



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
MESTRADO ACADÊMICO EM GEOGRAFIA**

MARCIA NEVES VERAS

**CARACTERÍSTICAS GEOAMBIENTAIS DO MUNICÍPIO DE JAGUARIBE – CE
E SUAS IMPLICAÇÕES NOS PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL**

FORTALEZA-CE

2008

MARCIA NEVES VERAS

**CARACTERÍSTICAS GEOAMBIENTAIS DO MUNICÍPIO DE JAGUARIBE – CE
E SUAS IMPLICAÇÕES NOS PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Acadêmico em Geografia, do Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Geografia.

Área de Concentração: Análise Geoambiental e Ordenação Territorial nas Regiões Semi-Áridas e Litorâneas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Jacqueline Pires Gonçalves Lustosa

**FORTALEZA – CE
2008**

V473c Veras, Marcia Neves

Características geoambientais do município de Jaguaribe – CE e suas implicações nos processos de degradação ambiental. – Fortaleza, 2008.

100p. ; il.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Jacqueline Pires Gonçalves Lustosa

Dissertação (Mestrado Acadêmico em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciência e Tecnologia.

1. Degradação Ambiental. 2. Jaguaribe. 3. Abordagem Integrada. I. Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciência e Tecnologia.

CDD: 577.27

Título do Trabalho: CARACTERÍSTICAS GEOAMBIENTAIS DO MUNICÍPIO DE JAGUARIBE – CE E SUAS IMPLICAÇÕES NOS PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

Autor: Marcia Neves Veras

Aprovada em: 01 / 08 / 2008

Banca Examinadora:

Profa. Dr^a. Jacqueline Pires Gonçalves Lustosa (Orientadora)

Prof. Dr. Marcos José Nogueira Souza (UECE)

Profa. Dr^a. Marta Celina Linhares Sales (UFC)

AGRADECIMENTOS

Ao meu Leo, minha fortaleza, por todo amor, carinho e apoio em todas minhas decisões.

À minha madrecita Lisieux, minha maior referência, por tudo.

Ao meu pai Manoel e meus irmãos Lia e Tiago pela torcida.

À professora Jacqueline Pires Gonçalves Lustosa, minha orientadora, pela paciência e dedicação.

Ao professor Marcos José Nogueira de Souza, pelas valiosas contribuições nas disciplinas e na reta final desta pesquisa.

Aos professores José Gerardo Beserra de Oliveira, Vlândia Pinto Vidal de Oliveira, Flavio Rodrigues do Nascimento e Marta Celina Linhares Sales, pela ajuda e atenção dedicada a mim no seminário, qualificação e defesa.

A todos os funcionários do Mestrado Acadêmico em Geografia, especialmente à Julia, Lucia e à professora e coordenadora Lidriana Pinheiro.

Aos meus amigos e colegas de turma do mestrado, Eder, Feli, Glairton, Marco Túlio e Nicolai, pelo carinho, amizade e força.

Aos meus grandes amigos Jader, Breno e Eduardo, pelo incentivo e contribuições.

Às minhas amigas queridas Marina, Gabriele, Raquel, Anna Érika e Clarice. Não há conquista sem apoio.

À FUNCAP, que financiou meus estudos durante o desenvolvimento do mestrado.

RESUMO

A degradação dos recursos naturais preocupa estudiosos de diversas áreas do conhecimento e a população em geral. Em regiões semi-áridas, como no Nordeste brasileiro, essa problemática é agravada por conta de seu quadro geoambiental vulnerável aliado ao processo de uso e ocupação das terras. No Estado do Ceará, as áreas mais afetadas pelo processo de degradação ambiental são as regiões do Médio Jaguaribe, Irauçuba e Inhamuns. O presente estudo tem como objetivo entender o processo de degradação em uma dessas áreas consideradas como uma das mais atingidas, mais precisamente o município de Jaguaribe. A investigação foi realizada sob a ótica da abordagem integrada dos elementos da paisagem associada ao elemento de uso e ocupação do solo. A partir do estudo das variáveis ambientais como clima, solo, topografia, litologia e cobertura vegetal foi possível verificar a fragilidade ambiental da área, pontuar as principais causas dos processos de degradação e analisar a dinâmica temporal da cobertura vegetal. Os resultados mostraram o *déficit* hídrico ao qual está submetido o município, seus efeitos na formação do solo, a influência da topografia na ocupação da área e a degradação provocada pela combinação dos fatores ambientais e antrópicos. Através de imagens de satélite verificou-se que as manchas de degradação se estendem principalmente pelas áreas mais rebaixadas enquanto que as áreas mais elevadas encontram-se de certa forma mais preservadas. O manejo das terras baseado no binômio gado-algodão e mais recentemente, a agricultura de subsistência e o extrativismo vegetal foram as principais causas da eliminação da cobertura vegetal e dos processos erosivos identificados.

Palavras Chaves: Degradação Ambiental, Jaguaribe, Abordagem Integrada.

ABSTRACT

The degradation of the natural resources worries studios of diverse areas of the knowledge and the population, in general. In semi-arid regions, as the north-eastern Brazilian, this problematic is aggravated due to the natural vulnerability ally to the process of use and occupation of the land. In the State of the Ceará, the areas more affected by the degradation process are the regions of the Medium Jaguaribe, Irauçuba and Inhamuns. The present study has as objective understand the process of degradation in one of these areas considered as the most reached, more specifically the city of Jaguaribe. The inquiry was made through the integration of the elements of the landscape associated with the element of use and occupation of the land. From the study of the environment variable such as climate, soil, topography, litology and vegetal covering was possible to verify the ambient fragility of the area, describe the main causes of the degradation processes and analyze the time changes of the vegetal covering. The results shown the hydric deficit which is submitted the city, its effect in the formation of the soil, the influence of the topography in the occupation of the area and the degradation provoked by the combination of the environment factors and human actions. Through satellite images it was verified that the degradation spots extends mainly on the lowered areas, whereas the elevated areas has more preserved vegetation. The occupation of the lands based in the binomial cattle X cotton, the subsistence agriculture and the vegetal extrativism have been the main causes of the elimination of the vegetal covering and the erosive processes identified.

Key Words: Environment degradation, Jaguaribe, Integrated Study.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma do Geossistema	29
Figura 2 - Método de implantação das tradagens em uma vertente	35
Figura 3 - Localização da área de estudo	38
Figura 4 - Mapa Geológico do município de Jaguaribe	41
Figura 5 - Mapa Hipsométrico do município de Jaguaribe	42
Figura 6 - Mapa Geomorfológico do município de Jaguaribe	43
Figura 7 - Imagem do satélite METEOSAT-7 mostrando uma Linha de Instabilidade desde o litoral do estado do Maranhão até o Estado do Rio Grande do Norte.	45
Figura 8 - Zona de Convergência Intertropical-ZCIT mostrada através das imagens do satélite METEOSAT-7	45
Figura 9 - Precipitação média anual da área de estudo	46
Figura 11 - Evapotranspiração Potencial anual da área de estudo	48
Figura 10 - Déficit Hídrico da área de estudo	48
Figura 12 - Índice de Aridez da área de estudo	49
Figura 13 - Rio Jaguaribe	50
Figura 14 - Mapa Pedológico do município de Jaguaribe	53
Figura 15 - Unidades Geoambientais do município de Jaguaribe	57
Figura 16 - Rotas da Expansão Pecuária no Nordeste	61
Figura 17 - Fotografia da amostra de rocha analisada	67
Figura 18 - Desenho da Topossequência estudada	68
Figura 19 - Perfil 1 da Topossequência estudada	69
Figura 20 - Perfil 4 da Topossequência estudada	69
Figura 21 - Perfil 2 da Topossequência estudada	69
Figura 22 - Perfil 3 da Topossequência estudada	69

Figura 23 - Afloramentos da rocha e pavimento grosseiro em Jaguaribe	71
Figura 24 – Processo de erosão laminar no município de Jaguaribe	72
Figura 25 - Erosão em forma de sulcos no município de Jaguaribe	73
Figura 26 - Prática de queimadas para início do plantio em Jaguaribe	74
Figura 27 - Atividade de Extrativismo Vegetal em Jaguaribe	74
Figura 28 - Caatinga fortemente degradada na Depressão Sertaneja, em Jaguaribe.	75
Figura 29 - Caatinga preservada nas Cristas Residuais em Jaguaribe	76
Figura 30 - Imagem do Satélite LandSat 1989 composição 3R4G5B	79
Figura 31 - Imagem do Satélite Cbers 2006 composição 2R4G3B	80
Figura 32 - Classificação Supervisionada das terras com base em imagem do Satélite LandSat 1989	81
Figura 33 - Classificação Supervisionada das terras com base em imagem do Satélite Cbers 2006	82
Figura 34 - Comparação entre as imagens de satélite identificando a expansão de áreas degradadas. (a) LandSat 1989 (b) Cbers 2006	83
Figura 35 - Comparação entre as imagens de satélite identificando a regeneração da vegetação. (a) LandSat 1989 (b) Cbers 2006	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Precipitação anual de 11 postos pluviométricos da área de estudo	46
Tabela 2 – Dados climáticos de 11 postos pluviométricos da área de estudo	47
Tabela 3 - Associações de solo e distribuição na área de estudo	51
Tabela 4 - Distribuição das terras do município de Jaguaribe	59
Tabela 5 - Utilização das terras do município de Jaguaribe	63
Tabela 6 - Classificação das imagens de satélite de 1989 e 2006	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Indicadores das modalidades de desertificação, segundo Conti, 1998.	17
Quadro 2 - Distribuição dos anos secos no Ceara no século XX	23
Quadro 3 - Classificação dos ambientes por categorias e caracterização.	29
Quadro 4 - Zonas Climáticas segundo a relação P / ETp	34
Quadro 5 – Unidades Geoambientais do município de Jaguaribe	56
Quadro 6 - Efetivo da Pecuária em Jaguaribe	64
Quadro 7 - Área plantada de Jaguaribe	64

SUMÁRIO

Introdução	13
1. Procedimentos Metodológicos	15
1.1 Bases Teóricas	15
1.1.1 Degradação / Desertificação – Conceitos, Causas e Consequências	15
1.1.2 A fragilidade ambiental das paisagens semi-áridas	19
1.1.3 As secas no contexto do semi-árido	22
1.1.4 Variáveis ambientais envolvidas no estudo da degradação / desertificação	24
1.1.5 Integração das variáveis ambientais através do método geossistêmico	28
1.1.6 Sensoriamento Remoto aplicado ao mapeamento da cobertura vegetal	30
1.2 Procedimentos Técnicos e Operacionais	32
1.2.1 Mapas Temáticos	32
1.2.2 Estudo Climático	33
1.2.3 Estudo Pedológico	34
1.2.4. Estudo da Cobertura Vegetal	36
2. Localização e Condições Ambientais da Área de Estudo	38
2.1 Localização	38
2.2 Condições geológicas e geomorfológicas	38
2.3 Condições hidroclimáticas	44
2.4 Solos e cobertura vegetal	50
2.5 Unidades geoambientais	50
3. Histórico do Uso e Ocupação	58
3.1 Histórico de uso e ocupação e seus reflexos na estrutura fundiária	58
3.2. Binômio gado – algodão	60
3.3 Quadro socioeconômico atual	63

4 Diagnóstico da Degradação Ambiental no município de Jaguaribe	66
5. Cenário Tendencial e Desejável	85
6. Conclusões	88
Referências Bibliográficas	90
Anexos	94

INTRODUÇÃO

O atual nível de degradação dos recursos naturais provocado, principalmente, pelas atividades humanas vem preocupando a comunidade científica, órgãos governamentais, ONGs e parte da população em geral, pois não se trata apenas de uma questão ambiental, mas também econômica, social e cultural.

Entre as principais consequências da degradação advinda dos impactos antropogênicos sobre os recursos naturais estão a degradação dos solos, da cobertura vegetal e dos recursos hídricos.

Quando agravados, estes impactos podem desencadear processos de desertificação. Estes aparecem nos dias de hoje como um delicado objeto de estudo, por desencadear-se mais frequentemente em áreas com déficit hídrico elevado, tais como as regiões de clima semi-árido. Estas regiões representam cerca de 1/3 das áreas continentais, onde vivem mais de um bilhão de pessoas e que são responsáveis por 22% da produção mundial de alimentos. (UNEP, 1991)

Estudos realizados para fins de delimitação e caracterização das Áreas Suscetíveis aos Processos de Desertificação do Brasil conduziram à constatação de que, em linhas gerais, estas abrangem áreas correspondentes à superfície do Bioma Caatinga. De acordo com o PAN Brasil (2004), a extensão das Áreas Susceptíveis aos Processos de Desertificação corresponde a 1.130.790,53km² (15,72% do território nacional), inseridas em terras dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e norte de Minas Gerais.

Nas regiões semi-áridas, como nos sertões do Nordeste brasileiro, essa problemática é agravada por conta de seu quadro geoambiental vulnerável, caracterizado principalmente por índices pluviométricos baixos, irregularidade na distribuição das chuvas, baixa decomposição química das rochas e baixa capacidade de proteção ao solo por parte da Caatinga. Nessas áreas, os recursos de água, solo e geobotânico, são consumidos vorazmente, aumentando assim a susceptibilidade às contingências climáticas, sobretudo termopluiométricas (NASCIMENTO, 2005). O extrativismo vegetal indiscriminado, a pecuária extensiva e

a agricultura praticada com técnicas rudimentares, são dentre outros fatores, os principais agentes dessas transformações (SOUZA, 2006).

De acordo com pesquisa realizada pela Funceme / UFC(1992), cerca de 10% do Estado do Ceará é caracterizado como susceptível a processos de degradação, sendo as áreas mais afetadas as regiões do Médio Jaguaribe, Irauçuba e Inhamuns.

Em relação à microrregião do Médio Jaguaribe, Leite et al. (2003), identificou, através de imagens de satélite LandSat-7, áreas degradadas com susceptibilidade à processos de desertificação, e apontou o município de Jaguaribe como o mais afetado desta região, com cerca de 23,54% de seu território. Este fato pode desencadear consequências irreversíveis na medida em que causa acelera os processos erosivos e causa o empobrecimento dos solos.

A presente pesquisa teve como objetivo principal compreender o processo de degradação do município de Jaguaribe através da análise integrada dos componentes geoambientais: clima, hidrografia, geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e processo de uso e ocupação.

Para tanto, foram aplicadas técnicas de estudo climático com série temporal de 25 anos, análise de solo a partir do estudo de uma topossequência, análise petrográfica de uma amostra de rocha coletada na área, estudo da topografia com dados do satélite SRTM e sensoriamento remoto para análise da cobertura vegetal.

A partir dos estudos acima mencionados, foram identificadas as principais limitações geoambientais da área, a influência da utilização das terras para a exacerbação do quadro de degradação e a espacialização e quantificação das áreas susceptíveis ao processo de degradação / desertificação.

A relevância desta pesquisa está na contribuição para os estudos de degradação ambiental no município de Jaguaribe devido a escassez de dados relacionados a essa problemática na área. Pode ainda constituir uma base de dados para estudos posteriores do nível de degradação das terras e subsidiar ações de planejamento para contenção ou recuperação das áreas degradadas.

1 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

1.1 Bases Teóricas

1.1.1 – Degradação / Desertificação – Conceitos, Causas e Impactos

A degradação dos solos afeta tanto as terras agrícolas como as áreas com vegetação natural e pode ser considerado, dessa forma, um dos mais importantes problemas ambientais da atualidade.

De acordo com a lei nº 6.938, de 31.08.1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, degradação da qualidade ambiental é “a alteração adversa das características do meio ambiente”. Esta alteração estaria, necessariamente, ligada a processos antropogênicos, conforme define o Glossário de Ecologia (1997): degradação ambiental é o processo gradual de alteração negativa do ambiente, resultante de atividades humanas que podem causar desequilíbrio e destruição, parcial ou total, dos ecossistemas. Já degradação da terra é a perda da produtividade por vários processos, como erosão, salinização, inundação, depleção de nutrientes, deterioração da estrutura do solo ou poluição.

Enquanto a degradação das terras ocorre em toda parte do globo terrestre, ela somente é definida como “desertificação” quando ocorre em terras secas como define a UNEP (1991): *“degradação de terras áridas, semi-áridas e subúmidas secas, resultante de diversos fatores, inclusive de variações climáticas e de atividades humanas”*.

A desertificação é um processo de degradação da terra que pode ter várias causas e ocasionar diversas conseqüências. Segundo Sampaio (2003), o emaranhamento de todos esses fenômenos tem contribuído para o tratamento confuso do assunto, bem como a inexistência de indicadores aceitos de forma generalizada. O autor ressalta a necessidade de uma análise do termo e sua definição, chamando a atenção para o problema de desencontro de informações que o cercam. Segundo ele, grande parte das razões desse desencontro vem de três causas, a saber:

1) Conceito: a desertificação não é um conceito desenvolvido pelo uso, mas vem de uma definição gerada nos meios diplomáticos que formularam o texto da Convenção. Os conceitos desenvolvidos pelo uso trazem uma aceitação e um entendimento consensual, ainda que pouca gente consiga formular uma definição sem ambigüidades. A definição outorgada exige que seja explicada até que seu entendimento se generalize.

2) Terminologia: o nome escolhido gera confusão. A palavra desertificação remete a deserto e o sentido mais imediato que ela passa é de formação de deserto, quando no Nordeste do Brasil seja pouco provável a formação do mesmo.

3) Convenção: as explicações sobre a definição, contidas no texto da Convenção, deixam, ainda, muitos pontos vagos. É impossível esclarecer todos os conceitos usados em qualquer definição porque as explicações partem de outros conceitos, assumindo-se que haja consenso sobre o entendimento deles. Questioná-los pode levar a uma cadeia interminável de indefinições.

Na literatura observamos ainda muitas controvérsias em relação ao termo desertificação bem como suas causas. Alguns autores defendem a idéia da ação conjunta dos fatores climáticos e causas antrópicas e outros descartam a combinação das duas. Para Vasconcelos Sobrinho (1974), a desertificação ocorre a partir de uma sucessão de fatos provocados pela ação antrópica em um sistema de equilíbrio ecológico instável.

Rodrigues (1996) afirma que a desertificação dificilmente poderia ser atribuída as variações climáticas na região semi-árida e destaca a importância da ação antrópica como causa. Conti (1998), no entanto, considera a existência de dois tipos distintos de desertificação: a climática, ou natural e a ecológica, ou antrópica como indicados no Quadro 1,

Quadro 1: Indicadores das duas modalidades de desertificação

Modalidade de Desertificação	Indicadores
Climática (ou natural)	· Elevação da temperatura média; · Agravamento do déficit hídrico dos solos; · Aumento do escoamento superficial (torrencialidade); · Intensificação da erosão eólica; · Redução das precipitações; · Aumento da amplitude térmica diária; · Diminuição da umidade relativa do ar.
Ecológica (ou antrópica)	· Desaparecimento de árvores e arbustos (desmatamento); · Aumento das espécies espinhosas (xerofíticas); · Elevação do albedo · Mineralização do solo (perda de húmus em encostas com mais de 20° de inclinação); · Forte erosão do manto superficial (formação de voçorocas); · Invasão maciça das areias.

Fonte: Conti (1998)

As divergências não se restringem ao campo conceitual, mas também metodológico. Sales (2002), ao realizar um resgate literário dos estudos de desertificação no Nordeste Brasileiro, destaca a importância dos trabalhos de Vasconcelos Sobrinho (1974, 1978, 1978b, s/d), Ab'Saber (1977), Nimer (1980, 1988), Rodrigues (1992, revisado por Ferreira, 1994), Conti (1995) dentre outros e procura a analisar as metodologias empregadas e a escala de abrangências desses trabalhos. Nesta revisão é possível perceber as diferentes formas de avaliação da desertificação, que vão desde a utilização de parâmetros unicamente climáticos à análises mais complexas que utilizam bio-indicadores e elementos sócio econômicos.

De acordo com Sales (2002), para os trabalhos realizados em âmbito regional, a análise climatológica e técnicas ligadas ao uso de sensoriamento remoto, como medidas de reflectividade, índice de vegetação, umidade do solo, entre outras, são as metodologias que oferecem resultados mais próximos da realidade e compatíveis com a escala proposta. Já os trabalhos desenvolvidos em escala local, devem ser orientados para a realização de estudos microclimáticos, de degradação de solos, dinâmica de vegetação, produção de biomassa, uso da terra, estrutura fundiária, densidade de população, produtividade agropecuária, etc.

As condições naturais de determinadas áreas, como a sua condição geológica / geomorfológica e o forte rigor climático, dentre outros aspectos, são condicionantes e estimulantes ao desenvolvimento do processo de degradação, desencadeado por determinadas práticas humanas desenvolvidas nestes ambientes de extrema vulnerabilidade ambiental. Dentre as várias atividades antrópicas que desencadeiam o processo de degradação / desertificação pode-se destacar:

- O **desmatamento**. É apontado como a principal causa do processo de degradação, podendo deixar os solos desprotegidos e susceptíveis à ação das intempéries, levando-os assim à erosão e perda de suas potencialidades;
- O **cultivo excessivo do solo, incluindo as práticas agrícolas inadequadas**. A substituição da vegetação original por outra de melhor produção agrícola ou uso como pastagem constitui a base da agropecuária. A expansão de áreas agropecuárias tem sido enorme nas últimas décadas acompanhando o crescimento populacional. Essa prática tem diminuído as áreas com vegetação nativa e pode levar ao empobrecimento da produção de sua biomassa, chegando até mesmo a um processo irreversível. O uso de máquinas pesadas e o arado contínuo do solo (dependendo da textura deste) podem levar à compactação do solo ou subsolo;
- O **pastoreio intensivo**. O forte pisoteio dos animais sobre o solo, pode levar à sua compactação, deixando-o cada vez mais susceptível à forte ação dos agentes externos como a água, o vento, os seres vivos etc, podendo levá-los também a diversas formas de erosão, como o surgimento de voçorocas e ravinamentos.
- A **mineração**. As escavações e as crateras deixadas pela mineração descaracterizam o relevo e podem causar o assoreamento dos leitos dos rios devido as pilhas de rejeitos oriundos desta atividade;
- O **extrativismo predatório**. O intervalo entre cortes costuma ser relativamente curto e assim a biodiversidade é afetada;
- A **queimada da terra**. Constitui um método primitivo de preparo do solo para o plantio ou pastagem e a forma mais barata e também a mais nociva de

executar essa tarefa, empobrecendo o solo e consumindo seus nutrientes além de implicar na exposição do mesmo que pode levar à erosão;

- A **irrigação**. O resultado do uso inapropriado desta técnica pode levar à salinização da camada superficial e o encharcamento das partes mais baixas de um terreno.

A degradação das terras provoca três tipos de impactos, relacionados entre si: ambientais sociais e econômicos.

Os impactos ambientais correspondem à destruição da fauna e da flora (perda da biodiversidade), redução significativa da disponibilidade de recursos hídricos (assoreamento de rios e reservatórios) e aumento do processo erosivo, o que leva a um empobrecimento dos solos

Esses impactos ambientais geram uma perda considerável da capacidade produtiva, provocando mudanças sociais, como as migrações, que desestruturam as famílias e acarretam sérios impactos às zonas urbanas, para onde se deslocam as pessoas na busca de melhores condições de vida.

Os impactos econômicos estão relacionados à perda das áreas agricultáveis e aos custos da recuperação das áreas mais afetadas pela degradação.

1.1.2 - A fragilidade ambiental das paisagens semi-áridas

Conforme Ab'Sáber (1974), o semi-árido nordestino fica situado em posição marginal em relação aos ambientes de climas áridos e semi-áridos tropicais e subtropicais do Globo e constituem exceções em relação aos climas zonais peculiares às faixas de latitudes similares.

