

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ECONOMIA E GESTÃO DOS
RECURSOS NATURAIS E POLÍTICA AMBIENTAL**

MARIA IVONEIDE VITAL RODRIGUES

**A PROPENSÃO À DESERTIFICAÇÃO NO ESTADO DO CEARÁ:
ANÁLISE DOS ASPECTOS AGROPECUÁRIOS, ECONÔMICOS,
SOCIAIS E NATURAIS**

FORTALEZA – CEARÁ

2006

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

R614p Rodrigues, Maria Ivoneide Vital

A propensão à desertificação no Estado do Ceará: análise dos aspectos agropecuários, econômicos, sociais e naturais / Maria Ivoneide Vital Rodrigues.

116 f. il., color. enc.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

Orientadora: Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima.

Área de concentração: Gestão Econômica de Recursos Naturais e Política Ambiental.

1. Índice de propensão à desertificação 2. Análise multivariada 3. Sensoriamento remoto. I. Lima, Patrícia Verônica Pinheiro Sales II. Universidade Federal do Ceará – Curso de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente III. Título.

CDD 363.7

MARIA IVONEIDE VITAL RODRIGUES

**A PROPENSÃO À DESERTIFICAÇÃO NO ESTADO DO CEARÁ:
ANÁLISE DOS ASPECTOS AGROPECUÁRIOS, ECONÔMICOS,
SOCIAIS E NATURAIS**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientadora: Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima.

Co-orientadora: Maria Irlles de Oliveira Mayorga.

**FORTALEZA – CEARÁ
2006**

MARIA IVONEIDE VITAL RODRIGUES

A PROPENSÃO À DESERTIFICAÇÃO NO ESTADO DO CEARÁ:
ANÁLISE DOS ASPECTOS AGROPECUÁRIOS, ECONÔMICOS,
SOCIAIS E NATURAIS

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Data da aprovação: 2 de agosto de 2006.

BANCA EXAMINADORA

Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima, Dr^a. (**Orientadora**)
Universidade Federal do Ceará

Maria Irlles de Oliveira Mayorga, PhD. (**Co-orientadora**)
Universidade Federal do Ceará

Francisco Casimiro Filho, Dr.
Universidade Federal do Ceará

Nájila Rejanne Alencar Julião Cabral, Dr^a.
Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará

*A Matheus, Samuel, Sarah, Rodrigo e Gabriel: meus sobrinhos,
nos quais deposito muita esperança.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar forças, coragem e perseverança para vencer as dificuldades da vida.

À Nossa Senhora das Graças, pela interseção e benção.

Aos meus pais, por me abençoar e acreditar no meu sucesso pessoal e profissional.

Aos meus irmãos, pela confiança depositada.

Aos meus sobrinhos, pela crença que depositam em um mundo melhor.

À professora Patrícia Verônica, pela compreensão, confiança, paz e calma transmitida nos momentos mais difíceis na elaboração da pesquisa.

À professora Irlés Mayorga, pelas contribuições enriquecedoras à pesquisa.

Ao professor Casimiro Filho, pelas sugestões atribuídas à pesquisa no momento da qualificação.

À professora Nájila Rejane, pela disponibilidade de tempo para participar da banca examinadora.

Ao professor Osório Viana, pelo apoio e incentivo.

Aos meus grandes amigos, pelo companheirismo e compreensão das ausências nos divertimentos, nas brincadeiras e nas conversas amáveis que são essenciais para a formação de um ser humano.

À Cleomar, pelos momentos sérios, porém, alegres e divertidos que tivemos durante o período do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento concedido.

E a todos que acreditaram e acreditam na ciência e, principalmente, buscam um mundo cheio de PAZ e SOLIDARIEDADE.

*“Para aprender a sabedoria e o ensino;
para entender as palavras de inteligência;
para obter o ensino do bom proceder,
a justiça, o juízo e a equidade;
para dar aos simples prudência
e aos jovens, conhecimento e bom siso”.*
(Provérbios 1, 2-4)

RESUMO

O estudo sobre a desertificação tornou-se mais aceitável quando pesquisas passaram a inter-relacionar esse fenômeno dentro das quatro esferas que o abrangem: ambiental, econômica, social e política. Esta crise ambiental é decorrência, principalmente, das atividades humanas através do uso abusivo e desordenado do meio natural já frágil e predisposto à desertificação. O Estado do Ceará, localizado na região Nordeste do Brasil, possui 92% de seu território inserido no Trópico semi-árido e economia baseada em modelos predatórios dos recursos naturais e, devido a essa susceptibilidade à desertificação, esta pesquisa propõe um estudo interdisciplinar para analisar a propensão à desertificação no referido Estado. Para tanto, foi construída, para os cento e oitenta e quatro municípios cearenses, uma matriz de indicadores englobando quatro aspectos: agropecuários, econômicos, sociais e naturais conforme os documentos oficiais da Organização das Nações Unidas. Para uma melhor análise, cada grupo de indicadores foi submetido à análise fatorial e foram construídos quatro Índices Parciais de Propensão à Desertificação, após, utilizou-se da análise de agrupamentos para dividir os municípios cearenses em cinco classes conforme suas características semelhantes. O Índice de Propensão à Desertificação para o Estado do Ceará foi estabelecido através da média ponderada entre os quatro índices parciais outrora calculados. Constatou-se que, trinta e um municípios estão em alto nível de susceptibilidade à desertificação, englobando uma área de 33.969km², correspondendo a 22,82% da área total do Estado e atingindo uma população de 3.093.079 habitantes, ou seja, 41,62% da população cearense. Diante da gravidade desse sério problema ambiental que assola o território cearense, esta pesquisa possibilitou um aprofundamento interdisciplinar sobre o fenômeno da desertificação, assim como, permitirá uma maior aprendizagem e esclarecimento para os tomadores de decisão na tentativa de elaborar políticas públicas que busquem dirimir o avanço das terras em processo de desertificação não deixando de incluir, obrigatoriamente, a participação da população local a qual se torna essencial para a negociação de interesses entre os órgãos públicos e os atores sociais diretamente afetados pelo fenômeno.

Palavras-chave: Índice de Propensão à Desertificação; Análise Multivariada; Estado do Ceará.

ABSTRACT

The study on desertification became more acceptable when researches passed to interrelate this phenomenon inside the four spheres that embrace it: environmental, economic, social and political. This environmental crisis is consequence, mostly, of the human activities through the abusive use and disordered of the half natural already fragile and predisposed to desertification. State of the Ceará, located in the region Northeast do Brazil, owns 92% of your territory inserted in the Tropic semi-arid and economy based in natural resources predatory models and, due to this sustainable to desertification, this research proposes a study interdisciplinary to analyze the propensity to desertification in the referred State. For so much, it was going built, for the one hundred and eighty-four from Ceará municipal districts, indicators including head office four aspects: agricultural, economic, social and natural as the Organization United Nations official documents. For a better analysis, each indicators group was submitted to the factorial analysis and were going built four Index Partial of Propensity to Desertification, after, it used of the groupings analysis to divide into five classes as its similar characteristics. Index of Propensity to Desertification for State of the Ceará was going established through the average pondered between the four partial formerly calculated indexes. It verified that, thirty-one municipal districts are in sustainable high level to desertification, including an area of 33.969km², corresponding to 22,82% of the total area of State and reaching to a population of 3.093.079 inhabitants, or be, 41,62% of the from Ceará population. In front of the gravity of this serious environmental problem that devastates the from Ceará territory, this research enabled a deepning interdisciplinary on desertification phenomenon, as well as, it will allow a larger learning and clearing for planner of decision in the attempt to elaborate public politics that seek nullify the lands advance in desertification process not letting of including, obligatorily, the local population participation which becomes essential for the interests negotiation between public organs and the social actors directly affected by the phenomenon.

Words-key: Index of Propensity to Desertification; Analysis Multivariate; State of the Ceará.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Áreas Susceptíveis à Desertificação no Nordeste do Brasil	2
FIGURA 2: Localização geográfica do Estado do Ceará	25
FIGURA 3: Índice Parcial de Propensão à Desertificação segundo os indicadores agropecuários – Ceará	46
FIGURA 4: Índice Parcial de Propensão à Desertificação segundo os indicadores econômicos – Ceará	51
FIGURA 5: Índice Parcial de Propensão à Desertificação segundo os indicadores sociais – Ceará	57
FIGURA 6: Índice Parcial de Propensão à Desertificação segundo os indicadores naturais – Ceará	62
FIGURA 7: Índice Propensão à Desertificação – Ceará	68
FIGURA 8: Municípios propensos à desertificação segundo o Índice de Propensão à Desertificação (IPD)	77
FIGURA 9: Municípios propensos à desertificação segundo as imagens de satélite	78
FIGURA 10: Imagens de satélite dos municípios do Estado do Ceará	79
FIGURA 11: Área susceptível à desertificação no município de Aracati – CE ...	99
FIGURA 12: Imagem de satélite do município de Aracati – CE	100
FIGURA 13: Área susceptível à desertificação no município de Iguatu – CE	101
FIGURA 14: Imagem de satélite do município de Iguatu – CE	102

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Classificação dos das regiões terrestres segundo o Índice de Aridez	8
TABELA 2: Indicadores Agropecuários – composição e importância dos fatores de acordo com as cargas fatoriais e percentual da variância explicada – Ceará.....	43
TABELA 3: Índice médio, número de municípios e população, segundo as classes do grupo agropecuário – Ceará	45
TABELA 4: Média dos indicadores empregados no cálculo do Índice Parcial de Propensão à Desertificação segundo os aspectos agropecuários, por agrupamento	47
TABELA 5: Indicadores Econômicos – composição e importância dos fatores de acordo com as cargas fatoriais e percentual da variância explicada	50
TABELA 6: Índice médio, número de municípios e população, segundo as classes do grupo econômico – Ceará	52
TABELA 7: Média dos indicadores empregados no cálculo do Índice Parcial de Propensão à Desertificação segundo os aspectos econômicos, por agrupamento	52
TABELA 8: Indicadores Sociais – composição e importância dos fatores de acordo com as cargas fatoriais e percentual da variância explicada – Ceará.....	55
TABELA 9: Índice médio, número de municípios e população, segundo as classes do grupo social – Ceará	56
TABELA 10: Média dos indicadores empregados no cálculo do Índice Parcial de Propensão à Desertificação segundo os aspectos sociais, por agrupamento	58
TABELA 11: Indicadores Naturais – composição e importância dos fatores de acordo com as cargas fatoriais e percentual da variância explicada – Ceará.....	60
TABELA 12: Índice médio, número de municípios e população, segundo as classes do grupo natural – Ceará	61

