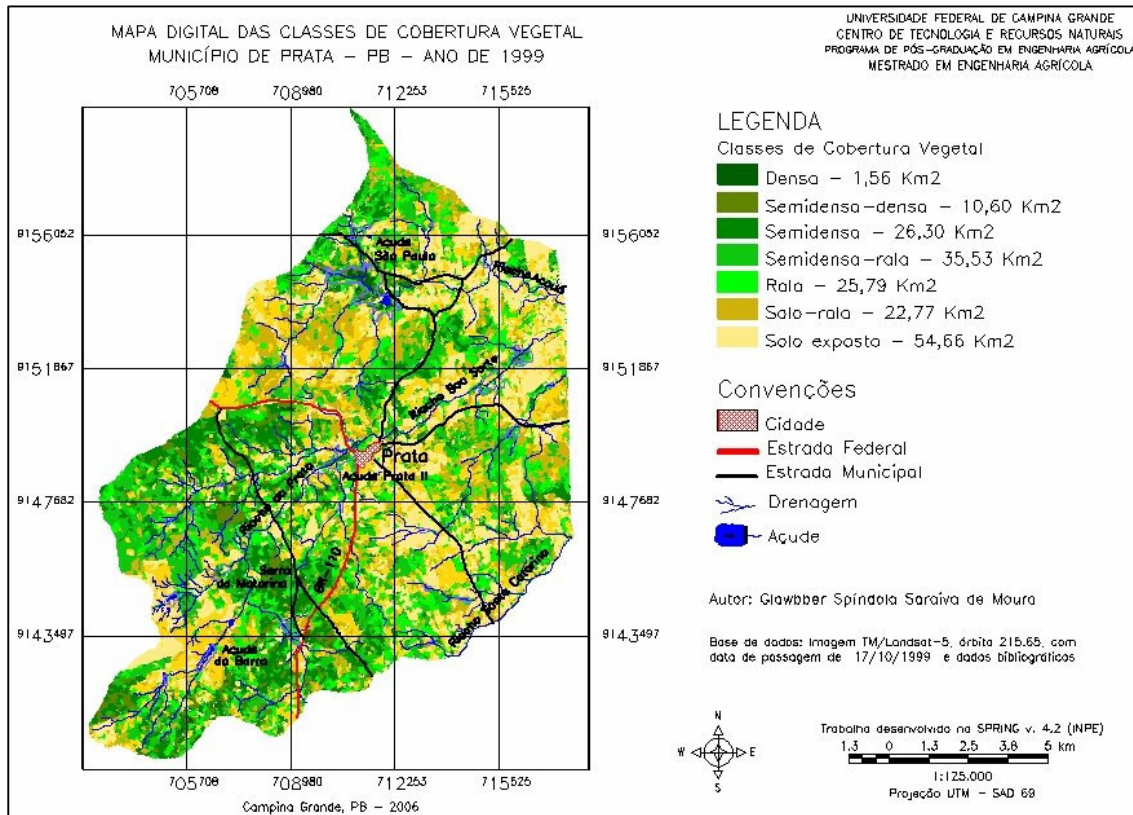


FIGURA 18. Cobertura vegetal do município de Prata, para o ano de 1999

Em 1999 a quantidade de chuvas que caiu na região foi bem abaixo da média, não permitindo a recuperação da agricultura, o que repercutiu no ano seguinte (Figura 19), quando as áreas de ocupação da cobertura vegetação densa, semidensa-densa e semidensa, foram reduzidas em 95,59, 99,60 e 62,78%, respectivamente, com relação ao ano de 1996; observa-se também grande diminuição da área da cobertura semidensa-rala, de 54,60 e 74,84%, em relação aos anos de 1996 e 1999, indicando uma provável exploração dela; as áreas das coberturas vegetais rala, solo-rala e solo exposto, aumentaram bastante, ou seja, em 211,95, 342,34 e 23,57%, respectivamente, em relação ao ano de 1996. Referente ao ano de 1999, foi notória a diminuição da classe de solo exposto, em 26,33%; possivelmente parte dessas áreas tenha sido ocupada por culturas agrícolas ou pasto. O acúmulo da precipitação em 2000 foi alto (622,1 mm), ensojando melhora da produção agrícola; no entanto, a recuperação da vegetação nativa é mais morosa, não se dando de imediato.

Em 2001 e 2002 o acumulado das chuvas foi de 418,1 e 493 mm, respectivamente (LMRS-PB, 2004), melhor distribuídas ao longo da quadra chuvosa, sobretudo em 2002, quando a precipitação média mensal foi de 80 mm, o que permitiu ao camponês uma

produção agrícola suficiente para a sua manutenção, sem precisar de um alto consumo dos recursos vegetais.

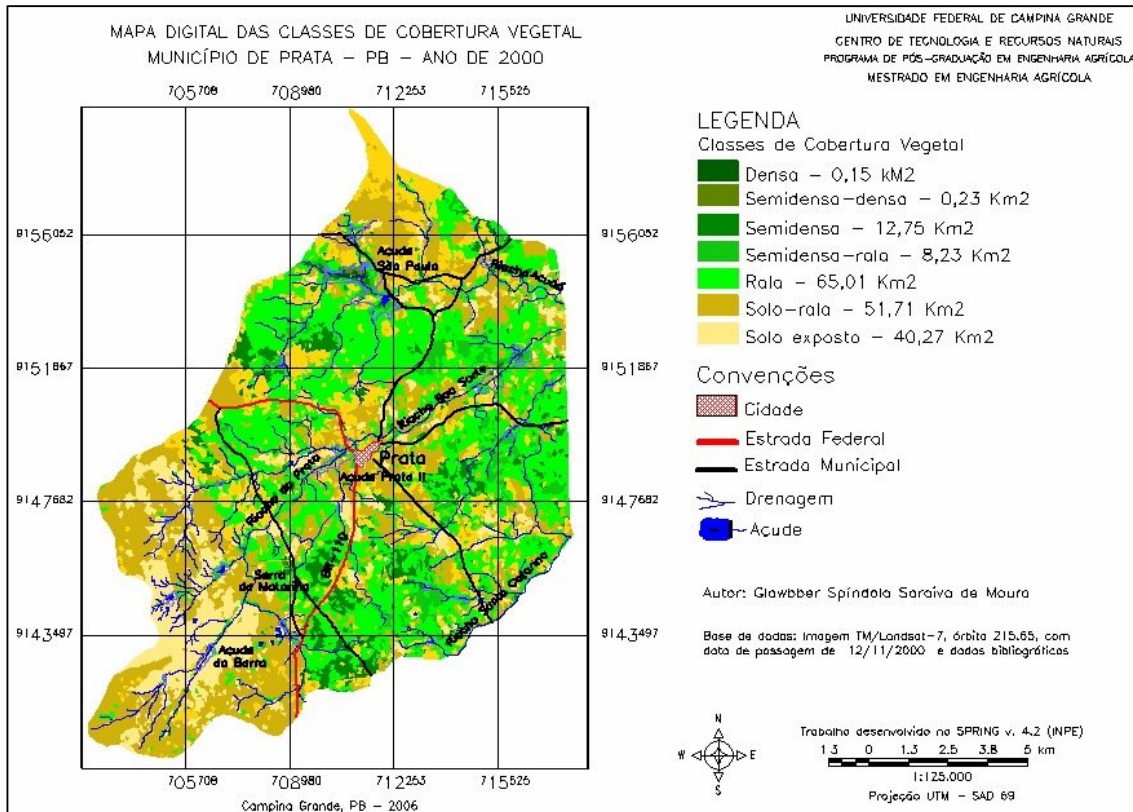


FIGURA 19. Cobertura vegetal do município de Prata para o ano de 2000

Observa-se em 2003 (Figura 20) recuperação significativa da cobertura vegetal densa, semidensa-densa e semidensa em 84,71, 38,04 e 88,35%, respectivamente, em relação a 1996. Com os altos índices pluviométricos de 2003 e 2004 (627,30 e 880,20 mm respectivamente) a área de desenvolvimento da cobertura vegetal densa superou, em 2004 (Figura 21) em 29,70%, a área que ela ocupava em 1996, passando a ocupar 2,46% da área total do município, que pode ser considerada insignificante.

Com relação às classes semidensa-densa e semidensa, foram alvo, de também recuperação; no entanto, não chegaram aos valores de 1996. A classe semidensa-rala aumenta bastante a sua ocorrência em 2003, em 145,89%; quanto ao ano de 1996, e em 2004 voltou aos níveis do ano 2000; a classe rala cai bastante de 2000 para 2003 em 61,14% e em 2004 fica abaixo de sua ocorrência, ou seja, em 35,12%; a ocorrência da classe solo-rala em 2003 chega a um valor muito baixo, representando 32,60% da área que ela ocupava em 1996; já em 2004 dá-se aumento significativo de sua ocorrência, em 273,14% em relação a 1996; enfim, a classe solo exposto não mostrou mudanças significativas em 2003 e 2004 mas sua ocorrência permaneceu acima de 1996, em aproximadamente 46,89%.