Segundo o Ministério da Integração Nacional (2005), o Semi-Árido Brasileiro se estende por uma área de 969.589,4 Km² e abrange a maior parte dos Estados da Região Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe) e Minas Gerais. Essa delimitação é baseada em três critérios básicos:

- precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros;
- índice de aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico que relaciona a precipitação e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990; e
- risco de seca maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990.

O Ceará possui 92% de seu território sob domínio do semi-árido, (FUNCEME, 1992) sendo a maior parte dessa área recoberta pelo embasamento cristalino do Pré Cambriano. A combinação da litologia e do clima resulta na formação de solos rasos a medianamente profundos e acentuada frequência de chãos pedregosos e afloramentos rochosos. Entre os mais comuns, têm-se a incidência dos Neossolos Litólicos, Argissolos Vermelho Amarelo, Planossolos e Luvissolos.

Do ponto de vista geofísico, o semi-árido possui um quadro natural que limita suas potencialidades de disponibilidade hídrica para a população. A inter-relação dos processos climáticos e hidrológicos reflete no caráter intermitente dos rios.

A rede de drenagem superficial é muito ramificada possuindo rios com regime intermitente sazonal. O potencial hidrológico do semi-árido é baixo em função da baixa permeabilidade das rochas do embasamento cristalino.

As condições climáticas implicam ainda na dificuldade de disponibilizar água a partir de simples armazenamento em açudes e reservatórios, não obstante seu expressivo número regional, dada a significativa evaporação potencial que supera os 2000 mm anuais” (ANA, 2007, p. 62).

Das condições edáficas, emerge, como afirma Souza (2006), um recobrimento quase que generalizado das formações das caatingas. De etimologia indígena, caatinga significa mata clara, aspecto este adquirido nos períodos secos, constituindo-se assim a expressão sintética dos elementos físicos atuantes sob o domínio do clima semi-árido.

No período de estresse hídrico a caatinga tem esse aspecto seco porque se mantém em um controlado e reduzido processo vital, utilizando as reservas de água de suas raízes e espinhos. A queda temporária das folhas nada mais é que uma estratégia natural para reduzir a transpiração e processos fotossintéticos. No

entanto, essa mesma vegetação tem uma resposta bastante eficaz à precipitação, mudando totalmente a sua fisionomia para uma coloração verde, viva, com descreve Fernandes (2000).

“Sem dúvida, no período estival, durante 7-9 meses, há uma fisionomia desoladora traduzida na coloração crestada ou cínero-ferrugínea da vegetação, cujos componentes florísticos mostram seus ramos secos e intrincados, como esqueléticas formas erectas ao sabor da clemência temporal do ambiente nordestino. Entretanto, na estação chuvosa, cobre-se de uma tonalidade multicolor, com flores de matrizes variados, emergentes do verde intenso e brilham da folhagem das ervas, dos arbustos e das árvores, agora viscejanças na paisagem alegre das Caatingas. É notável a virescência do conjunto florístico com as primeiras chuvas, tudo revive, tudo renova no ambiente semi-árido do nordeste.” (Fernandes, 2000)

O bioma Caatinga estende-se numa área de 844.453 Km², o que equivale a 9,92% do território nacional. (IBGE, 2006). Este, ostenta padrões fisionômicos e florísticos variados que dependem das potencialidades e disponibilidades hídricas. (SOUZA, 2006)

Antigamente, acreditava-se que a caatinga seria o resultado da degradação de formações vegetais mais exuberantes, como a Mata Atlântica ou a Floresta Amazônica. Esse pensamento produziu à falsa idéia de que o bioma seria homogêneo, com biota pobre em espécies e em endemismos, estando pouco alterada ou ameaçada, desde o início da colonização do Brasil. Entretanto, estudos apontam a caatinga rica em biodiversidade, bastante heterogênea e extremamente frágil. (ALVES, 2007).

Dessa forma, percebe-se que com essa conformação geoambiental: regime de chuvas concentradas, rios intermitentes e solos rasos, a região semi-árida tem grandes limitações, e, assim, o uso de práticas inadequadas de manejo de seus recursos pode levar ao seu escasseamento. Souza (2006) afirma que o semi-árido, com sua irregularidade pluviométrica apresenta-se como maior empecilho para a ocupação humana e para a satisfação das necessidades das atividades do meio rural

1.1.3 As secas no contexto do semi-árido

Uma das características marcantes do semi-árido, além da irregularidade mensal, é também a má distribuição da precipitação ao longo dos anos, com a ocorrência de períodos de estiagem.

As causas das secas enquadram-se nas anomalias da circulação geral da atmosfera, que correspondem às flutuações do clima numa escala local ou regional, gerando condições meteorológicas desfavoráveis, com situações de nula ou fraca pluviosidade durante períodos mais ou menos prolongados.

A seca é um dos mais graves problemas ambientais do Nordeste do Brasil, pois exercem um forte impacto negativo sobre o contexto social, econômico e ambiental. Fraga e Almeida (1991) apontam o problema das secas no Nordeste como um componente constante do seu processo de formação econômica, social, política e cultural.

Segundo Dracup et al (1980), não existe uma definição universal de seca e as definições existentes dependem dos critérios adotados para defini-las. Por exemplo: o meteorologista associa as secas a um índice de precipitação abaixo do normal, o agricultor associa a estiagem com a insuficiência de água para o desenvolvimento das culturas enquanto o economista a vincula seus efeitos sobre a relação produtividade consumo. Os autores consideram, porém, que, não importado o conceito a ser adotado para definir seca, para seu estudo, ela deve ser abordada sob três importantes componentes: duração, magnitude e severidade

Para Oliveira, entretanto, a seca não resulta de visões simplistas como condições pluviométricas adversas ou perda da produção agrícola por escassez, ausência ou irregularidade de chuvas. Fundamentalmente, a seca tem conotação direta com crises periódicas que afetam a economia agro-pecuária por inadaptação das lavouras produzidas às condições de potencialidade e de limitação dos recursos naturais disponíveis. Tradicionalmente, a agricultura de subsistência é praticada através do cultivo de milho, feijão e mandioca que são fortemente afetados em função das antecipações, retardamentos ou irregularidade das chuvas. A falta de

insumos ou uso de técnicas rudimentares impõe as conseqüências adversas do fenômeno climático.

De acordo com Fraga e Almeida (1981), os dados históricos sobre a incidência das secas remontam ao século XVII e evidenciam além de grande mortalidade, fluxos migratórios para outras regiões do País.

Barroso (1962) cita que durante o povoamento do Ceará, ao lado das lutas com os índios (Jaguaribaras, Anacés, Paiacus, Canindés, Arareriús e Cariris), os colonizadores também lidavam com as secas periódicas que assolavam as terras e os obrigavam a recomeçar a criação: 1711, 1723, 1725-27, 1736-37, 1745-46, 1772, 1777-78, 1790-93. Para se ter uma idéia dos efeitos negativos dos períodos de estiagem severa, no ano de 1792, o capitão General de Pernambuco mandava dizer em seu relatório ao rei de Portugal, que, devido à crise climática, de fome e de doenças, tinha morrido mais de um terço da população cearense (BARROSO, 1962).

Entretanto, é somente no século XIII que a questão assume maior relevância, onde a “grande seca” de 1877 ocasionou além de 500 mil migrações outras tantas mortes (FRAGA e ALMEIDA, 1981).

De 1900 para 1903, ocorreram segundo o Quadro 2, 25 secas, o que corresponde a uma periodicidade média de 3,8 anos.

Quadro 2 – Distribuição dos anos secos no Ceara no século XX

Anos Secos	Duração da Seca	Anos Secos	Duração da Seca
1900	1 ano	1961/62	2 anos
1903/04	2 anos	1966	1 ano
1915	1 ano	1970	1 ano
1919	1 ano	1972	1 ano
1931/32	2 anos	1976	1 ano
1942	1 ano	1979/83	5anos
1951	1 ano	1987	1 ano
1953	1 ano	1990	1 ano
1958	1 ano	1993	1 ano

Fonte: DNOCS, UFC & CETREDE, 2004.

As secas provocam mudanças drásticas na paisagem tornando-a ressecada, repercutindo de forma negativa nos quadros de degradação. No Nordeste, as secas são agravadas pela existência de concentrações populacionais superiores à capacidade de suporte do ambiente e pelo emprego de práticas primitivas de uso da terra, atrelado a um sistema de propriedade de terra altamente concentrador. (LUSTOSA, 2004)

Sampaio (2003) destaca que seca e degradação / desertificação são distintos nos seus efeitos, no tempo e nas suas causas. A degradação / desertificação é um processo cumulativo de deterioração nas condições ambientais que num estágio mais avançado afeta também as condições econômicas e sociais provocado principalmente pela atividade humana.

Já a seca, é um fenômeno natural, reversível, de ocorrência esporádica ou repetida numa periodicidade complexa, ainda não conhecida. Parte das suas consequências também é reversível, como a disponibilidade hídrica, a rebrota da vegetação, recuperação das populações nativas vegetais e animais, retorno das pastagens, refluxo dos retirantes, etc. Entretanto, algumas consequências podem permanecer, como a eliminação de algumas espécies, o abandono de culturas mais sensíveis e as seqüelas econômicas e sociais da população afetada. Esses efeitos podem ser enquadrados como parte do processo de degradação / desertificação e as secas seriam um agravante do processo.

1.1.4 Variáveis envolvidas no estudo da degradação / desertificação

Entender o processo de degradação das terras significa compreender acima de tudo como as variáveis ambientais interagem para a formação da paisagem e como a ação humana pode interferir na modelagem deste sistema.

Segundo Jenny (1941), os elementos ambientais envolvidos na formação da paisagem estariam relacionados em uma equação segundo a qual o solo (s), a vegetação (v) e, conseqüentemente os ecossistemas (e) seriam formados pela ação do clima (cl), revelo (r), material de origem (p), organismos (o) e o tempo (t).

Equação fundamental dos fatores de formação do solo:

$$s, v, e = f (cl, r, p, o, t)$$

Ainda segundo o autor, o solo, a vegetação e o ecossistema são variáveis dependentes, enquanto que as variáveis clima, relevo, material de origem, organismos e tempo são independentes (isso, no entanto não quer dizer que elas não se relacionem entre si). Assim, modificações em **s**, **v** e **e** são ocasionadas pelas variáveis independentes (**cl**, **r**, **p**, **o**, **t**). Para a análise do papel de cada fator de formação é necessário que todos os outros permaneçam constantes. As funções específicas de cada fator podem ser observadas nas equações abaixo, onde apenas um fator de formação varia:

$$s, v, e = f (\mathbf{cl}, r, p, o, t) \rightarrow \text{Função Climática}$$

$$s, v, e = f (cl, \mathbf{r}, p, o, t) \rightarrow \text{Função Topográfica}$$

$$s, v, e = f (cl, r, \mathbf{p}, o, t) \rightarrow \text{Função Litológica}$$

$$s, v, e = f (cl, r, p, \mathbf{o}, t) \rightarrow \text{Função Orgânica}$$

$$s, v, e = f (cl, r, p, o, \mathbf{t}) \rightarrow \text{Função Temporal}$$

As características climáticas condicionam toda a evolução de uma paisagem, contribuindo para a formação das diferentes formas de relevo e agindo sobre as características hidrológicas, fitogeográficas e pedológicas, sendo assim o principal agente a ser estudado na análise integrada. O clima pode ser estudado através de um método bastante prático e racional, que é o balanço hídrico.

O Balanço Hídrico, introduzido por Thornthwaite (1955) para a quantificação e estudo em bases realistas do fator hídrico, baseia-se no confronto entre as necessidades das plantas e a quantidade de chuvas que ocorre em uma região. O balanço hídrico consiste na análise dos seguintes elementos:

- Precipitação – representa a quantidade de água adicionada ao solo através das chuvas;

- Evapotranspiração Potencial – corresponde à chuva ideal para não resultar em sobra nem em falta de água no solo, apenas o suficiente para manter a vegetação verde e transpirando livremente o ano todo;
- Evapotranspiração Real – quantidade de água que retorna a atmosfera por transpiração vegetal;
- Excedente Hídrico – quantidade de água precipitada, não absorvida pelo solo e não evapotranspirada, incorporando-se à rede drenagem superficial e/ou subterrânea;
- Déficit Hídrico – Quantidade de água que falta ao pleno desenvolvimento e crescimento da plantas.

O fator climático, através dos seus elementos: chuva, temperatura e circulação atmosférica é responsável pelo processo de alteração das rochas, formação dos solos e desenvolvimento da vegetação.

Os processos de alteração ou intempéricos modificam as propriedades físicas das rochas, tais como estrutura, resistência e textura, através de mecanismos de desagregação e suas propriedades químicas como composição e microestrutura por mecanismos de decomposição. Pode ocorrer também no processo de alteração das rochas, a ação de organismos vivos ou de matéria orgânica parcialmente em decomposição.

A composição mineralógica de uma rocha revela sua resistência aos processos de intemperismo e suas propriedades se manifestam nas características dos solos por ela formada como cor, textura, elementos nutritivos e estrutura. A decomposição diferencial devido à estrutura da rocha está relacionada com a granulometria do solo e conseqüentemente com a porosidade e permeabilidade deste. (LUSTOSA, 2004).

O clima, juntamente com os seres vivos, também são fatores ativos nos processos de formação do solo. Em climas úmidos, esses processos são acelerados devido a grande disponibilidade de água pelas chuvas, favorecendo a ação da pedogênese química. Entretanto, em climas secos, esses processos são inibidos

dada a deficiência de água no subsolo. Em consequência, os horizontes são pouco profundos e o grau de alteração do material de origem é menor.

A influência do relevo no intemperismo dos minerais na formação dos solos se dá basicamente através de duas formas:

- Através da quantidade de água infiltrada no solo e da lixiviação dos constituintes solúveis;
- Através da velocidade de escoamento da água da chuva e erosão do material intemperizado com exposição de novas superfícies.

Assim, em áreas planas, na parte elevada do relevo, ocorre penetração de grande quantidade de água, com pequena formação de enxurrada, favorecendo a lixiviação e promovendo a formação de solos profundos, altamente intemperizados, bastante ácidos e pobres em nutrientes.

Em áreas declivosas, a penetração de água é menor, com formação de mais enxurrada, ocasionando uma lixiviação menos intensa, e formando solos mais rasos, menos intemperizados, menos ácidos e com mais nutrientes.

Nas áreas de baixada, ocorre ganho de material, seja por meio da enxurrada, seja através do lençol freático, sem ocorrência de lixiviação, formando solos rasos, não muito intemperizados, porém não muito ácidos e normalmente ricos em nutrientes.

A vegetação é a resposta mais importante e expressiva da interação das variáveis ambientais. Sua importância se dá no fato de que ela representa a defesa natural de um terreno contra a erosão atuando das seguintes maneiras (BERTONI E LOMBARDI NETO, 1985):

- Proteção contra o impacto direto das gotas de chuva;
- Dispersão e quebra da energia das águas de escoamento superficial;
- Aumento da infiltração pela produção de poros no solo por ação das raízes;
- Aumento da capacidade de retenção da água pela estruturação do solo por efeito da produção e incorporação de matéria orgânica.

As informações sobre o estado de conservação da cobertura vegetal fornecem o grau de antropismo o qual está submetida uma área. O resgate do processo de ocupação e a identificação das atividades associadas ao uso da terra são de grande importância para a compreensão da dinâmica ambiental.

1.1.5 - Integração das variáveis ambientais através do método geossistêmico

Visando integrar todos os dados e dar um tratamento integrado ao estudo da paisagem, utilizou-se por fim o método geossistêmico baseado na Teoria Geral dos Sistemas.

Apesar ter sido formulada pela escola russa, por meio de SOTCHAVA, que propõe o conceito e dele se utiliza de forma pioneira num estudo publicado em 1960, a teoria foi difundida no mundo ocidental pela escola francesa por iniciativa de BERTRAND, na mesma década, em 1968.

Para SOTCHAVA (1977), geossistema é a expressão territorial do complexo geográfico e objeto de estudo por excelência da Geografia Física.

Souza (2000) corrobora com essa assertiva quando afirma que o geossistema *“acentua o complexo geográfico e a dinâmica do conjunto geoambiental”*, dando importância a esse método na abordagem dos estudos em Geografia Física. Esse geossistema seria um sistema dinâmico, flexível, aberto e hierarquicamente organizado, com estágios de evolução temporal, alterada pela presença da sociedade, conforme Figura 1.

Os Geossistemas são sistemas naturais, mas com a atuação dos homens há uma ruptura no mecanismo de equilíbrio ambiental e por consequência nas condições de estabilidade. As atividades humanas variam de um geossistema para o outro e tendem, portanto, a uma não-homogeneidade no seu interior, pois suas propriedades e características são muito variadas. Porém, sempre sobressai um fator que dará uma certa particularidade ao geossistema.

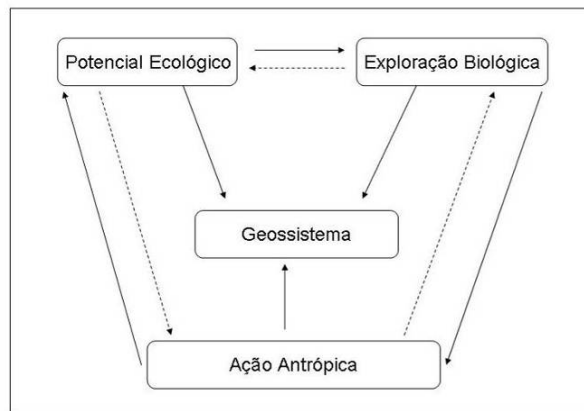


Figura 1 - Fluxograma do Geossistema
Fonte: Bertrand (1972)

A ecodinâmica de Tricart (1977) acentua o referencial sistêmico como instrumento lógico para estudar os problemas do meio ambiente e, conseqüentemente, essa visão de cenários possíveis. O autor propõe um modelo de classificação do ambiente através dos meios estáveis, fortemente instáveis e de transição (intergrade), avaliando as condições de sustentabilidade dos geossistemas através do balanço entre morfogênese e pedogênese. (Quadro 3)

Quadro 3 - Classificação dos ambientes por categorias e caracterização.

Categoria dos Ambientes	Condições de Balanço entre Morfogênese e Pedogênese
Ambientes Estáveis	Estabilidade morfogenética antiga em função da fraca atividade do potencial erosivo; o balanço entre os processos pedogenéticos é francamente favorável à pedogênese; o recobrimento vegetal é pouco alteado pelas ações antrópicas ou há franca regeneração da cobertura secundária; há equilíbrio entre fatores do potencial ecológico e fatores de exploração biológica.
Ambientes de Transição	A dinâmica atual do ambiente é marcada pela preponderância de processos morfogenéticos ou de processos pedogenéticos, podendo favorecer uma ou outra condição: predominando a pedogênese, passa-se aos meios estáveis; preponderando a morfogênese passa-se aos meios instáveis.
Ambientes Fortemente Instáveis	Intensa atividade do potencial erosivo e com nítidas evidências de deterioração ambiental e de capacidade produtiva dos recursos minerais comprometimento das reservas paisagísticas; o balanço entre morfogênese X pedogênese é francamente favorável à morfogênese; podem ser freqüentes as rupturas do equilíbrio ecodinâmico e a manutenção do solo é amiúde comprometida.

Fonte: Souza (2000)

1.1.6 Sensoriamento Remoto aplicado à identificação de áreas degradadas

O mapeamento e monitoramento da cobertura vegetal receberam considerável impulso nas últimas décadas com o advento do sensoriamento remoto e processamento digital de imagens. O avanço nas pesquisas e gerações de novos sensores orbitais e sua distribuição de forma mais acessível aos usuários, tornaram as imagens de satélite um dos produtos do sensoriamento remoto mais utilizado para análises da cobertura das terras.

O grande interesse do uso de imagens de satélite advém de sua temporalidade da informação juntamente com seu relativo baixo custo, quando se busca informações de uso e cobertura do solo, já que a paisagem é mudada constantemente. A interpretação de imagens de satélite é uma fonte indireta de se determinar a dinâmica dos processos antrópicos e naturais, em ambiente de Geoprocessamento.

Um dos principais objetivos do Sensoriamento Remoto é a identificação e a distinção das composições dos diferentes materiais superficiais, sejam eles vegetação, padrões de uso do solo, rochas e outros. Esses padrões podem ser interpretados, classificados, mapeados e quantificados.

Para Coutinho (1997), as interpretações dos produtos de sensores remotos, realizadas principalmente de forma analógica, onde a experiência e o conhecimento do autor eram fatores determinantes sobre a qualidade do resultado final, passaram a apresentar a possibilidade da execução de tratamentos digitais, menos pessoais, subjetivos e mais padronizados.

Um dos métodos importantes no tratamento digital das imagens é a classificação quanto ao valor dos *píxeis*. A classificação é o processo de agrupamento de píxeis, a partir de parâmetros estabelecidos pelo usuário e que visa mapear as características de um determinado elemento. Para Crósta (1992), "é o processo de extração de informação em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos".

O objetivo da classificação é a substituição da análise visual do dado de imagem por técnicas avançadas de identificação automática de feições da cena. Com isto, os valores de reflectância de cada pixel são agrupados dentro de várias classes ou temas de cobertura do solo. Este agrupamento, em classes de padrões de respostas similares, envolve a análise de dados multiespectrais e a aplicação de regras de decisão, baseadas em estatísticas, para a determinação da identidade da cobertura do solo em cada pixel da imagem.

Existem dois métodos para a classificação de padrões a serem mapeados: a Classificação Supervisionada e a Classificação Não Supervisionada.

Na Classificação Supervisionada, o usuário possui, geralmente, alguns dados de verificação e com isto o "classificador" identifica alguns dos pixels na imagem pertencentes à determinada classe e passa ao programa o trabalho de identificar todos os pixels da imagem pertencentes à classe pré - determinada.

Já na classificação não-supervisionada, o usuário utiliza algoritmos para reconhecer as classes pertencentes à imagem e o programa decide quais as classes a serem separadas e quais os pixels pertencentes a cada uma delas.

Em algumas vezes, é interessante aplicar os dois métodos nas imagens, um após o outro. Inicialmente o não supervisionado para a confirmação das classes e em seguida o método supervisionado para garantir uma melhor qualidade nos resultados. A estratégia de classificação, afirma Luchiari (2006), depende, além da qualidade dos dados, da experiência do intérprete, das informações auxiliares, dos objetivos da pesquisa e da área geográfica que está sob estudo.

1.2 Procedimentos Técnicos e Operacionais

O enfoque desta pesquisa consistiu na abordagem integrada dos elementos naturais e antrópicos que interagem na formação da paisagem. Para isso, foram seguidos os seguintes passos:

Em um primeiro momento foram feitas pesquisas bibliográficas sobre a caracterização geoambiental do município de Jaguaribe. Para subsidiar e ratificar as

informações encontradas na literatura foram aplicadas ferramentas e técnicas variadas que serão descritas a seguir bem como visita a campo.

Em um segundo momento, foi feito um resgate histórico do processo de ocupação da área desde o tempo da colonização até a identificação das principais atividades econômicas desenvolvidas atualmente que envolvem o uso da terra.

Por fim, procurou-se discutir a dinâmica da interação entre os elementos do primeiro e segundo passo abordando a influência das intervenções humanas para a configuração dos processos de degradação na área de estudo.

1.2.1 Mapas Temáticos

Os mapas temáticos como geológico e geomorfológico foram baseados nos dados do Projeto RADAMBRASIL de 1981 e o pedológico no Levantamento Exploratório do Ceará (Jacomine, 1973). Esses dados foram digitalizados, corrigidos geometricamente, vetorizados e recortados no limite municipal elaborado pelo IBGE, 2005.