TABELA 13: Média dos indicadores empregados no cálculo do Índice Parcial de Propensão à Desertificação segundo os aspectos naturais, por agrupamento	63
TABELA 14: Hierarquização dos municípios cearenses de acordo com o Índice de Propensão à Desertificação	64
TABELA 15: Índice médio, número de municípios e população, segundo as classes do Índice de Propensão à Desertificação – Ceará.....	69
TABELA 16: Média no cálculo do Índice de Propensão à Desertificação, por agrupamento	70

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: Causas da Desertificação	11
QUADRO 2: Conseqüências da Desertificação	13
QUADRO 3: Indicadores selecionados para compor o Índice Parcial de Propensão à Desertificação – Aspectos Agropecuários	43
QUADRO 4: Indicadores selecionados para compor o Índice Parcial de Propensão à Desertificação – Aspectos Econômicos	49
QUADRO 5: Indicadores selecionados para compor o Índice Parcial de Propensão à Desertificação – Aspectos Sociais	54
QUADRO 6: Indicadores selecionados para compor o Índice Parcial de Propensão à Desertificação – Aspectos Naturais	60
QUADRO 7: Indicadores de desertificação por classe de IPD	73

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE QUADROS	xii
Capítulo I: Introdução	1
1.1. A problemática e sua importância	1
1.2. Hipótese	3
1.3. Objetivo Geral	4
1.3.1 Objetivos Específicos	4
1.4. Organização do trabalho	4
Capítulo II: Estado da Arte	6
2.1. Desertificação: conceitos, causas e conseqüências	6
2.2. Hierarquização dos municípios cearenses quanto à propensão à desertificação	15
2.3. Ações desenvolvidas no Estado do Ceará no combate à desertificação	20
Capítulo III: Metodologia	24
3.1. Apresentação da área de estudo	24
3.2. Seleção dos indicadores e origem dos dados	26
3.3. Métodos de análise	32
3.3.1. A Análise Fatorial	32
3.3.1.1. Formulação do modelo	33
3.3.1.2. Adequação dos dados à análise fatorial	33
3.3.1.3. Determinação do método	34
3.3.1.4. Determinação do número de fatores	35
3.3.1.5. Rotação dos fatores	36
3.3.1.6. Análise das cargas fatoriais	36
3.3.2. Construção do Índice de Propensão à Desertificação	37
3.3.2.1. Construção dos Índices Parciais de Propensão à Desertificação	37
3.3.2.2. Construção do Índice de Propensão à Desertificação	38
3.3.3. A Análise de Agrupamento (<i>cluster analysis</i>)	39
3.3.3.1. Os objetivos da análise de agrupamento	40

	14
3.3.3.2. Medida de dissimilaridade (similaridade)	40
3.3.3.3. A determinação de agrupamentos e a avaliação do ajuste geral	41
Capítulo IV: Resultados e Discussão	42
4.1. Índice Parcial de Propensão à Desertificação segundo os indicadores agropecuários (IPPD _A)	42
4.2. Índice Parcial de Propensão à Desertificação segundo os indicadores econômicos (IPPD _E)	48
4.3. Índice Parcial de Propensão à Desertificação segundo os indicadores sociais (IPPD _S)	53
4.4. Índice Parcial de Propensão à Desertificação segundo os indicadores naturais (IPPD _N)	59
4.5. Índice de Propensão à Desertificação (IPD)	63
4.6. Comparação do Índice de Propensão à Desertificação (IPD) com as imagens de satélite	75
Capítulo V: Conclusões e Sugestões	80
Bibliografia	82
Apêndice	87

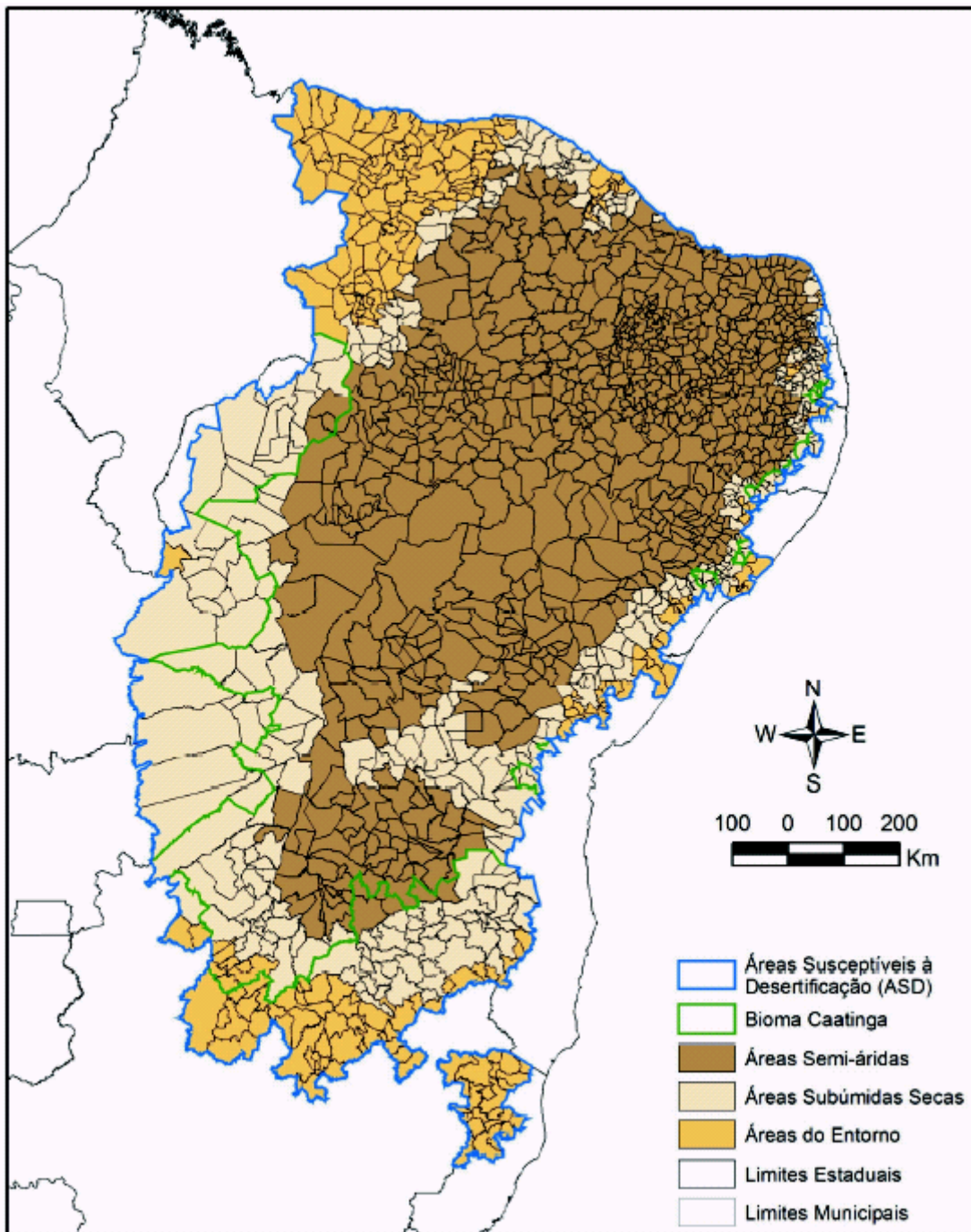
Capítulo I

Introdução

1.1. A problemática e sua importância

A desertificação vem merecendo atenção especial desde a década de 30 quando ocorreu, nos Estados Unidos da América, prolongada seca com forte degradação dos recursos naturais da região oeste americana. Porém, somente com as grandes secas que sofreu o continente africano, na região de Sahel, o mundo despertou para a gravidade do fenômeno que arrasava as condições ambientais, econômicas e sociais da população local. Desde então, pesquisadores e governos têm estudado este fenômeno na intenção de dirimir suas dúvidas, de proporcionar um conhecimento mais aprofundado sobre suas principais causas e conseqüências e de desenvolver e adotar medidas mitigadoras para controlar a sua expansão. Após várias reuniões e assembléias, a Organização das Nações Unidas (ONU) definiu a desertificação como sendo a degradação do solo em áreas áridas, semi-áridas e sub-úmidas secas, resultante de diversos fatores, inclusive de variações climáticas e, principalmente, de atividades humanas. Ampliando esse conceito, a ONU atribuiu, em 1994, que as origens da desertificação estão nas complexas interações de fatores físicos, biológicos, políticos, sociais, culturais e econômicos. Conforme essa definição oficial percebe-se que o fenômeno da desertificação possui uma visão sistêmica ou multidisciplinar e que o problema não tem delimitação de áreas.

No Brasil, a região Nordeste é a mais comprometida pela desertificação conforme se verifica na Figura 1 e, segundo Leite *et al* (1992), o Estado do Ceará - objeto de estudo desta pesquisa - tem 92% de seu território inserido na região semi-árida do nordeste brasileiro e está sob perigoso processo de desertificação, existindo um número considerável de municípios afetados pelo fenômeno, sendo que este número pode aumentar se não forem levados em conta, nos diversos estudos sobre o fenômeno, os diferentes fatores que o provocam.



Fonte: Ministério do Meio Ambiente (2004).

FIGURA 1: Áreas Susceptíveis à Desertificação no Nordeste do Brasil.

Conhecendo-se as principais causas e conseqüências da desertificação, é de vital importância que se tente introduzir ações que visem ao desenvolvimento sustentável nas áreas afetadas e propensas ao fenômeno. Nesta pesquisa, o conceito de desenvolvimento sustentável divulgado pelo Relatório de Brundtland será adotado para um melhor entendimento e aplicação do desenvolvimento. Assim, Desenvolvimento

Sustentável é:

Estratégia de desenvolvimento que maneja de forma conveniente todos os ativos, recursos naturais e recursos humanos, bem como ativos físicos e financeiros, para incrementar tanto a riqueza como os níveis de bem-estar de longo prazo. Tem como objetivo rejeitar políticas e práticas que mantenham os padrões atuais de vida, alcançados pela depredação da base produtiva, incluindo os recursos naturais, que deixa as gerações futuras com perspectivas depauperadas e com maiores riscos do que a nossa própria geração (Brundtland, 1991).