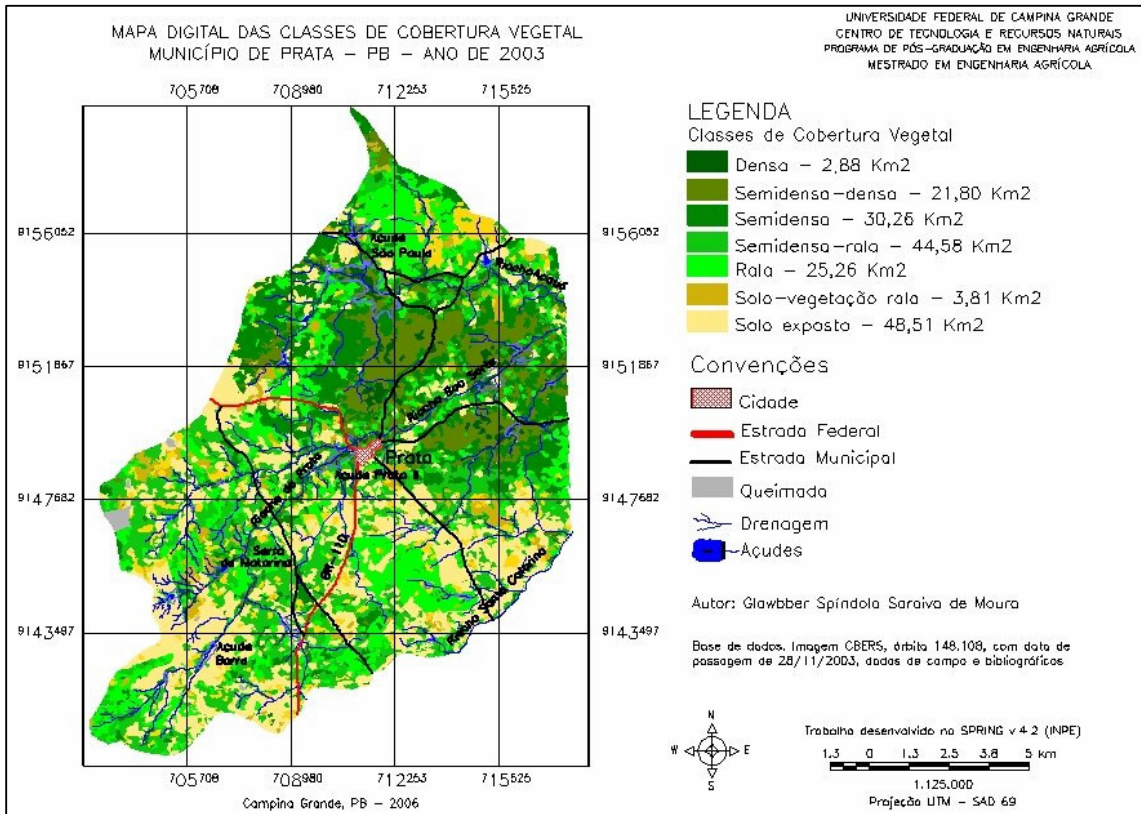


FIGURA 20. Cobertura vegetal do município de Prata, para o ano de 2003

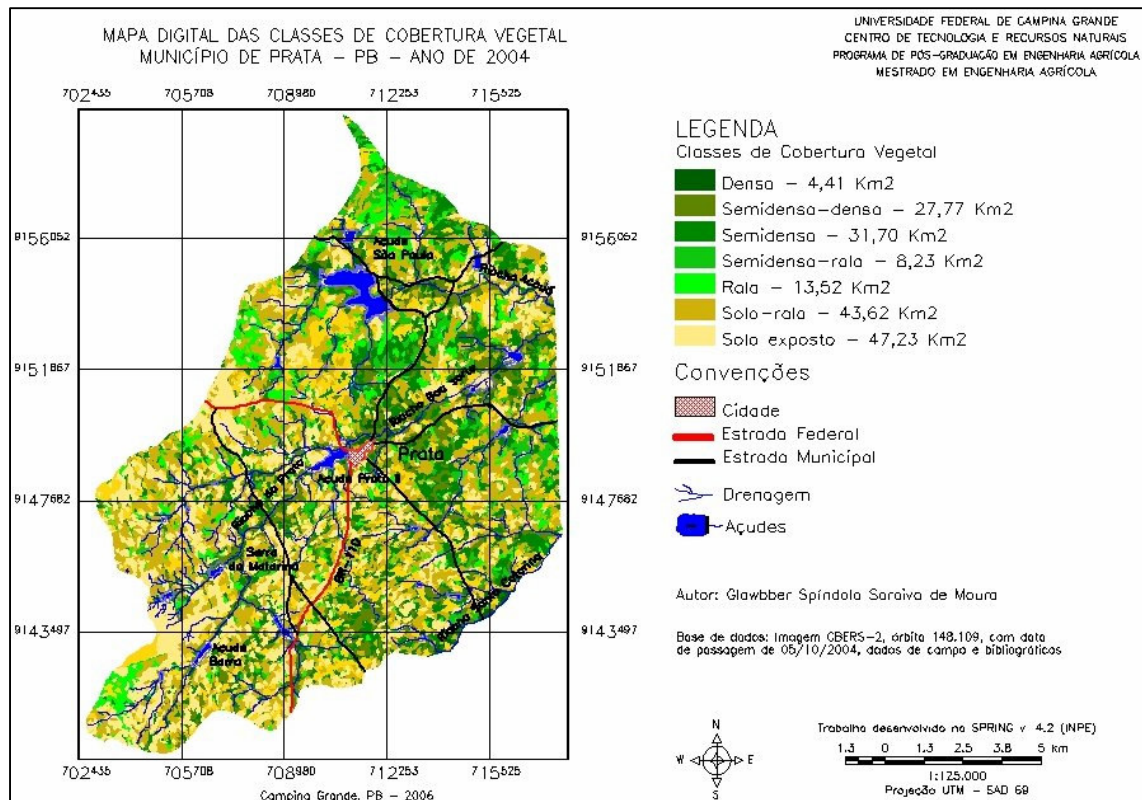


FIGURA 21. Cobertura vegetal do município de Prata, para o ano de 2004

Considerando-se que as classes densa, semidensa-densa, semidensa, semidensa-rala e rala representam a cobertura vegetal do município, a análise quantitativa da dinâmica da cobertura vegetal mostrou que no período pós megaevento El Niño de 1997/1998 ela foi reduzida em 36,05% ocorreu um aumento das áreas de exposição dos solos, representadas pelas classes solo-rala e solo exposto em 105,17%.

Ainda que a Caatinga apresente grande poder de recuperação, é válido salientar que o avanço da degradação das terras é diretamente proporcional ao aumento nos índices de vulnerabilidades da população.

O outro ponto negativo observado está relacionado com a alta concentração das terras pelas grandes propriedades, que representam 6% do total das propriedades rurais e ocupam cerca de 60% das terras agrícolas, quando do desmatamento da caatinga, com o objetivo de intensificar a formação de pastagens artificiais, respondendo à demanda do rebanho; dentro deste contexto, 94% das propriedades rurais possuem uma média de 12,71 ha e ocupam cerca de 4% das áreas; esta desigualdade da posse das terras se reflete em um processo maciço de desorganização/reorganização das comunidades naturais, não havendo a preocupação com o manejo nem, tampouco, com a preservação da caatinga; ao mesmo tempo, o aumento da população provoca expansão das culturas alimentares mobilizando, assim, novas áreas ao uso agrícola, em que no primeiro caso há um acelerado processo de sucessão com reflexos para a fauna e, no segundo, ocorre substituição de verdadeiros agroecossistemas por intensificado uso do solo; por exemplo, a área de queimada ocorrida em 2003 (Figura 20), com 45,76 ha apresentava-se totalmente exposta em 2004, indicando um acréscimo de 0,25% de solo exposto para o município aumentando, desta forma, os riscos de degradação das terras pela instalação dos processos de erosão laminar, solar, por sulcos e voçorocas, caso não haja um trabalho de preservação dessas terras.

A prática da queimada está inserida, há décadas, no contexto histórico da população introduzida pelos colonizadores como uma das formas de arrebatar terras das populações indígenas; além disso, o descaso dos órgãos públicos, responsáveis pela assistência técnica ao camponês e pelo controle e fiscalização do uso das terras, contribui para a aceleração dos processos que levam à desertificação.

O Código Florestal Brasileiro estabeleceu a obrigatoriedade de executar a reposição florestal a todos os consumidores de produtos de origem florestal, porém, as olarias e as padarias que atuam no município, e até mesmo fora dele e que usam a lenha como fonte de energia, não o observam.

O artigo 2º da Lei 4.771/65 do Código Florestal (ANEXO 3), diz que quem pratica queimada está desobedecendo a lei; todavia, apenas a fiscalização e aplicação de multas, apesar de necessárias, não são suficientes; é necessário que haja campanhas educativas para a utilização do uso do fogo apenas nos casos imprescindíveis e a maneira correta de fazê-lo e, acima de tudo é preciso oferecer alternativas ao uso tradicional da queimada para os agricultores; tecnologias agrícolas é que não faltam, bastando apenas integrá-las aos produtores.

8.2.3. Impactos da dinâmica da cobertura vegetal na avifauna do município

Uma das definições sobre os processos de degradação e desertificação das terras (FAO, 1988) pode ser entendida como a degradação das populações animais e vegetais (degradação biótica ou perda da biodiversidade) de vastas áreas do semi-árido devido à caça e à extração de madeira.

A significativa redução da vegetação nativa observada durante as visitas de campo⁵ pode ser considerada fator no desequilíbrio do nicho e habitat da fauna, principalmente de algumas aves, desfavorecendo a alimentação e o ciclo de reprodução.

Um dos resultados do Diagnóstico Socioeconômico Ambiental, com base nas informações da população, mostrou que grande parte da vegetação nativa é usada como lenha pelas olarias e padarias e, boa parte da população, por não dispor de recursos para comprar gás, a utiliza para cozimento dos alimentos, além de praticar a caça predatória.

De acordo com depoimento de moradores, a extração de árvores, a caça e as práticas de queimadas, estão contribuindo sobremaneira para o desaparecimento dos pássaros na região e algumas espécies estão em processo de extinção como, por exemplo, o Canário da Terra (*Sicalis flaveola*). Segundo um dos moradores, a última vez em que ele viu um casal dessa espécie foi nos anos de 2001 e 2002. Relatos de dois funcionários da fazenda Barra, localizada na região sudoeste do município, afirmaram que nos últimos cinco anos a espécie Asa Branca (*Columba picazuro*) também está cada vez mais difícil de ser observada; esses depoimentos foram coletados em local onde a vegetação predominante apresenta característica morfológica arbustiva semi-densa a densa em desenvolvimento em área de nível de degradação baixo.

Notadamente, conclui-se que a diminuição da biodiversidade nos ecossistemas, em particular no que diz respeito à avifauna tem, como principal ameaça, a continuidade dos problemas socioeconômico-culturais da região, responsáveis pelos desmatamentos e pela caça

⁵Trabalho de campo - A identificação das aves foi realizada através de observações da equipe no campo e dos sons emitidos pelas aves, com reforço de depoimentos da população local e da pesquisa bibliográfica

predatória.

De acordo com a lista oficial das aves ameaçadas de extinção do IBAMA (ANEXO 4), algumas delas foram identificadas no campo e, que demonstra o aguçamento da diminuição do patrimônio genético da avifauna no município.

Todavia, uma pesquisa mais detalhada deve ser realizada, pois embora tenha havido uma diminuição das áreas do habitat natural, esse ainda apresenta condições favoráveis as espécies citadas anteriormente.

Os impactos causados pela ação antrópica sobre a composição, estrutura e repartição espacial da avifauna, pela fragmentação da paisagem, devido à caça predatória, o desmatamento desordenado, as queimadas e a diminuição dos recursos hídricos, são graves reflexos no processo da desertificação, sobretudo, influenciam negativamente na riqueza e diversificação do espaço ecológico do município; no entanto, um trabalho de conscientização da população demonstrando melhor forma de usar métodos de caça e preservação da vegetação, se faz necessário e que este conflito homem x natureza só será solucionado através da criação e implantação de políticas públicas para o desenvolvimento sustentável, ou seja, quando houver uma diminuição significativa da pobreza com o resgate da cidadania dos camponeses do semi-árido.

8.3. Recursos hídricos

A principal fonte de abastecimento d'água no semi-árido são os açudes. Os poços tubulares, profundos, e os poços amazonas ou cacimbãos geralmente têm pouca vazão e suas águas são salobras. No Nordeste brasileiro existem pequenos, médios e grandes açudes. Os grandes açudes são via de regra construídos pelo poder público com a finalidade de desenvolver atividades de irrigação, piscicultura e abastecimento das populações na região. Esses mananciais, por possuírem grandes volumes acumulados, corre o risco de exaustão, permitindo uma contenção de volume de água apreciável, capaz de alcançar o período de estio, mesmo com o seu uso continuado.

Os pequenos e médios açudes representam em média 80% dos corpos hídricos no Nordeste. Esses açudes, por apresentarem formas geométricas variadas, devido à ausência de um prévio planejamento que antecederesse a sua construção, possibilitam inevitáveis problemas de dimensionamento, sendo açudes que nunca vieram a sangrar. Esse aspecto traz sérios problemas de salinização, pois as águas ficam sujeitas à concentração dos sais devido aos altos índices de evaporação.

Segundo o relato de SUASSUNA (1997) as características climáticas e edáficas da região semi-árida nordestina apresentam irregularidades pluviométricas tanto em quantidade

como em distribuição ao longo do ano; evapotranspiração média de aproximadamente 2.000 mm anuais com déficit hídrico acentuado, aliadas à presença de um escudo cristalino em aproximadamente 70% de sua área, favoreceram uma corrida para a construção de açudes (atualmente, estima-se em 70.000 o número de açudes no semi-árido), visando ao armazenamento da água e seu posterior uso na época de escassez.

Em algumas comunidades do município de Prata, PB, a água destinada ao uso humano e animal é, na maioria das vezes, originária de pequenos açudes, que secam durante o período de estiagem, principalmente durante as secas prolongadas, em épocas de El Niño. O transporte da água, muitas vezes por longas distâncias, é feito com a ajuda de carroças, de animais – lombo de burro (Figura 22) e às vezes de latas.

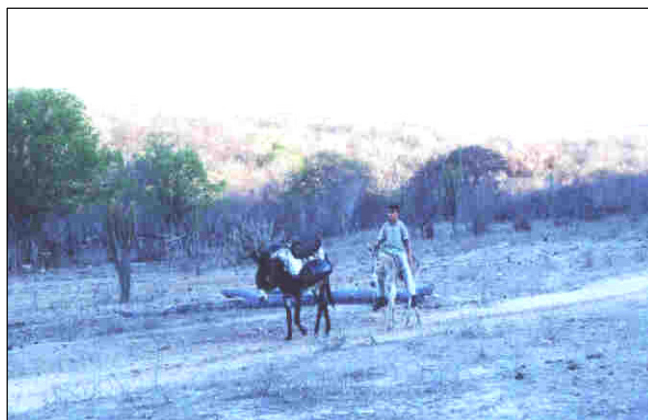


FIGURA 22. Menino transportando água no lombo do jumento. De sua casa até o pequeno açude onde ele se abastece, a distância percorrida é de aproximadamente 7 km

Os pequenos açudes existentes no município são caracterizados por baixa capacidade de armazenamento de água, intenso estado de assoreamento, em virtude do desmatamento das áreas adjacentes e da erosão das terras agrícolas.

A água de alguns desses açudes é utilizada para irrigar os solos aluviais a jusante, porém sem aplicação de técnicas adequadas, como a instalação de sistemas de drenagem, tem ocasionado a salinização desses solos, o que causa a diminuição da produtividade e prejuízos econômicos. Este fato decorre, sobretudo, da pobreza do homem do campo, que não tem recursos suficientes para o emprego correto das técnicas de irrigação e da falta de assistência técnica por parte dos órgãos competentes.

8.3.1. Monitoramento nos açudes

No Estado da Paraíba, o Laboratório da AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba) instalado na UFCG monitora 116 açudes, principalmente com o uso

de régua milimétrica, onde um operador local, bem treinado para tal, faz a leitura diária da cota e envia os dados para laboratório.

De acordo com o LMRS-PB, as cotas dos volumes dos açudes Prata II e São Paulo, os dois principais açudes do município de Prata, assim como outros de pequeno e médio porte, estão praticamente sem monitoramento desde o ano de 1955, quando de sua emancipação. A evaporação elevada também é um fator a ser levado em consideração; estima-se que os pequenos e médios açudes percam cerca de 40% da água acumulada, através desse fenômeno. Um pequeno açude, por exemplo, com uma cota de 5 m, chega a perder 2 m de lâmina de água com a evapotranspiração, em época de seca.

Entre as ações humanas que alteraram o balanço hídrico se destacam, no município o desmatamento, a mudança do uso do solo, os projetos de irrigação, a açudagem não planejada e as ampliações dos mananciais de forma inadequada.

8.3.2. Os açudes Prata II e São Paulo

O açude Prata II, construído em 1981 pelo Governo do Estado da Paraíba, localiza-se praticamente no perímetro urbano da cidade de Prata, barrado pela rodovia BR-110, na saída para Ouro Velho. Durante muito tempo este açude foi a principal fonte de água da cidade.

O açude São Paulo foi construído em 1986 na propriedade São Paulo em que se observa, até hoje, uma fazenda muito antiga e uma senzala (Figura 23) no registro histórico da colonização da região; até os anos de 1999/2000, a fazenda possuía uma pequena agricultura irrigada (Figura 24) e criação de caprinos e sua sede se tinha transformado em uma pousada para abrigar turistas; com o colapso total do açude, no entanto, todas as atividades econômicas cessaram e a propriedade faliu devido às dívidas acumuladas junto ao setor bancário.