O mapa hipsométrico foi elaborado a partir de um modelo digital de elevação constituído de dados de altitude em grade de 90 metros, obtidos pela missão de levantamento topográfico por radar sub-orbital. Essa missão foi realizada pela National Aeronautics and Space Administration (NASA) por meio da nave Endeavour ("Shuttle Radar Topography Mission" - SRTM) .

As unidades geoambientais foram traçadas a partir da sobreposição dos mapas geológico, geomorfológico, pedológico, topográfico e imagens de satélite CBERS-2.

Todos esses dados foram inseridos em um ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), utilizando o software ArcGis 9.2 para a manipulação e confecção dos mapas.

1.2.2 Estudo Climático

Para a compreensão da dinâmica climática do município de Jaguaribe, foi realizado um estudo detalhado utilizando as Normais Climáticas fornecidas pela Sudene, 1990. Foram selecionados 11 postos no município e na área de entorno, numa série temporal de 25 anos (1962 – 1986).

Os postos e ou meses sem medições de pluviometria foram corrigidos utilizando o Método da Ponderação Regional de Tucci (1993). Este método usa os registros de três estações vizinhas mais próximas e uniformemente espaçadas para a correção de falhas.

A Equação abaixo sintetiza o método.

$$Y = \frac{1}{3} \left(\frac{x_1}{xm_1} + \frac{x_2}{xm_2} + \frac{x_3}{xm_3} \right)$$

onde:

Y: precipitação do posto a ser estimado;

x_1, x_2, x_3 : precipitações dos postos vizinhos correspondentes ao mês que se deseja preencher;

xm_1, xm_2, xm_3 : precipitações anuais dos três postos vizinhos;

A partir dos dados dos postos pluviométricos foi calculada a média da precipitação anual. O cálculo do balanço hídrico e seus elementos (evapotranspiração, real, potencial e déficit hídrico) foi realizado por um *software* idealizado por Oliveira & Sales (1985).

Os valores encontrados para o Índice de Aridez (IA) da UNEP (1991) dos postos pluviométricos foram determinados como a razão entre precipitação e evapotranspiração real:

$$IA = P/E_{tp}$$

Segundo a UNEP (1991), os índices de aridez são classificados com base nos valores do quadro abaixo:

Quadro 4 - Zonas Climáticas segundo a relação P / ETp

Zona Climática	Índice de Aridez (P / Etp)
Hiper-árido	< 0,05
Árido *	0,05 a 0,20
Semi-árido *	0,21 a 0,50
Sub-úmido Seco *	0,51 a 0,65
Sub-úmido Úmido	> 0,65

Fonte: UNEP, 1991

*Terras secas

Os valores calculados foram tabelados de acordo com as respectivas coordenadas dos postos pluviométricos e inseridos em mesmo ambiente SIG citado anteriormente. Foram gerados mapas através do método de interpolação da krigagem e traçadas as linhas de isovalores com distribuição de cor.

1.2.3 Estudo Pedológico

O estudo pedológico seguiu o método da análise da cobertura pedológica introduzida por Bocquier (1971) e Boulet (1974) e que proporcionaram grande contribuição para o entendimento do solo na medida em que propõem a reconstituição da distribuição espacial das organizações pedológicas ao longo das encostas.

A metodologia proposta por estes autores inicia-se pela reconstituição bidimensional da organização dos solos com seus horizontes, estabelecidas no sentido de maior declive das vertentes. Num segundo momento, com outras toposseqüências transversais e paralelas, reconstitui-se a distribuição espacial (tridimensional) das organizações pedológicas; os limites entre horizontes são colocados em mapas, sob a forma de curvas de isodiferenciação, que representam posições onde se iniciam ou terminam horizontes e/ou outras feições pedológicas ou geológicas.

A vertente estudada no município de Jaguaribe teve escolha feita através dos mapas básicos, onde foram observados a declividade, unidade geoambiental e acesso. Após a escolha, foi feito um reconhecimento da área em campo a fim de se confirmar a viabilidade da instalação das trincheiras no local escolhido (março de 2007).

A seqüência de tradagens e trincheiras obedeceu ao método sistemático da Análise Estrutural da Cobertura Pedológica (Boulet, 1988) que tem como objetivo localizar as transições laterais do solo. Para isso, utiliza-se o pedocomparador, onde são armazenadas as amostras retiradas das trincheiras de maneira que se possa reconstituir facilmente todos os horizontes dos solos presentes na topossequência.

Com as amostras do topo e da base armazenadas no pedocomparador, é verificado se as mesmas são iguais. Caso a primeira seja diferente da segunda, realiza-se uma terceira tradagem entre as mesmas. Se a terceira tradagem for igual à primeira, mas diferente da segunda, procede-se então a abertura de uma quarta tradagem entre a terceira e a segunda, e assim sucessivamente, até que todas as transições sejam encontradas (Figura 2)

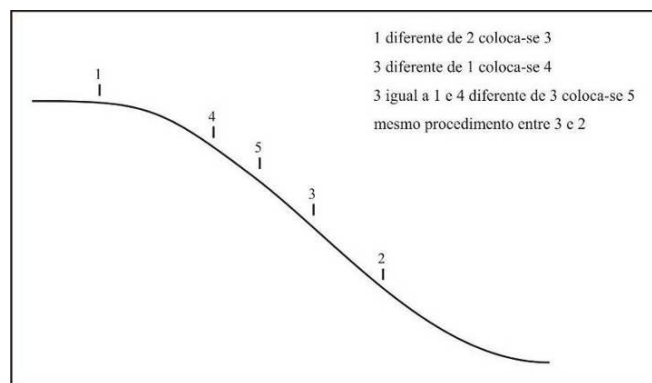


Figura 2 - Método de implantação das tradagens em uma vertente (Boulet, 1988)
Fonte: Silva, 2005

Para cada perfil aberto, foram analisados em campo os componentes morfológicos de cada horizonte, tais como: cor, agregados, porosidade e feições pedológicas.

No local, foi coletada uma amostra de rocha representativa da área para análise mineralógica detalhada. Uma lâmina petrográfica foi confeccionada e

descrita no Laboratório de Petrografia da Universidade Federal do Ceará. Para a descrição da rocha utilizou-se as seguintes diretrizes e equipamentos:

- NBR 12768 - Rochas para Revestimento - Análise Petrográfica;
- ASTM C294-86 - Standard Descriptive Nomenclature for Constituents of Natural Mineral Aggregates;
- Lupa binocular marca Olympus (modelo SZ-BR) - com aumento: 4 - 25X
- Microscópio petrográfico, marca OLYMPUS (modelo BX41).

1.2.4 Estudo da Cobertura Vegetal

No tocante à vegetação, procurou-se avaliar a sua distribuição em um espaço temporal de 16 anos, através de processamento digital de imagem. Foram utilizadas imagens do satélite LandSat 5 - TM, capturadas em 08 de setembro de 1989 e imagens do satélite CBERS 2, capturadas em 06 de agosto de 2006.

A série LandSat foi iniciada no final da década de 60, a partir de um projeto desenvolvido pela Agência Espacial Americana dedicado exclusivamente à observação dos recursos naturais terrestres. O LandSat 5 foi lançado em 1984 onde as câmeras imageadoras eram a (MSS) Multispectral Scanner e (TM) Thematic Mapper. O sensor TM possuía 7 bandas, cada uma representando uma faixa do espectro eletromagnético. As bandas 1,2,3,4,5 e 7 possuem 30 metros de resolução geométrica enquanto a banda 6, possui resolução de 120 metros.

O satélite Cbers foi concebido a partir de uma parceria entre Brasil e China no setor técnico-científico espacial. Este satélite opera com a Câmera Imageadora de Alta Resolução (CCD - High Resolution CCD Camera). O sensor possui quatro bandas espectrais, com 20 metros de resolução.

As imagens foram adquiridas por *download* de forma gratuita no *site* do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) <http://www.inpe.br> e Global land Cover Facility, de Maryland, EUA <http://glcf.umiacs.umd.edu/index.shtml>. As imagens representam a área num período seco, após a quadra invernal.

As imagens foram integradas ao SIG, tratadas e processadas através da ferramenta *Spatial Analyst Tools*. Foi feito procedimento de Classificação Supervisionada com o método de *Maximum Likelihood Classification*.

Foram identificadas em cada imagem três classes distintas:

1) Área degradada:

Classe representada por áreas com escassez de vegetação ou solo exposto;

2) Vegetação conservada / Parcialmente degradada:

Representada por áreas com vegetação densa, incluindo a caatinga arbórea-arbustiva e a mata ciliar;

3) Recursos hídricos:

Classe representada pelo leito do rio Jaguaribe e seus afluentes e pelos espelhos d'água presentes na área de estudo;

Após a definição das classes, foram coletadas cerca de 50 amostras de cada uma, tanto na imagem LandSat-5, quanto na Cbers-2. Essas amostras, armazenadas pelo *software*, foram classificadas quanto o padrão espectral para o mapeamento de toda área.

Após o processamento das imagens, as áreas foram quantificadas e tabeladas para fins de comparação.

2 - LOCALIZAÇÃO E CONDIÇÕES AMBIENTAIS DA ÁREA DE ESTUDO

2.1 Localização

O município de Jaguaribe localiza-se entre os paralelos 5° 45' e 6° 12' e os meridianos 38° 29' e 38° 56' o 00' a oeste de Greenwich, na porção centro-oriental cearense, nordeste do Brasil e está inserido na microrregião do Médio Jaguaribe. Possui uma área de 1.876,793 Km² (IBGE, 2007), distando aproximadamente 290 km de Fortaleza.

Limita-se ao norte com os municípios de Jaguaretama e Jaguaribara, ao sul com Orós e Icó, a leste com Pereiro e oeste com Solonópole e Quixelô. (Figura 3). No que tange os limites políticos e administrativos, o município é formado pelos distritos: Sede, Aquinópolis, Feiticeiro, Mapuá e Nova Floresta (IPECE, 2005).

O município de Jaguaribe está totalmente inserido na bacia hidrográfica do rio Jaguaribe, no médio curso, trecho perenizado pelas águas do açude Orós. À montante localiza-se o Açude Público do Castanhão, construído em 2001.



Figura 3 - Localização da área de estudo

2.2 Condições Geológicas e Geomorfológicas

São encontrados no município dois domínios estruturais: o embasamento cristalino, onde as rochas encontram-se dobradas, falhadas e metamorizadas e a cobertura sedimentar, restrito às estreitas faixas aluvionares do rio Jaguaribe e tributários, conforme, representado na Figura 4.

O embasamento cristalino, datado do Pré Cambriano, predomina na área e encontra-se em três unidades estratigráficas: Complexo Nordeste, Suíte Magmática composta de granitos e Grupo Ceará (RADAMBRASIL, 1981).

O Complexo Nordeste data do Pré-Cambriano (Inferior e Médio) e sua composição é, basicamente, de migmatitos, biotita-hornblenda-gnaiss, granada-gnaisses, anfibolitos, calcários cristalinos dentre outros.

O Grupo Ceará é constituído por rochas parametamórficas, apresentando quartzitos associados a xistos, filitos e gnaisses, com lentes de magnesita e intercalações de calcário metamórficos e quartzito (RADAMBRASIL, 1981).

A Suíte Magmática é representada por rochas granitóides datadas do Pré Cambriano superior, oriundas da migmatização e granitização das rochas do embasamento e estão distribuídas em corpos de tamanhos variados e formas irregulares. Litologicamente, são compostas por uma grande variedade de rochas, onde as mais importantes são os granitos, granodioritos, tonalitos e quartzo monzonitos (RADAMBRASIL, 1981).

A cobertura sedimentar, restrita aos depósitos aluvionares, é representada por areias finas a grosseiras, incluindo cascalhos e argilas com matéria orgânica em decomposição. Estão distribuídos ao longo do leito do rio Jaguaribe e afluentes.

As unidades geomorfológicas foram identificadas através do mapeamento feito pelo RADAMBRASIL (1981) e através do mapa hipsométrico elaborado a partir dos dados do SRTM (Figura 5).

De acordo com O RADAMBRASIL 1981, o município de Jaguaribe apresenta quatro comportamentos morfológicos: Depressão Sertaneja, Maciços Residuais, Planalto Sertanejo e a Planície Fluvial. (Figura 6)

A Depressão Sertaneja compreende uma extensa área rebaixada e predominantemente aplainada, constituindo superfície de erosão que secciona uma grande diversidade de litologias e arranjos estruturais (ROSS, 2003). É composta por litotipos do Complexo Nordeste, com migmatitos heterogêneos e gnaisses e apresenta em sua extensão, inúmeros trechos com ocorrência de maciços residuais,

inselbergs, frutos da erosão diferencial desta unidade geomorfológica. No Ceará, essa feição é a de maior expressão, ocupando cerca de 70% do território. Os níveis altimétricos têm altitudes médias entre 130 – 150 metros e representam níveis rebaixados das depressões sertanejas. Nas altitudes superiores a 300 metros, a dissecação é mais evidente, isolando interflúvios de feições colinosas, tabuliformes ou lombadas e constituem os níveis elevados das Depressões Sertanejas (SOUZA, 2000). Em Jaguaribe, este compartimento apresenta cotas que vão de 150 a 225 m.

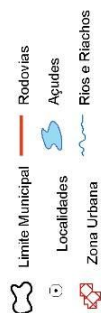
Os Maciços Residuais são formados por litotipos variados, pertencentes ao complexo cristalino Pré-Cambriano e deformados por tectonismo e suítes magmáticas fortemente deformadas por falhamentos e dobramentos pretéritos. São superfícies serranas forte a medianamente dissecadas em feições de cristas, colinas lombadas, intercaladas por vales em V. Os maciços da área de estudo localizam-se nas porções leste e apresentam cotas altimétricas que variam entre 300 e 600 m.

O Planalto Sertanejo está situado na porção sudoeste do município de Jaguaribe. Caracteriza-se por uma intensa dissecação do relevo resultando em cristas e colinas dispostas, geralmente, seguindo uma direção preferencial SO-NE e S-N. Trata-se de uma área com um quadro estrutural de lineamentos que representam zonas de falha, onde grandes falhamentos atingem ortogonalmente a costa e se refletem no relevo através de extensos alinhamentos de cristas, geralmente paralelas entre si, algumas semi-circulares, outras retilíneas intercaladas por áreas deprimidas colinosas. Estes relevos estão entalhados em zonas de intensa migmatização, predominando rochas gnaisse-granito-migmatíticas, e subordinadamente rochas metassedimentares e diques ácidos e intermediários. (IBGE, 1999)

As Planícies Fluviais são as formas locais mais características da acumulação fluvial, sujeitas a inundações periódicas que bordejam as calhas dos rios constituídas por solos de aluvião resultantes da ação dos rios, os quais, em geral têm nascentes situadas em maciços residuais e drenam extensões das depressões sertanejas (SOUZA, 2000). No município de Jaguaribe, a faixa aluvionar mais expressiva é a formada pelo Rio Jaguaribe.

MAPA GEOLÓGICO - JAGUARIBE /CE

Conveções Cartográficas



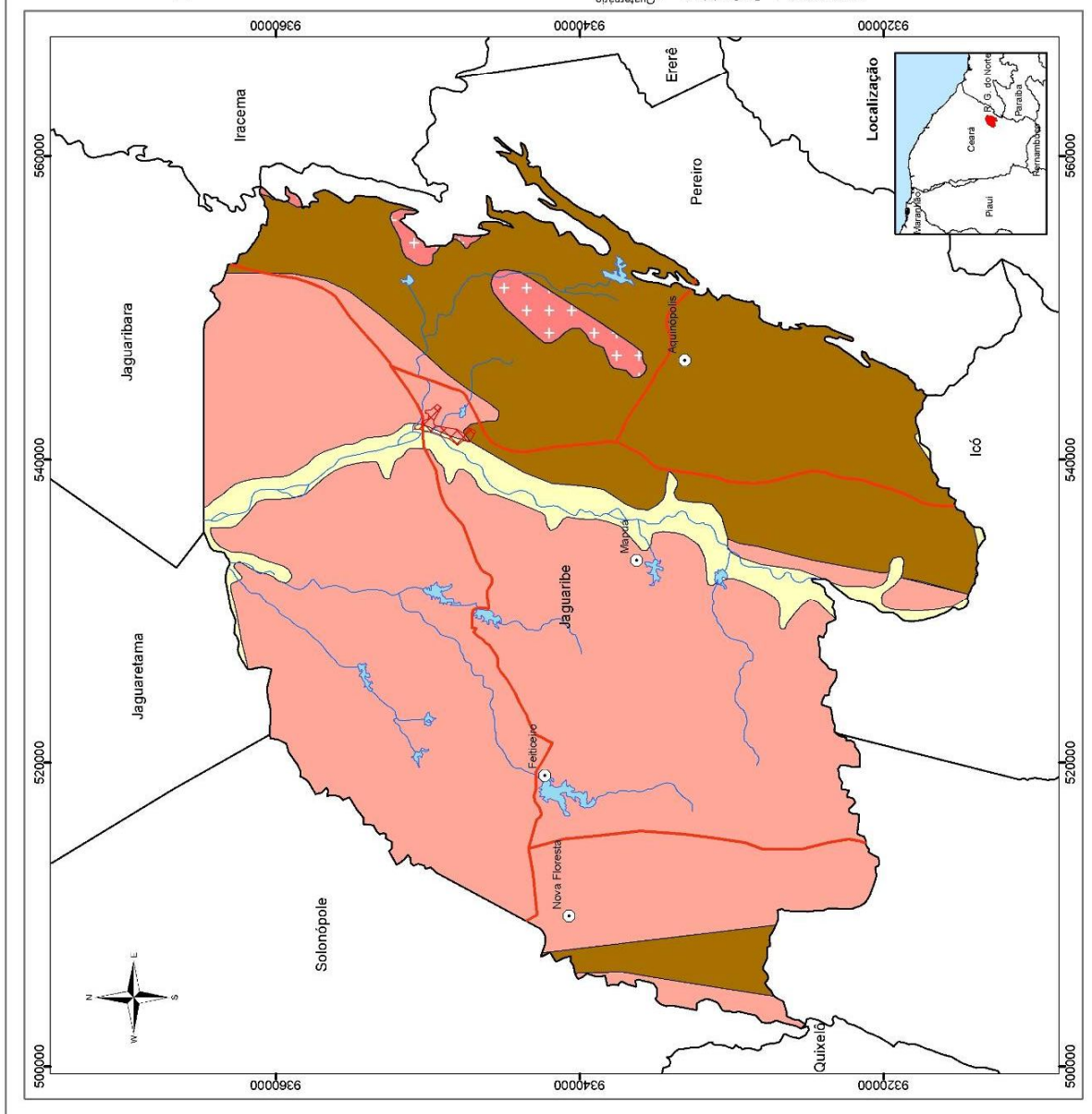
Legenda

Quaternário		Aluviões Áreas finas e grossas incluindo cascalhos inconsolidados e argilas com matéria orgânica em decomposição.
Pre-Cambriano Inferior a Médio		Suíte Magmática - Granitos Granitos finos a grosseiros, coloração variando entre cinza, cinza claro e rosado, granitos anatólicos.
Pre-Cambriano Superior		Grupo Ceará Xistos, Filitos e Gnaisseis, com lentas de magnetita e intercalações de calcário metamórfico.
Pre-Cambriano Superior		Complexo Nordestino Migmatitos homogêneos e heterogêneos, Gnaisseis variados. Zona de intensa migmatização com núcleos granitoides e migmatitos homogêneos.

Fonte: RADAMBRASIL (1981) Folhas SB 24/25
Jaguaribe/Natal



Figura 4

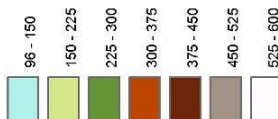




UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
Mestrado Acadêmico em Geografia - MAG
Pró-Reitoria de Pós Graduação e Pesquisa - PROPGPQ