Esta pesquisa utilizou-se de indicadores, tomando-se por base os documentos da ONU que versam sobre o assunto, que foram selecionados após levantamento das características dos municípios do Estado do Ceará, de maneira a subsidiar uma definição sistêmica da desertificação.

Os dados municipais foram submetidos à análise fatorial para a construção do índice interdisciplinar de susceptibilidade à desertificação para, em seguida, ordenar os municípios de acordo com a maior ou menor gravidade do fenômeno. Para melhor análise e, até mesmo, visualização dos resultados, os municípios cearenses foram divididos em classes de acordo com seus índices outrora calculados. Para tanto, utilizou-se análise de agrupamento (*cluster analysis*). Essa classificação serviu de base para a identificação dos municípios e das microrregiões mais afetadas pela desertificação.

A presente pesquisa pode contribuir com os estudos já realizados concernentes ao tema desertificação de maneira complementar ou, ainda, suplementar. Pois, a metodologia aqui proposta não invalida a possibilidade de inclusão de novos indicadores que permeiem a temática e contribuam para a construção do Índice de Propensão à Desertificação, o que vai ao encontro da necessidade de se criar canais de discussão, bem como, políticas voltadas ao desenvolvimento socioeconômico em consonância com a qualidade ambiental.

1.2. Hipótese

É possível construir um índice de propensão à desertificação para o Estado do Ceará analisando-se os aspectos agropecuários, econômicos, sociais e naturais.

1.3. Objetivo Geral

Analisar a propensão à desertificação nos municípios do Estado do Ceará.

1.3.1. Objetivos Específicos

- Construir um Índice de Propensão à Desertificação para cada município do Estado do Ceará;
- Hierarquizar verticalmente os municípios do Estado do Ceará susceptíveis aos processos de desertificação a partir de indicadores sociais, econômicos e ambientais;
- Identificar e analisar os indicadores envolvidos no processo investigativo que mais contribuíram para o processo de desertificação em cada município cearense;
- Construir um mapa temático do Estado do Ceará relacionando os aspectos sócio-econômicos e ambientais dos municípios cearenses propensos à desertificação.

Diante da problemática aqui abordada, esta pesquisa torna-se importante por corroborar na busca incessante de um conceito mais claro e preciso para a desertificação envolvendo parâmetros naturais, sociais e econômicos.

1.4. Organização do trabalho

A estrutura da pesquisa foi dividida em cinco capítulos. No primeiro, a introdução, tratou-se da importância e do problema a ser estudado, e foram expostos os objetivos específicos do trabalho. Em seguida, no capítulo dois, apresentou-se o estado da arte sobre o processo da desertificação com, inclusive, os conceitos atribuídos à crise ecológica, suas causas e consequências na tentativa de melhor entendimento da questão. Abordaram-se, também, os principais estudos que utilizaram a hierarquização como principal forma de conhecimento das suas áreas de estudo, destacando as pesquisas que hierarquizaram as áreas propensas à desertificação, fazendo abordagem crítica aos mesmos e diferenciando-os da atual pesquisa, e, por último, explanaram-se as principais ações desenvolvidas no Estado do Ceará no combate à desertificação. No capítulo três discorreu-se sobre o ambiente semi-árido cearense, foram apresentados os aspectos

sociais, econômicos e ambientais que embasaram a construção da matriz de indicadores e os métodos de análise utilizados para construir o Índice de Propensão à Desertificação. No quarto capítulo, foram apresentados os resultados e as discussões da análise fatorial e de agrupamento aplicadas à matriz de indicadores. Por último, o quinto capítulo, destinou-se às conclusões e sugestões que esta pesquisa proporcionou para a compreensão da gênese desse fenômeno que ameaça o território cearense e, principalmente, a qualidade de vida dos cidadãos.

Capítulo II

Estado da Arte

2.1. Desertificação: conceitos, causas e conseqüências

Para se entender o fenômeno da desertificação é necessário se ter noção, principalmente, das três esferas do conhecimento: ambiental, econômica e social de modo a inter-relacioná-las de forma sistêmica conforme a Teoria Geral dos Sistemas:

Quando se decide qual será o sistema a ser investigado, definindo os seus elementos e as suas relações, torna-se mais fácil delimitá-lo no espaço e distinguir as suas unidades componentes, interligadas pelas relações internas, e estabelecer os sistemas ambientais controlantes que atuam sobre o sistema através das relações externas (Christofolletti, 1979).

Com esse conhecimento interdisciplinar sobre a desertificação, estatisticamente fundamentado, as pesquisas são embasadas e, juntamente com uma participação efetiva da população local, promovem um elo forte e seguro na elaboração de políticas públicas para conter o avanço das terras propensas à desertificação. Conforme Rodrigues (2004),

é fundamental que as discussões e as propostas encaminhadas envolvam todos os níveis de decisão da sociedade, sendo fundamental a disseminação do conhecimento para permitir que toda sociedade participe mais efetivamente nos processos de tomada de decisão, no sentido de assegurar uma proposta justa de desenvolvimento.

Senra (2004) também destaca a extrema necessidade de se desenvolver estudos mais detalhados sobre o processo de desertificação, visto que as evidências indicam que o mesmo abarca áreas maiores que aquelas até atualmente identificadas. A preocupação na ampliação das áreas em processo de desertificação pode ser constatada, ainda da década de 1980, por Vasconcelos Sobrinho (1982) que expõe que o processo de desertificação tem um dinamismo próprio e sua tendência é ampliar-se em detrimento das áreas vizinhas.

Após vários anos de estudos na tentativa de se identificar com clareza e segurança a crise ambiental definida como desertificação, atualmente, ainda existem

muitas divergências conceituais devido, principalmente, à complexidade que tal fenômeno exige para se obter um consenso científico.

A seguir, a desertificação é definida da forma menos aceita para a forma mais aceita e com maiores esclarecimentos na esfera científica, conforme apanhado dos principais conceitos publicados entre os mais diversos pesquisadores no assunto.

É fruto da ruptura ecológica e oriunda de dois fatores: primeiro, por criações naturais através da incessante depressão da atmosfera, onde as chuvas são enfraquecidas ou destruídas, pela grande massa descendente da corrente de ar; e, segundo, por ações das correntes marítimas frias que existem nos oceanos e mares, com temperaturas próprias, salinidades específicas, velocidades com tipicidades próprias e direções definidas. Tais correntes atuam na presença de áreas desérticas, áridas, semi-áridas em diversos pontos do Planeta (Botelho, 2004).

Percebe-se que esse conceito enfatizou, principalmente, as ações da natureza sobre os ambientes terrestres, excluindo a ação humana, que é uma das principais promotoras da desertificação. Embora aquelas ações não devam ser negligenciadas, não são as únicas a promover a desertificação.

A segunda definição a ser analisada será a de Vasconcelos Sobrinho (2004), que define a desertificação como sendo um fenômeno induzido ou agravado pela ação do Homem em áreas de equilíbrio ecológico instável produzindo degradações irreversíveis na paisagem e nos tecidos ecológicos naturais. O referido autor também ressalta que a desertificação é um fenômeno permanente que eclode e se agrava pelas ações do Homem e da natureza conjugadas aos efeitos do clima que são somados e agravados mutuamente.

Para essa definição, percebe-se uma melhor abordagem sobre o assunto do que a primeira. É mais esclarecedora, além de ressaltar a importância da participação do Homem na formação das áreas desertificadas agindo conjuntamente, e não isoladamente, em ambientes ecologicamente susceptíveis ao fenômeno.

Porém, o conceito reconhecido mundialmente foi definido pela Organização das Nações Unidas, em 1992, quando da realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD). Neste conceito, a desertificação é retratada como “degradação do solo em áreas áridas, semi-áridas e sub-úmidas secas, resultante de diversos fatores, inclusive de variações climáticas e de atividades humanas”.

Nota-se, com esta definição e para um melhor entendimento, que se torna necessário esclarecer alguns pontos principais. O primeiro é a degradação que, segundo Dias (2002), é entendida como as modificações das condições naturais, comprometendo o uso dos recursos naturais (solo, água, flora, fauna etc.) e reduzindo a qualidade de vida das pessoas. Matallo Júnior (2003) acrescenta a degradação da vegetação e da biodiversidade ao entendimento sobre degradação. Conforme Conti (1995), citado em Aquino (2002), a utilização inadequada de alguns recursos naturais fundamentais à vida tem provocado um processo de transformação da natureza que conduz à degradação ambiental, a qual resulta, dentre outros fatores, do maior poder de intervenção do Homem no meio ambiente, decorrente do desenvolvimento científico e tecnológico, do crescimento populacional e do aumento no consumo provocando, conseqüentemente, o empobrecimento dos ecossistemas e propiciando a desertificação. Dessa forma, percebe-se que a degradação ambiental ocasiona diminuição na qualidade de vida de toda população e sérios problemas sociais e econômicos para os governantes. Porém, segundo Sá (1994), a degradação ambiental não pode ser considerada um processo irreversível, sendo possível, na maioria dos casos, uma reabilitação natural num espaço de tempo relativamente curto.

O segundo ponto da definição oficial de desertificação proposta pela ONU diz respeito ao índice de aridez de uma região. Este índice está relacionado à quantidade de precipitações pluviométricas e à perda máxima possível de água através da evaporação e transpiração, isto é, pela evapotranspiração potencial. Conforme a ONU, o clima das regiões terrestres divide-se em cinco classes, segundo o índice de aridez (Tabela 1).

TABELA 1: Classificação do clima das regiões terrestres segundo o Índice de Aridez.

Climas do Planeta	Índice de Aridez
Hiper-árido	< 0,05
Árido	0,05 – 0,20
Semi-árido	0,21 – 0,50
Sub-úmido e seco	0,51 – 0,65
Sub-úmido e úmido	> 0,65

Fonte: Conselho Nacional do Meio Ambiente – Resolução Nº 238/97.

De acordo com a definição oficial estabelecida para o fenômeno da desertificação, somente as áreas com índice de aridez entre 0,05 e 0,65, ou seja, as

regiões áridas, semi-áridas e sub-úmidas secas são classificadas como propensas à desertificação.

Ao referir-se que a desertificação é resultante de diversos fatores, pode-se compreender que tais fatores são a degradação do solo, da vegetação, dos recursos hídricos, da qualidade de vida etc. E considerando as atividades humanas que corroboram e intensificam a desertificação, podem ser citadas as atividades relacionadas à exploração demasiada e inconseqüente do solo da região através do desmatamento descontrolado, das queimadas, do sobrepastoreio, das práticas agrícolas inadequadas etc.