FIGURA 23. Aspecto da antiga senzala da fazenda São Paulo



FIGURA 24. Aspecto de uma das áreas irrigadas da fazenda São Paulo, abandonada. Os pequenos arbustos são de fruta do conde, que têm resistido às secas

O açude São Paulo passou a abastecer as cidades de Prata e Ouro Velho, através da CAGEPA.

Com base nos dados orbitais fez-se uma análise do comportamento do espelho d'água e do perímetro dos açudes São Paulo e Prata para o período 1996/2004.

Em 1996 o espelho d'água do açude São Paulo representava 48,48 ha, com um perímetro de 5.800,24 m; o total acumulado das chuvas no ano de 1995 foi de 622,4 mm e 560,6, em 1996; estes valores não foram suficientes para que o açude atingisse o seu volume máximo, igual a 8.455.500 m³ para um espelho d'água de 216,8 ha; o açude Prata II, com capacidade máxima de 1.308.433 m³ e um espelho d'água de 49,26 ha, estava completamente seco em 1996 (Figura 25).

Nos anos de 1997 e 1998, quando atuou o megaevento El Niño, os totais acumulados da precipitação foram de 462,6 mm e 243,7 mm, respectivamente; em 1999 o acumulado foi também inferior ao da média anual, ficando em 296,8 mm; em decorrência desses baixos valores da precipitação, o açude São Paulo teve seu espelho d'água reduzido em 1999 para 11,98 ha, com um volume total armazenado de 1.960,43 m³ (Figura 26 A); no ano 2000, o total acumulado das chuvas foi de 622,1 mm mas não foi suficiente para a recuperação do volume do açude, verificando-se até mesmo uma diminuição para 1.764,44 m³ para um espelho de água de 6,83 ha (Figura 26 B); em 2001, a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) anunciou o colapso no abastecimento e em comunicado ao Prefeito de Prata, notificou a desativação do sistema de abastecimento de água no dia 30 de março de 2001, em virtude da exaustão dos açudes Prata II (seco desde 1996) e São Paulo; em 2001 o acumulado da precipitação foi de 418,1 mm; em 2002, de 493,0 mm e em 2003, de 627,3 mm.

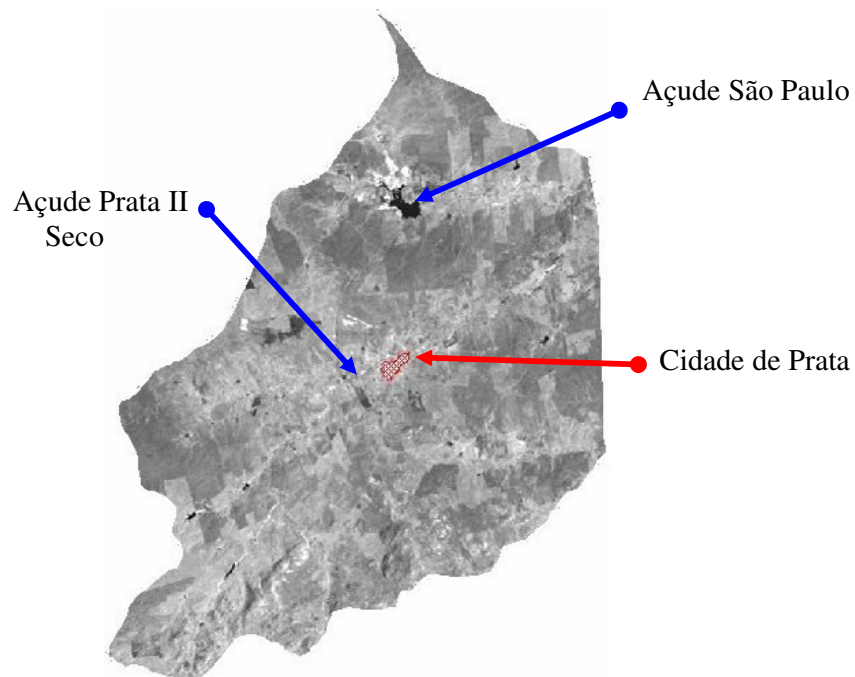


FIGURA 25. O espelho d'água dos açudes São Paulo e Prata II na imagem banda 4 do TM/Landsat 5 de 26/01/96

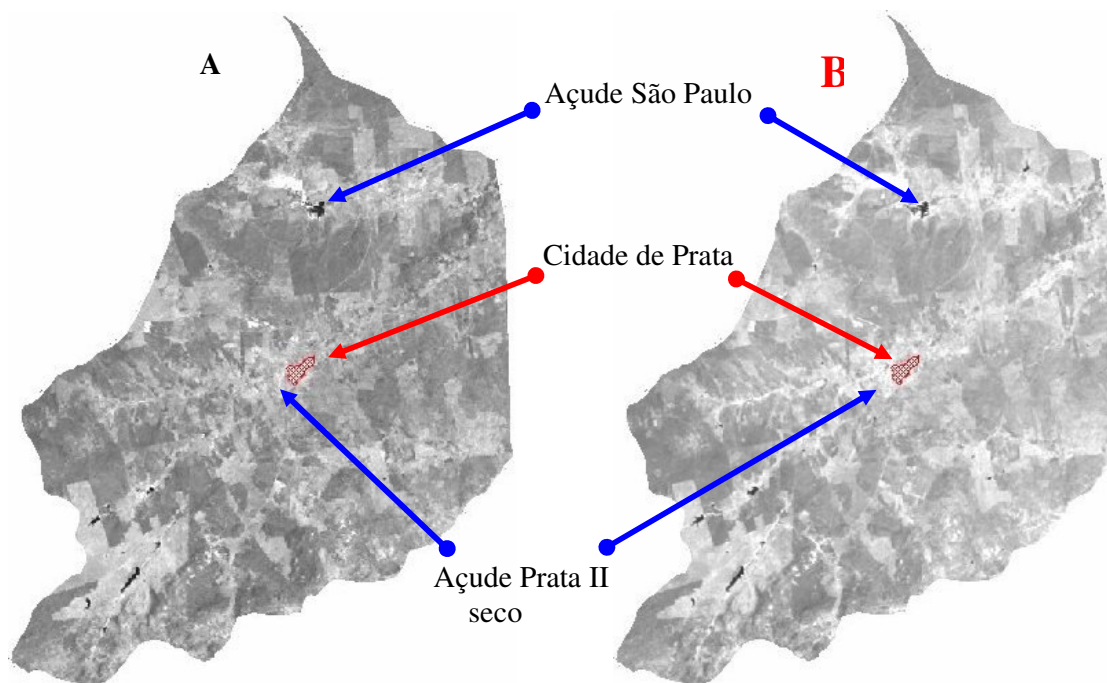
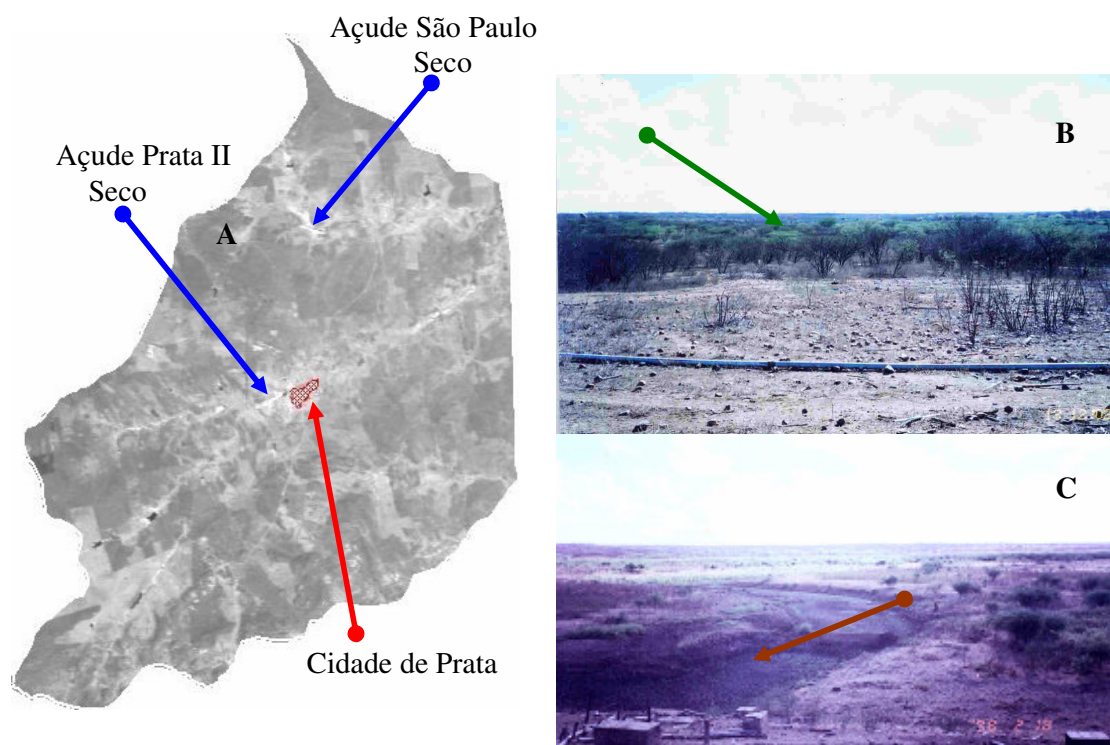


FIGURA 26. Espelho d'água dos açudes São Paulo e Prata II na imagem banda 4 do TM/Landsat 5 de 17/10/1999 (A) e 12/11/2000 (B)

Com uma distribuição espacial e temporal das chuvas irregular, em 2003 o açude São Paulo secou completamente (Figuras 27 A, B e C); na foto B a seta mostra uma vegetação verde (embora a tomada da imagem tenha sido feita durante a estação seca) representada pela

jurema de porte arbustivo que ocupava o fundo do açude, fato este constatado pela tonalidade de cinza muito claro na imagem CBERS – A; ainda na foto B se observa uma parte da tubulação usada na irrigação abandonada sobre o solo nu, pedregoso e em processo de degradação; a foto C, tirada de cima da barragem do açude, chama a atenção para a configuração do relevo do fundo do açude e a parte escura representa o acúmulo de sedimentos argilosos, nas porções mais baixas.



FIGURAS 27. (A) Açudes São Paulo e Prata II na imagem banda 4 da CBERS-2 de 28/11/03 completamente secos. Em (B) a seta verde mostra o desenvolvimento de algaroba na parte central do açude São Paulo e em (C) aspecto do relevo do fundo do açude São Paulo. A seta vermelha em (C) mostra depósito de sedimentos na parte mais funda

Nos meses de janeiro e fevereiro de 2004, as chuvas foram muito intensas no município acumulando, somente nesses 2 meses, a quantidade de 506,6 mm e, no ano 737,3 mm, o que permitiu a recuperação de parte dos volumes de todos os açudes do município. O açude São Paulo atingiu o máximo acumulado no dia 20 de janeiro, o que representou 4.559.080 m³ e 53,9% de sua capacidade, enquanto o açude Prata II atingiu seu valor máximo acumulado em 27 de fevereiro com um volume de 847.648 m³, representando 68,6% de sua capacidade; em outubro de 2004 a área do espelho d'água, nas imagens CCD/CBERS, do açude São Paulo, era de 155,59 ha, com um perímetro de 10.556,28 m, e do açude Prata II de 30,09 ha e um perímetro de 3.706,73 m (Figura 28).

Os dados anteriores mostram que os fatores climáticos atuaram bastante fortes no potencial acumulativo dos mananciais; no entanto, a situação foi agravada em virtude das ações antrópicas, principalmente pelo desmatamento das matas ciliares. Na promoção do reverso do conflito homem x meio ambiente, um grande desafio para a sociedade, a educação ambiental ocupa lugar de destaque, mas o poder público é responsável pela garantia do suprimento de água para as populações, em três níveis: para o consumo das famílias, que deve ser água de boa qualidade e em quantidade suficiente para o ano todo e estar na residência; água comunitária, para as outras necessidades domésticas, para os animais e pequenas irrigações e a água de reserva para os períodos mais longos de estiagem.

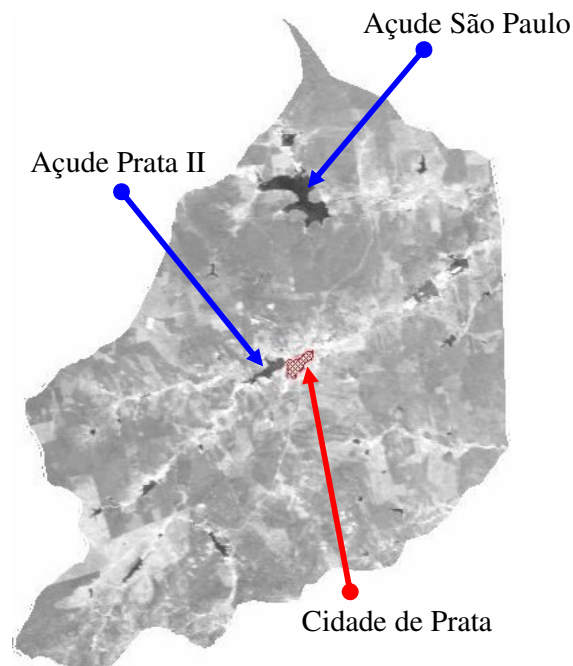


FIGURA 28. Espelho d'água dos açudes São Paulo e Prata II na imagem banda 4 do CCD/CBERS-2 de 05/10/04

O uso racional da água e a reposição das matas ciliares dos rios e açudes são também medidas importantes; por exemplo, para diminuir a evaporação e a erosão. Faz-se necessário a criação urgente do comitê de bacias, pois eles possibilitam, as comunidades, a participação na elaboração, fiscalização e gestão de planos de gestão e manejo dos recursos hídricos.