MAPA HIPSOMÉTRICO – JAGUARIBE - CE

Legenda



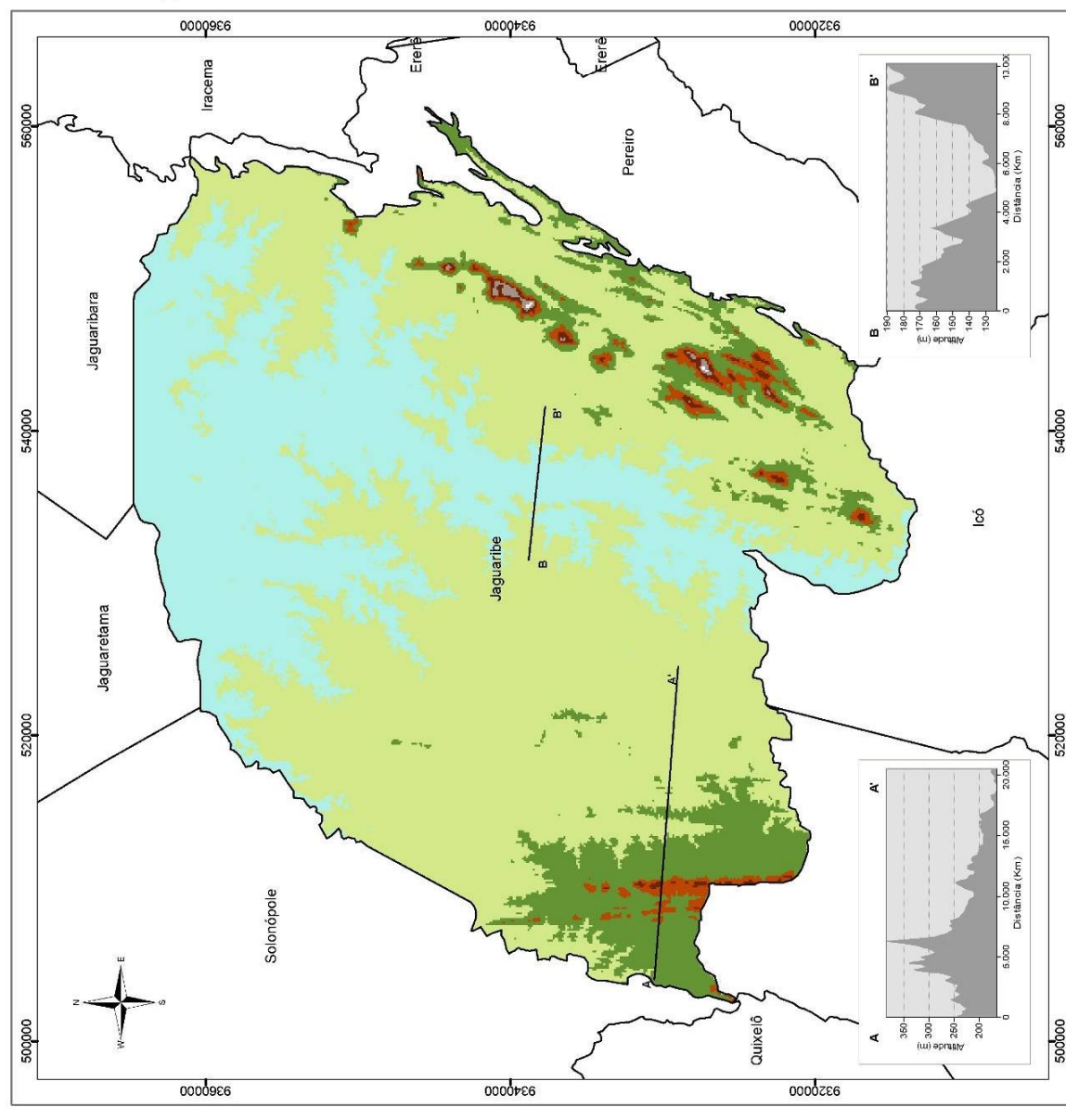
Localização



Fonte: Shuttle Radar Topography Mission - SRTM



Figura 5

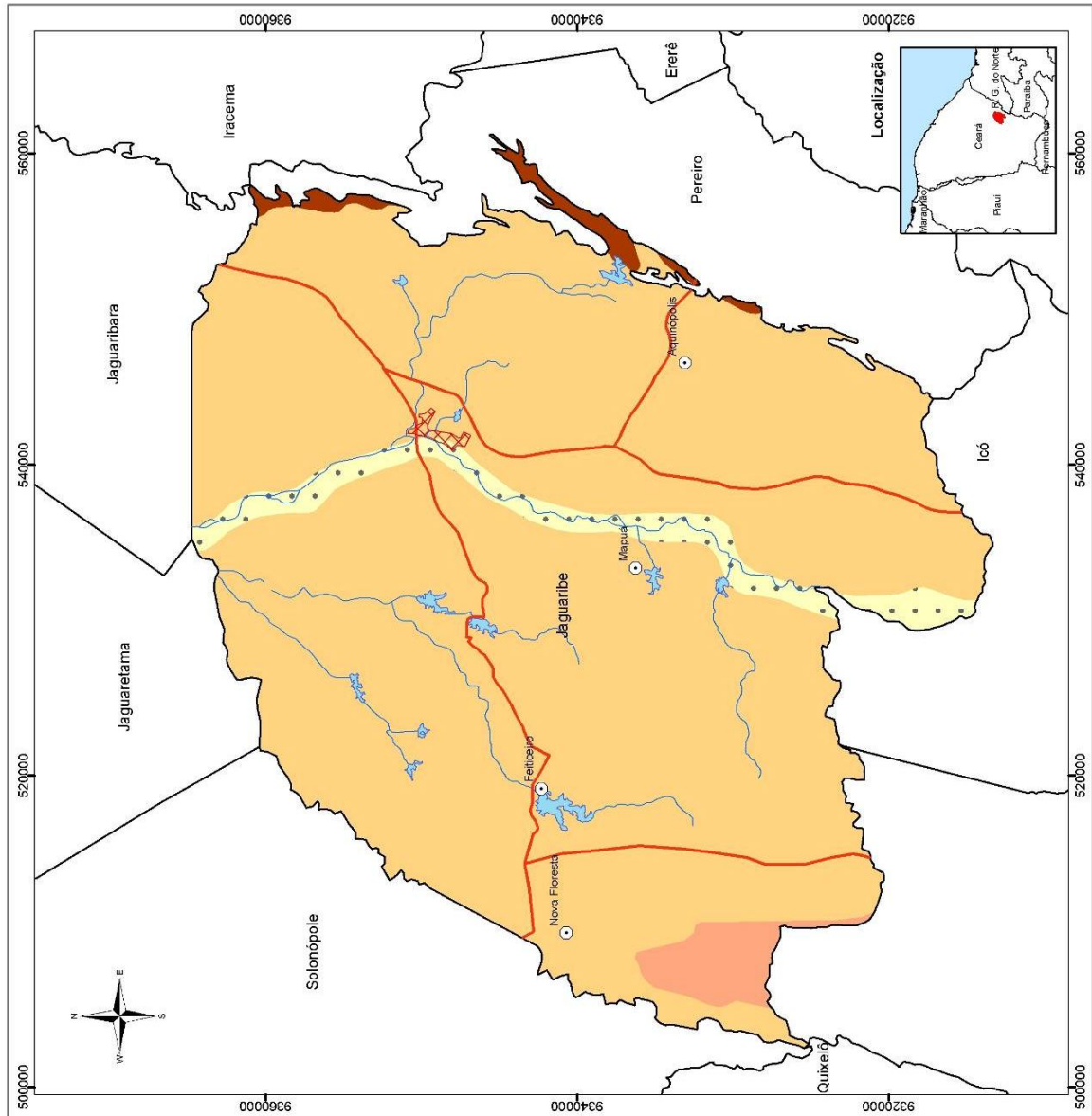




UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
Mestrado Acadêmico em Geografia - MAG
Pró-Reitoria de Pós Graduação e Pesquisa - PROPGPQ

MAPA GEOMORFOLÓGICO - JAGUARIBE / CE

- Convenções Cartográficas**
- Limite Municipal
 - Rodovias
 - Apudes
 - Localidades
 - Zona Urbana
 - Rios e Riachos
- Legenda**
- Depressão Sertaneja**
Área rebaixada e predominantemente aplanada, constituindo superfície de erosão que secciona uma grande diversidade de litologias e arranjos estruturais.
 - Planalto Sertanejo**
Área com um quadro estrutural de lineamentos que representam zonas de falha, onde grandes falhamentos atingem ortogonalmente a costa e se refletem no relevo através de extensos alinhamentos de cristas.
 - Maciços Residuais**
Formados por litotipos variados, pertencentes ao complexo cristalino Pré-Cambriano e deformados por tectonismo e suítes magmáticas fortemente deformadas por falhamentos e dobramentos pré-terciários.
 - Planície Fluvial**
Formas locais mais características da acumulação fluvial, sujeitas a inundações periódicas que bordejam as calhas dos rios.



Fonte: RADAMBRASIL (1981) Folhas SB 24/25
Jaguaribe/Natal



Figura 6

2.3 Condições Hidroclimáticas

O município de Jaguaribe está sob influência do regime climático semi-árido com temperaturas que variam de 26° a 28° (IPECE, 2005).

A ocorrência de chuvas na área acontece de modo gradativo por influência de diferentes sistemas atmosféricos atuantes: Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS) e Zona de Convergência Intertropical.

Entre os meses de janeiro e fevereiro, tem-se a incidência dos VCAS que se formam no oceano Atlântico com trajetória normalmente de leste para oeste. Os VCAS são um conjunto de nuvens que, observado pelas imagens de satélite, têm a forma aproximada de um círculo girando no sentido horário. Na sua periferia há formação de nuvens causadoras de chuva abundante e no centro há movimentos de ar de cima para baixo (subsistência), aumentando a pressão e inibindo a formação de nuvens (Figura 7).

A partir do mês de fevereiro, tem-se ação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), principal sistema meteorológico causador de chuvas sobre o setor norte do Nordeste brasileiro.

De acordo com Ferreira & Mello (2005), a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) pode ser definida como uma banda de nuvens que circunda a faixa equatorial do globo terrestre, formada principalmente pela confluência dos Ventos Alísios do hemisfério norte com os Ventos Alísios do hemisfério sul, em baixos níveis. O choque entre eles faz com que o ar quente e úmido ascenda e provoque a formação das nuvens. A migração sazonal para posições mais ao sul (2° a 4° S) entre os meses de fevereiro a abril, é a principal causa das chuvas na região nesse período. (Figura 8).

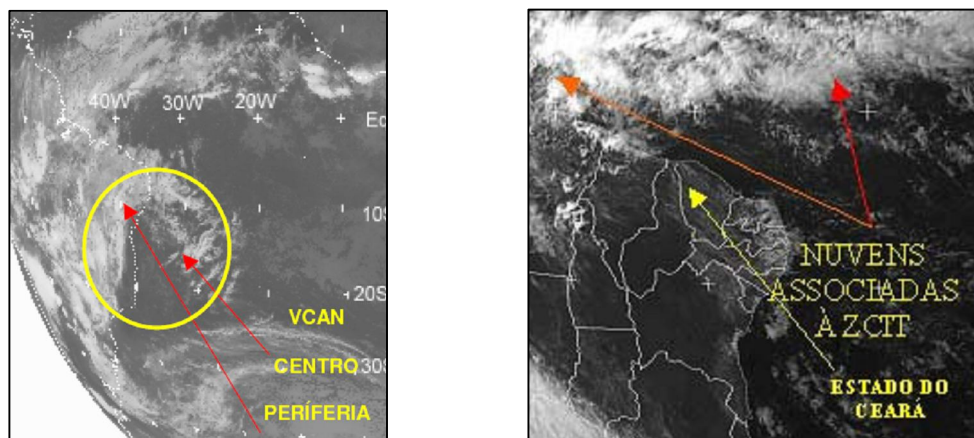


Figura 7 - Imagem do satélite METEOSAT-7 mostrando uma Linha de Instabilidade desde o litoral do estado do Maranhão até o Estado do Rio Grande do Norte.

Figura 8 - Zona de Convergência Intertropical-ZCIT mostrada através das imagens do satélite METEOSAT-7

Fonte: Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME.

A incidência desses Sistemas Atmosféricos atuantes no município de Jaguaribe pode ser observada na Tabela 1. No início do ano (janeiro e fevereiro) percebe-se um aumento considerável de chuvas em todos os postos em comparação ao final do ano. Este aumento da pluviometria deve-se à incidência dos VCAS acima comentado.

De fevereiro à maio, devido a ação da ZCIT, as chuvas representam cerca de 75% de toda a precipitação anual, sendo o mês de março, do posto Curral novo em Jaguaribe, o com maior índice (211,4 mm). Os meses de Agosto, Setembro, Outubro e Novembro são os mais secos com cerca de 16,8 mm precipitados no total.

Observa-se que a média anual das precipitações no município de Jaguaribe e adjacências fica em torno de 800 mm. Na porção leste, municípios de Pereiro e Iracema, este índice é mais elevado, chegando a 1100 mm. Este fato é justificado pela condição serrana da área (Serra do Pereiro) que permite a ocorrência de chuvas de natureza orográfica. Na figura 9 observa-se a distribuição espacial das chuvas.

A Tabela 2 mostra as taxas de evapotranspiração real, potencial, *déficit* hídrico, etc derivados do cálculo do balanço hídrico. Segundo os dados obtidos, as taxas de evapotranspiração são altas (em torno de 800 mm) devido à forte insolação que ocorre durante o ano inteiro. (Figura 10). As taxas de evapotranspiração potencial são em geral o dobro do total precipitado.

De uma maneira geral, a irregularidade das chuvas aliada às altas taxas de evaporação, justificam elevados “déficits” no balanço hídrico e configuram insuficiência de água para as lavouras de Jaguaribe. O numero de meses secos é em geral de 8 ou 9 meses por ano.

Tabela 2 – Dados climáticos de 11 postos pluviométricos da área de estudo

Posto	Município	Média Chuva	Evapotranspiração Real	Evapotranspiração Potencial	Déficit Hídrico	Excedente Hídrico	Meses Secos	Índice de Aridez
Bom Jardim	Jagaretama	792	792	1756	964	0	9	0,45
Velame	Jaguaribara	780	780	1789	1009	0	9	0,44
Aningas	Jaguaribara	748	748	1789	1041	0	9	0,42
Curral Novo	Jaguaribe	819	819	1808	989	0	8	0,45
Cangati	Solonópole	733	733	1725	992	0	9	0,42
Solonópole	Solonópole	925	925	1806	881	0	9	0,51
Tataíra	Solonópole	802	802	1699	897	0	9	0,47
Orós	Orós	946	946	1698	752	0	8	0,56
Cruzeirinho	Icó	733	733	1725	992	0	9	0,42
Pereiro	Pereiro	924	924	1625	701	0	9	0,57
Ema	Iracema	1103	902	1204	302	201	7	0,92

Na figura 11 percebe-se as conseqüências das altas taxas de evapotranspiração que provocam déficits hídricos (acima de 700 mm) para o município de Jaguaribe.

Em relação ao Índice de Aridez, observa-se que a área de estudo localiza-se em sua maioria sob o domínio do semi-árido e ao leste sob o domínio do sub-úmido seco, ambas as categorias são enquadradas pela UNEP, 1991 como susceptíveis aos processos de desertificação. (Figura 12)

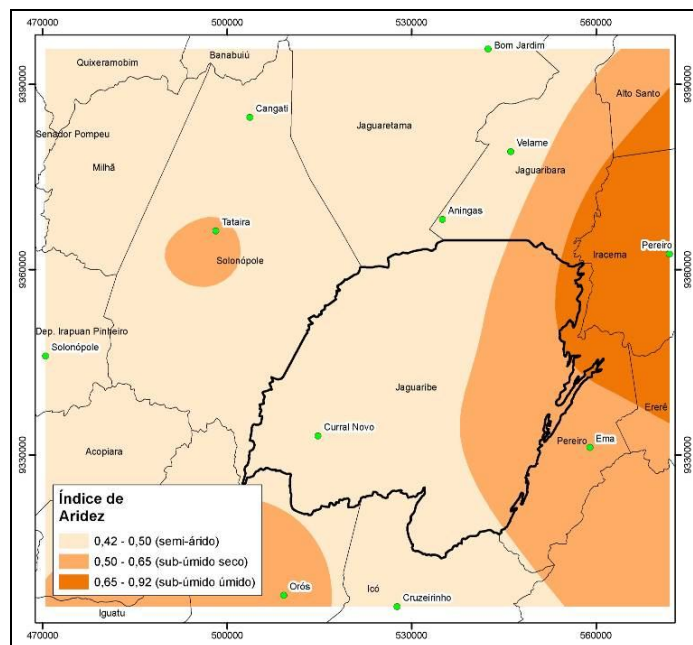


Figura 12 – Índice de Aridez da área de estudo

Em relação aos recursos hídricos da área de estudo, além do rio Jaguaribe (Figura 13), pode-se mencionar ainda como expressivos, os riachos Jutubarana (ou Feiticeiro), Jatobá e Manoel Dias Lopes. Em termos de açudagem no município, destacam-se os açudes de Feiticeiro e Nova Floresta (IBGE, 1999).

No que diz respeito aos recursos hídricos subterrâneos, a área encontra-se predominantemente sobre o escudo cristalino que possui um baixo potencial hidrogeológico devido à baixa porosidade das rochas. O lençol freático é formado pelas águas que se infiltram no embasamento cristalino através de fraturas e fendas, ocorrendo de forma descontínua e de pouca extensão e muitas vezes, devido ao clima semi-árido, com grande presença de sais.

Os depósitos aluvionares, representados por sedimentos areno-argilosos que margeam as calhas dos principais rios e riachos, apresentam, em geral, uma boa alternativa como manancial, tendo uma alta importância do ponto de vista hidrogeológico.

De acordo com levantamentos realizados pela CPRM em 2000, existem cadastrados, no município 70 poços, sendo 69 destes, localizados no embasamento cristalino e apenas 1 nos depósitos aluvionares.



Figura 13 – Rio Jaguaribe (Nov /2006)

2.4 Solos e Cobertura Vegetal

A origem dos solos está associada ao condicionante climático, a litologia e ao relevo. Embora em Jaguaribe tenha-se a predominância de rochas cristalinas e relevo aplainado, estas possuem grandes variações químicas e mineralógicas traduzidas em diferentes composições de solo.

Na área de estudo, foram identificados de acordo com o Levantamento Exploratório de solos do Estado do Ceará (JACOMINE, 1973), quatro associações de solos (Tabela 3 e Figura 14):

Tabela 3 – Associações de solo e distribuição na área de estudo

<i>Associações Jacomine (1973)</i>	<i>Classificação Embrapa (1999)</i>	<i>Distribuição na área %</i>
Bruno não Cálcicos Indiscriminados + Litólicos Eutróficos + Planossolo Solódico.	Luvissolos Crômicos + Neossolos Litólicos + Planossolo Solódico	45,55
Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico + Litólicos Eutróficos	Argissolos Vermelho Amarelo Eutróficos + Neossolos Litólicos	10,33
Litólicos Eutróficos e Distróficos + Afloramentos de Rocha + Solonetz Solodizado	Neossolos + Afloramentos de Rocha + Solonetz Solodizado	35,08
Litólicos Eutróficos + Bruno Não Cálcico + Aforamento de Rocha	Neossolos Litólicos + Luvissolos Crômicos + Afloramentos de Rocha	9,04

Os Luvissolos Crômicos são solos com horizonte B textural, não hidromórficos, com argila de atividade alta. São moderadamente profundos a rasos, tendo seqüência de horizonte A, Bt e C, com mudança textural abrupta do A para o B. É muito comum nas áreas destes solos, a presença de pedregosidade superficial, constituída por calhaus e por vezes matações de quartzo, caracterizando um pavimento desértico. São bastante susceptíveis à erosão laminar. Este solos, geralmente são aproveitados com pecuária que é realizada de modo extensivo em meio à vegetação natural da caatinga e plantação de algodão. São solos de alta fertilidade natural e com bastante reserva mineral que constitui fonte para as plantas, porém estão situados em clima semi-árido e tem com limitação as baixas e irregulares precipitações pluviométricas. São encontrados em grande extensão em Jaguaribe sob um relevo suave ondulado oriundos de materiais de alteração dos gnaisses, biotitas-gnaisses e micaxistos. Nessa região evidencia-se o truncamento destes associados aos neossolos e a exposição de afloramentos rochosos e chão pedregosos (DNOCS, UFC & CETREDE, 2004)

Os Planossolos Solódicos compreendem solos com horizonte B textural, normalmente com argila de atividade alta. São solos que tem horizonte A, Bt e C, em geral moderadamente profundos a rasos, imperfeitamente drenados, de baixa permeabilidade. São bastante susceptíveis à erosão, apresentando ligeiro excesso

de água no curto período chuvoso e um grande ressecamento no período seco. Estes solos são utilizados geralmente à extração de carnaúba, e pastagens com pecuária. São aproveitados também em pequena escala com culturas de milho e feijão. Localizam-se associados aos luvisolos nas áreas planas próximo às planícies fluviais.

Os Argissolos Vermelho Amarelo Eutróficos são solos com horizonte B textural, não hidromórficos, com argila de atividade baixa e coloração avermelhada. Apresentam perfis bem diferenciados, tendo seqüência de horizontes A, Bt e C. No Ceará, o horizonte A destes solos apresenta-se fraco a moderadamente desenvolvido, perfis comumente profundos ou muito profundos. O uso destes solos restringe-se as culturas de subsistência, tais como mandioca, milho, feijão.

Os Neossolos Litólicos compreendem solos pouco desenvolvidos, rasos a muito rasos, apresentando sequência de horizontes A, C, R ou A, R. Apresentam, geralmente bastante pedregosidade e rochosidade na superfície. A pouca utilização agrícola destes solos decorre das limitações pela deficiência de água. Devido à boa fertilidade, em geral, são utilizados com culturas de subsistência (milho e feijão). Ocorrem em grande parte do município, tanto em relevos planos como montanhosos.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
Mestrado Acadêmico em Geografia - MAG
Pró-Reitoria de Pós Graduação e Pesquisa - PROPGPQ

MAPA PEDOLÓGICO - JAGUARIBE /CE

Convenções Cartográficas

- Limite Municipal
- Rodovias
- Localidades
- Apúdes
- Zona Urbana
- Rios e Riachos
- Toposssequência

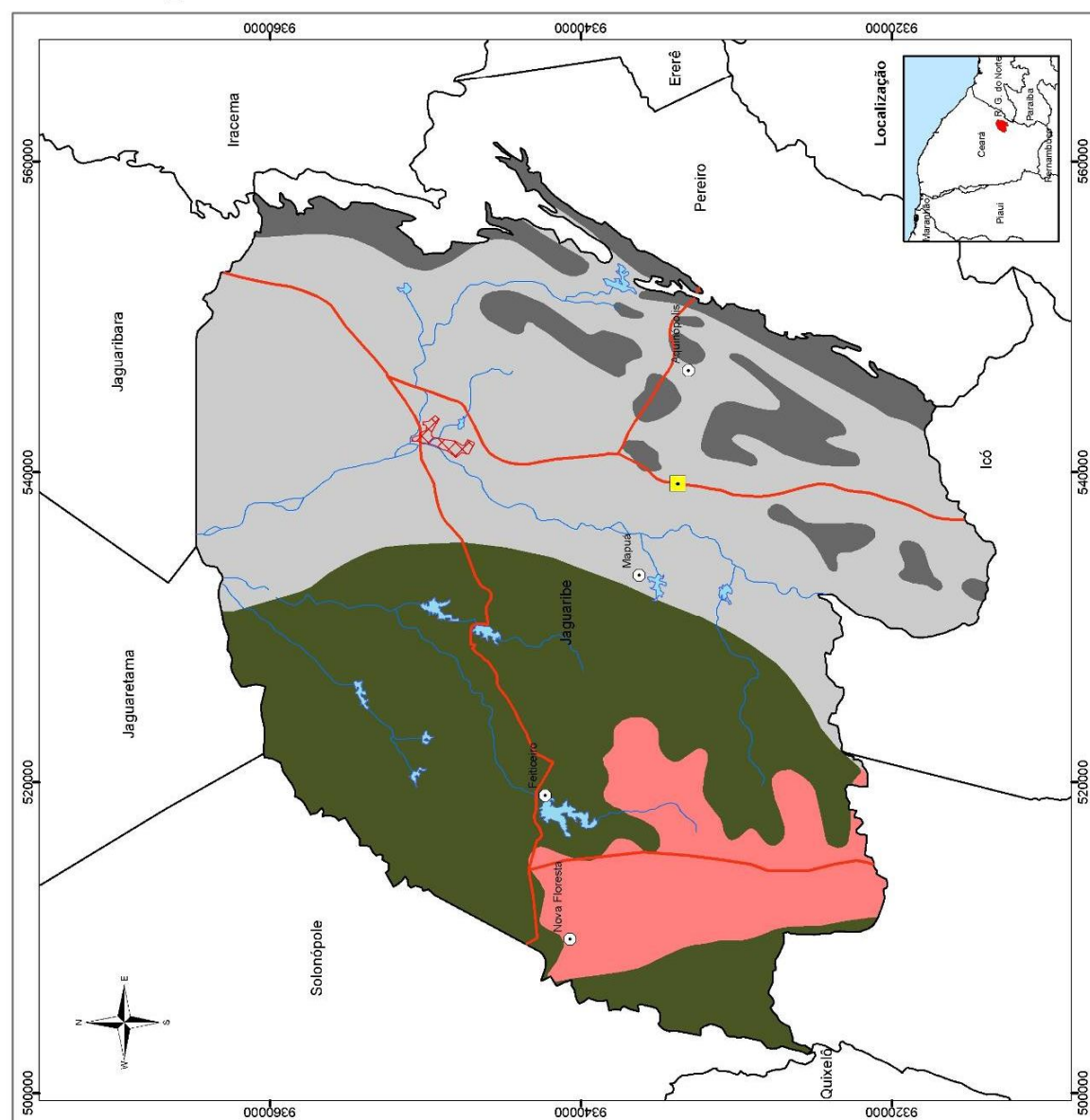
Legenda

- Luvisolos Crômicos + Neossolos Litólicos + Planossolo Solódico
- Argissolos Vermelho Amarelo Eutróficos + Neossolos Litólicos
- Neossolos + Afloramentos de Rocha + Solonetz Solidizado
- Neossolos Litólicos + Luvisolos Crômicos + Afloramentos de Rocha

Fonte: Mapa Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará (Jacomine, 1973)



Figura 14



Quanto à cobertura vegetal, são encontradas na área às seguintes unidades (DNOCS, UFC & CETREDE 2004):

- Frutíceto Estacional Caducifólio Xeromórfico (Caatinga Arbustiva)

A caatinga caracteriza-se por ser uma formação vegetal xérica, garrachenta, por vezes com plantas espinhosas, suculentas ou afilas, com acentuado aspecto tropofítico, dada sua caducifólia no estio, e variando entre o padrão arbóreo e o arbustivo (Fernandes, 2000)

A caatinga arbustiva ocupa as maiores extensões de terra da depressão sertaneja do município de Jaguaribe. Em sua maioria, esta unidade vegetacional se deriva da degradação antrópica da caatinga arbórea ou ainda de fatores edáficos, hídricos, topográficos e mesoclimáticos limitantes (DNOCS, UFC & CETREDE, 2004).