No entanto, esse conceito tão disseminado por órgãos nacionais e internacionais e esmiuçado anteriormente, é confuso e necessita ser revisto, pois, devem ser inseridas algumas áreas enquadradas como sub-úmidas e úmidas e que estão em forte degradação ambiental por sofrerem, exclusivamente, intervenções humanas descontroladas. Estas áreas não são consideradas em processo de desertificação por não se enquadrarem, parcialmente, no conceito imposto pela Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) e, segundo Suertgaray (2003), para essa intensa degradação ambiental ocorrida em regiões fora da análise conceitual adota-se o termo *arenização* devido a não apresentação de características de aridez e por não contribuir em mudanças climáticas na região. A referida autora propõe um estudo detalhado dos documentos históricos das regiões para melhor diferenciar tais fenômenos. Porém, devido à carência de dados da evapotranspiração potencial, atribuída a não definição da ONU do período de análise desses dados e considerando que não existe área territorial que não sofra algum tipo de ação humana, a exclusão de tais áreas pode estar mascarando os verdadeiros números que existem sobre o preocupante fenômeno da desertificação.

As áreas propensas à desertificação trazem consigo grandes impactos ambientais, sociais, econômicos e políticos que realimentam as principais causas desse fenômeno. Por esse motivo, torna-se bastante difícil diferenciar as causas das conseqüências que tornam uma área estéril para a fauna, a flora e para a habitação do ser humano. Portanto, esta pesquisa teve o cuidado de enumerar, realizando uma resenha dentre os inúmeros estudos até então publicados, as várias causas que promovem a desertificação. Botelho (2004) enumera:

- Ação humana, através do uso abusivo e desordenado da natureza;

- Desmatamento descontrolado, o que leva à destruição e conseqüentemente à erosão danosa no espaço;
- Mau uso do solo, o que ocasiona o seu esgotamento;
- Uso irracional das águas, causando a salinização;
- Alteração nos regimes das chuvas com índice inferior a 250mm/ano.

Rodrigues (2004) acrescenta:

- Modelos de desenvolvimento regionais imediatistas;
- Concentrações populacionais superiores à capacidade de suporte do ambiente;
- Alta concentração da propriedade da terra.

Nota-se, com as causas supracitadas, um evidente desequilíbrio ecológico em um ambiente em que o fator humano preponderou sobre os naturais. Daí, a necessidade de aceitar que uma região pode se tornar desertificada com apenas as intervenções humanas. Isso se tornou mais claro na proporção que se aprofundaram as pesquisas com relação ao fenômeno. Vasconcelos Sobrinho (2004) diferencia claramente as causas naturais que são resumidas em clima e solo, das ações humanas que contribuem direta e indiretamente no avanço da desertificação. Para as causas naturais podem ser citadas:

- Baixo índice de pluviosidade;
- Distribuição irregular das precipitações através do ano;
- Temperaturas do ar e do solo relativamente elevadas;
- Baixa umidade relativa do ar;
- Intensa luminosidade e amplo fotoperiodismo;
- Velocidade e temperatura dos ventos;
- Índices de transpiração e evapotranspiração elevados;
- Balanço hídrico deficitário;
- Variações climáticas globais de origens diversas;
- Profundidade dos solos, composição e espessura dos horizontes que servem de substrato à cobertura vegetal, permeabilidade aos líquidos e aos gases e incapacidade de reter as águas da chuva;

- Vocação ecológica para a desertificação; e,
- Equilíbrio ecológico instável.

Com relação às ações do homem sobre um ambiente frágil e predisposto à desertificação, Vasconcelos Sobrinho (2004) enumera as principais causas humanas:

- Lavoura itinerante;
- Incompetência no manejo do solo;
- Criação extensiva;
- Queimadas;
- Destruição dos estoques de semente, resultado da criação extensiva e das queimadas;
- Destruição dos agentes polinizadores, devido à prática crescente de aplicação de pesticidas.

Outro estudo de grande importância foi desenvolvido por Sampaio & Sampaio (2002), no qual as principais causas da desertificação foram divididas em três etapas primordiais para desencadear o fenômeno, conforme se constata no Quadro 1.

QUADRO 1: Causas da Desertificação.

Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Aridez e semi-aridez	Desmatamento	Erosão
Variabilidade climática	Queimadas	Perda de matéria orgânica
Solos rasos e inférteis	Extratativismo predatório	Redução da fertilidade
Alta relação homem/terra	Sobrepastoreio	Salinização
Baixo nível tecnológico	Cultivo excessivo do solo	Compactação
Baixa produtividade	Práticas agrícolas inadequadas	Rebaixamento do lençol freático
Baixa renda	Mau uso dos recursos hídricos	Contaminação das águas
Pouco capital disponível	Irrigação inadequada	Poluição
Baixo nível educacional	Mineração predatória	Redução da biodiversidade

Fonte: Sampaio & Sampaio (2002).

No que se refere às conseqüências mais significativas para o fenômeno da desertificação, Aquino (2002) relata que são amplas, complexas, variadas e são resultado de uma interação de fatores físicos, biológicos, sociais, econômicos, culturais e políticos, além de serem fundamentados na diminuição da produtividade dos ecossistemas causada pelo regime de precipitações pluviométricas baixas, pela

diminuição da disponibilidade de água e nutrientes e pela erosão do solo, que se inicia a partir da remoção da cobertura vegetal através de desmatamentos, queimadas e superpastoreio.

Botelho (2004) enumera as seguintes conseqüências:

- Perda da diversidade biológica;
- Aumento da exposição solar (insolação);
- Diminuição da absorção do gás carbônico (CO₂);
- Diminuição das terras agriculturáveis;
- Redução na produção agrícola;

Esse autor não relata as graves conseqüências que o homem enfrentará após defrontar-se com a perda irreparável das terras que utiliza para sua sobrevivência, portanto, não se referindo aos aspectos sociais e econômicos que desencadeiam a desertificação. Porém, menciona que o combate ao fenômeno deve ser promovido através de um estudo holístico e multidisciplinar para se alcançar êxito e eficiência nas ações implementadas.

A pesquisa de Rodrigues (2004), além de enumerar os efeitos ambientais, analisa os efeitos sociais e econômicos sobre a população direta e indiretamente afetada. Diante disso, são relacionadas as seguintes conseqüências:

- Eliminação e redução da biodiversidade e, portanto, do patrimônio genético regional;
- Perda parcial ou total do solo, por erosão e salinização;
- Diminuição na quantidade e qualidade dos recursos hídricos;
- Diminuição na fertilidade e produtividade do solo, afetando a produção, animal e agrícola e gerando, com isso, o abandono de áreas;
- Alta migração da população, o que vai incrementar os cinturões de pobreza dos centros urbanos;
- Diminuição nas fontes de ingresso e da relação produção/consumo, aumento de desemprego, diminuição do investimento, crescente importação de produtos de consumo e, finalmente, a geração de uma consciência de auto-abandono, provocada por atitudes de resignação

frente aos graves problemas de sobrevivência e do abandono e desprezo por parte das instituições governamentais.

Sampaio & Sampaio (2002) expõem as conseqüências da desertificação em cinco etapas nas quais são envolvidas as esferas em que se deve estudar a desertificação: ambiental, econômico e social conforme se verifica no Quadro 2.

QUADRO 2: Conseqüências da desertificação.

Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 5
Degradação do solo	Menos terras produtivas Menor produtividade Maior custo de produção	Diminuição das áreas agrícolas Diminuição dos rebanhos Perda da competitividade Redução da atividade agropecuária	Diminuição da renda Diminuição do emprego	Piora da qualidade de vida

Fonte: Sampaio & Sampaio (2002).

As conseqüências em uma área desertificada são extremamente sérias e, na maioria das vezes, irreversíveis. É imprescindível não permitir que uma região chegue a este extremo. Para tanto, é essencial que haja um estudo criterioso sobre a abrangência do fenômeno nas três esferas que englobam a desertificação, conhecendo suas causas e conseqüências no intuito de elaborar, conjuntamente com a população afetada, planos, programas e políticas públicas que evitem, controlem, previnam ou amenizem seus efeitos, promovendo, em longo prazo, um desenvolvimento local sustentável. Em tais estudos, é necessário enfatizar e/ou priorizar a elevação no nível de pobreza que a população se submeterá ao ser expulsa de sua terra natal, gerando um grave e sério problema social que se tornará evidente a partir do efeito retroalimentador da desertificação. Assim, percebe-se que o binômio pobreza-desertificação será o mais importante alvo de estudo na formulação de programas para combater tal fenômeno.

Apresentadas as definições, causas e conseqüências da desertificação, pode-

se ressaltar que a desertificação tem significado diferente daqueles de deserto e seca. Para deserto, a definição apresentada por Nimer (1988) é suficientemente clara:

é um fenômeno resultante da evolução de processos que alcançaram uma certa estabilidade final, isto é, alcançaram uma espécie de equilíbrio homeostático natural, independe da ação conseqüente ou inconstante do homem sobre o meio ambiente. É um clímax ecológico atingido.

Com relação às secas, definição satisfatória é apresentada pela ONU (1994):

constituem-se em uma deficiência constante das precipitações, que afeta amplas zonas de determinada região e se traduz em um período de clima anormalmente seco e suficientemente prolongado para que a escassez de água dê lugar a um agudo desequilíbrio hídrico.

Matallo Júnior (2001) apresenta alguns fatores que demonstram as dificuldades nas diferenciações conceituais:

- Seca é um fenômeno mais antigo e mais visível do que a desertificação;
- Desertificação é um processo que ocorre durante lapsos de tempo relativamente grandes (10 anos ou mais), enquanto seca é um evento marcado claramente no tempo;
- As perdas de produtividade e da produção são mais visíveis na seca que na desertificação;
- Em muitos casos o processo da desertificação não alcança a “condição de deserto”, o que pode dificultar sua visualização.

Desta maneira, compreendendo o fenômeno da desertificação e sua complexidade e considerando que é um fenômeno que ameaça direta ou indiretamente o bem-estar e o futuro de milhões de pessoas, a próxima seção enfatiza os principais estudos que foram realizados utilizando a hierarquização por meio de indicadores e que serviram de embasamento teórico para a hierarquização dos municípios cearenses propensos à desertificação.

2.2. Hierarquização dos municípios cearenses quanto à propensão à desertificação

Pesquisas que busquem um melhor entendimento da desertificação no que se refere às áreas afetadas, à intensidade dos problemas e seus agentes causadores devem ser direcionadas de modo a organizar as regiões da área em estudo das mais às menos propensas ao fenômeno. Em outras palavras, tais pesquisas devem realizar uma hierarquização com a finalidade de identificar as regiões que necessitam de uma intervenção mais urgente para controlar e combater a degradação ambiental e humana.