Procedimentos mais ousados devem ser adotados buscando-se a preservação e conservação dos mananciais, como a promoção de campanhas de conscientização e programas educativos sobre o uso sustentável das águas; melhorar a base de informações para a administração sustentável da água; melhorar a capacidade institucional para administrar os

mananciais de água doce; fortalecer a capacidade da comunidade de uso dos recursos hídricos de forma sustentável, analisando-se sempre a influência dos fatores climáticos na região.

8.4. Análise do padrão de resposta espectral dos níveis de degradação das terras

Na caracterização do padrão da resposta espectral dos níveis de degradação das terras, fez-se opção pela análise da imagem Principal Componente 1 (PC1), que contem o máximo de informação útil dos alvos e uma baixa redundância entre eles. O objetivo desta análise foi verificar a influência dos eventos ENOS, ocorridos durante o período estudado, nos diferentes níveis de degradação das terras e nas suas características fotomórficas; para isto, efetuou-se uma série de leituras de pixel; a leitura é realizada com a ajuda do cursor de pontos do SPRING, que é ajustado e acionado sobre a área de interesse; em uma janela na tela do computador aparece um relatório de pontos representado por uma matriz de pontos 5 x 5 (Figura 29); somente o ponto central da matriz foi registrado.

Cat: CBERS_2003				
Long = o 37:03:43.424				
Lat = s 07:36:37.674				
X = 713797.3 m Y = 9158283.6 m				
Col: 679		Lin: 203		
PI: PC_REALCE-PC1				
96	98	96	97	99
89	90	90	89	87
87	86	86	85	83
87	86	86	85	85
86	86	90	89	88

FIGURA 29. Exemplo de uma matriz de pontos. Nível baixo de degradação das terras

Fez-se a leitura sobre todas as manchas representativas de um nível; terminada a leitura, encontrou-se o valor médio do número digital representativo do referido nível de degradação das terras, para a imagem estudada, procedimento este repetido para cada uma das imagens dos anos estudados; o resultado da determinação do número digital do padrão de resposta espectral dos níveis de degradação das terras está representado na Tabela 15 e nos gráficos da Figura 30.

TABELA 15. Valores médios dos níveis de cinza dos níveis de degradação das terras correlacionados com a precipitação do mês de aquisição das imagens

Data da imagem	Precipitação em mm do mês de aquisição da imagem	Níveis de degradação das terras							
		Muito Baixo	Baixo	Moderado Baixo	Moderado	Moderado Grave	Grave	Muito Grave	Núcleo de Desertificação
26.01.1996	10,60	75	83	103	90	125	167	191	255
17.10.1999	33,00	79	78	92	97	102	159	192	229
12.11.2000	0,00	60	82	90	91	111	181	194	240

28.11.2003	24,50	78	84	99	120	145	187	196	233
05.10.2004	0,00	69	84	98	129	191	207	243	255

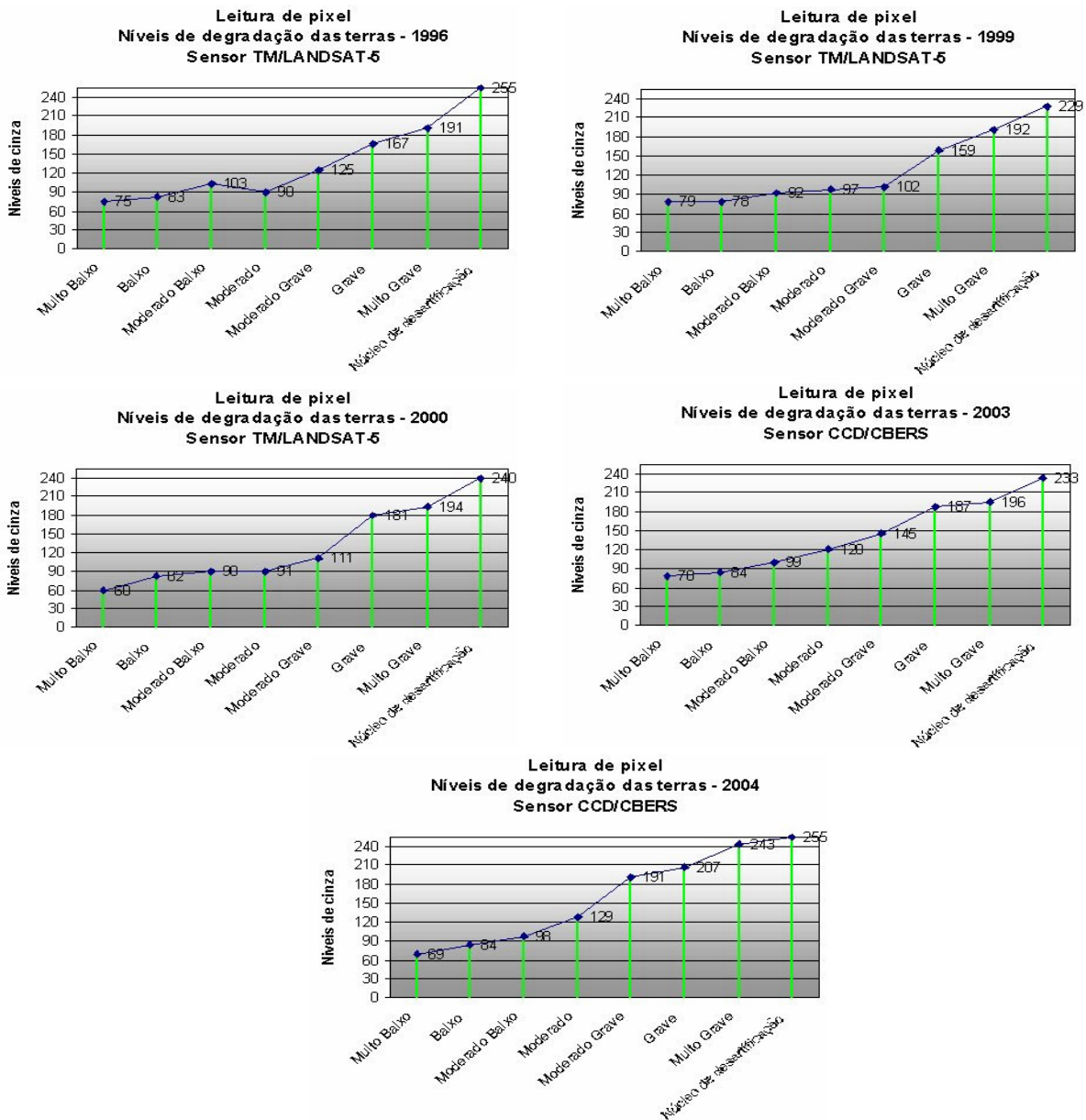


FIGURA 30. Gráficos das curvas dos padrões de resposta espectral dos níveis de degradação das terras. Para os anos 1996, 1999 e 2000 foram usadas imagens TM/Landsat e para os anos de 2003 e 2004 – imagens CCD/CBERS

Analisando-se os dados da Tabela 15 e dos gráficos da Figura 30, verifica-se que, no geral, não houve modificações consideráveis do padrão de resposta espectral para os níveis Muito Baixo, Baixo e Moderado Baixo, significando que para eles praticamente não ocorreram mudanças das condições ambientais; para os níveis Moderado e Moderado Grave

constata-se, nos anos de 2003 e 2004, aumento dos valores dos níveis de cinza, indicativo da perda de vegetação dessas áreas, com o aumento das áreas de solo exposto e, por conseguinte, dos processos erosivos. Com relação ao padrão da resposta espectral do nível Muito Grave de degradação das terras, o valor médio dos níveis de cinza para o ano de 2004 mostra um aumento significativo em relação aos outros anos estudados, situando-se dentro do range de valores para os Núcleos de Desertificação, indicando que houve uma aceleração do processo de desertificação dessas áreas, no ano de 2004.

A correlação dos valores médios dos níveis de cinza de cada nível de degradação das terras com os valores acumulados da precipitação dos meses de obtenção das imagens e com os dados climatológicos do período estudado, mostrou que a influência do fenômeno ENSO no processo de desertificação no município de Prata, se existiu, foi muito insignificante, corroborando com a hipótese da construção social dos riscos, ou seja, a piora das condições ambientais nos anos de 2003 e 2004 dos níveis Moderado, Moderado Grave, Grave e Muito Grave têm em sua base o social, o econômico, o político e o cultural.

A avaliação da análise visual das imagens PCs foi certificada pelo uso das composições multiespectrais ajustadas (para o TM - Banda 3 no vermelho; imagem IVDN no verde e banda 1 no azul. Para a CCD – Banda 3 no vermelho; imagem IVDN no verde e banda 2 no azul), mostradas na Figura 16.

Na interpretação das imagens, geralmente o nível de degradação Muito Baixo (Figuras 31 e 32) se caracteriza por tonalidades de cinza mais escuras, uma textura fotográfica lisa, representado por uma cobertura vegetal densa/semidensa-densa/semidensa onde a exploração agropecuária é praticamente nula e muito pouco habitada pela população; geralmente, são áreas de serras nas quais o relevo dificulta o desenvolvimento da atividade agropecuária mas que nem sempre impede a retirada de lenha.



FIGURA 31. Aspecto da paisagem do nível de degradação das terras Muito Baixo. Serra da Matarina



FIGURA 32. Outro aspecto da paisagem do nível de degradação das terras Muito Baixo. Fazenda Mujique. Nota-se boa cobertura dos solos por detritos orgânicos

O nível Baixo tem características próximas às do nível Muito Baixo, porém eles se diferenciam por indícios (nas imagens) de atividade humana no primeiro, apresentados por uma textura fotográfica um pouco mais grosseira, ou seja, não tão homogênea, ou fina, como no primeiro, e está relacionado, no geral, a uma cobertura vegetal semidensa-densa/semidensa/semidensa-rala (Figura 33).



FIGURA 33. Aspectos da paisagem do nível de degradação das terras Baixo. (A) área com predomínio de vegetação arbustiva em meio de um capoeirão, em que se observaram indícios de retirada de lenha. (B) Vegetação arbustiva semidensa, solo com cobertura por detritos orgânicos, com palma consorciada. (C) Vegetação aberta, consorciada com capim buffel

Os níveis Moderado Baixo, Moderado e Moderado Grave apresentam características próximas e se relacionam com uma cobertura vegetal que varia de semidensa a semidensa-rala a rala e áreas agrícolas (Figuras 34 e 35).



FIGURAS 34. Aspectos da paisagem do nível de degradação das terras Moderado Baixo e Moderado. Em (A) predomina uma vegetação aberta, arbustiva, de baixo porte, representada por jurema, alguma cactácea e capim buffel, sendo usada pela pecuária extensiva. Em (B) área de vegetação aberta com capim buffel, com pequenas manchas de solo exposto, usada também para a pecuária extensiva



FIGURA 35. Aspectos da paisagem do nível de degradação das terras Moderado Grave. Em (A) predomina uma vegetação aberta, arbustiva, de baixo porte, representada por jurema, com manchas de solo exposto, alta pedregosidade, usada pela pecuária extensiva. Em (B) área agrícola, tomada pela malva, com plantio de milho no baixio e formação de sulcos nas partes mais declivosas

Quando o nível Moderado, que representa uma transição entre os níveis Baixo e Grave, apresenta algumas características que lembram o nível Baixo, este é classificado Moderado Baixo; quando apresenta algumas características do nível Grave, este é classificado Moderado Grave. Nas imagens, esses níveis são caracterizados pela tonalidade de cinza

médio a escuro, médio e médio a claro com texturas fotográficas que variam entre a média à fina, média e média a grosseira.

O nível Grave caracteriza-se pela tonalidade de cinza claro, textura fotográfica grosseira e grosseira a fina e ocorre em área de cobertura vegetal rala a muito rala (Figura 36).

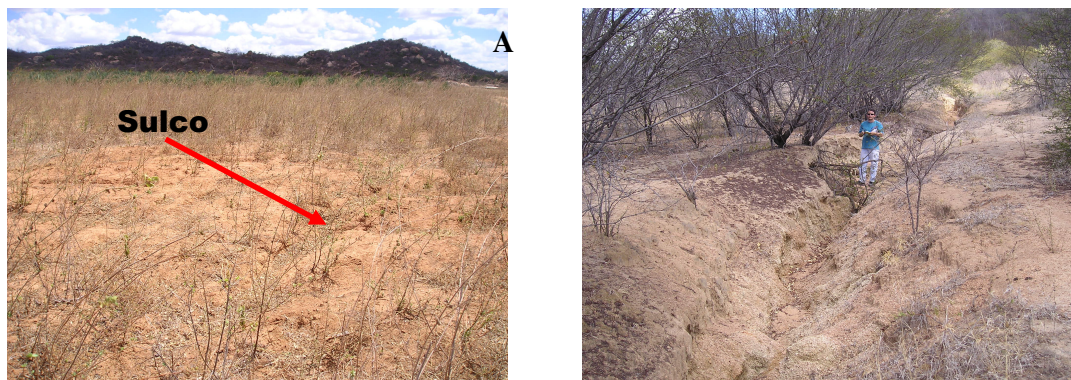


FIGURA 36. Aspectos da paisagem do nível de degradação das terras Grave. **(A)** Antiga área utilizada para pastagem, ocupada por uma cobertura vegetal rala, representada pela malva, com o solo praticamente exposto a erosão laminar, solar e por sulcos. **(B)** Antiga área de cultivo agrícola – formação de voçorocas e ravinas

O nível Muito Grave e o Núcleo de Desertificação possuem textura fotográfica fina, dada pela alta refletância dos solos expostos ou com pouca ou nenhuma cobertura vegetal (Figura 37).