As principais espécies encontradas na caatinga arbustiva são: espinheiro – preto (*Acácia glomerosa*), pereiro (*Aspidoderma pirifolium*), câmara (*Lantana câmara*), feijão bravo (*Capparis flexuosa*), marmeleiro (*Cróton sonderianus*), jurema-preta (*Mimosa hostilis*). Em áreas com alto nível de degradação, a sucessão vegetal muitas vezes apresentam-se quase monoespecífica, onde predominam a jurema branca (*Piptadenia stipulacea*) e o marmeleiro (*Cróton Sonderianus*).

- Arboreto Climático Estacional Caducifólio Xerofílico (Caatinga Arbórea)

Segundo DNOCS, UFC & CETREDE (2004), a distribuição da Caatinga Arbórea no sertão do Médio Jaguaribe vincula-se principalmente às áreas conservadas seja por questões fundiárias, restrições de acessibilidade e outros fatores vinculados à intensidade de uso e ocupação. Estas ocupam as áreas mais elevadas, principalmente nas cristas residuais à leste e sudoeste do município.

A Caatinga arbórea apresenta em sua composição fisionômica três extratos: o arbóreo predominante, o arbustivo e sub-arbustivo e o gramíneo herbáceo. Compõem o extrato arbóreo: pau-branco (*Auxema oncolayx*), angico (*Anadenanthera macrocarpa*), pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), jurema preta (*Mimosa tenuiflora*) e juazeiro (*Ziziphus*

joazeiro). Quanto ao extrato arbustivo e sub arbustivo, o mesmo é constituído floristicamente pelas mesmas espécies da Caatinga Arbustiva.

- Arboreto Edáfico Fluvial (Vegetação de Várzea)

Desenvolve-se principalmente nas planícies fluviais e flúvio lacustres, principalmente ao longo do Rio Jaguaribe. Essas áreas apresentam-se constantemente inundadas durante o período chuvoso e ressecadas durante a estiagem.

Tradicionalmente, essas áreas foram ocupadas pelo extrativismo vegetal através da retirada da cera e palha de carnaúba, pela pecuária extensiva e agricultura de subsistência.

As principais espécies presentes nessa unidade são: carnaubeira (*Copernicia prunifera*), arapiraca (*Chloroleucon foliolosum*), pajeú (*Triplaris gardneriana*), jurema preta (*Mimosa hostilis*), jurema branca (*Piptadenia stipulacea*) e joazeiro (*Ziziphus joazeiro*).

2.5 Unidades Geoambientais

O município de Jaguaribe foi compartimentado em cinco unidades geoambientais (Figura15):

- Planície Fluvial;
- Maciços Residuais;
- Planalto Sertanejo;
- Depressão Sertaneja com incidência de Luvisolos, Neossolos Litólicos, Planossolo Solódico;
- Depressão Sertaneja com incidência de Neossolos Litólicos, Afloramento de Rochas e Planossolo.

Abaixo, as características das unidades e sua ecodinâmica:

Quadro 5 – Unidades Geoambientais do município de Jaguaribe

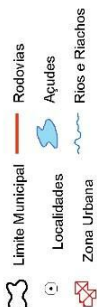
Unidade Geoambiental	Características	Ecodinâmica da Paisagem
Planície Fluvial	Formas locais características da acumulação fluvial, do rio Jaguaribe sujeitas a inundações periódicas. É representada por areias finas a grosseiras, incluindo cascalhos e argilas com matéria orgânica em decomposição. Bordejado por mata ciliar com carnaúbas e oiticicas e ocupadas com atividades agrícolas, devido ao aporte hídrico e aos solos de alta fertilidade natural (Neossolos Fluvicos)	Ambiente de Transição
Cristas Residuais	Formadas por litotipos variados, pertencentes ao complexo cristalino Pré-Cambriano. São superfícies serranas ou encostas forte a medianamente dissecadas em feições de cristas, colinas lombadas, intercaladas por vales em V. Compostas por granitos finos a grosseiros com coloração variando entre cinza, cinza claro e róseo. Predominância de Neossolos Litólicos e Luvisolos capeados por vegetação de caatinga arbóreo - arbustiva.	Ambiente Fortemente Instável
Planalto Sertanejo	Situado na porção sudoeste do município de Jaguaribe. Representam zonas de falha e se refletem no relevo através de alinhamentos de cristas, geralmente paralelas entre si. Predominam os argissolos vermelho amarelo eutrófico e neossolos litólicos, capeados por vegetação caatinga arbóreo-arbustiva degradada.	Ambiente de Transição com Tendência à Instabilidade
Depressão Sertaneja com incidência de Luvisolos, Neossolos Litólicos e Planossolo	Área rebaixada e predominantemente aplainada dissecada em rochas do embasamento cristalino com predominância de luvisolos, neossolos litólicos e planossolo solódico revestidos por caatinga arbustiva degradada.	Ambiente de Transição com Tendência à Instabilidade
Depressão Sertaneja com incidência de Neossolos Litólicos, Afloramento de Rochas e Planossolo	Área rebaixada e predominantemente aplainada dissecada em rochas do embasamento cristalino com predominância de neossolos litólicos e luvisolos revestidos por caatinga arbustiva degradada.	Ambiente de Transição com Tendência à Instabilidade.



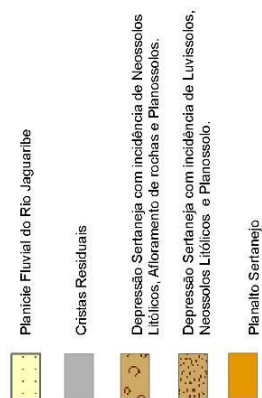
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
Mestrado Acadêmico em Geografia - MAG
Pró-Reitoria de Pós Graduação e Pesquisa - PROPGPQ

UNIDADES GEOAMBIENTAIS - JAGUARIBE /CE

Convenções Cartográficas



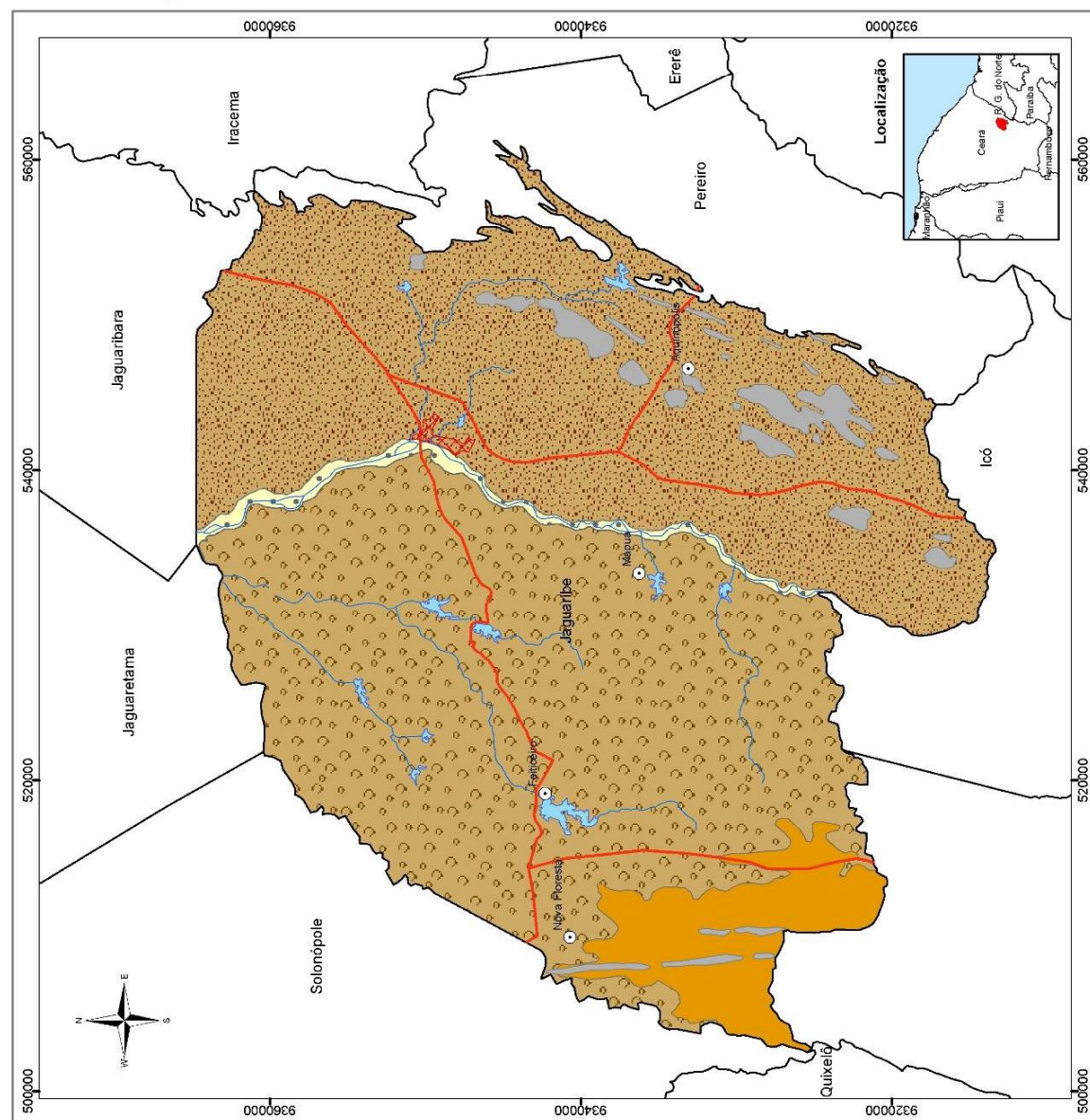
Legenda



Baseado em :
- Mapa Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará (Jacomine, 1973)
- Mapa Geológico e Geomorfológico (RADAMBRASIL, 1981)
- Imagem de Satélite CBERS-2 (2006)



Figura 15



3 - HISTÓRICO DE USO E OCUPAÇÃO DE JAGUARIBE

3.1 Histórico de uso e ocupação e seus reflexos da estrutura fundiária

O processo de distribuição das terras no Brasil está intimamente ligado ao modelo econômico adotado pelos colonizadores portugueses.

A etapa do desenvolvimento do capitalismo europeu na qual se deu a colonização do Brasil caracterizava-se pelo comércio, voltando-se para a busca de novas fontes de produtos e de novos mercados. Isso significa que, desde o início, a colonização foi realizada com o intuito de tornar a colônia uma fonte produtora de riquezas que alimentassem a economia metropolitana e européia e promovessem a sua acumulação capitalista.

No processo de ocupação do Nordeste brasileiro pelos colonizadores, as terras eram doadas em sesmarias a fidalgos portugueses, que aqui chegavam ou delegavam a outrem o direito a ocuparem as terras então recebidas.

A Lei das Sesmarias, criada em 1575 teve como objetivo tornar o território ocupado, protegê-lo contra os invasores, desenvolvê-lo e torná-lo um pagador de tributos para Portugal. Tinha também o objetivo de fazer progredir a agricultura que estava abandonada em razão das lutas internas. Como se produzia pouco, os preços eram altos, dificultando o acesso ao consumo.

Segundo essa lei, o proprietário tinha obrigação de cultivar a terra, podendo, porém ceder partes a terceiros. Recebiam a sesmaria homens ligados à nobreza em Portugal ou militares e navegantes, como recompensa de vitórias ou serviços prestados à coroa portuguesa.

As primeiras sesmarias concedidas no Ceará foram nas regiões ribeirinhas dos rios Jaguaribe e Acaraú. Após a expulsão dos holandeses, o processo de expansão se intensificou, as sesmarias foram se multiplicando e aos poucos foram ocupando todo território da capitania, sempre a partir do curso dos rios, principalmente o Jaguaribe, Banabuiú e Acaraú. A atividade econômica praticada

nas novas terras ocupadas era exclusivamente a pecuária, chegando algumas fazendas a ter milhares de reses.

A influência deste sistema explorador e exportador baseou-se em latifúndios, atravessou séculos e estende-se até hoje. Isto está, de certa forma, entre as causas do subdesenvolvimento no Brasil e nos países do Terceiro Mundo em geral e dos atuais níveis de degradação das terras agricultáveis.

Os reflexos desse sistema de exploração no município de Jaguaribe são facilmente observados quando se analisa a atual distribuição de terras na área, Conforme a Tabela 4, os minifúndios e as pequenas propriedades possuem o maior número de imóveis (1.217) e ocupam grande parte da área (cerca de 41%). Em contrapartida, a grande propriedade compreende apenas 19 imóveis, mas corresponde a mais de 22% da área de Jaguaribe. A média propriedade, com 106 imóveis ocupa 37% da área.

Tabela 4 – Distribuição das terras do município de Jaguaribe

<i>Categoria de Imóvel</i>	<i>Nº de Imóveis</i>	<i>Área Registrada (ha)</i>	<i>% em relação à área total</i>
Minifúndio	896	18.787,9	14,64
Pequena Propriedade	321	34.722,2	27,06
Média Propriedade Produtiva	31	14.618,6	11,39
Média Propriedade	75	31.568,9	24,60
Grande Propriedade Produtiva	14	22.775	17,75
Grande Propriedade	5	5.829,8	4,54
Total	1.342	128.302,40	100

Fonte: INCRA, 2007

À semelhança do que ocorre em quase todo o interior do Estado, a economia do município de Jaguaribe é predominantemente vinculada ao setor primário. Entretanto, a estrutura fundiária baseada na concentração de terras em poder de poucos proprietários reduz a condição de sobrevivência dos pequenos proprietários e trabalhadores rurais.

O pequeno agricultor sem espaço de terra suficiente passa a exaurir os recursos de sua gleba, sem o uso de técnicas conservacionistas. Esse manejo tem

repercussões negativas sobre o meio ambiente e implica, em muitos casos, na perda da biodiversidade e diminuição da produtividade ao longo dos anos.

3.2 Binômio Gado - Algodão

A ocupação do município de Jaguaribe vinculou-se principalmente à expansão da pecuária, com gado trazido das capitanias vizinhas, por colonizadores que requereram as sesmarias interioranas.

A introdução do gado no Ceará foi movida à esperança de encontrar boas pastagens para a criação, já que a região não oferecia condições favoráveis para a implementação dos latifúndios açucareiros, nem de ouro ou diamante. Assim, os colonizadores vinham da Paraíba, Pernambuco ou Alagoas pelo Sul e se espalhavam nas ribeiras ou vales de rio. Outro fator que “empurrou” os colonizadores para o interior do sertão foi a expansão da cultura canavieira, amparada pela lei de 1701, que proibia a criação de gado num raio de dez léguas dos plantios da cana (BARROSO, 1962).

O impulso dado à agricultura, notadamente do algodão, em virtude do crescimento da população européia e do desenvolvimento da Revolução Industrial na Inglaterra também teve grande influência para a ocupação da vale do Jaguaribe.

O binômio gado-algodão foi de fundamental importância para o povoamento e fixação do colonizador no sertão cearense. O desenvolvimento da lavoura algodoeira não fez desaparecer a pecuária extensiva. Elas coexistiram e ao lado da expansão da lavoura do algodão o homem do sertão pôs-se cada vez mais à procura de maiores áreas para a criação de gado.

Foi nesse contexto que surgiram as primeiras povoações que mais tarde se transformaram em vilas e cidades: Crato, Lavras da Mangabeira, Cachoeira e Icó. Posteriormente ocuparam as zonas do Banabuiú, Quixeramobim e Jaguaribe, pelo curso do qual chegaram até o Aracati. (BARROSO, 1962).

Em Jaguaribe, os primeiros colonizadores estabeleceram-se no início do século XVIII, sendo o Capitão João da Fonseca Ferreira, proprietário da Fazenda Santa Rosa desde 1697, um dos pioneiros.

A criação do município só ocorreu em 1833 apesar de existir um povoamento desde o início do século XVIII. O nome do município foi simplificado de Jaguaribe-Mirim para Jaguaribe, de acordo com o Decreto-Lei Estadual no. 448, de 20 de dezembro de 1938. A cidade de Jaguaribe recebeu o mesmo nome do rio que corta suas terras. A maioria dos historiadores cearenses atribui o nome do rio Jaguaribe à existência abundante de onças na região. A melhor interpretação é a indicada por Barão de Studart: "Jaguar (onça) + Y, de YG (água) + be ou pe (no) isto é, no Rio das Onças.

A saga pela ocupação dos sertões formaram verdadeiros corredores de passagem para o adentramento e fixação do gado. O gado que entrava no Ceará colonial vinha pelas seguintes rotas: a do Sertão de Fora, dominada por pernambucanos, vindo pelo litoral, saindo de Pernambuco em direção ao Maranhão, e a do Sertão de Dentro, controlada por baianos, vindos pelo interior, abrangendo a região que vai do médio São Francisco ao Rio Parnaíba (Figura 16).



Figura 16 – Rotas da Expansão Pecuarista no Nordeste
Fonte: FARIAS, 1997

O comércio do gado desenvolveu-se, assegurando prosperidade especialmente para os entrepostos comerciais, como a então vila do Icó (1736), local

de parada e negociação das boiadas. Além do comércio do gado, Icó também abastecia o sertão com mercadorias vindas de Aracati, transportadas em carros de boi.

O algodão já era cultivado pelos índios antes da chegada dos portugueses. Com a colonização, passou a fazer parte da economia de subsistência em todo o Brasil, como matéria prima para a fabricação doméstica de tecidos para os mais pobres, especialmente para os escravos. (FARIAS, 1997)

Entretanto, a partir do último quarto do século XVIII, aconteceu um extraordinário aumento do plantio de algodão na colônia em consequência das exigências do mercado externo, que requeria o produto para atender a demanda das indústrias têxteis, sobretudo as da Inglaterra, palco da maior Revolução Industrial. (FARIAS, 1994)

“Cobriu-se de algodoais; derribavam-se as matas seculares do litoral às serras, das serras ao sertão. O agricultor, com o machado em uma das mãos e o facho n’outra, deixava após si ruínas enegrecidas. Os homens descuidavam-se da mandioca e dos legumes, as próprias mulheres abandonavam os teares pelo plantio do precioso arbusto; era uma febre que a todos alucinava, a febre da ambição [...] Durante a safra, o comércio da capital apresentava uma animação extraordinária nas ruas e praças cheias de animais que tinham transportado do interior os fardos de algodão; lojas apinhadas de comboieiros, de freteiros, de donos de mercadorias, cada qual com seu rol de encomendas, a comprar o necessário e o supérfluo.” Raimundo Girão.

A hegemonia da cultura do algodão durou cerca de um século e meio, sendo durante esse tempo o pilar principal da economia cearense. Os lucros do algodão, contudo, reduziram-se drasticamente quando se restabeleceram a paz e a produção norte americana (década de 1870). O algodão cearense sofreu forte impacto devido à baixa dos preços, conquanto continuasse a ser o mais importante produto local e um fator de prosperidade para Fortaleza, que nessa época se consolidou como centro político e econômico do Ceará. (FARIAS, 1997).

A partir de 1980, quando da chegada da praga do bicudo, responsável por sérios prejuízos às plantações algodoeiras cearenses, mudou-se o padrão de ocupação da terra. O cultivo passou a ter caráter de subsistência, com as culturas do

milho e feijão, além das atividades agropecuárias praticadas em menor escala daquela vista no tempo da ocupação.

3.3 Quadro Sócio-Econômico Atual

Segundo o último censo do IBGE (2000), a população total do município de Jaguaribe é de 35.062, o que corresponde a aproximadamente 0,47% da população cearense. Deste total, a grande maioria vive na zona urbana (60%).

Em relação às atividades econômicas, destaca-se as atividades agropecuárias e as atividades industriais e comerciais.

Atividades Agropecuárias

Segundo dados do IBGE (1996), a maior parte dos estabelecimentos agropecuários é ocupada por matas naturais e plantadas localizadas principalmente em as áreas de altitude mais elevada. Em segundo lugar aparecem as pastagens naturais e artificiais onde se desenvolvem as atividades da pecuária. Em seguida aparecem as atividades da lavoura, importantes também para a geração de renda para o município (Tabela 5).

Tabela 5 – Utilização das terras do município de Jaguaribe

<i>Utilização</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>%</i>
Matas naturais e plantadas	33.157	42,5
Pastagens naturais e artificiais	15.839	20,3
Lavouras permanentes e temporárias	13.268	17,0
Lavouras em descanso e produtivas não utilizadas	15.695	20,1
Total	77.959	100,0

Fonte: Censo Agropecuário, IBGE, 1996

A pecuária praticada tem o predomínio da bovinocultura de leite, da ovinocultura e do criatório de caprinos e suínos (Quadro 6). O nível técnico da

pecuária praticada não é muito satisfatório, embora boa parte dos pecuaristas efetue o controle profilático no rebanho. Na há políticas públicas para a promoção da assistência técnica e extensão rural capaz de auxiliar o agricultor. A alimentação do rebanho é realizada predominantemente em regime de campo e de forma extensiva.

Quadro 6 - Efetivos da Pecuária em Jaguaribe

<i>Município</i>	<i>Bovinos</i>	<i>Equinos</i>	<i>Ovinos</i>	<i>Caprinos</i>	<i>Suínos</i>	<i>Aves</i>
Jaguaribe	39.961	1.985	34.836	10.053	6.884	66.702
Ceará	2.205.954	134.577	1.606.914	784.894	1.025.109	20.840.306

Fonte: Anuário Estatístico do Ceará, 2001. Fortaleza, IPLANCE, 2002.

A agricultura encontra-se centrada no cultivo de subsistência em sua grande maioria, onde o milho e o feijão prevalecem como principais culturas perfazendo um total de 7.045 hectares plantados. Em seguida aparece o algodão que já teve seu apogeu até a década de 70, mas que hoje representa apenas 750 ha plantados. São cultivados ainda o arroz e a castanha de caju em pequenas áreas. (Quadro 7)

Quadro 7 – Área plantada de Jaguaribe (hectares)

<i>Município</i>	<i>Algodão</i>	<i>Arroz</i>	<i>Cana de Açúcar</i>	<i>Feijão</i>	<i>Milho</i>	<i>Castanha</i>
Jaguaribe	750	380	26	4.910	2.135	368
Ceará	95.089	58.592	34.535	569.777	612.976	347.152

Fonte: Anuário Estatístico do Ceará, 2001. Fortaleza, IPLANCE, 2002

Indústria e Comércio

Segundo o IPLANCE, em 2000, o setor secundário era composto predominantemente pela Indústria de Transformação, com 102 estabelecimentos, sendo a grande maioria centrada nos segmentos de Vestuário, Calçados, Artefatos de Tecidos, Couros e Peles e ainda Produtos Alimentares.

O setor comercial era composto, em 2000, por 506 estabelecimentos, sendo observado o predomínio do segmento de Produtos de Gênero Alimentício e em seguida Vestuário, Tecidos, Calçados, Armarinho e Miudezas.

4 – DIAGNÓSTICO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE JAGUARIBE

Através do estudo climático realizado nesta pesquisa, ficou constatado que as características climáticas têm grande importância para a evolução natural da paisagem do município de Jaguaribe, contribuindo para a formação de diferentes relevos e agindo sobre as características hidrológicas, pedológicas e fitogeográficas.