A hierarquização é feita por meio da construção de um índice que varia dentro de um intervalo, conforme estabelecido pelo pesquisador. Este índice tem a finalidade de mensurar as informações e classificá-las dos menores aos maiores índices calculados. Segundo o Instituto de Pesquisa e Estratégica Econômica do Ceará – IPECE (2003), o índice calculado propicia:

- Acompanhamento da evolução de um indicador de desenvolvimento em uma localidade;
- Subsídios aos organismos públicos e privados capazes de auxiliar a formulação de políticas.

A hierarquização, conforme Reis & Lima (1995), pode ser útil aos responsáveis pelas decisões políticas na área de planejamento além de possibilitar a percepção de que determinadas informações não podem ser administradas de forma homogênea devido as suas disparidades. Assim, permite que os problemas existentes em uma localidade possam ser esclarecidos e entendidos de maneira mais detalhada, contribuindo para a elaboração de políticas eficazes para combater os problemas que afetam a população e o meio ambiente.

Uma das grandes vantagens existentes na hierarquização é a identificação das áreas mais necessitadas e carentes de programas governamentais, assim como, fazer diagnóstico da atual situação do município e prever melhorias para o futuro. Outra vantagem citada por Khan (2002) é que, por intermédio de indicadores, é possível aferir se as pessoas estão capacitadas a usufruir os benefícios mais subjetivos e imensuráveis do desenvolvimento, como o acesso à informação, à cultura e à participação política.

Atualmente, vários estudos estão utilizando a criação de índices para um perfeito conhecimento e entendimento do objeto de estudo. Para tanto, utilizam um

conjunto de variáveis originais condizentes à pesquisa para formular indicadores representativos da análise, podendo utilizar modelos estatísticos ou não. A seguir será feita uma descrição sucinta de alguns destes estudos.

Dentre os índices calculados a partir desse procedimento, podem ser citados, conforme IPECE (2004), o Índice de Desenvolvimento do Município do Estado do Ceará (IDM), que mede os níveis de desenvolvimento alcançados pelos municípios; o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) que avalia as condições de núcleos sociais por meio de indicadores de educação, de longevidade e da renda *per capita*; e o Índice de Desenvolvimento Social (IDS) que mensura a inclusão social a qual reflete os resultados obtidos pelos municípios e o nível de oferta de serviços públicos mais eficazes e capazes de atingir a população-alvo apresentando melhorias significativas ao longo do tempo.

A hierarquização realizada por Soares *et al* (1995) classificou os municípios e microrregiões cearenses susceptíveis aos processos de desertificação tomando como base o critério estabelecido pela Organização das Nações Unidas com relação ao índice de aridez e a ocorrência de degradação dos fatores físicos e biológicos detectados em imagens de satélite. Essa hierarquização é totalmente válida, porém, vale ressaltar que em questões ambientais não se deve deixar de incluir as variáveis sócio-econômicas que são importantes para se investigar o binômio pobreza-desertificação.

Folhes (2000) construiu um Índice de Bem-Estar Econômico Sustentável (IBES) para o Estado do Ceará por meio de vinte indicadores sociais, culturais, ambientais e políticos na tentativa de encontrar uma medida adequada de desempenho da economia cearense que expressasse o bem-estar econômico da população e demonstrasse uma preocupação maior com a degradação humana e ambiental. Essa medida de desempenho econômico, atualmente, vem sendo representada pelo Produto Interno Bruto (PIB), o qual não contabiliza, por exemplo, os custos da degradação dos recursos naturais, os trabalhos domésticos, a produção de alimentos para consumo, poluição da água e do ar, distribuição de renda, sendo todos relacionados no cálculo para a construção do IBES, demonstrando uma medida mais completa e condizente com a economia de um país ou região.

A pesquisa de Folhes (2000) serviu de embasamento teórico para a construção do Índice de Propensão à Desertificação (IPD) proposto nesta pesquisa por relacionar indicadores importantes para a susceptibilidade à desertificação no Ceará. Dentre estes indicadores pode-se destacar o índice de distribuição de renda no Estado do

Ceará, o qual revelou intensa concentração de renda na capital cearense, deixando à margem o interior do Estado e sugerindo tratar-se de uma região mais susceptível a processos degradacionais dos recursos naturais e humanos devido ao elevado nível de pobreza dos municípios os quais não dispõem de renda para a educação, a saúde, a segurança etc.

Além deste, a inclusão do trabalho doméstico não remunerado – realizado principalmente pelas mulheres – para mensurar o IBES apresenta-se de suma importância para o cálculo do IPD por oferecer um demonstrativo de que, mesmo numa sociedade patriarcal, a mulher como dona de casa, mãe e esposa deve possuir forte poder decisório no seio familiar e deve participar, conforme cita a Agenda 21 em seu capítulo 24, de decisões para um eficaz manejo dos ecossistemas e controle da degradação ambiental.

Outros indicadores utilizados por Folhes (2000) foram:

- **Custos da poluição hídrica**, que estão relacionados com os desequilíbrios ambientais resultantes do extrativismo vegetal e mineral e uso indevido do solo;
- **Custos da degradação do solo**, que possibilitam um maior conhecimento sobre os verdadeiros custos que o Estado deve contabilizar para adotar técnicas de manejo adequadas e compatíveis com o solo cearense e permitir que a agricultura conduza ao desenvolvimento e crescimento econômicos;
- **Exaustão dos recursos renováveis**, que inclui a disponibilidade dos recursos florestais de uma região, a extração de madeira, a renda do setor madeireiro e o tempo de exaustão que esses recursos renováveis terão se continuar sendo explorados da mesma forma predatória. É um indicador relevante na elaboração do IPD porque a exaustão dos recursos florestais, associada a outros fatores, é o primeiro indício de que uma terra está se tornando desertificada e, conseqüentemente, trazendo fortes e graves conseqüências para a população direta e indiretamente afetada.

O cálculo do índice de desenvolvimento sustentável (IDS) para o café ecológico cultivado na Área de Proteção Ambiental (APA) do Maciço de Baturité do Estado do Ceará, realizado por Almeida (2002), baseou-se na média aritmética de três índices: índice de desenvolvimento ambiental relacionado ao manejo racional do meio ambiente; índice de desempenho econômico relacionado às atividades produtivas rentáveis da região; e o índice de desenvolvimento humano ajustado que relacionou os valores culturais, as relações sociais e as expectativas da sociedade. Para calcular o IDS, a pesquisadora entrevistou trinta agricultores da APA de Baturité e os hierarquizou utilizando análise quantitativa e estruturalista das características destes produtores. Com essa hierarquização, a autora concluiu que apesar de a região estudada ter apresentado um nível de desenvolvimento baixo, é possível realizar a medida do desenvolvimento sustentável em suas multidimensões.

Khan (2002) construiu um índice de qualidade de vida com a finalidade de analisar a eficácia do Programa Reforma Agrária Solidária (PRAS) e se tal programa contribuiu, ou não, substancialmente para melhorar a qualidade de vida da população beneficiada e, conseqüentemente, o desenvolvimento econômico e social da região. Utilizou variáveis para a formulação dos seguintes indicadores: aspectos sanitários, habitação, educação, saúde e bens duráveis em períodos anteriores e posteriores à implementação do PRAS. Após, atribuiu pesos a cada um dos indicadores e os organizou conforme o pior desempenho até a melhor situação possível de ser verificada. Com esta pesquisa, pôde-se constatar, nos períodos analisados, que houve melhorias significativas para o desenvolvimento e crescimento da região estudada. Assim, percebeu-se uma outra vantagem da hierarquização de dados por meio da construção de índices e que fortalece e credencia a presente pesquisa a analisar a desertificação de acordo com o IPD a ser construído.

Outra pesquisa que revela a importância da hierarquização na análise comparativa de estruturas produtivas foi desenvolvida por Soares (2002) em que utilizou a triangularização das matrizes de insumo-produto para oferecer as condições para uma hierarquia das atividades e estruturas produtivas para os Estados: Ceará e Maranhão. Segundo o referido autor, a triangularização possibilitou:

- Maior compreensão na diferença entre os padrões tecnológicos das economias estudadas;

- Organização das atividades pela sua importância na compra e venda de insumos;
- Maior percepção do grau de complexidade da economia segundo uma escala hierarquizada;
- Identificação das economias fornecedoras de insumos que se localizam na base da matriz e das economias compradoras de insumos que se localizam no topo;
- Comparação entre os graus de integração produtiva medidos a partir das magnitudes dos coeficientes da matriz.

A hierarquização através da matriz insumo-produto possibilita maior detalhamento das atividades produtivas realizadas nas localidades, identificando o nível de industrialização com os tipos de indústrias implantadas e oferecendo condições aos órgãos públicos para identificação de áreas que precisam gerar renda e emprego para fixar o Homem do campo em sua terra natal e, assim, evitar a elevada emigração para as grandes cidades. O autor concluiu que os Estados do Ceará e do Maranhão apresentaram uma dinâmica industrial favorável entre 1970 e 1995, assim como, nas atividades de serviços refletindo que suas economias começaram a ter uma dinâmica menos dependente do setor agropecuário. Dessa forma, ao realizar a pesquisa para a construção do Índice de Propensão à Desertificação e a análise da política de combate ao fenômeno deve-se considerar as potencialidades e os problemas das localidades na tentativa de se obter uma maior precisão no cálculo do índice.

O estudo realizado por Lemos (2003) hierarquizou os municípios do Estado do Ceará conforme o índice de devastação ambiental utilizando como variáveis a cobertura vegetal, as áreas com pastagens, a mão-de-obra familiar dentre outras. Segundo o autor, essa hierarquia possibilitou a identificação de áreas degradadas e a oportunidade de realizar ações pontuais para resgatar a cidadania do Homem do campo e a recuperação das áreas devastadas. Esse estudo foi abrangente porque se percebe a inserção de variáveis tanto naturais como econômicas e, com isso, o início de estudos interdisciplinares na tentativa de identificar os grandes e graves problemas ambientais no Estado do Ceará.

Os trabalhos supracitados são de grande valia para a atual pesquisa, pois, demonstram os pontos que necessitam de maiores estudos para a obtenção de um índice que retrate detalhadamente as áreas afetadas pelo problema da desertificação por

intermédio de pesquisas multi e interdisciplinares que envolvam as esferas ambiental, econômica, social e política e, com isso, propor medidas para elaborar programas eficazes para garantir o desenvolvimento e crescimento de uma região de forma sustentável em longo prazo.