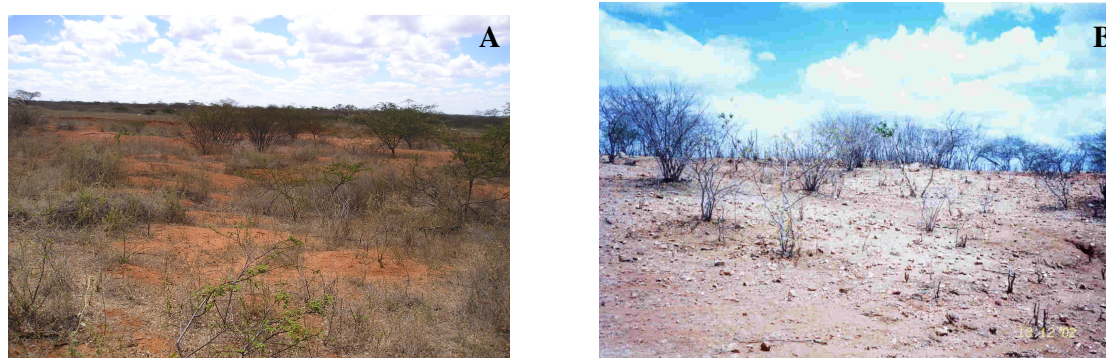


FIGURA 37. Aspectos da paisagem do nível de degradação das terras Muito Grave em **(A)** Antiga área utilizada para pastagem, ocupada por uma cobertura vegetal rala, apresentando raquitismo da vegetação, com muitas áreas de solo exposto, sob a ação da erosão solar, laminar e por sulcos. Em **(B)** aspecto do núcleo de desertificação a NE da cidade de Prata, em local de uma antiga área de cultivo agrícola, com predomínio de solo exposto, extremamente raso

Embora no município mais de 50% do território englobem terras dos níveis muito baixo a moderado, a ação do homem no processo de degradação está presente, configurando-se quase que numa constante, pelo desmatamento para a exploração da lenha ou pelo fogo, na conquista de novas terras para a agricultura e pecuária ou na chamada “limpa do terreno” (Figura 38).



FIGURA 38. Ação antrópica atual no município de Prata. Em (A) desmatamento para exploração de lenha. Em (B) área desmatada e queimada para uso da pecuária. Observa-se a rebrota da antiga vegetação do terreno

8.5. Análise temporal e espacial da degradação das terras

O resultado da interpretação visual das imagens PCs, foi a confecção de 5 mapas vetoriais dos níveis de degradação das terras para cada um dos anos estudados. A partir desses mapas se calcularam as áreas de cada um dos níveis de degradação das terras em km² e, posteriormente, as porcentagens de ocupação do território do município, cujos resultados estão apresentados na Tabela 16.

TABELA 16. Comportamento temporal e espacial dos níveis de degradação das terras

Nível de Degradação das Terras	1996		1999		2000		2003		2004	
	Km ²	%**	Km ²	%**	Km ²	%**	Km ²	%**	Km ²	%**
Muito Baixo	7,08	3,95	7,86	4,33	7,85	4,39	10,50	5,86	8,30	4,64
Baixo	31,38	17,53	27,54	15,39	27,44	15,33	34,15	19,08	47,97	26,80
Moderado Baixo	15,10	8,44	16,64	9,30	16,16	9,03	27,66	15,45	29,01	16,21
Moderado	6,50	3,63	7,25	4,05	4,44	2,48	16,92	9,45	11,49	6,42
Moderado Grave	39,53	22,08	41,30	23,07	50,86	28,41	17,59	9,83	18,35	10,25
Grave	58,22	32,53	50,58	28,26	47,61	26,60	59,18	33,06	41,57	23,22
Muito Grave	18,99	10,61	26,07	14,56	22,49	12,56	10,02	5,60	17,98	10,04
Núcleo Desertif.	0,24	0,13	0,60	0,34	0,80	0,45	0,89	0,50	0,83	0,46
Outros*	1,96	1,10	1,16	0,70	1,35	0,75	2,09	1,17	3,50	1,96
Total	179	100	179	100	179	100	179	100	179	100

* - Corpos d'água, área urbana e queimadas; ** - % em relação à área total do município

Analisando-se, temporalmente, a Tabela 16 para o período estudado, verifica-se que:

- Não houve mudança significativa para o nível Muito Baixo do ano de 1996 (pré-El NIÑO 97/98) para os anos de 1999 e 2000, observando-se até um pequeno incremento em suas áreas de ocorrência; para o ano de 2003 ocorrem um aumento de suas áreas que diminuem um pouco em 2004, mesmo que esses anos tenham sido anos de EL NIÑO fraco a moderados, porém as precipitações foram bastante elevadas; para o nível Baixo deu-se uma diminuição de sua área, de 1996 para 1999 e 2000, que permaneceu praticamente estável. Nos anos de 2003 e 2004, da mesma forma que para o nível Baixo, notou-se um incremento das áreas de ocorrência deste nível, voltando em 2003 praticamente aos valores de 1996 e apresentando um incremento significativo em 2004. Comparando-se esses dois níveis entre os anos de 1996 e 2004, verifica-se que a área ocupada passou de 38,46 km² para 56,27 km², um incremento de 17,81 km² equivalente a +46,30%, fato importante para o município, que mantém uma exploração turística do meio ambiente, como na região da Serra da Matarina, com 795 m de altitude onde existe um parque ecológico e algumas modalidades esportivas são praticadas, como o rappel⁶, a escalada e o trekking (caminhada).
- Para o nível Moderado Baixo não houve mudanças significativas entre os anos 1996 e 1999 e 2000, cuja área de ocorrência no município permaneceu inalterada, ocorrendo um incremento médio de suas áreas em 2003 e 2004 de aproximadamente 13,2 km² devido, possivelmente, à ocupação dessas áreas por atividades agropecuárias. O nível Moderado, que no período 1996 – 2000 ocupou as menores áreas no município, aumentou suas áreas de ocorrência em 2003 em 160,31% caindo para 76,77% em relação ao ano de 1996 em 2004. O nível Moderado Grave apresentou certa estabilidade de sua ocorrência nos anos de 1996 e 1999, crescendo em 28,66% sua ocorrência em 2000, caindo bastante em 2003 e 2004 para uma média de 45,46% da área ocupada em 1996. As variações das áreas de ocupação desses 3 níveis estão relacionadas às atividades agropecuárias que, dependendo das condições climáticas, aumentam ou diminuem suas áreas de uso. Analisando-se esses 3 níveis conjuntamente, verifica-se que eles ocupavam em 1996, uma área total igual a 61,13 km² e em 2004 de 58,85 km², ou seja, sentiu-se pequena diminuição de suas áreas de ocorrência, em 2,28 km².

⁶ Rappel é uma palavra que em francês que dizer "chamar" ou "recuperar" e foi usada para batizar a técnica de descida por cordas, praticadas no montanhismo, canyoning e em outras atividades afins

- Os níveis Grave e Muito Grave, que apresentam características fotomórficas próximas nos anos de 1996 e 1999, praticamente não mostraram variações nas suas áreas de ocorrência – 77,21 km² em 1996 e 76.65 km² em 1999. Em 2000 e 2003 houve uma diminuição de suas áreas, para 70,10 km² e 69,20 km² respectivamente, o que representa uma média de 10% em relação ao ano de 1996. Em 2004 observou-se diminuição significativa das áreas de ocorrência desses 2 níveis, que passaram a ocupar, juntos, 59,55 km², ou seja, uma redução de cerca de 23% em relação ao ano de 1996.
- Com relação aos Núcleos de Desertificação, estes aparecem no território do município, de forma localizada, e ocupam pequenas áreas que, de modo geral, mostram que suas áreas de ocorrência aumentaram em mais de 150% de 1996 para 1999 passando a ocupar uma área de 0,60 km² contra 0,24 km² em 1996. Em 2000 suas áreas de ocorrência aumentam para 0,80 km², em 2003 para 0,89 km² diminuindo um pouco em 2004 para 0,83 km². Entre 1996 e 2004 o incremento observado na área de ocorrência dos Núcleos de Desertificação foi de aproximadamente 245%; embora esta cifra possa ser considerada alta, o município, no entanto, está pouco afetado, pois em 2004 os núcleos de desertificação ocupavam apenas 0,46% do território do município; porém, há necessidade de se estar em alerta, pois no geral se observa uma tendência de incremento de suas áreas.

A análise dos dados da Tabela 16 mostra que praticamente no período estudado não houve mudanças significativas das questões ambientais e que o mega evento EL NIÑO, de 1997/1998, e os EL NIÑOS, fraco a moderados de 2002/2003 e 2003/2004, não tiveram influências significativas no meio ambiente; além disso, a pequena população do município, principalmente a rural, com cerca de 1200 habitantes, exerce pouca pressão sobre o meio ambiente e a atividade agrícola está restrita às áreas de aluvião ao longo dos riachos de Prata e São Paulo.

8.5.1. Cartografia dos níveis de degradação das terras

Os níveis de degradação das terras do município de Prata foram cartografados para cada um dos anos estudados, utilizando-se as imagens PCs dos sensores TM do Landsat e CCD do CBERS-2, interpretadas visualmente. Os trabalhos de campo realizados no ano de 2004 serviram para certificar os dados fotointerpretados.

No mapa para o ano de 1996 (Figura 39) nota-se que os níveis Moderado baixo, Moderado grave e Grave, são os que ocupam a maior parte do território municipal. Os níveis Moderado grave e Grave estão relacionados às áreas de atividade agrícola ao longo das

várzeas dos rios, que se apresentam na imagem com os solos expostos sob a ação, principalmente dos processos erosivos eólico e solar. A prática da limpa do “terreno” é extremamente degradadora dos solos, os quais sofrem ação direta dos ventos que varrem as finas partículas, como também do sol, haja vista que os solos absorvem bastante infravermelho próximo, em forma de calor, chegando a temperaturas por volta dos 60 °C, que destroem os microrganismos responsáveis pela decomposição da material orgânica e também atua como parceira da erosão eólica, pois as altas temperaturas dilatam as finas partículas que se colocam em suspensão na atmosfera; assim, os solos agrícolas perdem não só a fertilidade orgânica mas, também, a mineral. O nível Moderado Baixo se desenvolve em áreas de relevo mais movimentado em que se desenvolvem as coberturas vegetais semidensa-densa/semidensa. Com relação ao Núcleo de Desertificação, surgem duas pequenas manchas: a NE e a W, da cidade de Prata, na rodovia BR-110.

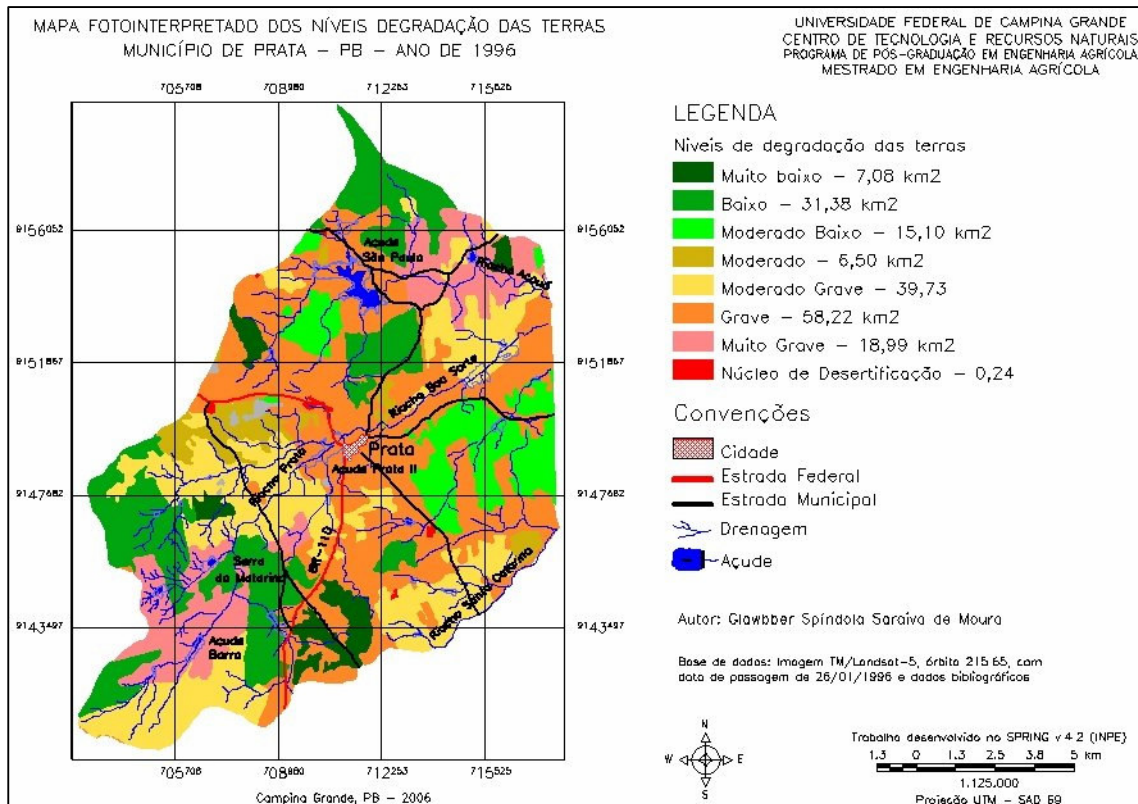


FIGURA 39. Níveis de degradação das terras do município de Prata, para o ano de 1996