A análise do clima revelou que apesar de a quantidade de água precipitada apresentar índices mais elevados que em outras áreas semi-áridas, ela se dá de forma concentrada em alguns meses do ano (fevereiro a maio) enquanto que nos outros meses acontece de forma escassa. Essa concentração pluviométrica das chuvas e a elevada temperatura conferem um déficit hídrico que repercute em todos os elementos que compõe o complexo sistema físico – natural e humano.

Quanto à compartimentação da área, a maior parte encontra-se sob o domínio geomorfológico da depressão sertaneja. Nesses ambientes, devido ao clima quente e seco, os processos erosivos são ocasionados principalmente pelas elevadas alternâncias térmicas diárias. Neste contexto, é de extrema importância considerar a composição das rochas.

A análise petrográfica realizada pelo Laboratório de Petrografia da UFC, classificou a rocha coletada como sendo um Gnaisse (ver relatório completo em anexo). Segundo a análise, os cristais da rocha exibem granulação de fina a muito fina, tendo como componentes essenciais o quartzo, feldspato alcalino, plagioclásio, biotita e, como acessório a muscovita, apatita, opacos, minerais do grupo do epidoto e sericita.

A Figura 17 mostra a fotografia da amostra da rocha analisada em corte transversal. Os feldspatos correspondem a pontuações esbranquiçadas, enquanto que as escuras, correspondem as biotitas.

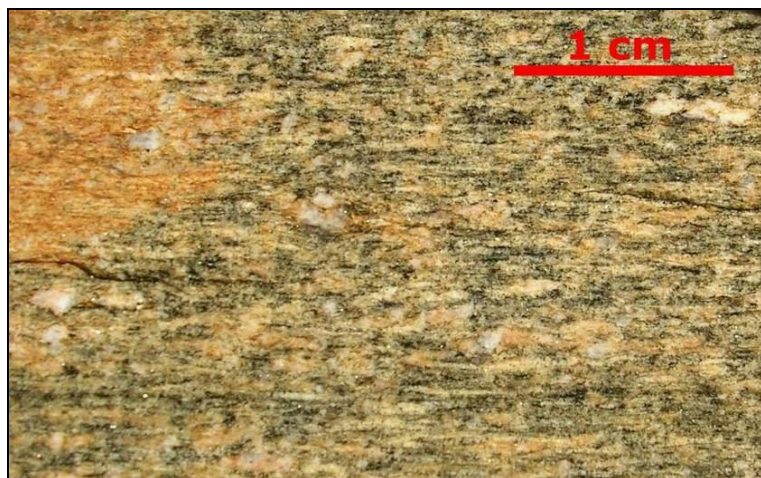


Figura 17 – . Fotografia da amostra de rocha analisada em corte transversal no estado úmido.

A litologia predominante no município de Jaguaribe é constituída por gnaisses. Nessas rochas, a desagregação superficial é intensificada principalmente pelas variações de temperatura e podem sofrer descamação, levando à formação de blocos e detritos rochosos.

As variações de temperatura durante todo o ano, aliada a uma baixa capacidade de proteção à superfície por parte da vegetação da caatinga fortalece o empenho erosivo do escoamento superficial durante o período chuvoso.

Acompanhando o caimento topográfico, as chuvas torrenciais dão origem ao escoamento superficial difuso mobilizando assim os detritos derivados da desagregação mecânica através de um processo seletivo. O material grosseiro permanece na periferia dos relevos residuais enquanto que os mais finos são mobilizados a uma distância maior. Este processo justifica elevada frequência de lajedos e chãos pedregosos na área.

Os solos, fruto da ação combinada do clima, geologia e geomorfologia, organismos vivos e tempo, constituem uma unidade que reflete as variáveis ambientais em conjunto. Nos ambientes secos, como na área de estudo, a dinâmica climática inibe a velocidade dos processos químicos, originando assim solos rasos, pouco desenvolvidos, onde o principal processo pedogenético é mecânico.

Em Jaguaribe, os solos encontrados com maior frequência são os Luvisolos, Planossolos e Neossolos Litólicos. Estes são pouco desenvolvidos, de baixa profundidade e bastantes pedregosos.

O estudo da topossequência foi realizado na unidade mapeada por Jacomine (1973) como a associação Bruno não Cálcicos Indiscriminados (Luvisolos) + Litólicos Eutróficos (Neossolos Litólicos) + Planossolo Solódico (ver localização da vertente no mapa pedológico).

A geometria da topossequência (Figura 18) mostra que apesar do clima adverso, no setor a montante (Tr1 – Tr4), tem-se a presença de um solo com mais de 140 cm. Entretanto, no setor a jusante (Tr4 – Tr3), os solos variam entre 40 e 60 cm de profundidade.

As pontuações observadas na figura estão ao longo de toda a vertente representam minerais de quartzo e feldspato em sua maioria, os mesmos da rocha coletada. A presença desses grãos de minerais primários com estrutura petrográfica preservada comprova a baixa decomposição química da rocha. (Descrição dos perfis em anexo)

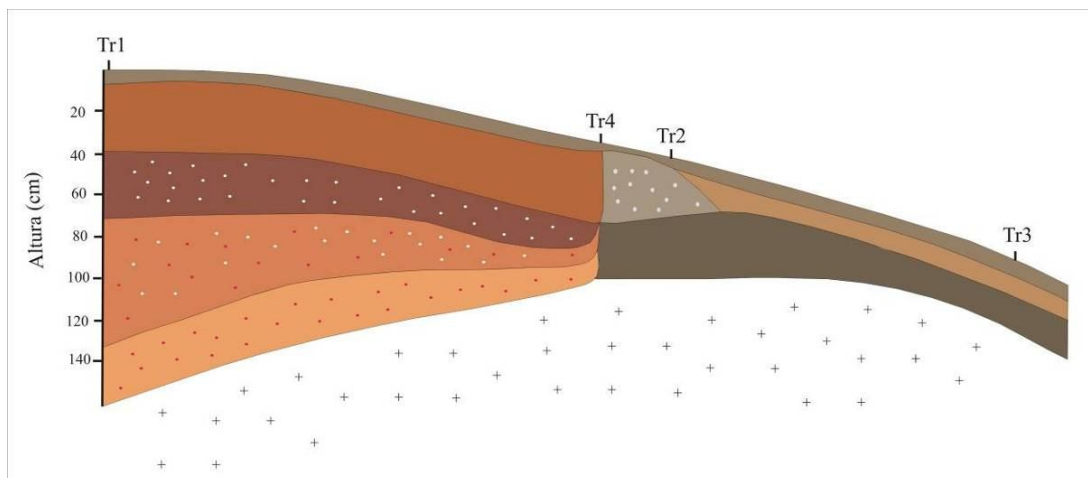


Figura 18 – Desenho da Topossequencia

Abaixo os perfis dos solos de cada trincheira (Figuras 19 a 22)



Figura 19 (à esquerda) – Perfil 1

Figura 20 a 22 (direita, de cima para baixo) – Perfil 4, Perfil 2 e Perfil 3

Apesar das condições naturais, estes solos apresentam boa fertilidade para as culturas de algodão, milho e feijão. Este fato, combinado com a disponibilidade hídrica ofertada pelo rio Jaguaribe, a geomorfologia expressa em terrenos suave ondulados e a boa adaptação do gado com a caatinga, foram os principais fatores para a utilização das terras durante a expansão pecuarista e posteriormente para o desenvolvimento da lavoura algodoeira.

Enquanto o clima, como mencionado anteriormente, tenha sido o principal agente modelador da paisagem do município de Jaguaribe, as ações antrópicas foram, sem dúvida, os principais agentes transformadores desse ambiente.

Alves, 2007 ressalta que com a introdução do homem no sistema semi-árido, aborda-se, obrigatoriamente, o problema das pressões que suas atividades diretas ou indiretas exercem sobre ele, que deixa de ser um complexo de relações entre

componentes bióticos e abióticos e se transforma em um geossistema, isto é, como um complexo natural, histórico e social.

Segundo Lustosa (2004), no Ceará, assim como nas regiões subdesenvolvidas em geral, as diversificações do quadro natural e as potencialidades de seus recursos naturais constituíram os fatores condicionantes fundamentais dos sistemas de uso da terra e que quando se trata das atividades primárias, os recursos naturais assumem um caráter primordial para a economia familiar.

De acordo com Lima (2006), o bioma da caatinga foi o primeiro a sofrer o intenso processo de antropização trazido pela colonização (a partir do século XVIII), tendo os recursos naturais explorados de forma imediatista e não sustentável. Desde então, a fauna e flora dessas áreas vem sendo afetadas pelas ações predatórias do homem em busca da sobrevivência (SOUZA, 2006)

Em Jaguaribe, a expansão pecuarista deu-se em função de terras férteis, principalmente ao longo do vale e seus afluentes. Para isso, milhares de hectares foram desmatados. Além disso, o gado era, e ainda é criado de forma extensiva, sendo o pisoteamento do rebanho um dos maiores impactos negativos. O pisoteamento do gado compacta e impermeabiliza muito o solo, diminuindo sua umidade e prejudicando as atividades microbiológicas da reciclagem da matéria orgânica.

O algodão, assim com o gado, exigiu o melhor dos recursos naturais necessários de maneira intensa e rápida. Foi cultivado em grande escala e sem técnicas adequadas. A ampliação das áreas agropastoris e aproveitamento das pastagens nativas e arbustos forrageiros foram acompanhadas por seguidos desmatamentos e queimadas constituindo um forte agente de degradação ambiental.

Nessa perspectiva Souza (2006) destaca que em geral, não há compatibilidade entre o uso e ocupação da terra com o regime de chuvas nem com as condições pedológicas e da biodiversidade. “Três séculos de atividades agrárias rústicas, centradas no pastoreio excessivo, e algumas décadas de ações deliberadas de intervenção antrópica, com acentuado crescimento demográfico paralelo, terminaram por acrescentar feições de degradação isolada nas paisagens sertanejas, sob a forma de ulcerações dos tecidos ecológicos regionais.”

O manejo excessivo das terras promoveu, em algumas áreas do município de Jaguaribe, a remoção da cobertura vegetal com conseqüente perda dos materiais mais finos acentuando os pavimentos detríticos oriundos da morfogênese. Em muitos casos o solo foi exumado aflorando a rocha, como se observa na Figura 23.



Figura 23 – Afloramento da rocha e pavimento grosseiro em Jaguaribe (março / 2007)

Os solos dessa área, devido a baixa capacidade de proteção por parte das caatingas ou quando totalmente expostos, são bastante vulneráveis à erosão quando da ocorrência das chuvas torrenciais que acontecem principalmente na quadra invernal .

Outro fator que fortalece o empenho erosivo por parte das chuvas é a pouca espessura dos solos. Os solos rasos de Jaguaribe permitem a rápida saturação dos horizontes superiores favorecendo o empenho das enxurradas.

Os processos erosivos nos solos podem se dar por escoamento laminar ou por concentração de fluxos de água (sulcos, ravinas e voçorocas)

A erosão laminar ocorre através do escoamento superficial difuso da água da chuva no solo, ocasionando uma perda progressiva dos horizontes superficiais. Os solos, por sua ação, tomam coloração mais clara, e a produtividade vai diminuindo progressivamente. A erosão laminar arrasta primeiro as partículas mais leves do solo, e considerando que a parte mais ativa do solo de maior valor, é a integrada pelas menores partículas, pode-se julgar os seus efeitos sobre a fertilidade do solo.

Este processo de erosão foi observado em Jaguaribe, especificamente no distrito de Mapuá, como retratado na Figura 24.



Figura 24 – Erosão laminar (março / 2007)

Em outras áreas, foi observado o processo de erosão de forma linear, ou seja, quando o escoamento se concentra através de linha de fluxo superficial bem

definidas, desenvolvendo sulcos no solo como foi o caso observado no distrito de Feiticeiro (Figura 25)



Figura 25 – Erosão em formas de sulcos (março / 2007)

Além da erosão, a remoção da cobertura vegetal aumenta bastante a velocidade do escoamento superficial e diminui mais ainda o potencial de recarga das águas subterrâneas desses terrenos, que naturalmente é bastante baixo e pouco explorado, segundo dados da CPRM.

Embora o padrão de ocupação atual seja diferente daquele da ocupação inicial, a terra continua a ser utilizada de forma intensa, seja por uma pecuária de porte menor ou por uma agricultura baseada em ciclos de curto prazo (milho e feijão) com técnicas rudimentares para o cultivo, destacando a queimada para a limpeza do terreno e pousio para a recomposição da vegetação e fertilidade do solo (Figura 26)..

As queimadas são sistematicamente empregadas pelo homem no manejo tradicional da terra no semi-árido com vistas à agricultura. Durante o período de estiagem, a vegetação é cortada e as partes de troncos ou galhos maiores são removidas para serem utilizados como postes, estacas, lenha ou carvão. Os restos menores são queimados quando já está próximo do final do período seco. O plantio tem lugar no início da estação chuvosa, sendo as principais espécies cultivadas o milho e o feijão.



Figura 26 – Queimada da terra para limpeza do terreno (nov / 2006)

Segundo Lima (2006), tendo-se como base a sucessão secundária da vegetação da caatinga, o pousio deveria ser de pelo menos 40 anos, mas devido a pressão demográfica, esse período de repouso foi reduzido para menos de 10 anos. O resultado disso é que o ritmo de perda da vegetação primária pode alcançar até 2,7% ao ano e cerca de 80% da cobertura vegetal é secundária.

Além das atividades agropecuárias responsáveis pelo desmatamento das terras, a retirada de árvores e arbustos de maior porte e de madeiras de melhor qualidade destinados à produção de carvão ou uso como lenha em olarias, caieiras, fornos industriais e consumo doméstico contribuem para significativas modificações fisionômicas e perda da biodiversidade da vegetação original (Figura 27)



Figura 27 – Extrativismo vegetal (nov / 2006)

Essas práticas têm causado sérios danos ao ecossistema do município de Jaguaribe com grandes perdas na biodiversidade da fauna e da flora, erosão do solo com conseqüente declínio da atividade econômica e da qualidade de vida da população.

O resultado do uso excessivo dos recursos naturais nesta área naturalmente frágil é a exacerbação das áreas degradadas ocorrentes na maior parte do município de Jaguaribe

.A maior parte da caatinga arbóreo arbustiva existente encontra-se degradada. Em alguns trechos, o solo aparece totalmente exposto, sem nenhuma cobertura vegetal. Esse aspecto degradado fica ainda mais acentuado no período seco, quando a caatinga devido seus mecanismos de defesa fica com aspecto esbranquiçado e solta suas folhas para diminuir suas necessidades de água.



Figura 38 - Caatinga fortemente degradada na Depressão Sertaneja, em Jaguaribe (2005)
Fonte: Laboratório de Geografia Física e Estudos Ambientais - UECE

As áreas mais rebaixadas, principalmente as situada à oeste do rio Jaguaribe (Depressão Sertaneja) são as que se encontram mais degradadas. A situação ambiental dessas áreas pode ser explicada por ali se encontrarem os solos mais apropriados para a agricultura (Planossolos e Luvisolos) e também pela proximidade do rio, principal provedor de água para as atividades agropecuárias.

Essas áreas são classificadas, segundo os conceitos de ecodinâmica como “Ambientes de Transição com Tendência à Instabilidade” pelo fato de o balanço

entre os processos pedogenéticos X morfonegéticos tenderem à morfogênese. Este fato é causado pela incidência dos processos antrópicos que comprometem a manutenção da qualidade ambiental, reduzindo a biodiversidade.

As áreas mais elevadas, representadas pelas cristas residuais, posicionadas à sudoeste e à leste do município apresentam uma vegetação de caatinga arbórea, mais conservada. Esse padrão vegetacional deve-se não só a dificuldade de acesso e manejo da terra para as atividades agropecuárias, mas também devido ao comportamento da precipitação nessas áreas. O adensamento das espécies não permite a evaporação direta das águas: estas são infiltradas constituindo uma reserva hídrica de grande valor para a manutenção das plantas (Figura 29).

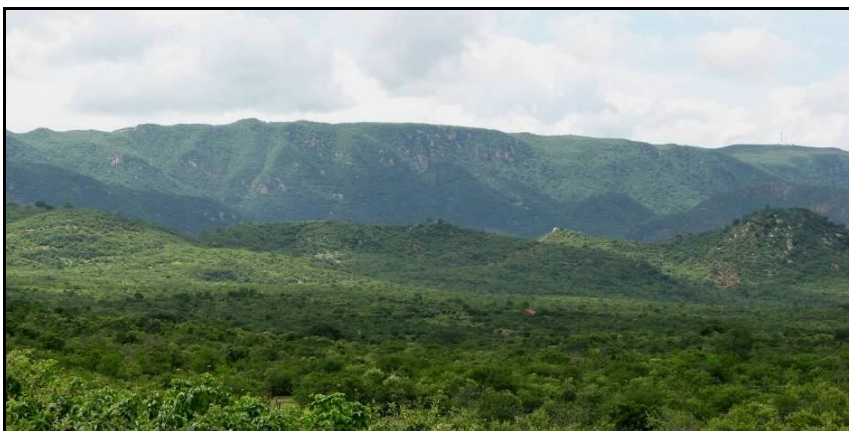


Figura 29 - Caatinga preservada nas Cristas Residuais em Jaguaribe. Em destaque, a serra do Pereiro (março / 2007)

Apesar de a vegetação nessas áreas mais elevadas se encontrar parcialmente conservada, esse ambientes são classificados segundo a ecodinâmica como “ Ambientes de Transição com tendência à Instabilidade” e “Ambientes Fortemente Instáveis” devido sua declividade e a facilidade de ruptura de equilíbrio nesses sistemas.

As imagens de satélite, tanto a LandSat-5 de 1989, quanto a Cbers-2 de 2006, confirmam a degradação da área de estudo imprimindo um grande clarão composto por solos expostos e vegetação muito rala, bordejado por cristas residuais com o verde denso das caatingas preservadas. (Figura 30 e 31)

Comparando os mapas das coberturas vegetais dos anos de 1989 e 2006, percebem-se mudanças dos valores de cada classe identificada na classificação supervisionada conforme apresentado na Tabela 6.

Segundo a tabela, houve um aumento das áreas degradadas. Em 1989 essa classe correspondia a pouco mais de 1.100 Km², enquanto que em 2006, estas áreas apresentaram cerca de 1.207 Km². Este aumento foi da ordem de 5,15%.

Em contrapartida, as áreas com vegetação conservada / parcialmente degradadas tiveram uma redução de 4,97%. Em 1989, representavam 692 Km², e em 2006 reduziram para 599 Km².

Em Os recursos hídricos também tiveram uma redução, embora leve, de 0,18%.

Tabela 6 - Classificação das imagens de satélite de 1989 e 2006

Classe	Área km² (1989)	%	Área Km² (2006)	%
Recursos Hídricos	42,176	2,24	38,608	2,06
Área Degradada	1.110,841	59,20	1.207,600	64,35
Vegetação Conservada / Parcialmente Degradada	692,617	36,91	599,425	31,94
Sem Recobrimento de Imagem	30,873	1,65	30,873	1,65
Total	1876,507	100	1876,507	100

A imagem do satélite Cbers-2, apesar da melhor resolução (20 metros), apresentou um resultado visual inicial inferior a imagem Landsat-5 (30 metros). Enquanto as Landsat-5 são imagens com cores “vivas” e brilhantes, as Cbers-2 apresentam cores mais opacas,

Outro problema encontrado foi que o sensor CCD do satélite Cbers-2 apresentou alguns ruídos ocasionando aparecimento de manchas ou faixas que não corresponde a realizada de campo. Isto é algo relativo a um irregularidade durante a

captura da imagem pelo sensor. Para alguns ajustes foi realizada uma interpretação visual comparando com os padrões regulares da cena LandSat.

Ainda assim, em ambas as imagens, as áreas degradadas representam mais 59% do total da área do município

Diante da dinâmica ambiental representada pela trama da relação das variáveis ambientais e o uso dos solos no município de Jaguaribe, pode-se afirmar que o quadro atual da degradação é bastante preocupante e de difícil reversão.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
Mestrado Acadêmico em Geografia - MAG
Pró-Reitoria de Pós Graduação e Pesquisa - PROPGPQ

IMAGEM LANDSAT-5 (1989) - JAGUARIBE/CE

Composição

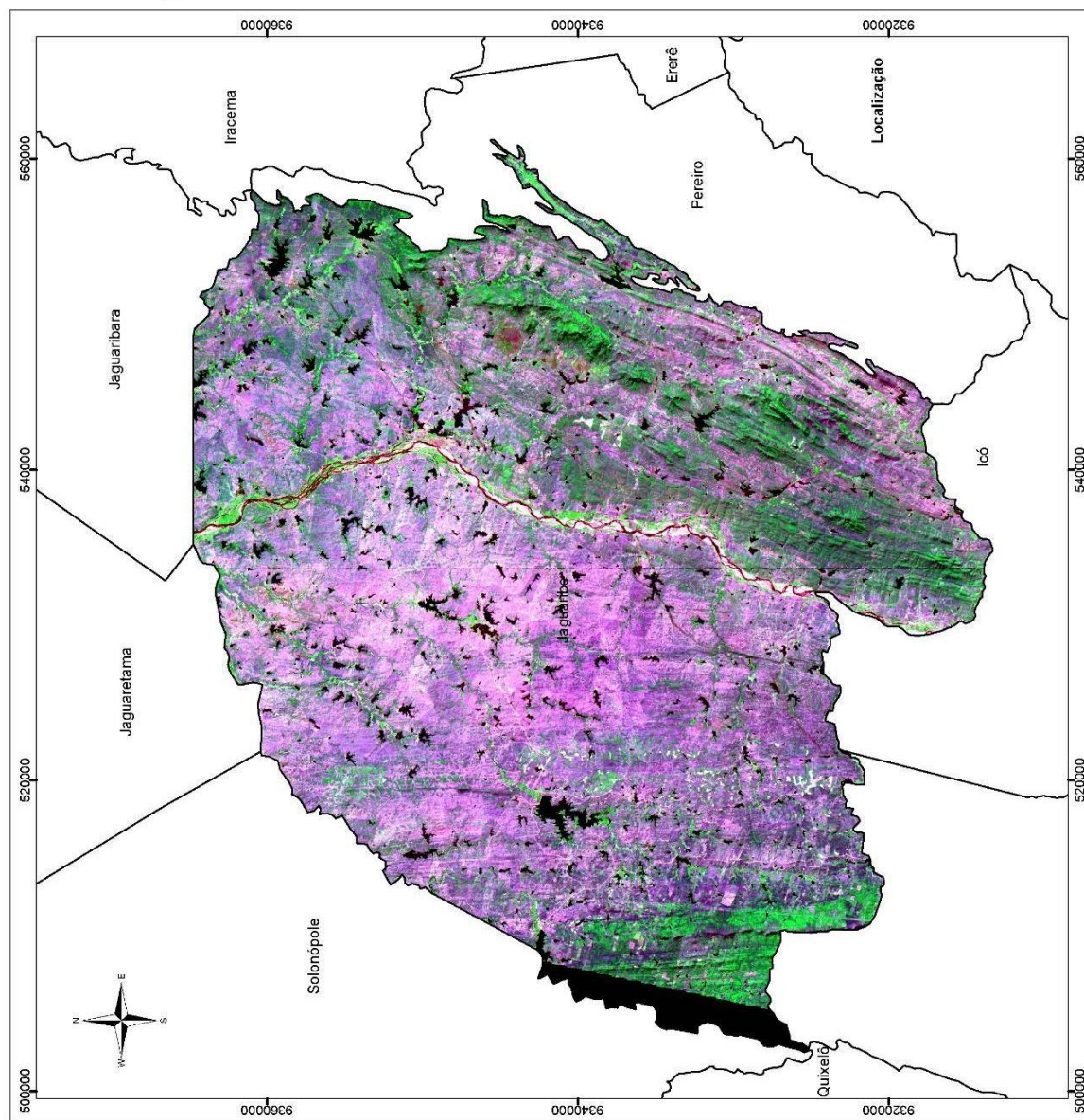
Red: Banda 3
Green: Banda 4
Blue: Banda 5



Fonte: Imagem adquirida do site Global Land Cover Facility, de Maryland, EUA <http://glof.uniacs.umd.edu/index.shtml>.