Assim sendo, a decisão da metodologia escolhida pela pesquisa ao aferir o grau de susceptibilidade à desertificação através de indicadores torna-se válida, pois, segundo Lemos (1999), “a tentativa de aferição dos indicadores tem-se constituído numa preocupação dos cientistas, na medida em que possa servir de subsídios para a formulação de políticas macroeconômicas de longo prazo e de instrumento para o planejamento da utilização de medidas econômicas compensatórias”.

O diferencial do presente estudo, em relação aos descritos anteriormente, consiste na abrangência dos indicadores selecionados, os quais contemplam os aspectos agropecuários, econômicos, sociais e ambientais, conforme as recomendações da ONU.

2.3. Ações desenvolvidas no Estado do Ceará no combate à Desertificação

As ações desenvolvidas para estudar e esclarecer o fenômeno da desertificação no Estado do Ceará iniciaram-se a partir da década de 90 do século XX, quando vários pesquisadores tentaram identificar as causas, as conseqüências e a intensidade que esta crise ambiental gerava em uma área ou região. Dentre os mais diversos trabalhos produzidos pode-se destacar:

- Em 1992, quando da realização, em Fortaleza, da Conferência Internacional sobre Variações Climáticas e Desenvolvimento Sustentável (ICID) começaram os estudos sobre a temática da desertificação no Estado do Ceará com a participação da Fundação de Meteorologia e Recursos Hídricos do Estado do Ceará (FUNCEME) que detectou, por meio de imagens de satélite, as áreas com sinais evidentes de degradação susceptíveis à desertificação, estimando uma área total de 15.130km² (Leite *et al*, 1992);
- Em 1994, realização da Conferência Nacional e Seminário Latino Americano da Desertificação (CONSLAD) e elaboração de ações de combate à desertificação que perduraram até 1998, porém, algumas ações não obtiveram o resultado esperado e outras não foram

implementadas devido a entraves burocráticos tanto a nível federal como estadual (Ministério do Meio Ambiente, 2005);

- Em 1995, elaboração e implementação do Projeto Áridas sob coordenação da Secretaria de Planejamento e FUNCEME que ficou responsável pelos estudos sobre os recursos naturais. Esse projeto objetivava atenuar os impactos da desertificação adotando estratégias para a implantação do Desenvolvimento Sustentável (Projeto Áridas, 1995);
- Em 1995, a Universidade Federal do Ceará, em parceria com instituições de pesquisa da Alemanha, implementou o Programa Waves que tinha como principal objetivo estudar a degradação/desertificação em sistemas de produção no semi-árido cearense na tentativa de estabelecer fundamentos científicos para formular estratégias econômicas e ecológicas de desenvolvimento sustentável no semi-árido do território cearense (Ministério do Meio Ambiente, 2005);
- Em 1998, o governo do Estado do Ceará representado pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMACE) convocou um grupo multidisciplinar com a finalidade de elaborar o Plano Estadual de Combate à Desertificação, dessa forma, demonstrando um comprometimento com o problema ambiental;
- Em 2002 e 2003, a FUNCEME desenvolveu pesquisas na região do médio Jaguaribe e constatou uma área equivalente a 99.262ha comprometida com o processo de desertificação devido, principalmente, à devastação da cobertura vegetal nativa e à intensidade dos fenômenos erosivos na região (FUNCEME, 2002 e 2003);
- Em 2004, foi elaborado o Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN-BRASIL) com a participação dos Estados, dos Municípios e envolvendo os diferentes atores sociais na luta pela preservação e conservação da natureza. Esse programa está organizado em quatro áreas temáticas: redução da pobreza e da desigualdade social; ampliação sustentável da capacidade

produtiva; gestão democrática e fortalecimento institucional; e preservação, conservação e manejo sustentável dos recursos naturais. Nesse contexto, o Estado do Ceará, ao lado de Bahia e Pernambuco, buscava, então, ampliar gradativamente o grau de consciência na temática da desertificação (Ministério do Meio Ambiente, 2004);

- Em 2005, instituições governamentais que participam do Grupo Permanente de Combate à Desertificação elaboraram o Panorama da Desertificação No Estado do Ceará com a finalidade de criação do Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação (PAE-CEARÁ);
- Outros dois programas desenvolvidos e implantados no Estado são importantes para evitar a expansão da susceptibilidade à desertificação no território cearense:
 - PRODHAM (Programa de Desenvolvimento Hidroambiental), coordenado pela Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), tem como objetivo a recuperação e conservação hidroambiental (solo, água e vegetação) de microbacias hidrográficas situadas em áreas degradadas/propensas à desertificação do semi-árido cearense promovendo a sustentabilidade dos recursos hídricos: preservação, conservação, melhoria da qualidade de água, incentivo à adoção de práticas agrícolas e econômicas adequadas à região para a fixação do Homem em sua terra natal (Secretaria dos Recursos Hídricos, 2006);
 - Programa Selo Município Verde, coordenado pela Secretaria da Ouvidoria – Geral e do Meio Ambiente (SOMA) com a finalidade de atribuir certificação que irá reconhecer as políticas ambientais bem sucedidas na melhoria da qualidade de vida da população municipal; para adquirir essa certificação o município deverá, dentre outras ações, criar o Conselho Municipal de Defesa do

Meio Ambiente (CONDEMA) que tem como objetivo estabelecer as diretrizes básicas da política municipal de meio ambiente, instituir normas de prevenção, controle e monitoramento ambiental e propor planos, projetos e ações de expansão e desenvolvimento sustentável do município.

Diante do exposto, evidencia-se que o governo do Estado do Ceará, a academia e a sociedade civil demonstram preocupação com os problemas ambientais e buscam elaborar programas e políticas na tentativa de operacionalizar modelo de desenvolvimento sustentável no Estado.

No capítulo seguinte apresenta-se a caracterização dos indicadores adotados, bem como os métodos de análise empregados na construção do Índice de Propensão à Desertificação (IPD) nos municípios do Estado do Ceará.

Capítulo III

Metodologia

Este capítulo tem como propósito descrever os procedimentos metodológicos adotados no presente estudo. Para tanto, encontra-se dividido em três seções:

- Apresentação da área de estudo;
- Origem dos dados e seleção dos indicadores;
- Métodos de análise.

3.1. Apresentação da área de estudo

O Estado do Ceará, com uma área total de 148.016km², representa 9,6% da região Nordeste e 1,7% do território brasileiro (IPLANCE, 1993) (Figura 2); possui uma população de 7.430.661 habitantes (IBGE, 2000) e tem 92% de seu território inserido na região de semi-aridez nordestina ou entre as isoietas com menos de 800mm de chuvas anuais¹; 65% de suas terras está formado por terrenos cristalinos, rasos e pouco permeáveis, permitindo um rápido escoamento das águas pluviais, originando cheias na estação chuvosa e descarga nula no período de estiagem, conseqüentemente, gerando níveis muito baixos na disponibilidade hídrica do Estado (Mayorga, 1999). Segundo o Atlas de Desenvolvimento Humano (2000), o Estado do Ceará possui altos níveis de pobreza e tem um índice de desenvolvimento humano igual a 0,699, ocupando a vigésima colocação no *ranking* brasileiro. Sua economia ainda está baseada em um modelo primitivo, extrativista e predatório dos recursos naturais renováveis. Com essa exploração, sem consciência de preservação, cerca de 15.128,5km², correspondendo a 10,2% da superfície total do Estado, estão sob um perigoso processo de desertificação (Leite *et al*, 1994).

Segundo Leite *et al* (1994), uma série de características colaboram para o avanço da desertificação no Estado do Ceará:

- Práticas agrícolas primitivas;

¹ Isoieta que conceitua pluviometricamente o semi-árido, segundo a Lei N° 7.287/89 regulamentadora do Art. 159 da Constituição Federal que instituiu o Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste - FNE.

- Alta densidade demográfica;
- Atividades pastoris intensas para ecossistemas frágeis (trópico semi-árido);
- Desmatamento sem controle;
- Irrigação inadequada;
- Queimadas.

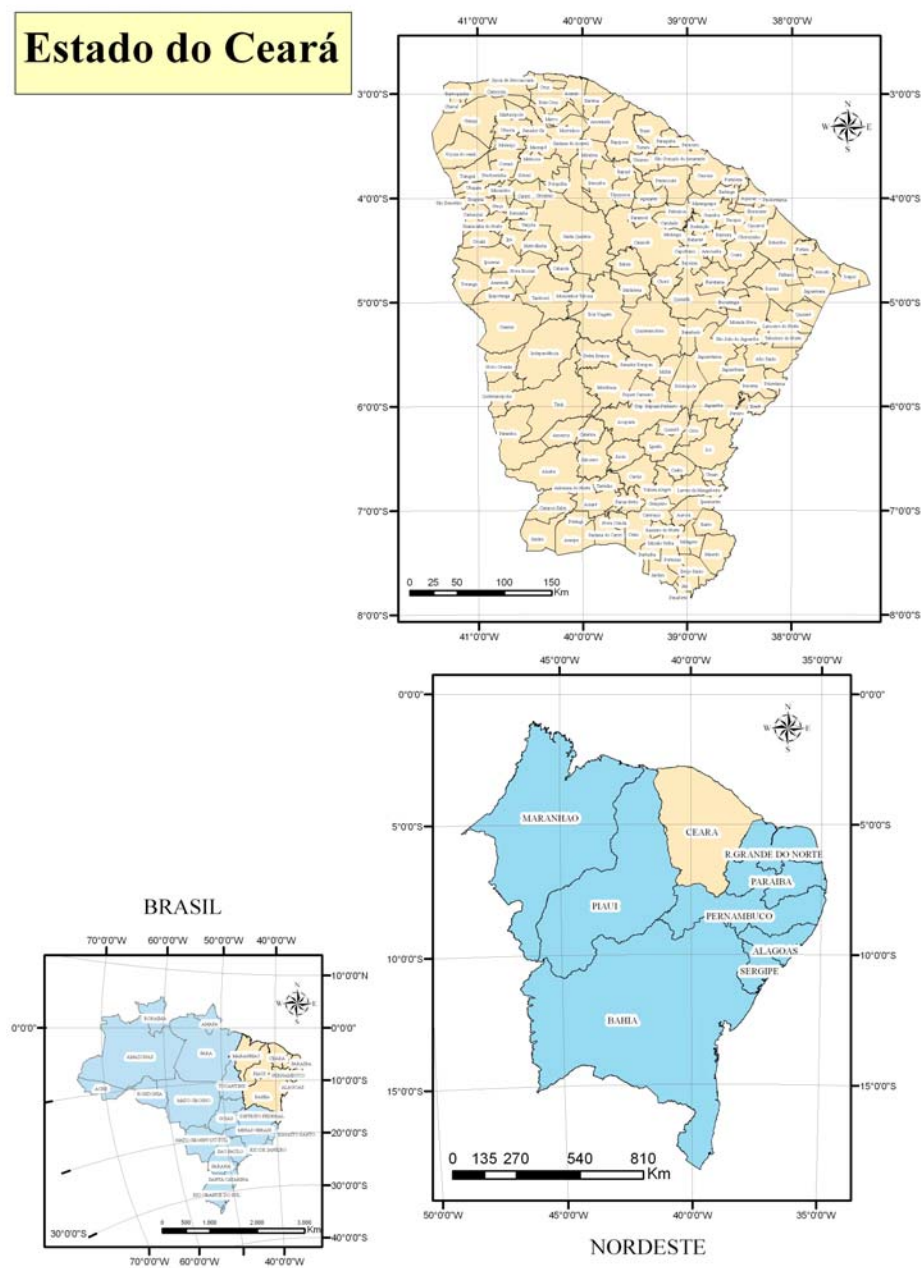


FIGURA 2: Localização geográfica do Estado do Ceará.