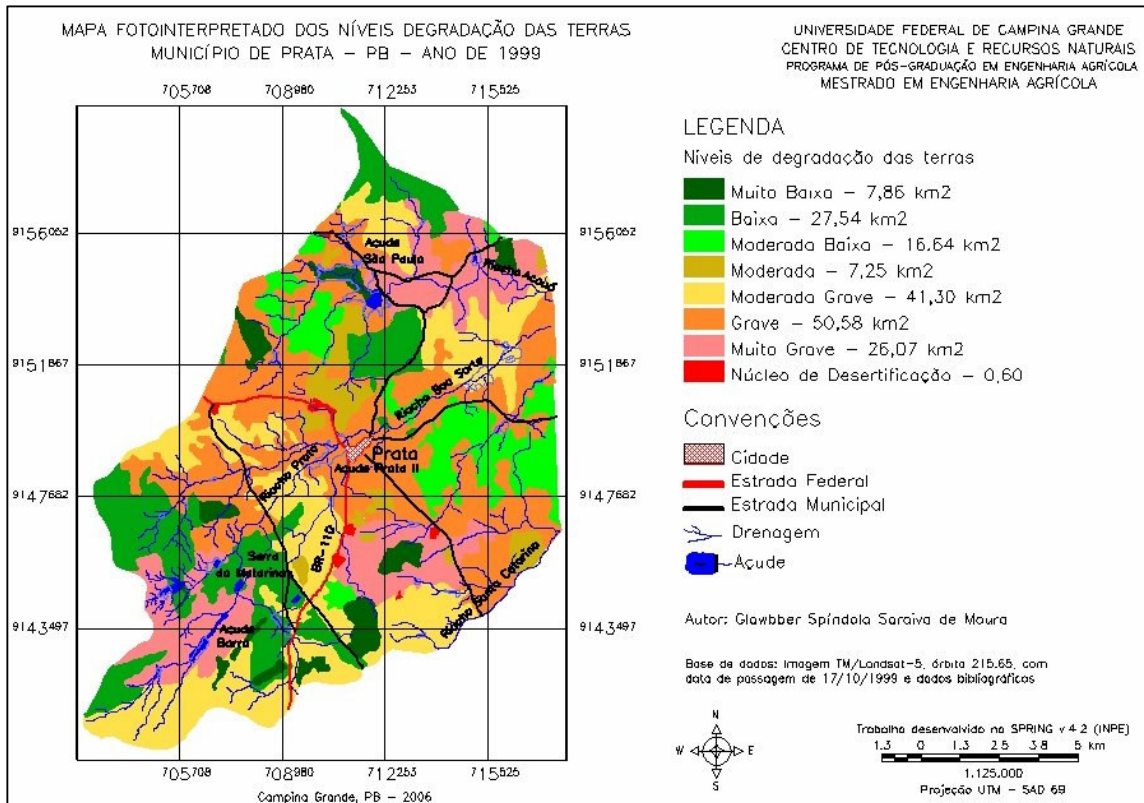


FIGURA 40. Níveis de degradação das terras do município de Prata, para o ano de 1999

Vê-se, no mapa da Figura 40, que a oeste da cidade de Prata as áreas que em 1996 tinham sido classificadas como do nível Moderado, aparecem classificadas, agora como do Nível Moderado Grave e as áreas do Nível Moderado Grave surgem como do nível Grave. A sul da cidade de Prata, parte da área ocupada em 1996 pelo nível Grave passou a ser de desenvolvimento do nível Muito Grave; o nível Muito Baixo passou a ocupar algumas partes das manchas do nível Baixo e, com relação aos outros níveis, praticamente não houve mudanças das áreas de ocorrência; concernente aos Núcleos de Desertificação, nota-se o surgimento de quatro novos pequenos núcleos, a sul da cidade de Prata.

No mapa da Figura 41, a cartografia dos níveis de degradação das terras para o ano 2000 mostra que em relação ao ano de 1999, parte das áreas ocupadas pelo nível Grave, a oeste da cidade de Prata, passou ao nível Moderado Grave, inclusive ocupando porções do nível Baixo. A área de nível Muito Grave, a sul da sede municipal, diminuiu bastante, sendo substituída pela presença do nível Grave; também se observa diminuição das áreas de

ocorrência do nível Grave, passando este a ocupar, preferencialmente, a porção central do município; enfim, quanto aos Núcleos de Desertificação, surgiu uma nova mancha no extremo sudeste do município.

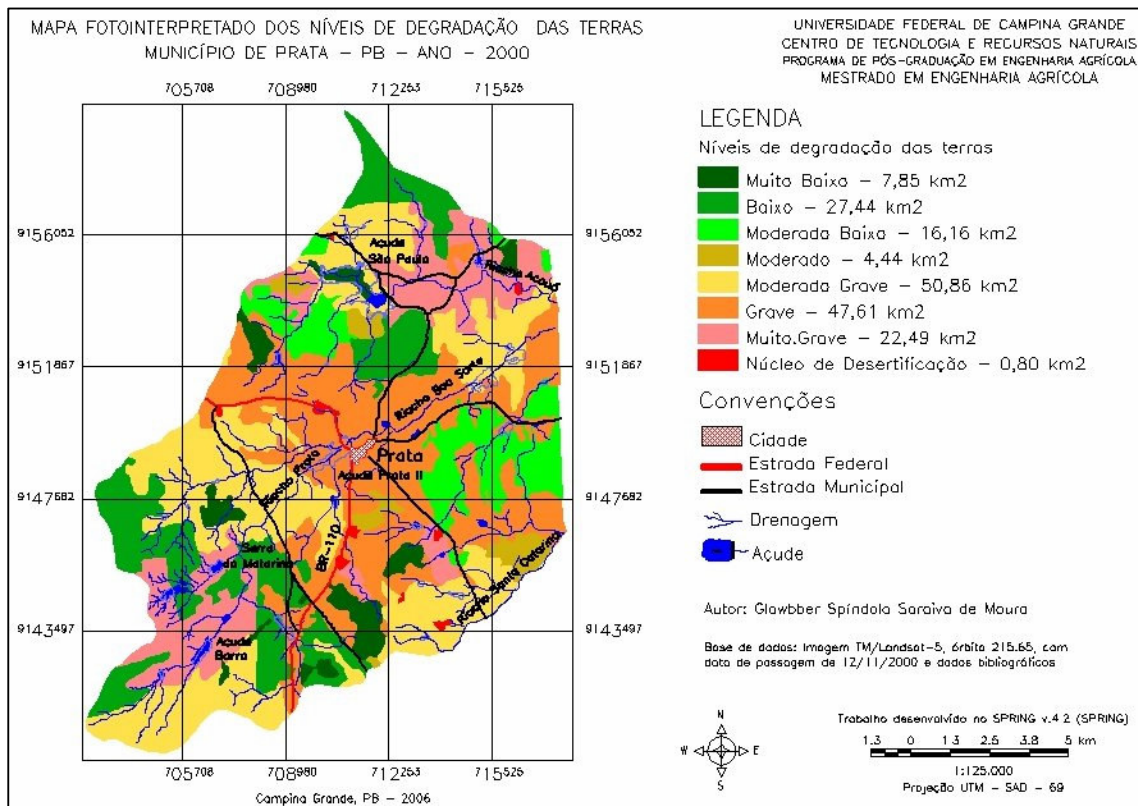


FIGURA 41. Níveis de degradação das terras do município de Prata para o ano de 2000

Constata-se, no mapa da Figura 41, que as áreas do nível Muito Grave e parte do nível Moderado Grave na porção norte do município de Prata evoluíram para o nível Grave, não havendo mudanças nas outras áreas de sua ocorrência, ou seja, ao longo das várzeas dos rios.

Na mesma região onde se encontra o açude São Paulo, parte do nível Moderado Grave mapeado nas imagens CBERS de 2000, evoluiu para o nível Moderado Baixo; na porção oeste do município deu-se recuperação parcial do nível Moderado Grave (2000) para o nível Moderado, enquanto na porção sudeste ocorreu incremento dos níveis Muito Baixo e Moderado Baixo; para as outras regiões do município não houve grandes alterações e com referência aos Núcleos de Desertificação, uma nova pequena área surgiu na imagem de 2003, logo a nordeste da cidade de Prata.

Nota-se, na Figura 42, que o nível Grave continua a ocupar a maior parte do território do município e ocorrência de um incremento dos níveis Muito Baixo e Baixo na região ao sul

da cidade de Prata e Moderado Baixo, na porção noroeste; já a Oeste da sede do município o nível Moderado Grave evoluiu para o nível moderado; por fim, com relação aos Núcleos de Desertificação não se observou, nas imagens de 2004, nenhuma modificação em relação ao ano de 2003.

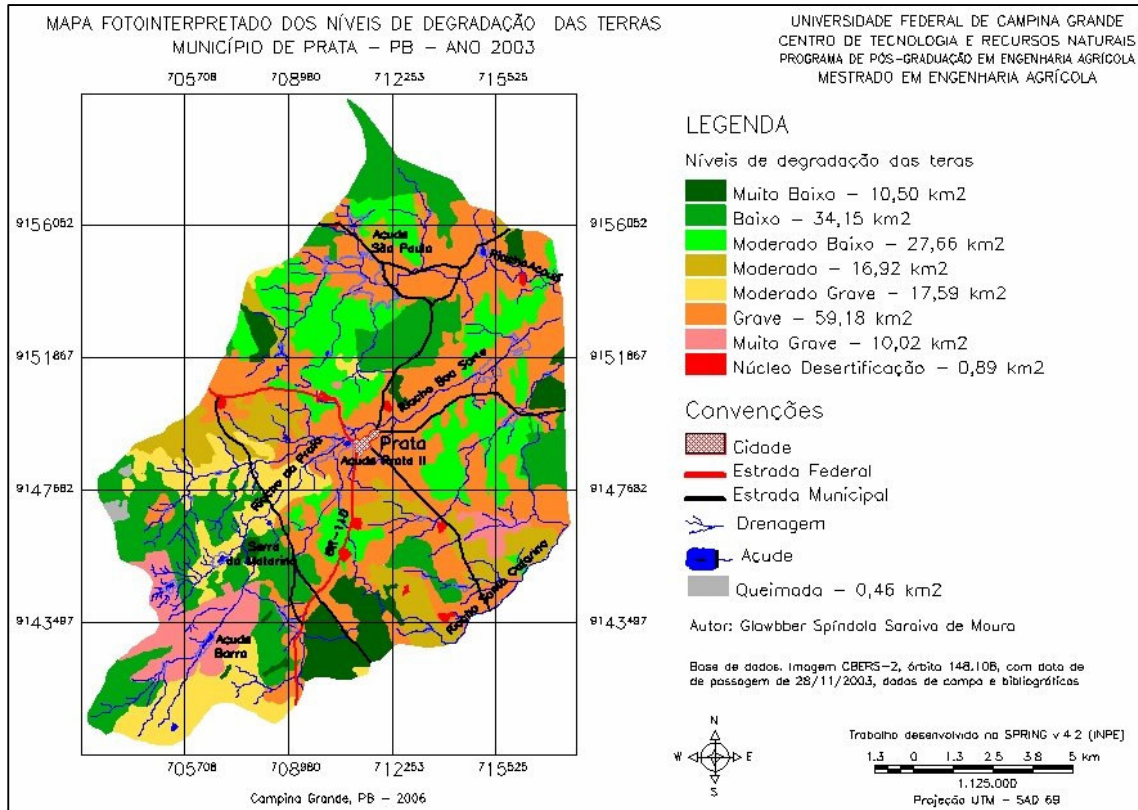
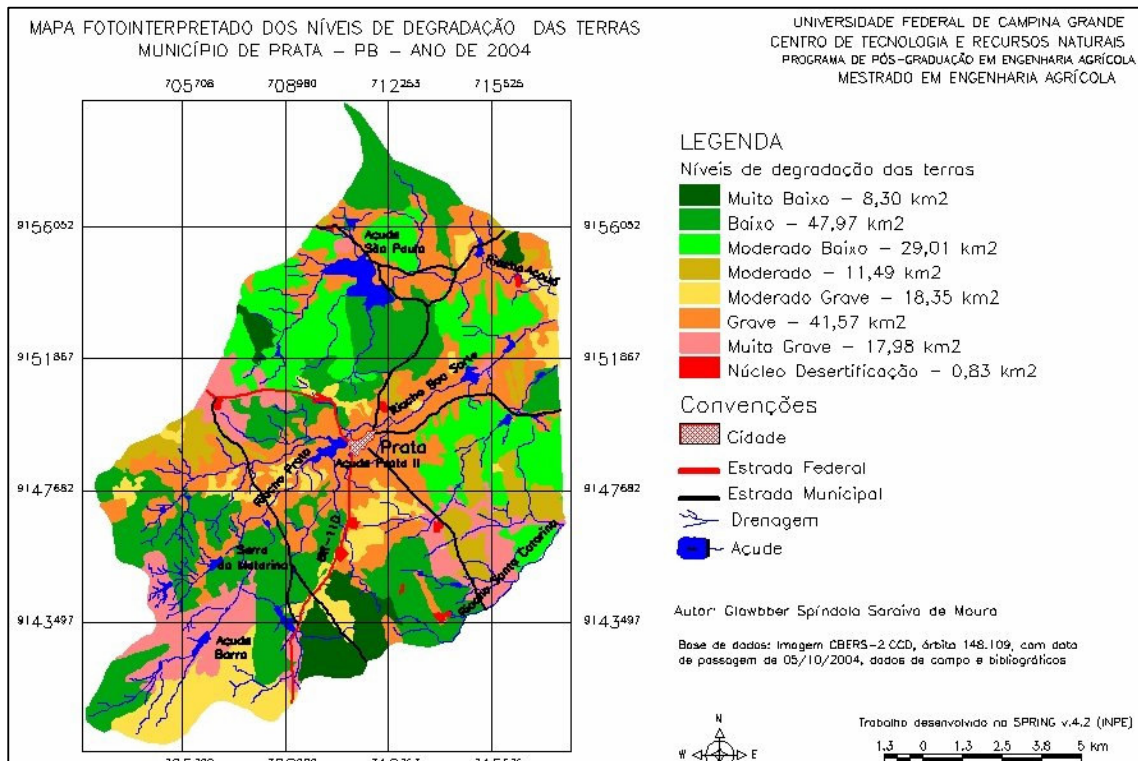