Figura 30





UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
Mestrado Acadêmico em Geografia - MAG
Pró-Reitoria de Pós Graduação e Pesquisa - PROPGPQ

IMAGEM CBERS-2 (2006) - JAGUARIBE /CE

Composição

Red: Banda 2

Green: Banda 4

Blue: Banda 3

Localização



Fonte: Imagem adquirida do site do
INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)

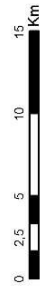
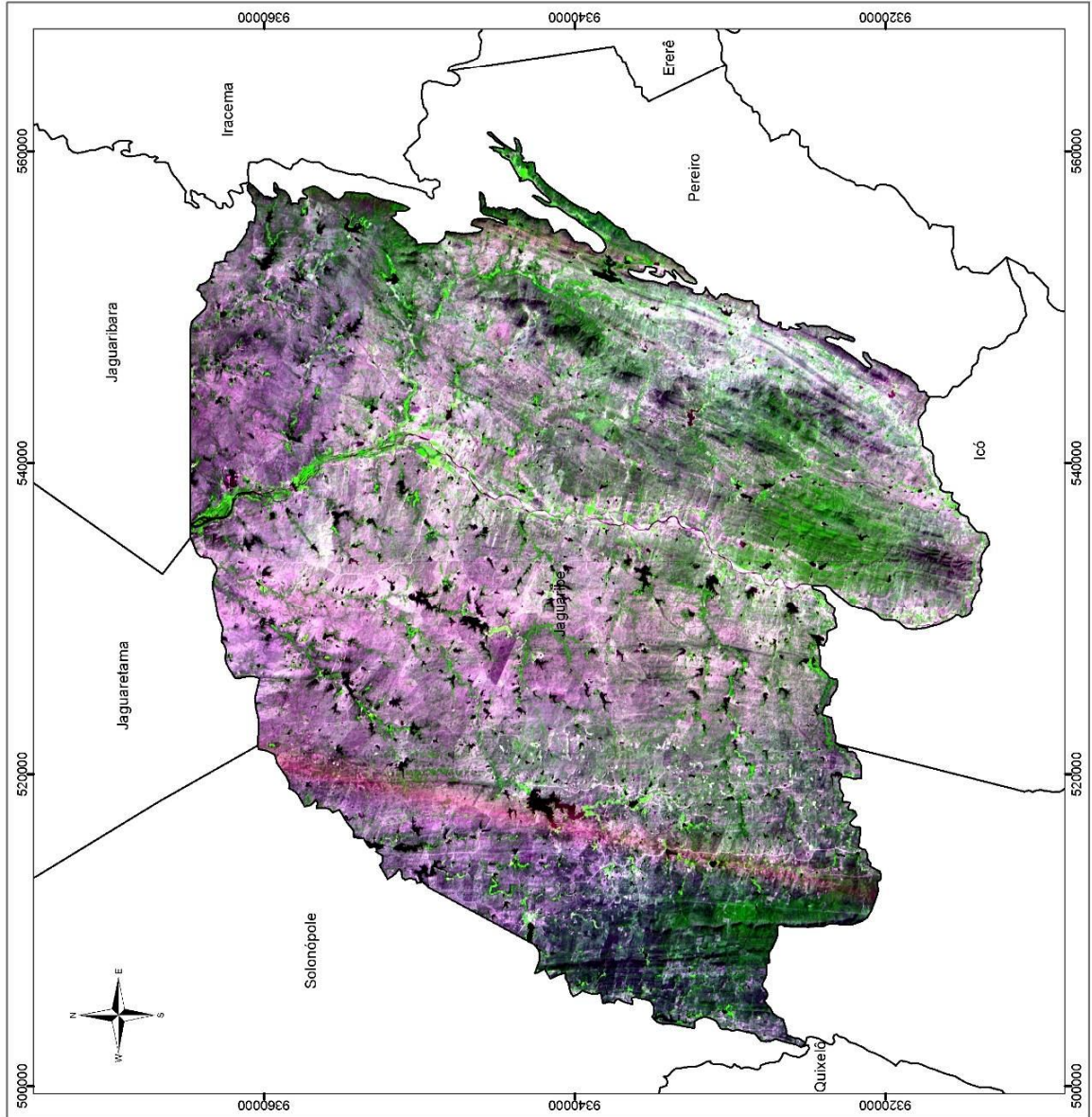


Figura 31



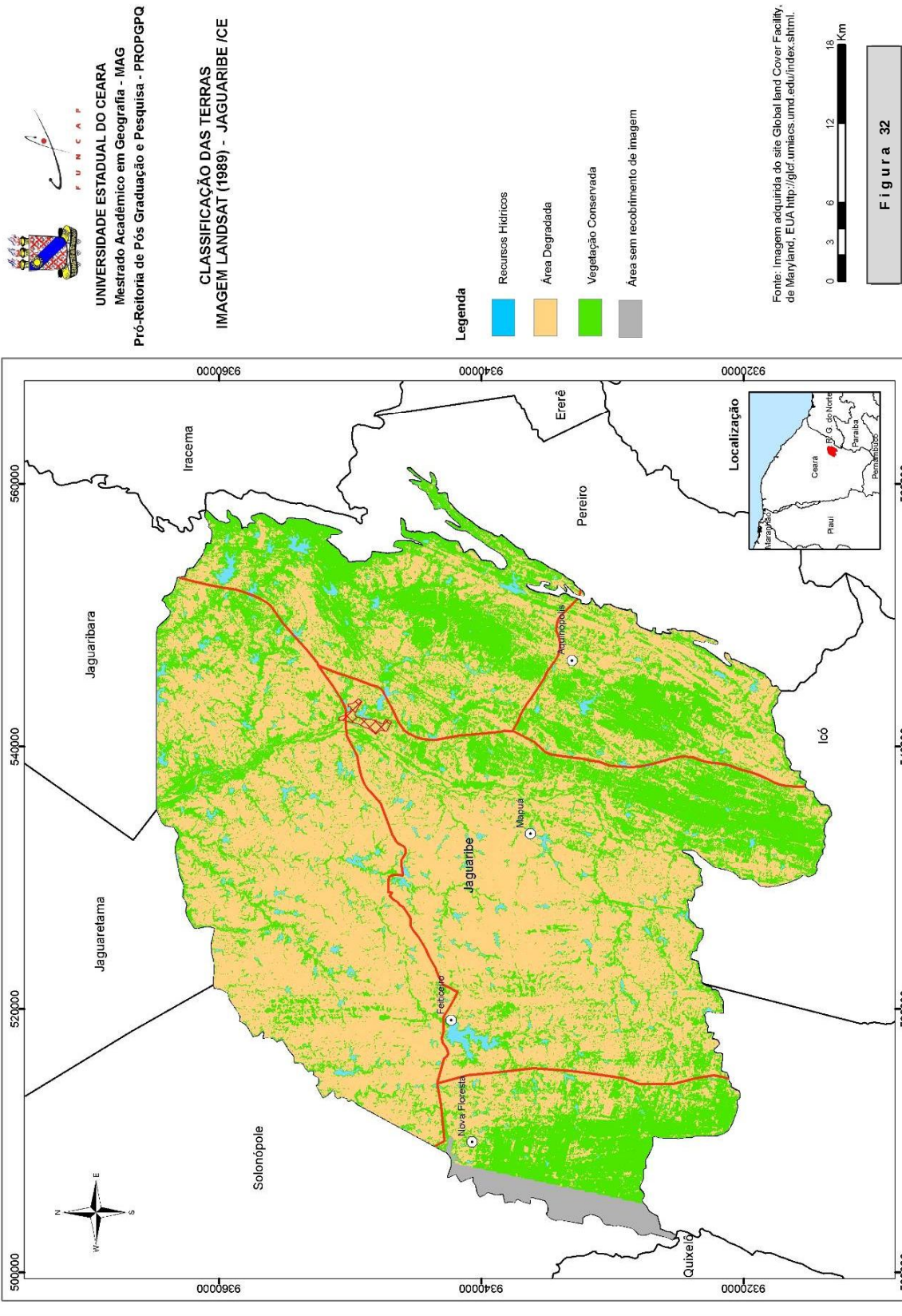


Figura 32



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
Mestrado Acadêmico em Geografia - MAG
Pro-Reitoria de Pós Graduação e Pesquisa - PROPGPQ

CLASSIFICAÇÃO DAS TERRAS IMAGEM CBERS-2 (2006) - JAGUARIBE /CE

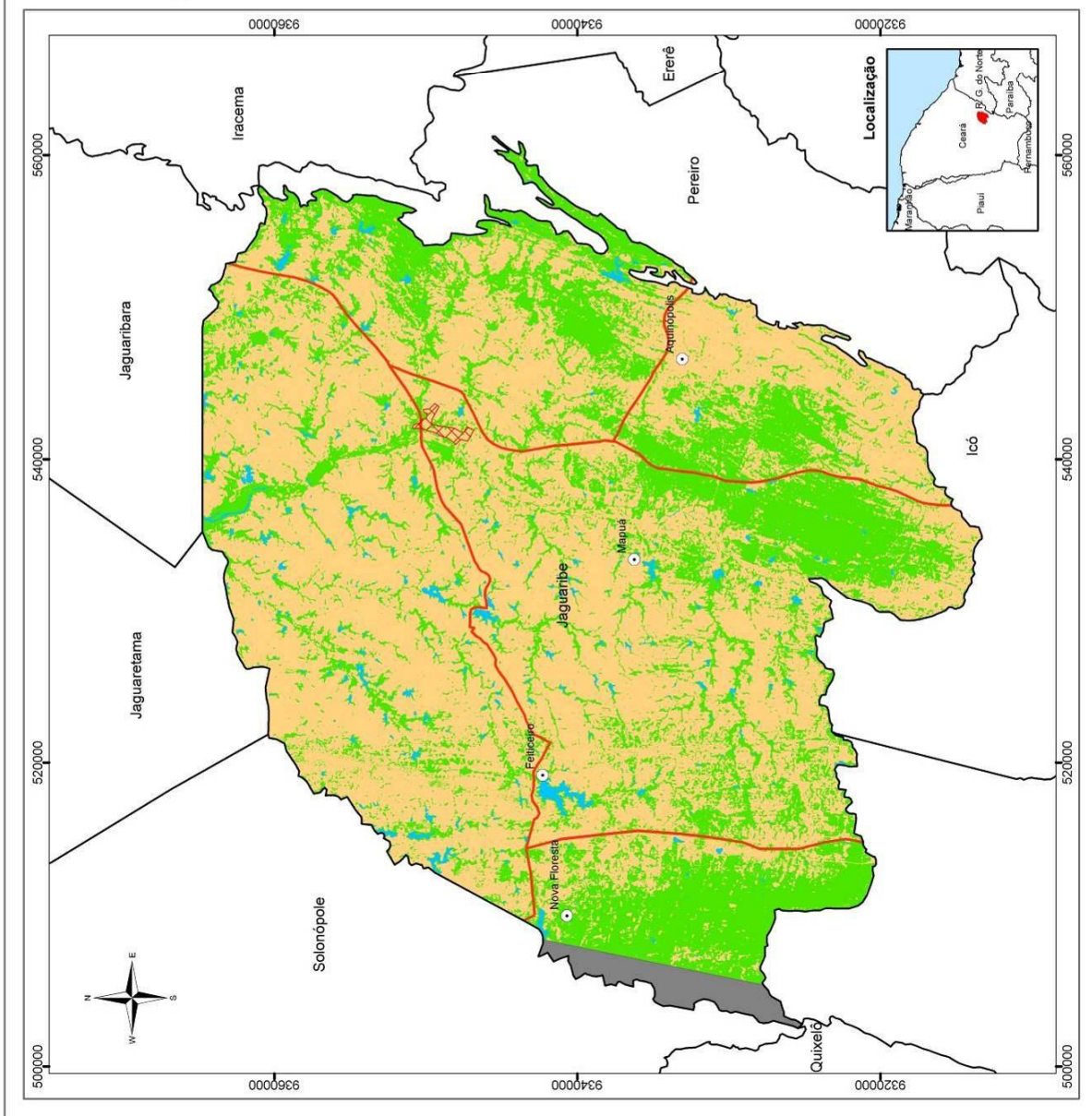
Legenda

- Recursos Hídricos
- Área Degradada
- Vegetação Conservada
- Área sem recobrimento de imagem

Fonte: Imagem adquirida do site do
INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)

0 1 2 4 6
Km

Figura 33



Ao ampliar as imagens, pôde-se observar algumas mudanças de caráter pontual nas imagens de satélite LandSat-5 de 1989 (Composição 345) e Cbers-2 de 2006 (Composição 243).

Foram identificadas áreas que antes eram revestidas por uma vegetação, embora rala, mas que ao passar desses 16 anos, foi desmatada, ficando o solo totalmente exposto (Figura 34). Entretanto, identificou-se também, embora em menor número, áreas onde a vegetação encontrava-se bastante degradada, mas que posteriormente, em 2006, apresentou certa regeneração por parte desta vegetação (Figura 35).

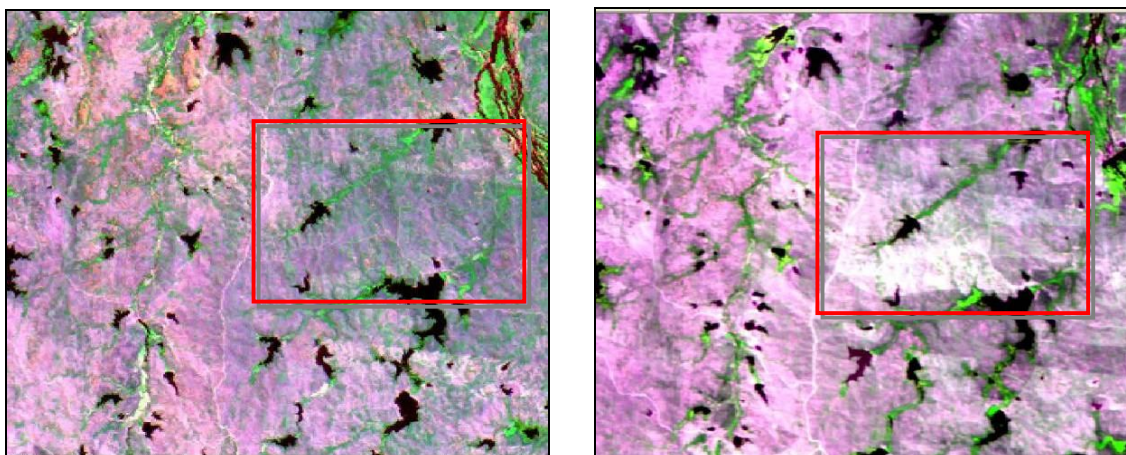


Figura 34 – Comparação entre as imagens de satélite identificando a expansão de áreas degradadas. (a) LandSat 1989 (b) Cbers 2006

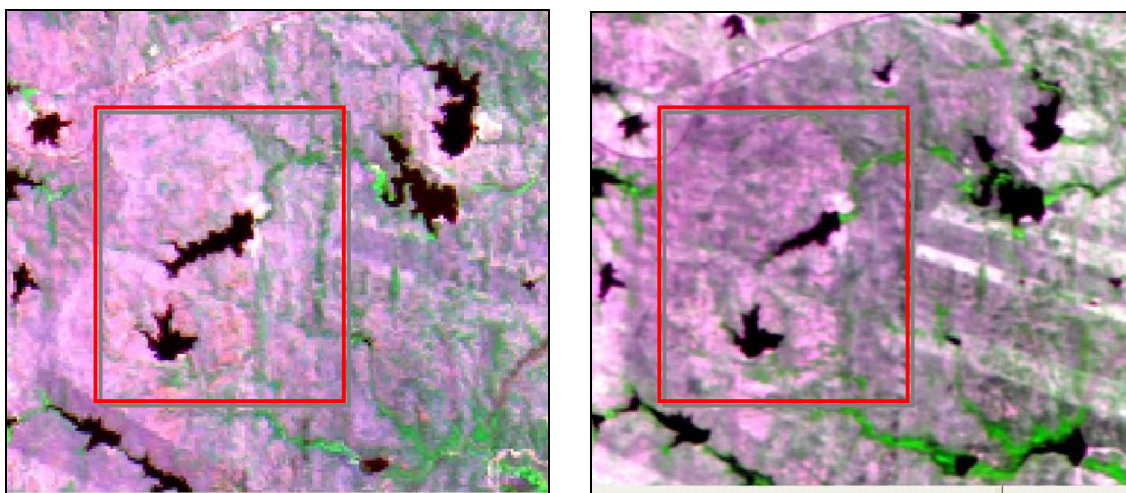


Figura 35 - Comparação entre as imagens de satélite identificando a regeneração da vegetação. (a) LandSat 1989 (b) Cbers 2006

Esse processo de regeneração da vegetação pode estar associado a um período de pousio “forçado” de uma área antes explorada. Em descanso por vários anos e com o regime de chuvas que pode ser intenso dependendo do ano, acontece o incremento de matéria orgânica e reestruturação da cobertura vegetal, formando uma de ordem secundária. Este processo pode ainda ser revertido, se, após esse período de descanso as terras forem novamente utilizadas e degradadas.

5 – CENÁRIO TENDENCIAL E DESEJÁVEL

A construção de cenários é uma tarefa importante para o conhecimento das dimensões da questão ambiental e contribui na busca de soluções para superá-la. O cenário atual foi discutido no capítulo anterior onde foi exposto o quadro degradação da área e os fatores que contribuíram para esse processo.

O cenário tendencial é fundamentado na análise dos processos evolutivos da região, baseado na trajetória mais provável da dinâmica ambiental e o desenvolvimento social e econômico enquanto que o desejável é baseado na necessidade de proteção, conservação e recuperação da biodiversidade (SOUZA, 2006).

Cenário Tendencial

Historicamente, a expansão da agropecuária no Brasil foi responsável pelas principais mudanças na cobertura e uso das terras. Essa expansão no semi-árido, devido seu quadro de fragilidade natural, ocasionou perdas para a biodiversidade, em alguns casos de caráter irreversível.

No município de Jaguaribe, a utilização das terras baseada no binômio gado-algodão e posteriormente a agricultura de subsistência com técnicas rudimentares e o extrativismo vegetal indiscriminados foram os principais responsáveis pelo atual quadro de degradação dos recursos naturais.

Embora situado em uma posição geográfica teoricamente privilegiada, entre os dois maiores açudes do Ceará, o Orós e o Castanhão, o município de Jaguaribe não recebe ações públicas condizentes com as suas necessidades.

A permanência das desigualdades socioespaciais, no que se refere aos equipamentos de infra-estrutura urbana e rural, geram efeitos significativos nas condições de vida da população.

No que tange às atividades agropecuárias, as pressões sobre a biodiversidade, os recursos hídricos, solos e subsolos permanecem em função do reduzido nível tecnológico empregado nessas atividades.

Diante disso, existe grande probabilidade de a permanência de uso e técnicas inadequadas no manejo do solo agravem quadro de degradação em Jaguaribe ampliando as manchas de solo exposto e vegetação rala existentes.

A expansão dessas manchas faz com que a vegetação das caatingas no município de Jaguaribe caracterize-se como um ecossistema propício aos processos de desertificação.

Os impactos do agravamento do quadro degradacional podem culminar na degradação generalizada da vegetação, inclusive nas áreas mais elevadas e que se apresentam ainda conservadas. Este fato teria repercussão direta na diminuição da produtividade agropecuária da região e possível extinção de várias espécies da flora e fauna.

A remoção da cobertura vegetal e exposição do solo aos processos de erosão podem refletir ainda no agravamento do processo de erosão superficial quando das chuvas concentradas, culminando em feições em formas de sulcos, ravinas e voçorocas. O transporte de sedimentos das áreas de solo exposto tem seus reflexos no assoreamento dos recursos hídricos.

No que tange às questões sociais, ter-se-ia uma maior frequência nas crises locais provocadas pelas secas com conseqüente processos migratórios

Cenário Desejável

O cenário desejável foi traçado na perspectiva da aplicação do Zoneamento Ecológico e Econômico das Áreas de Influência do Reservatório da Barragem do Castanhão, elaborado em 2006 pelo convenio entre DNOCS, UFC e CETREDE.

Segundo o ZEE, quase todo o município de Jaguaribe se enquadra na categoria de Zona de Recuperação Ambiental. A única exceção seria a do Planalto

Sertanejo, aonde além de zona de recuperação das áreas degradadas, contempla algumas áreas de uso sustentável.

O objetivo desta Zona de Recuperação seria a de conter a expansão dos processos de degradação / desertificação, criando inclusive áreas para restauração da biodiversidade.

Para tal, considera-se de extrema importância:

- Coibir a expansão dos desmatamentos desordenados sem uso de técnicas conservacionistas;
- Controlar implantação de atividades impactantes danosas à manutenção do equilíbrio ambiental;
- Fortalecer a base de conhecimento e desenvolvimento de sistemas de informação e monitoramento para as regiões susceptíveis à desertificação e à seca;
- Combater a degradação da terra mediante a conservação do solo e de atividades de florestamento e reflorestamento;

Estas ações devem, obrigatoriamente, incentivar a participação da comunidade e promover a educação ambiental. A população é, sem dúvida alguma, a mais impactada pelos processos de degradação e precisa estar envolvida em um amplo debate na busca de alternativas para a superação do problema. Outra questão de extrema importância é a promoção de políticas públicas voltadas para uma melhor organização fundiária

Todas essas ações, em conjunto, podem contribuir para recuperação da diversidade biológica e reversão do quadro de degradação já instalado.

6 – CONCLUSÕES

Os processos de degradação estão associados a fatores edáficos, climáticos e antrópicos. A intensidade da taxa de desenvolvimento desses processos são ampliadas pelo uso e manejo inadequados da terra, que expõem o solo aos fatores intempéricos induzem à destruição gradativa de suas propriedades físicas, químicas e biológicas.

As características geoambientais do município de Jaguaribe apresentam fortes limitações naturais, como irregularidade pluviométrica, alto *déficit* hídrico, ocorrência de secas, solos pouco desenvolvidos, rasos e susceptíveis à erosão, baixa capacidade de armazenamento de água devido ao embasamento cristalino e fraca capacidade de proteção ao solo por parte da vegetação das caatingas.

A maneira e a intensidade de como Jaguaribe foi ocupado e a introdução do binômio gado - algodão foram determinantes para a degradação dos recursos naturais. Mesmo após o declínio do algodão, o gado ainda continuou a ser criado, embora em menor escala, juntamente com a agricultura de subsistência e o extrativismo vegetal. Essas atividades, praticadas de maneira inadequada, colaboraram ainda mais para a expansão das áreas degradadas.

Tão importante quanto a forma como as atividades produtivas foram e estão sendo produzidas é a divisão histórica das terras na área de estudo. Os produtores mais pobres detentores dos minifúndios, os sem-terra (arrendatários, parceiros e posseiros) que são em maior quantidade estão limitados em pequenas faixas de terra, levando à estagnação pela falta de tempo para o descanso da terra dentre outras razões.