Admitindo-se que essas características, ou parte delas, estejam presentes em todo o Estado, a área de estudo desta pesquisa abrangeu os 184 municípios cearenses.

Na próxima seção, são apresentados os critérios adotados na seleção dos indicadores de propensão à desertificação, a justificativa para tal, bem como, a origem dos dados utilizados.

3.2. Seleção dos indicadores e origem dos dados

Com o objetivo de se obter melhor diagnóstico do processo de desertificação de uma dada região recorreu-se aos documentos da Organização das Nações Unidas (ONU) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os quais sugerem, em síntese, que sejam adotados indicadores distribuídos nos seguintes grupos:

- Agropecuários;
- Econômicos;
- Sociais;
- Naturais.

Assim sendo, construiu-se uma matriz de indicadores com informações referentes aos 184 municípios do Ceará. As etapas adotadas na elaboração dessa matriz foram:

- Identificação das variáveis relacionadas à desertificação a partir de estudos voltados para o tema com sugestões da ONU e IBGE (Apêndice 1);
- Construção dos indicadores² pertencentes aos grupos anteriormente citados (Apêndice 2).

Segundo Vasconcelos Sobrinho (1978), os indicadores de propensão à desertificação são necessários para se identificar as áreas críticas constituídas por ecossistemas frágeis, onde já se teve o início do processo e devem servir para o diagnóstico e contribuição na execução de programas corretivos. Além disso, possuem as seguintes finalidades:

² Variável única utilizada em conjunção com uma ou mais variáveis diferentes para formar uma medida composta ou uma escala múltipla (Hair *et al.*, 2005).

- Avaliar a vulnerabilidade à desertificação;
- Prever o começo da desertificação antes que ela se inicie;
- Vigiar o processo nas regiões que sofrem a desertificação e naquelas susceptíveis ao problema;
- Avaliar os efeitos dos processos de desertificação e dos programas para combatê-los.

Os dados estatísticos empregados foram de origem secundária, coletados em publicações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), da Fundação de Meteorologia e Recursos Hídricos do Estado do Ceará (FUNCEME), do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). Foram obtidas, nas fontes acima, cento e sessenta e seis variáveis originais (Apêndice 1), com as quais se criaram noventa e um indicadores que foram distribuídos nos quatro principais grupos que são expostos a seguir.

Grupo 1: Indicadores agropecuários

- a) Rendimento agrícola:** esses indicadores consideram o volume da produção de produtos de subsistência para o consumo humano e animal. São representados pelo rendimento do feijão (X_1), do milho (X_2), da mandioca (X_3) e do arroz (X_4) para as culturas temporárias e pelo rendimento da castanha de caju (X_5), da manga (X_6), do coco (X_7) e da banana (X_8) para as culturas permanentes. Essas culturas foram selecionadas por serem as mais cultivadas no Estado;
- b) Uso do solo agrícola:** reflete o quanto da área do município está cultivada. É representado pela relação entre o somatório da área dos estabelecimentos com pastagens plantadas, a área dos estabelecimentos com matas e florestas nativas e artificiais, a área dos estabelecimentos com pastagens naturais, a área das lavouras temporárias, a área dos estabelecimentos agrícolas e, por último, a área dos estabelecimentos irrigados e a área do município (X_9);
- c) Rendimento da pecuária:** representado pela razão entre o número de vacas ordenhadas e a produção de leite do município (X_{10});

- d) Composição do rebanho:** sua representação é dada pela densidade de bovinos (X_{11}), demonstrando que sua criação extensiva acarreta maior exploração das pastagens nativas, podendo ultrapassar a capacidade suporte da região; pela densidade de caprinos (X_{12}) e de ovinos (X_{13}) que indicam um processo final de utilização dos recursos naturais devido à intensidade do pastoreio, do pisoteio e, conseqüentemente, da compactação do solo;
- e) Mecanização:** reflete o aumento da compactação do solo acarretando uma maior predisposição à degradação. É representado pela relação entre o número de tratores utilizados e a área municipal (X_{14});
- f) Extrativismo vegetal:** é através dos indicadores dessa atividade que se constata, de maneira mais concreta, a exploração dos recursos naturais pelo Homem. É representado pela relação entre a razão do valor da produção de lenha do município e sua respectiva área e a razão entre o valor da produção de lenha do Estado sobre sua área (X_{15}) e pela relação entre a razão do valor da produção de carvão vegetal do município e sua respectiva área e a razão entre o valor da produção de carvão vegetal do Estado sobre sua área (X_{16});
- g) Estrutura fundiária:** indica a forma e a desigualdade na propriedade da terra podendo praticar atividades agrícolas inadequadas levando à degradação e, conseqüentemente, à desertificação. Representado pela relação entre o total dos imóveis rurais e área do município (X_{17}); pela relação entre o somatório das áreas dos estabelecimentos agrícolas com terras produtivas não utilizadas e a área dos estabelecimentos com terras inaproveitáveis e a área do município (X_{18}).

Grupo 2: Indicadores econômicos

- a) Renda *per capita*:** reflete na possibilidade de acesso a bens e serviços. É representado pela renda *per capita* municipal (X_{19});
- b) Consumo de energia elétrica:** pode significar maior mecanização das atividades agrícolas associando-se a uma intensificação das áreas irrigadas, podendo ocasionar aumento na degradação ambiental/desertificação. Representado pela relação entre o consumo de energia elétrica rural do município e o total do consumo de energia elétrica (X_{20}); pela relação entre o

total de consumidores de energia elétrica rural do município e o total de consumidores de energia elétrica (X_{21}); pela relação entre a razão do total do consumo faturado de energia elétrica rural do município e o total faturado e a razão entre o total do consumo faturado de energia elétrica do Estado e o total do consumo faturado estadual (X_{22}); pela relação entre o consumo de energia elétrica industrial e o total do consumo de energia elétrica (X_{23}); pela relação entre o total de consumidores de energia elétrica industrial do município e o total de consumidores de energia elétrica (X_{24}); mas, também, pode significar um desvio das atividades degradantes representando-se pela relação entre o consumo de energia elétrica comercial do município e o total do consumo de energia elétrica (X_{25}) e pela razão entre o total de consumidores de energia elétrica comercial e o total de consumidores de energia elétrica (X_{26});

- c) **Nível de atividade:** reflete o grau de ocupação da população e é representado pela relação entre o total de homens em idade ativa e a população residente masculina do município (X_{27}); pela relação entre o total de homens economicamente ativos e a população de homens em idade ativa do município (X_{28}); pela relação entre o total de mulheres em idade ativa e a população residente feminina do município (X_{29}) e pela relação entre o total de mulheres economicamente ativas e a população de mulheres em idade ativa do município (X_{30});
- d) **Estrutura financeira:** representa a fonte de recursos a serem investidos no município e o total de gastos realizados pelo município. É representado pela fonte de recursos e de receitas (X_{31} ao X_{34}) pelas despesas (X_{35}) e pelas transferências correntes municipais (X_{36}).

Grupo 3: Indicadores sociais

- a) **Acesso e nível de saúde:** reflete a qualidade de vida da população. É representado pela taxa de mortalidade infantil (X_{37}); pela relação entre a população assistida pelo Programa de Agente de Saúde e o total de agentes desse programa do município (X_{38}); pela relação entre a população assistida pelo Programa de Agente de Saúde e o total de unidades de saúde da família do município (X_{39}); pela relação entre o número de médicos e milhares de

- habitantes (X_{40}); pela relação entre o número de leitos e milhares de habitantes (X_{41}) e pela taxa de cobertura do Programa de Saúde da Família (X_{42});
- b) Densidade demográfica:** reflete uma maior pressão sobre o meio ambiente podendo, ou não, ultrapassar a sua capacidade de suporte. É representado pela densidade demográfica (X_{43}); pela taxa geométrica de incremento anual da população residente urbana do município (X_{44}); pela taxa geométrica de incremento anual da população residente rural do município (X_{45}); pela relação entre a população residente urbana e o total da população residente do município (X_{46}) e pela relação entre a população residente no meio rural e o total da população residente do município (X_{47});
- c) Estrutura de idades:** representa as transformações que uma população passa ao sofrer os efeitos da desertificação. A relação entre a população residente de zero a nove anos de idade e o total da população residente do município (X_{48}) e a razão entre a população residente de sessenta e cinco a setenta e nove anos de idade e o total da população residente do município (X_{49}) representarão esse indicador;
- d) Educação:** é o indicador mais representativo, pois, mede o grau de instrução da população e a qualificação do corpo docente do município; está dividido nas três áreas da educação básica: infantil (X_{50} ao X_{55}), fundamental (X_{56} ao X_{64}), e médio (X_{65} ao X_{72}) e pela taxa de analfabetismo das pessoas com quinze anos e mais de idade do município (X_{73});
- e) Bem-estar social:** é representado pela relação entre o volume de água captado e a população do município (X_{74}); pela taxa de cobertura urbana de abastecimento de água do município (X_{75}); pela relação entre o total de ligações ativas de água e o volume produzido de água do município (X_{76}); pela relação entre o total de domicílios particulares permanentes por forma de abastecimento de água com rede geral canalizada e o total de domicílios particulares permanentes (X_{77}); pela relação entre o total de esgotamento sanitário com rede geral de esgoto e o total de ligações ativas de água (X_{78}); pela relação entre o total de bibliotecas e de bandas de música e milhares de habitantes do município (X_{79}); pela relação entre o total de agências de correio e caixas de coleta e milhares de habitantes do município (X_{80}); pela relação entre o total de canais de radiodifusão e retransmissão de TV e milhares de habitantes do município (X_{81}) e pela relação

entre o total de terminais telefônicos instalados por milhares de habitantes do município (X_{82});

- f) **Associativismo:** a organização dos agricultores é representada pela relação entre o total de financiamentos concedidos a produtores e cooperativas na agricultura e o total de financiamentos (X_{83}) e pela relação entre o total de financiamentos concedidos a produtores e cooperativas na pecuária e o total de financiamentos concedidos a produtores e cooperativas (X_{84}).