FIGURA 42. Níveis de degradação das terras do município de Prata, para o ano de 2003



Na análise comparativa da cartografia dos níveis de degradação das terras, verifica-se que certa dinâmica, com o aumento e diminuição de algumas manchas de ocorrência desses níveis, as quais estão associadas às áreas em que as atividades agrícolas são mais intensas, como na Figura 44; a análise também mostrou que algumas áreas ao longo do período estudado praticamente não sofreram mudanças, como as áreas de ocorrência do nível Moderado Baixo, do leste da cidade de Prata e Muito Grave e Moderado Grave e Baixo, na porção sul do município. O nível Baixo no extremo norte também não sofreu modificações.

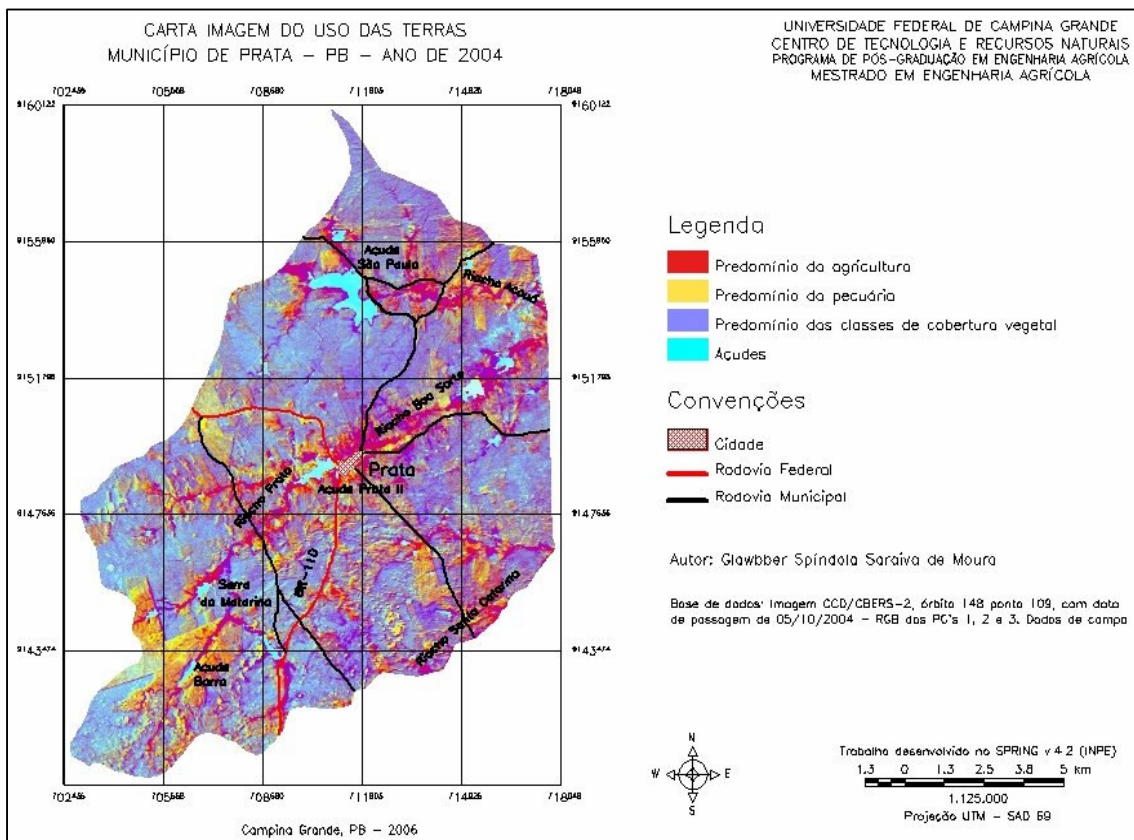


FIGURA 44. Carta Imagem - uso das terras do município de Prata, para o ano de 2004

8.6. Vulnerabilidades no município

Foram aplicados, no município, 100 questionários (10% da população rural) pelos 9 Agentes Comunitários da Saúde (ANEXO 5) do Programa de Saúde Familiar (PSF). Os dados

coletados foram tratados no SISCAV (BARBOSA et al. 2002) que produziu os gráficos referentes às vulnerabilidades analisadas: social, econômica, tecnológica e à seca climática (Figura 45).

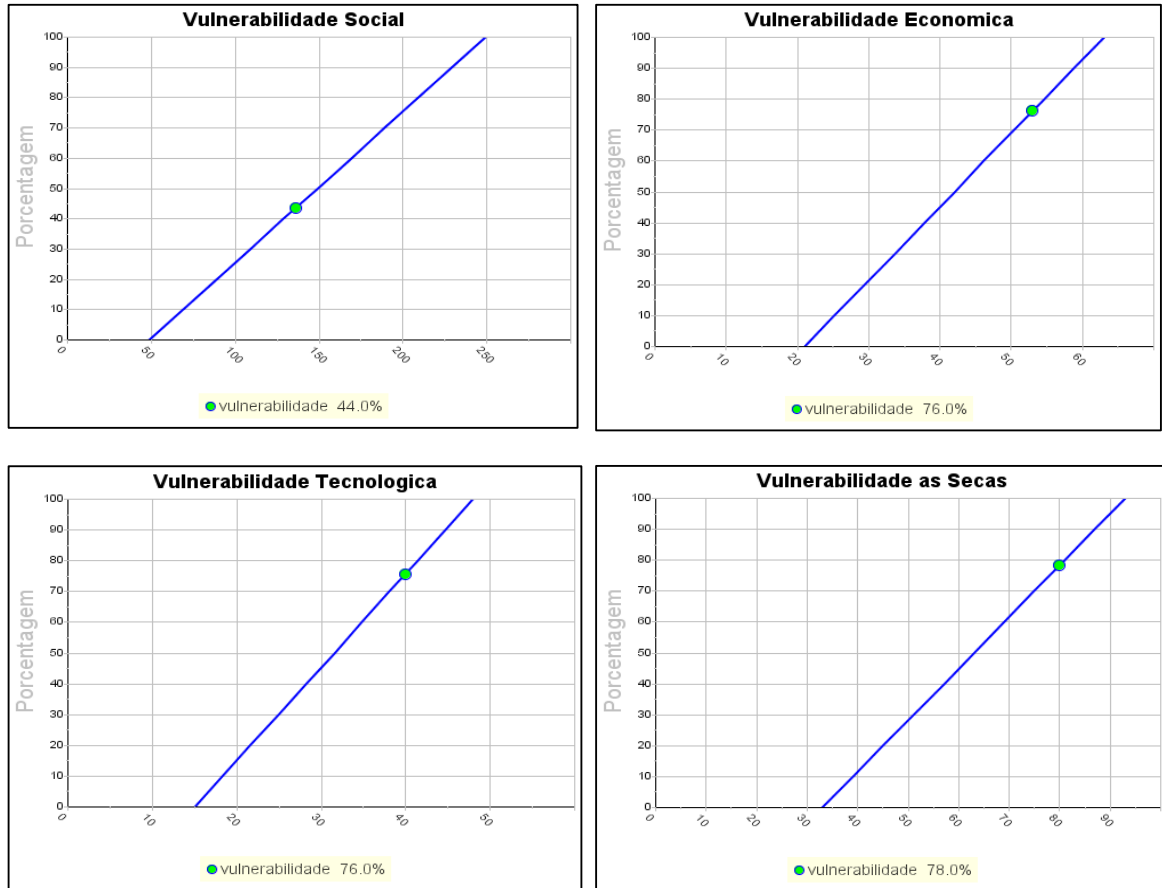


FIGURA 45. Gráficos das vulnerabilidades da população rural do município de Prata, para o ano de 2004

Todos os valores das vulnerabilidades calculados pelo SISCAV foram muito altos e praticamente todas estão incluídas na Classe Muito Alta. A vulnerabilidade social, com valor igual a 44%, está no limite entre as classes Alta e Muito Alta; este menor valor está relacionado à assistência médica dada pelo PSF e a programas sociais, principalmente de parte do Governo Federal; no entanto, esses altos valores mostram o grau de pobreza do homem do campo, sua insegurança e sua incapacidade de, por si só, fazer mudanças significativas, visando a um desenvolvimento sustentável para a região com a diminuição dos riscos; eles mostram a fragilidade do sistema.

Esta alta vulnerabilidade está estampada no dia-a-dia do homem do campo, que é altamente dependente das deficientes estruturas de Governo; dito quadro é traduzido pelo depoimento de um camponês morador de uma comunidade rural.

“População com 6 famílias, uns pagam energia elétrica, criam bode e gado, fazem plantio de macaxeira para consumo próprio;pouco; a escola está fechada; o leite é só para consumo; ninguém recebe bolsa escola e vivemos vegetando. A diária é 10,7,8. Oito, as vezes, na época de seca. Não criamos galinha porque não temos condição de comprar milho. As crianças passam o dia trabalhando e de noite na rua. Gostaria de trabalhar, mais não tem trabalho”.

Outro fator é que, em grande parte da região, a escassez dos recursos hídricos mostra a fragilidade da população a qual, sem meios econômicos, devido ao alto grau de pobreza, não consegue minimizar seu sofrimento diário por um pouco de água potável, quando ela existe; a maioria dos poços comunitários perfurados pelo Estado não apresenta água de boa qualidade para a dessedentação humana.

A água comercializada é muito cara e nem sempre a maioria consegue comprá-la; 16 mil litros de água, fornecidos por um caminhão-pipa para encher uma cisterna, custa em média de R\$30,00 a R\$40,00, pois a água fornecida gratuitamente pelo Estado (Defesa Civil) às vezes demora a chegar; outro problema da fragilização desta população é que nem sempre a fonte da água está próximo das moradias, isto é, quem tem carroça com jegue, consegue ir mais longe pela água, mas quem não tem um meio de transporte, a carrega em latas (Figura 46).



FIGURA 46. A luta pela água no município de Prata - ano de 2004

Outro fator formador deste alto índice de vulnerabilidade é o lixo e o esgoto doméstico, que na maioria dos casos são eliminados a céu aberto (Figura 47); o lixo ainda é o mais contaminante do meio ambiente que os esgotos, visto que os sacos plásticos das mercearias

e/ou supermercados usados pela população para a coleta do lixo doméstico são levados pelo vento para as áreas agrícolas e de pastagem, podendo ocorrer contaminação da produção de alimentos e dos animais através de microrganismos e bactérias decorrentes da degeneração do lixo; além disso, há proliferação de insetos e roedores, como moscas, baratas e ratos.



FIGURA 47. Lixo jogado a céu aberto na zona rural do município de Prata - ano de 2004

CAPÍTULO VI

CONCLUSÕES

9. CONCLUSÕES

- A metodologia mostrou-se eficiente na realização dos estudos do processo de degradação/desertificação.
- O banco de dados, criado com o uso do geoprocessamento, mostrou-se bastante satisfatório permitindo a construção dos mapas temáticos das classes de vegetação e dos mapas temáticos dos níveis de degradação ambiental, para os cinco anos analisados.
- Foi boa a correlação entre os padrões de resposta espectral das classes de cobertura vegetal e dos níveis de degradação das terras entre as imagens TM/Landsat e CCD-CBERS.
- Os resultados se mostraram eficientes com relação às médias dos pixels adquiridas nas respostas espectrais, para análise do estresse vegetativo e, que foram associadas aos dados climatológicos do município.
- Embora o fator climático atue como risco natural e exerça influência na construção social dos riscos a desastres no município, as atividades humanas se destacam como principal fator causador da degradação, frente aos efeitos da seca.
- A faixa central do município foi a mais vulnerável, em termos de deteriorização da vegetação, possuindo os mais graves índices de degradação das terras.
- Ainda que a Caatinga apresente grande poder de recuperação, é válido salientar que o avanço da degradação no ambiente é diretamente proporcional ao aumento nos índices de vulnerabilidades da população.
- Os impactos causados pela ação antrópica sobre estrutura espacial da avifauna, posto que a fragmentação da paisagem causada pela caça predatória, desmatamento desordenado, queimadas e diminuição dos recursos hídricos, agravantes nos processos de desertificação, influem negativamente na riqueza e diversificação do espaço ecológico da área.