O resultado do processamento digital das imagens de satélite mostrou que tanto na imagem LandSat de 1989 e Cbers de 2006 mais de 59% da área total do município é representada por vegetação rala ou solo exposto. A análise temporal das imagens aponta que houve um aumento nas áreas degradadas em 5,15%. Em 1989 estas representavam 1.110, 841 Km², enquanto que em 2006, passaram a ocupar 1.207,600 Km². Em contrapartida, a classe de Vegetação Conservada /

Parcialmente Degradada reduziu em 4,97 %. Em 1989, representavam 692,617 Km², e em 2006 reduziram para 599,425 Km².

As áreas rebaixadas, representadas pela Depressão Sertaneja são as que sofrem o maior impacto advindo das atividades antrópicas. Este fato está relacionado com a facilidade de manejo dessas terras. Já as áreas mais elevadas, representadas pelas cristas residuais se caracterizam por uma ação menos intensa dos processos de degradação. Em ambos os casos, os processos morfogenéticos atuam com maior preponderância em relação aos pedogenéticos, implicando em instabilidade no que diz respeito ao equilíbrio ecodinâmico.

A degradação das terras em Jaguaribe implica em consequências sérias para a biodiversidade e para a população destacando a queda da produtividade, a piora na qualidade de vida e os fluxos migratórios. São necessárias e emergentes ações para o controle e reversão desse quadro como o combate às práticas inadequadas de uso dos solos, reordenação fundiária, reflorestamento e educação ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. **O domínio Morfoclimático das Caatingas Brasileiras**. São Paulo, 1974.

ACIESP – Academia de Ciências do Estado de São Paulo. **Glossário de Ecologia**. 1997.

ALVES, J. J. A. **Geoecologia da Caatinga no semi-árido do nordeste brasileiro**. Climatologia e Estudos da Paisagem. Rio Claro, Vol 2, nº 1 (Jan- Jun). 2007

ANA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **Geo Brasil Recursos Hídricos: Componente da série de Relatórios sobre o Estado e perspectivas do Meio Ambiente**. Brasília – DF: MMA, ANA, 2007.

Disponível em: <www.ana.gov.br/SalaImprensa/projetos/Resumo%20executivo.pdf>.

BARROSO, G. **À Margem da História do Ceará**. 1962.

BERTONI, J. e LOMBARDI NETO, F. **Conservação dos Solos**. Piracicaba: Livro Ceres, 1985.

BOULET, R. **Toposéquences de sols tropicaux en haute-volta. Équilibre et déséquilibre pédobioclimatique**. Thèse Mem. ORSTOM et sei, nº 85, Strasbourg, 1974.

BOULET R. **Análise estrutural da cobertura pedológica e cartografia**. In: MONIZ, A. C. (coord.). A responsabilidade social da ciência do solo. Campinas, SBCS, 1988.

CONTI, J. B. **Clima e Meio Ambiente**. São Paulo: Atual Editora, 1998.

COUTINHO, A. C. **Segmentação e Classificação de Imagens Landsat-Tm para o Mapeamento dos Usos da Terra na Região de Campinas, SP**. Dissertação de Mestrado. São Paulo, 1997.

CPRM. **Atlas dos recursos hídricos subterrâneos do Ceará**. Fortaleza: CPRM - Programa de Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará. Julho, 2000. Cd-rom.

CRÓSTA, A. P. (1992). **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. São Paulo, 173P. (Tese - Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de Campinas.

DNOCS, UFC & CETREDE. **Zoneamento Ecológico – Econômico das Áreas de Influência do Reservatório da Barragem do Castanhão**. Tomo 1. 2004.

DRACUP, J. A; LEE, K. S; PAULSON JR, E. G. **On the definition of draughts**. Water Resources Research, vol 16:2, 1980.

FARIAS. A. **História do Ceará Colônia**. Fortaleza: Tropical Editora, 1997.

FARIAS. A. **História do Ceará Império**. Fortaleza: Tropical Editora, 1997.

FERNANDES, A. **Fitogeografia Brasileira**. Fortaleza: Multigraf, 2000.

FERREIRA A. G., MELLO N. G. S. **Principais Sistemas Atmosféricos atuantes sobre a Região Nordeste do Brasil e a Influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico no Clima da Região**. Revista Brasileira de Climatologia. N1, v1. Dezembro, 2005.

FRAGA, A. C; ALMEIDA, A, T. Os impactos da seca sobre a economia e produção do Estado do Ceará. In: MAGALHÃES, A, R.; NETO, E, B. **Impactos sociais e econômicos de variações climáticas e respostas governamentais no Brasil**. Fortaleza, Imprensa Oficial do Ceara, 1991.

FUNCEME / UFC. **Áreas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação no estado do Ceará - Brasil**. Fortaleza. ICID. 1992

FUNCEME. **Sistemas Meteorológicos causadores de Chuva na Região Nordeste do Brasil**. 2006.

Disponível em: http://www.funceme.br/demet/boletins/sistema_atmosferico.htm

GUERRA, A. J. T. O início do processo erosivo. IN: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A.S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e Conservação dos Solos – Conceitos, Temas e Aplicações**. 2 Edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

HOLANDA F. J. M. **Combatendo a Desertificação – Manual de ajuda à convivência com as estiagens** Fortaleza, 2000.

IBGE. **Censo Agropecuário do Ceará**. 1996.

IBGE. **Diagnóstico Ambiental da Bacia do Rio Jaguaribe**. Salvador, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS - IBGE. Disponível em: <www.ibge.gov.br>, acesso em 19/01/2007.

IPECE. **Perfil Básico Municipal – Jaguaribe / 2005**. Disponível em <www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/>

JACOMINE P.T.K. (Coord.). **Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará**. vol. I, Bol. Técnico 28. DPP, MA/DNPEA –SUDENE. Recife, 1973.

JENNY HANS. **Factors of soil formation : a system of quantitative pedology.** New York : McGraw-Hill, 1941.

LEITE, F. R. B.; OLIVEIRA, S. B. P.; BARRETO, M. M. S.; CARVALHO, G, M. B. S.; FILHO, M. R. F. **Degradação ambiental e susceptibilidade aos processos de desertificação na região do Médio Jaguaribe- CE.** FUNCEME. Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, 05 - 10 abril 2003, INPE, p. 1315 - 1322.

LIMA, J. A. A. O Bioma Caatinga. IN: SOBRINHO, F.; FALCÃO, C. L. C. **Semi Árido: Diversidades, Fragilidades e Potencialidades.** Sobral: Sobral Gráfica, 2006.

LUCHIARI, A. Os produtos do Sensoriamento Remoto nos mapeamentos de uso e cobertura da terra. IN: SILVA, J. B.; LIMA, L. C.; DANTAS E. W. C. **Panorama da Geografia Brasileira.** São Paulo: Annablume, 2006.

LUSTOSA, J. P. G. **Caracterização Morfológica, Micromorfológica e Mineralógica de Três Topossequências no Município de Irauçuba-CE e Suas Relações com o Processo de Desertificação.** Tese de Doutorado. Unesp.Rio Claro, 2004.

MI (Ministério da Integração Nacional). **Nova Delimitação do Semi-Árido Brasileiro.** 2005.

NASCIMENTO, F. R. **Degradação Ambiental e Desertificação no Nordeste Brasileiro: o contexto da bacia hidrográfica do rio Acaraú.** Tese de Doutorado. UFF, Niterói, 2005.

OLIVEIRA, J. G. B.; SALES, M. C. L., **Programa para cálculo do balanço hídrico pelo método de Thornthwaite.** Fortaleza: 1985.

PANBRASIL. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca.** Edição comemorativa 10 anos da CCD. Ministério do Meio Ambiente - Secretaria de Recursos Hídricos. 2004.

RADAMBRASIL Folhas SB. 24/25 - Jaguaribe/Natal, Brasil, MME, Levantamento de Recursos Naturais, Vol. 23, 1981

RODRIGUES, V.; MATALLO J. H.; LIMA, M. G., ALMEIDA, A. J.; FONTENELES, M. M.; FERREIRA, D. G.. In: **Seminário sobre Desertificação no Nordeste**, SEMA, Brasília, 1996.

ROSS, J. L. S. (Org). **Geografia do Brasil.** São Paulo: EDUSP, 2003.

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

SAMPAIO E. V. S. B, et al. **Desertificação no Brasil – Conceitos, Núcleos e Tecnologias de Recuperação e Convivência**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003.

SILVA, A. S. Análise morfológica dos solos e erosão. In: GUERRA, A. J. T., SILVA, A. S., BOTELHO, R. G. M. **Erosão e Conservação dos Solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

SOTCHAVA, V. B. **O Estudo dos Geossistemas**. Método em questão nº 16. GEOG / USP: São Paulo, 1977.

SOUZA, M.J.N. de. Bases Naturais e Esboço do Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará. IN: LIMA, L.C.. MORAIS, J.O. de. S., Souza, M. J. N. de. **Compartimentação Territorial e Gestão Regional do Ceará**. Fortaleza: EDUECE, 2000.

SOUZA, M. J. N. Contexto Geoambiental do Semi-Árido do Ceará. IN: SOBRINHO, F.; FALCÃO, C. L. C. **Semi Árido: Diversidades, Fragilidades e Potencialidades**. Sobral: Sobral Gráfica, 2006.

SOUZA, M. J. N. A Problemática Ambiental: Cenários para o Bioma da Caatinga no Nordeste do Brasil. IN: SILVA, J. B.; LIMA, L. C.; DANTAS E. W. C. **Panorama da Geografia Brasileira**. São Paulo: Annablume, 2006.

SUDENE – **Dados Pluviométricos mensais do Nordeste**. Ceará. Recife, 1990.

UNEP. **Status of Desertification and Implementation of the United Nations Plan of Action to Combat Desertification**. Nairóbi, UNEP, 1991.

THORNTHWAITE, C. W. & MATHER, J. R. **The water balance**. Publications in Climatology VIII. New Jersey: Centertown, 1955.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. FIBGE_SUPREN, Rio de Janeiro, 1972.

TUCCI, C.E.M., (org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: ABRH/ EDUSP, 1993. Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v. 4.

VASCONCELOS, S. J. **O deserto brasileiro**. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 1974

ANEXO 1 – Análise Petrográfica

NATUREZA DO TRABALHO: Análise Petrográfica-Mineralógica

REGISTRO DNPM:

MATERIAL: 01 (uma) Amostra de rocha.

AMOSTRA Nº: ARR-01(uma amostra analisada).

PROCEDÊNCIA: Município de Jaguaribe

INTERESSADO: Marcia Neves Veras

I - ANÁLISE MACROSCÓPICA

Trata-se de amostra fortemente orientada de coloração cinza clara na condição seca e úmida. Possui granulação fina a muito fina, com arranjo orientado dos cristais, mas não constituindo bandamentos. A mineralogia identificada é representada por biotita, quartzo, muscovita e feldspatos. Os cristais maiores são representados por feldspatos, que tem dimensões de até 0,5 cm, com tons esbranquiçados, sendo que boa parte encontram-se rotacionados e/ou em forma de elipses (visto em corte transversal a estruturação). É importante ressaltar o elevado grau de alteração intempérica, que pode ser evidenciada pelo avermelhamento da rocha (*Foto 1*).



Foto 1 – Fotografia da amostra de rocha analisada em corte transversal a estruturação no estado úmido, mostrando fissuras e a alteração de tons avermelhados. Os feldspatos correspondem a pontuações esbranquiçadas, enquanto às escuras é a biotita.

II - ANÁLISE MICROSCÓPICA

A rocha possui textura lepidoblástica, caracterizada por cristais de quartzo recrystalizados juntamente com bandas máficas compostas por mica orientada (biotita e muscovita), em algumas porções da seção os minerais exibem uma textura milonítica. Os cristais exibem granulação de fina a muito fina, tendo como componentes essenciais a quartzo, feldspato alcalino, plagioclásio, biotita e, como acessório têm-se muscovita, apatita, opacos, minerais do grupo do epidoto e sericita, este último resultado do metassomatismo atuante nos feldspatos e micas (*Fotos 2a e b*).

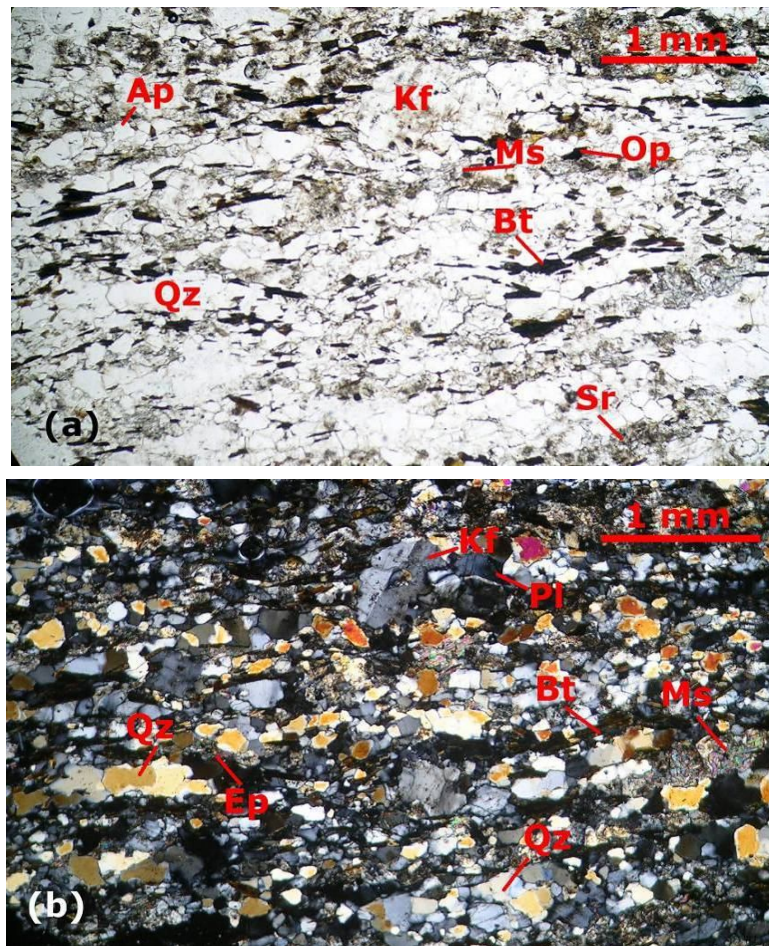


Foto 2 – Fotomicrografia da porção mais representativa da seção, mostrando o arranjo mineralógico da rocha e cristais orientados e recrystalizados, (a) Luz natural, (b) Luz Polarizada (Bt- Biotita, Qz- Quartzo; Ms- Muscovita, Kf- Feldspato alcalino; Pl- Plagioclásio; Ep- Minerais do grupo do epidoto; Ap- Apatita; Op- Opacos; Sr- Sericita). Objetiva de 4X.

II.1 – MINERAIS ESSENCIAIS (90,87%)

QUARTZO (47,87%)

FELDSPATO ALCALINO (19,94%)

PLAGIOCLÁSIO (16,74%)

BIOTITA (6,32%)

II.1.1 – QUARTZO

Exibe formas subedrais a anedrais, tendo preferencialmente contatos côncavos e menos freqüente retos (com feldspatos). Ocorrem com extinção ondulante acompanhados por recristalização, sendo identificados contatos de grão e subgrão. Exibem dimensões entre 0,1 a 1,5 mm, por vezes, estando alongados de acordo com a direção principal da deformação. As microfissuras ocorrem na ordem de 1 a 3 por mineral.

II.1.2 – FELDSPATO ALCALINO

São cristais preferencialmente subeudrais com dimensões entre 0,5 a 4,0 mm. Apresentam contatos retos e serrilhados. As microfissuras são na média de 3 a 6 por mineral. As inclusões são preferencialmente de quartzo e apatita. Boa parte destes cristais encontra-se com macla do tipo *carlsbad* bem preservada. Os cristais encontram-se freqüentemente com extinção ondulante, estando, a maioria dos cristais, rotacionados e mostrando sombras de pressão.

II.1.3 – PLAGIOCLÁSIO

Ocorre com formas subeudrais com dimensões entre 0,3 à 2,0 mm, com contatos preferencialmente retos e serrilhados. As microfissuras estão na média de 2 a 3 por mineral. As inclusões são preferencialmente representadas por quartzo. Possuem macla albita pouco preservada, tendo freqüentemente extinção ondulante associado a rotação destes cristais.

II.1.4 – BIOTITA

Possui coloração marrom clara a escura que ocorrem na forma de lamelas, orientadas segundo a direção principal de deformação, bordejando os cristais de quartzo e feldspato. Exibem dimensões entre 0,1 até 0,6 mm. Freqüentemente apresentam em contato com muscovitas e opacos. A inclusão identificada é representada por muscovita. A alteração identificada foi o processo de muscovitização e sericitização.

II.2 – MINERALOGIA ACESSÓRIA (9,13%)

MUSCOVITA (4,58%)

APATITA (2,19%)

OPACOS (1,35%)

MINERAIS DO GRUPO DO EPIDOTO (1,01%)

SERICITA

II.2.1 – MUSCOVITA

Ocorrem na forma de lamelas orientadas segundo a deformação principal, bordejando cristais de quartzo e feldspatos. Os cristais são oriundos da desestabilização da biotita, sendo incolor a luz natural e, possui dimensões entre 0,1 até 0,3 mm.

II.2.2 – APATITA

Apresenta-se basicamente com formas subedrais a anedrais, com dimensões de até 0,4 mm. Ocorre em contato e/ou como inclusões em quartzo e feldspatos.

II.2.3 – OPACOS

Possui formas anedrais a subedrais, com dimensões variando entre 0,1 a 0,3 mm e ocorrendo principalmente como inclusão de biotitas e muscovitas, mas também disseminados pela seção estudada.

II.2.4 –SERICITA

Esta alteração ocorre nos feldspatos e muscovita, que gera capas acinzentas sobre os cristais, sendo originadas por processos metassomáticos.

III – OBSERVAÇÕES GERAIS

- A natureza da rocha é metamórfica, que pela textura e mineralogia sugerem que a rocha foi originada por metamorfismo regional e as estruturas resultantes das deformações que ocorreram durante eventos metamórficos.
- O metamorfismo não gerou bandas, mas sim uma forte orientação dos cristais da rocha (macro) e forte recristalização dos minerais de quartzo e rotação dos feldspatos, sendo evidenciadas na seção estudada. As microfissuras ocorrem com baixa frequência e a alteração dos cristais é alta, principalmente nos minerais micáceos e feldspatos, ocasionada principalmente pelo intemperismo.
- O metassomatismo compreende a um metamorfismo de caráter hidrotermal que favoreceu a substituição da biotita pelas muscovita da rocha (*Fotos 2a e b*) e origem da sericita nos cristais de biotita e feldspatos.
- A granulação fina é atribuída a uma diminuição de tamanho por redução granulométrica ocorrida nos processos metamórficos na qual foi submetida. A alteração da rocha foi adquirida durante o soerguimento até sua exposição completa, onde foi submetida ao intemperismo.
- A análise petrográfica foi realizada a partir de amostra de mão coletada em campo, pelo interessado, devendo ter sido retirada do corpo principal da mineralização e escolhida a porção mais representativa da rocha.

IV – NOME DA ROCHA

GNAISSE

V – CONDIÇÕES GERAIS

-Para a realização do ensaio foram seguidas as diretrizes gerais das seguintes normas:

- NBR 12768 - Rochas para Revestimento - Análise Petrográfica;
- ASTM C294-86 - Standard Descriptive Nomenclature for Constituents of Natural Mineral Aggregates

VI – EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

- Lupa binocular marca Olympus (*modelo SZ-BR*) - com aumento: 4 - 25X;
- Microscópio petrográfico, marca OLYMPUS (*modelo BX41*).

VII – TÉCNICOS RESPONSÁVEIS

Fortaleza, 19 de junho de 2007

2 - Morfologia dos solos da topossequência estudada

Fase entre as trincheiras Tr1 e Tr4

A Tr1 está a 34,40 metros da Tr4 e está diferenciada devido a variação de profundidade e a presença de material mais arenoso que a seguinte (Figura 22). Entre 0 e 5 cm de profundidade é encontrado um material arenoso, com a presença de fragmentos angulosos de rocha, de aproximadamente 0,5 cm. Neste horizonte, podemos observar algumas raízes finas. Este material possui estrutura de areia solta, porosidade intergranular e tem cor bruno acinzentada (10YR 5/2).

Entre 5 e 30 cm de profundidade, encontra-se um material de cor bruno amarelado escuro (10YR 4/4), com estrutura granular e com concreções em seu interior. Constitui-se de material arenoso, pedregoso, apresentando estruturas de aproximadamente 1 cm e raízes finas. Entre 30 e 40 cm, esse material se diferencia apenas pelo desaparecimento dessas concreções.

O horizonte entre 40 e 70 cm se caracteriza por um material arenoso, duro, com estrutura granular e presença de argila. O horizonte é da cor bruno (7.5YR 5/6), mas percebemos algumas pontuações de cor branca

O horizonte seguinte (70 a 130cm) ainda caracteriza-se por material arenoso, entretanto com mais argila que o anterior, configurando-se assim um material um pouco plástico. Sua coloração é vermelha, com manchas ainda mais avermelhadas. Não há presença de raízes, mas há fragmentos de rocha de aproximadamente 2 cm. A cor deste horizonte foi classificada como bruno amarelado (10YR 5/8).

No ultimo horizonte encontrado (130-140cm) há um aparecimento de material mais arenoso, mas ainda com presença de argila, com estrutura granular e ainda a presença de pontos avermelhados. Pode-se perceber a mudança de cor e de textura, sendo provavelmente um horizonte de transição. A cor é bruno avermelhado claro 5YR 6/3.

Fase entre as trincheiras Tr4 e Tr2

A trincheira 4 está a 4,10 metros da trincheira 2 possuindo um perfil de 69cm (Figura 23). Este possui um horizonte superficial bem delgado, constituído por raízes e material arenoso, conferindo uma cor cinza escuro (10YR 4/1).

Entre 0 e 40 cm de profundidade, o material encontrado é arenoso, com bastante raízes finas e de porosidade intergranular. É possível perceber fragmentos de quartzo em

toda a extensão da camada além de algumas pontuações escuras. A cor é bruno acinzentado (10YR 5/2).

Entre 40 e 65 cm de profundidade encontramos um horizonte massapê, material argiloso, plástico, de estrutura maciça e sem presença de raízes, com cor bruno acinzentado escuro (10YR 4/2). É um horizonte bastante incipiente em relação à trincheira 2, onde também encontramos um solo massapê.

A partir dos 65 cm de profundidade já é possível encontrar a rocha em estado de alteração com cor bruno acinzentado (10YR 5/2).

Fase entre as trincheiras Tr2 e Tr3

A trincheira 2 está a 27,60 metros da trincheira 3 possuindo um perfil de 40 cm (Figura 24) Na primeira camada (0 a 7 cm de profundidade) encontramos um material arenoso, com porosidade intergranular e presença de raízes finas à média, com muitos fragmentos angulosos, sendo caracterizado por um material solto, inconsolidado de cor cinza amarronzado claro (10YR 6/2).

Entre 7 à 17 cm de profundidade esse material tem estrutura granular, não plástica e poros vesiculares sendo sua cor bruno amarelado claro (10YR 6/4)

A camada entre 17 a 34 cm, encontramos um material bem diferente que a camada anterior, sendo um material maciço, com presença de argila, material plástico e de estrutura colunar com baixa porosidade e ausência de raízes (Figura 24 e 25). Foram encontradas também algumas pontuações ocre, cinzas e brancas, oriundas provavelmente da alteração do feldspato. A cor é amarelo amarronzada (10YR 6/6).

A partir dos 34 cm de profundidade o material é cinza (5Y 6/1) sendo o horizonte de alteração da rocha.