- O descaso estrutural e educacional da região, atribuído à falta de conscientização sobre a importância da utilização dos materiais de coleta, para o monitoramento dos açudes, aumenta ainda mais os riscos da própria população ao enfrentar os problemas, principalmente nos períodos intensos de seca.
- Entre as ações humanas que alteraram o sistema hídrico do município, destacaram-se: o desmatamento, o uso do solo, os projetos de irrigação, a construção indiscriminada de barragens e as ampliações dos mananciais de forma inadequada.
- A continuidade dos problemas ambientais relacionados aos sistemas hídricos apontou, como principal causa, a falta de planejamentos e cumplicidade dos poderes públicos, que fecham os olhos para as construções indiscriminadas de açudes de pequeno, médio e grande porte.
- A vulnerabilidade global para todos os fatores analisados apresentou altos valores;. Vulnerabilidade social, com 44%; vulnerabilidade econômica, com 76%; vulnerabilidade tecnológica, com 76 % e vulnerabilidade à seca com 78%, indicando a incapacidade da comunidade rural resolver, por ela mesma, todas as questões da mitigação dos desastres seca e da desertificação.
- A atividade exploratória desordenada continua a ser exercida no município, propiciando o avanço da degradação das terras.
- A ausência de políticas públicas, a escassez dos recursos hídricos e os altos índices de vulnerabilidade, formam o conjunto de fatores que contribuem para o processo da degradação/desertificação no município.
- Os fatores das mudanças climáticas se apresentaram como secundários no processo da degradação/desertificação do município caracterizando, assim, este processo, como um desastre não natural que está sendo construído socialmente.

9.1. Recomendações

- Disponibilizar, em contato com o Estado, um Banco de dados georreferenciado do Bioma da Caatinga, contendo informações físico-bióticas e socioeconômicas de toda a região do Cariri paraibano, para que se efetuem as ações dos gestores políticos responsáveis pelos órgãos do meio ambiente, do Estado e dos municípios.
- Integrar as ações municipais e as universidades, para fortalecimento da base de conhecimentos e desenvolvimento de sistemas de informação e monitoramento para as áreas em risco à desertificação e no desenvolvimento de ações mitigadoras dos efeitos da seca, incluindo-se os aspectos econômicos, sociais, políticos e ambientais.
- Desenvolver um Comitê de Bacias que envolva a população e os órgãos governamentais competentes, na definição de uma política agrária para o Cariri com a introdução de técnicas adequadas à conservação das terras e recuperação das áreas em desertificação ou desertificadas; de gerenciamento dos recursos hídricos; de educação ambiental, com a (re)educação da população rural, no tocante ao uso racional das águas e de combate ao processo de desertificação na região, como ações essenciais ao desenvolvimento de políticas públicas para um desenvolvimento sustentável da região.
- Desenvolver e fortalecer programas de desenvolvimento integrados para a erradicação da pobreza e promoção de sistemas alternativos de vida nas áreas em risco à desertificação.
- Apoiar programas de instalação de cisternas no meio rural, principalmente para o atendimento às comunidades carentes, como ação mitigadora da precariedade da oferta hídrica.
- Finalmente, desenvolver um sistema de alerta climático antecipado, a partir dos prognósticos oficiais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENDA 21. New York, United Nations, 1992.

ALI, J. and Mirza M.I. **Space technology in the mapping of desertification in Pakistan.** Adv. Space Res. Vol. 13, No. 11, pp. (11)103-(11)106, 1993.

ARAÚJO, A.E. de. **Construção social dos riscos e degradação ambiental: Município de Sousa, um estudo de caso. 2002.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2002.

ARAÚJO, A.; Santos, MFA.; Meunier, I.; Rodal, MJ. **Desertificação e seca.** Contribuição da Ciência e Tecnologia para a sustentabilidade do Semi-árido do Nordeste do Brasil, Recife, 2002. 63p.

ASSAD, Eduardo Delgado & SANO, Edson Eyji. (eds.). **Sistema de informações geográficas.** Aplicações na agricultura. 2. ed. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CPAC, 1998. 434 p.

ASSAD, M.L.L. **Sistema de informação geográfica na avaliação da aptidão agrícola das terras.** In: Sistema de informação geográfica aplicações na agricultura.

BARBOSA, M.P.; SANTOS, M.J. dos. **SIG e os desastres naturais. Uma experiência na região de Sumé, Estado da Paraíba,** Brasil. In: Maskrey, A. (ed.). Navegando entre brumas – la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica al análisis de riesgo en América Latina. Lima: LA RED/ITDG, 2002. cap. 13, p. 127-344.

BRASIL, Ministério da Agricultura. Levantamento Exploratório – **Reconhecimento dos solos do estado da Paraíba.** Rio de Janeiro, Convênio MA/CONTAP/USID/BRASIL. 1972. (Boletim DFSS-EPE-MA, 15 – Pedologia, 8).

BURROUGH, P.A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment.** Oxford: Clarendon, 1986.

CÂMARA, G.C.;FREITAS, U.M.;GARRIDO J. **Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. Computers & Graphics, 20:** (3) 395-403. May-Jun. 1996.

CÂMARA, Gilberto & MEDEIROS, José Simeão de. **Princípios básicos em geoprocessamento.** In: ASSAD, Eduardo Delgado & SANO, Edson Eyji. (eds.). Sistema de informações geográficas. Aplicações na agricultura. 2. ed. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CPAC, 1998. p. 3-11.

CÂNDIDO, H.G. **Avaliação da degradação ambiental de parte do Seridó paraibano.** Campina Grande: UFPB, 2000. 105p. (Dissertação de Mestrado).

CARDIER, E.;FREITAS, B.J. de; LEPRUN, J.C, 1983. Bacia Representativa de Sumé. Instalações e Primeiros Resultados. Recife, SUDENE. 1983. 87 p.

COSTA, W. D. Roteiro de excursão: **Hidrologia do cristalino – Monteiro e Sumé, PB.** XVII Congresso Nacional de Geologia. Recife, 1963. 22p.

DANTAS, J.R.A.; Cáula, J.A.L. **Estratigrafia e geotectônica. Mapa geológico do estado da Paraíba.** Campina grande, CD-ROM.1982.

DOLFFUS, O. **O espaço geográfico.** Tradução: Heloísa de Lima Dantas. 4. Ed. São Paulo: Difusão Editorial. 1982. 121p.

DPI/INPE - Divisão de Processamento de Imagens/Instituto de pesquisa Espaciais; **Processamento de Imagens.** Vol. 4. SPRING. Versão 2.0. São José dos Campos. 1996. Pp. 1-23.

DUQUE, JOSÉ GUIMARÃES. **Solo e água no polígono das Secas.** Mossoró. ESAN, 1980. 276 p.

ENGESAT - **Imagens de satélite.** www.engesat.com.brprodutosgrade_landsatpe_tm.htm. Aquisição em 28 de Agosto de 2004.

FAO. **Desertificação.** <http://www.fao.org/desertificacion/default.asp>. 14 de maio de 1998.

FATOR GIS. **Sistemas de Informação Geográfica.** www.fatorgis.com.br/geoproc/gps.html.
02 de Janeiro de 2002.

FAYOL, H. **Administração industrial e geral.** Editora Atlas. São Paulo, SP. 1998. 210p.

FERNADES, M. de F.; BARBOSA, M.P.; SILVA, M.J. da. **O uso de um sistema de informações geográficas na determinação da aptidão agrícola das terras da parte do setor leste da bacia do Rio Seridó.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, DEAg / UFPB. v. 2, n. 2, p. 195-198, 1998.

GHOSH, T.K. **Environmental impacts Analysis of desertification through remote sensing and land based information system.** Journal of Arid environments, 25:141-150. 1993.

INPE. Departamento de Processamento de Imagens. **Manual de operação do SPRING:** versão.2.0.1. São Jose dos Campos, SP. URL:file:/home/spring/help, outubro de 1996.

IZOLA, D.T.; PICOLLO, P.; CATALANO, F.M. **Aerofotografias de baixo custo como instrumento de monitoramento ambiental.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.

JORNAL DA PRATA. **Índice de desenvolvimento infantil- IDI-** Informativo de Prata, Março e Abril de 2001. ano 1- n° 02, página 02.

LAUDON, K. & LAUDON, J.P. **Management information systems: organization and technology.** 4.^a Ed., New Jersey; Prentice Hall International Editions,. 1996. 326p.

LILLESAND, T.M.; KIEFER, R.W. **Remote sensing and image interpretation.** Jonh Wiley & Sons, New York, 1994.

LMRS. **Volume dos principais do açude.** www.lmrs.pb.gov.br. Setembro de 1999.

MENDES, B.V. **Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentado do Semi-árido.** Fortaleza: SEMACE. 1997.108p.

MIN - Relatório Final. **Grupo de trabalho interministerial para redelimitação do Semi-árido nordestino e do polígono das secas.** Brasília, 2005.

MORAES NETO, J.M. de. **Gestão de riscos a desastres ENOS (El Niño Oscilação Sul) no semi-árido paraibano: uma análise comparativa.** Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2003.

MOREIRA, M.A. e ASSUNÇÃO, G.V. **Princípios básicos, metodológicos e aplicação do sensoriamento remoto na agricultura.** INPE. 3199-MD/027. 1984. 70p.

MOURA, C.S. **Vulnerabilidades das terras agrícolas, degradação ambiental e riscos a desastres ENOS no município de Sumé, PB.** Campina Grande, UFCG/CCT. 2002.155p. Dissertação de mestrado.

NICÁCIO, J.A.; LOCH, C. **Elementos necessários para o planejamento de sustentabilidade dos municípios de médio e pequeno porte.** Departamento de cartografia, UFSC. SP. Arquivo digital em formato PDF (Portable Document Format). 2002. 29p. 1 CD-ROM.

OKIN, G.S.; Murray, B.; Schlesinger W.H. **Degradation of sandy arid shrubland environments: observations, process modelling, and management implications.** Journal of Arid Environments 47: 123– 144. 2001.

PESSOA, M.C.; JÚNIOR, A.L.; FERNANDES, E.; LIMA, M.A. **Principais modelos e simuladores utilizados para a análise de impactos ambientais das atividades agrícolas.** Jaguariúna: EMBRAPA. 1997. 82 p.

PINTO, S.A.F. **Sensoriamento remoto e integração de dados aplicados no estudo de erosão dos solos:** contribuição metodológica. São Paulo: USP. 1991. (Tese de Doutorado).

PROJETO BRA 93/036. **Convenção das nações unidas de combate à desertificação nos países afetados por seca grave e/ou desertificação, particularmente na África.** Ed. Inconfidência, Brasília, 2003 - 89 p.

QUEIROZ, J.E.R. de; BARROS, M.A. de. **Técnicas e análise digital de imagem multiespectrais**. Programa de Suporte Técnico à Gestão de Recursos Hídricos - ABEAS. Curso de Sensoriamento Remoto e SIG - Módulo 8. Brasília/DF. 1996.

ROCHA, J.S.M. **Manual de projetos ambientais**. Santa Maria: Superior Produtos Gráficos Ltda., 1997. 446p.

SATÉLITE CBERS-1 e 2. http://www.cbears.inpe.br/pt/programas/cbers12_cameras.htm. Aquisição em 27 de outubro de 2004.

SATÉLITE LANDSAT-5 e 7. <http://www.dgi.inpe.br/html/landsat.htm>. Aquisição em 06 de dezembro de 2004.

SUASSUNA, J. 1997. Comunicação pessoal.

SBCS – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – **Desertificação, o Brasil em busca de soluções**, Boletim Informativo. Vol. 25, nº 1, Janeiro e Março de 2000, Viçosa, MG.

SILVA NETO, A.F. **Avaliação dos recursos hídricos e uso da terra na Bacia do alto Rio Sucuru, com base em imagens TM/LANDSAT-5**. 1993. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande. 1993.

SILVA, E.P. **Estudo da vulnerabilidade socioeconômico ambiental e os riscos a desastre ENOS (El Niño Oscilação Sul) no Município de Picuí, Paraíba: um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2002.

SILVA, E.; ZAMPIERI, S.L. e LOCH, C. **Paisagem: regressão e prognose como elementos para avaliação da ocupação e mudança do espaço rural**. Departamento de Cartografia. UFMG. Belo Horizonte, MG. Arquivo Digital em formato PDF. 2000. 19p.1 CD-ROM.

VEJA – O sertão virou pó - **Um pedaço do NE maior que o Ceará está se tornando um deserto imprestável para a lavoura**. Marcos Gusmão, de Cabrobó. Ambiente. 01 de setembro/1999, 122-125p.

VENEZIANI, P.; ANJOS, C.E. dos. **Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em geologia**. INPE. São José dos Campos, 1982. 61p.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)