Grupo 4: Indicadores naturais

- a) **Susceptibilidade climática:** sendo o clima um fator que condiciona e contribui para o agravamento da desertificação, seus indicadores são representados pela relação entre as médias de evapotranspiração e as médias do índice de umidade (X_{85}); pela relação entre as médias de evapotranspiração e as médias das precipitações pluviométricas (X_{86}); pela relação entre o índice de aridez e o índice de umidade (X_{87}) e pelo inverso das precipitações pluviométricas normais do município (X_{88});
- b) **Antropismo:** esse fenômeno geralmente manifesta a ação predatória do Homem sobre os recursos naturais disponíveis. É representado pela taxa de urbanização do município (X_{89});
- c) **Disponibilidade de água:** indica a abundância ou não dos recursos hídricos do município. É representado pelo somatório dos recursos hídricos subterrâneos com a capacidade dos açudes monitorados pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) e milhares de habitantes do município (X_{90});
- d) **Fertilidade do solo:** é uma medida primordial para se verificar a degradação da terra. É representado pela relação entre a área dos solos férteis e a área do município (X_{91}).

Foram utilizados dados referentes aos anos 1996 e 2004. No entanto, isso não se reflete em resultados não expressivos à realidade dos municípios. Aceita-se a análise devido ao dispêndio que os órgãos governamentais teriam se promovessem atualizações frequentes no banco de dados, por exemplo, os censos agropecuários que são realizados a cada período decenal. Lemos (1999), ao hierarquizar mil quinhentos e

nove municípios nordestinos de acordo com os padrões de qualidade de vida e em termos de renda média, trabalhou com dados quase sete anos depois da coleta para o Censo Demográfico. Apesar de o estudo ter sido realizado com essa “desatualização” nos dados, o autor ressaltou que os resultados da pesquisa se mantinham atualizados na medida em que se trabalhava com indicadores de bem-estar e de desenvolvimento os quais não se modificavam significativamente em períodos de prazo muito curto.

3.3 Métodos de Análise

Nesta seção são descritos os instrumentos empregados na análise do conjunto de indicadores supracitados e construção do índice de propensão à desertificação.

3.3.1. A Análise Fatorial

Um instrumento clássico para a análise de um grande conjunto de variáveis é a análise fatorial. Assim, após a formação da matriz com as medidas multivariadas³, a mesma foi submetida à análise fatorial que, segundo Hair *et al* (2005), é uma técnica que lida com questões multivariadas e identifica a estrutura subjacente a um conjunto de novas variáveis denominadas de fatores. Monteiro & Pinheiro (2004) relatam que a aplicação da análise fatorial permite a simplificação de um grande vetor de dados correlacionados a um conjunto menor de variáveis não observáveis, denominadas fatores ortogonais, captando, entretanto, o máximo possível da variância das variáveis que lhes deram origem.

Para Hair *et al* (2005), o objetivo da análise fatorial é encontrar uma forma de condensar a informação contida em um número de variáveis originais em um conjunto menor de variáveis estatísticas (fatores) com uma perda mínima de informação.

As etapas adotadas na análise fatorial empregada no presente estudo são descritas a seguir.

³ Medidas nas quais diversas variáveis são reunidas em uma medida composta para representar um conceito; tem como objetivo evitar o uso de apenas uma variável para representar tal conceito e, ao invés disso, usar várias variáveis como **indicadores**, todos representando diferentes facetas do conceito, para se obter uma perspectiva mais ampla (Hair *et al*, 2005).

3.3.1.1. Formulação do modelo

A escolha da análise fatorial como método de análise partiu da necessidade de reunir informações contidas nos indicadores apresentados na seção 3.2 em um grupo menor e menos complexo com perda mínima de informações.

Cada grupo de indicadores (agropecuários, econômicos, sociais e naturais) foi organizado em suas respectivas matrizes cujas dimensões adotadas foram:

- Grupo dos indicadores agropecuários: 184 municípios x 18 indicadores;
- Grupo dos indicadores econômicos: 184 municípios x 18 indicadores;
- Grupo dos indicadores sociais: 184 municípios x 48 indicadores;
- Grupo dos indicadores naturais: 184 municípios x 7 indicadores.

Em cada um dos grupos foi estimado um modelo fatorial.

3.3.1.2. Adequação dos dados à análise fatorial

Algumas vezes, a matriz de dados não se adequa à aplicação de uma análise fatorial. Nesta pesquisa, a constatação da adequabilidade dos dados foi feita a partir da verificação dos critérios descritos a seguir, conforme recomendações de Hair *et al* (2005).

- **Número de correlações**

Um dos objetivos da análise fatorial é identificar conjuntos de variáveis inter-relacionadas. Portanto, é necessário que a matriz de dados tenha correlações suficientes. Para Hair *et al* (2005), a matriz de dados deve apresentar um número substancial de correlações maiores que 0,30. Caso contrário, a análise fatorial torna-se inapropriada. Assim, foram excluídos aqueles indicadores pouco correlacionados com os demais⁴, conforme o nível de significância dos coeficientes expressos na matriz de correlações;

⁴ Simultaneamente ao critério do número de correlações foi considerada a importância atribuída ao indicador no processo de desertificação.

- **Teste de esfericidade de Bartlett**

O Coeficiente de Bartlett serve para testar a hipótese nula de que a matriz de correlação é uma matriz identidade. Se essa hipótese for rejeitada, a análise fatorial pode ser realizada (Ferreira Júnior *et al.*, 2004). Esse teste verifica a adequabilidade do modelo de análise fatorial estimado para representar a estrutura de dependência dos dados (Artes, 1998). O coeficiente de Bartlett também permite saber se a correlação entre as variáveis é significativa e se a variabilidade dos dados pode ser representada por um número pequeno de fatores (Monteiro & Pinheiro, 2004);

- **Medida de adequação da amostra (MSA)**

Essa medida serve para selecionar as variáveis e para quantificar o grau de inter-correlação entre as variáveis e a adequação da análise fatorial (Monteiro & Pinheiro, 2004); seu valor deve variar entre zero e um, sabendo-se que quanto mais próximo da unidade, melhor será a análise fatorial (Hair *et al.*, 2005).

Assim, utilizou-se como medida de corte dos indicadores uma MSA menor que 0,5, uma vez que tal fato mostra que as correlações entre os pares de indicadores não podem ser explicados por outros indicadores o que torna impróprio o uso da análise fatorial;

- **Estatística de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)**

Após a verificação da MSA, nos indicadores individuais, testou-se a MSA do modelo para decisão quanto à continuidade ou não da análise. A estatística KMO testa a consistência geral dos dados (Monteiro & Pinheiro, 2004); compara os valores dos coeficientes de correlação linear observados com os valores dos coeficientes de correlação parcial (Rodrigues & Viana, 1997); quanto maior essa grandeza, melhor a análise fatorial. Assim, como na MSA, o critério de corte foi $KMO < 0,5$.

3.3.1.3. Determinação do método

Após a definição dos indicadores seguiu-se a escolha do método de extração de fatores. A seleção do método depende do objetivo da pesquisa. O método escolhido foi o dos componentes principais⁵.

⁵ Outros métodos de extração de fatores: máxima verossimilhança, fatoração pelo eixo principal, mínimos quadrados generalizados, mínimos quadrados ponderados, fatoração alfa e mínimo residual.

A análise fatorial geralmente se realiza através do método de componentes principais, que faz com que o primeiro fator tenha o melhor resumo das relações lineares exibidas das variáveis originais, explicando um maior percentual na variância dos dados como um todo que qualquer outra combinação linear de variáveis; o segundo fator, por sua vez, contém o segundo maior percentual da variância, ou seja, a segunda melhor combinação das variáveis, sujeito à restrição de ser ortogonal⁶ ao primeiro fator (Hair *et al*, 2005). Vale ressaltar que os fatores seguintes são definidos de maneira semelhante até que toda variância seja distribuída.

Mayorga (1999) frisa que a análise fatorial, por meio da análise de componentes principais e dos fatores comuns, permite representar o relacionamento entre um conjunto de variáveis inter-relacionadas por um conjunto menor de fatores fornecendo uma explicação mais simples e mais compacta dos resultados.

Os fatores extraídos explicam a variabilidade dos dados na amostra total a partir da soma das variâncias de cada variável. Pode-se prever, então, que as variáveis com maior variabilidade possam predominar na construção dos fatores. O que pode ser um fator de viés nos resultados. Além disso, deve-se evitar o uso de variáveis cujas medidas são expressas em escalas bastante distintas, o que pode atribuir variações altas àquelas expressas em grandezas maiores. Para contornar esse problema optou-se por usar indicadores padronizados cujas variâncias são iguais a unidade e as covariâncias são iguais às covariâncias entre as variáveis originais.

3.3.1.4. Determinação do número de fatores

A determinação do número de fatores de representação do conjunto de indicadores em cada grupo foi feita a partir do critério de Normalização de Kaiser, ou seja, os fatores retidos devem ter autovalores maiores que a unidade, uma vez que este trabalho consiste numa pesquisa exploratória sem delimitação *a priori* do número de fatores a serem obtidos.

⁶ Para ser ortogonal, o segundo fator deve ser determinado a partir da variância remanescente após o primeiro fator ter sido extraído (Hair *et al*, 2005).

3.3.1.5. Rotação dos fatores

Conforme Lemos (2000), a estrutura inicial das estimativas das cargas fatoriais não é definitiva e, para confirmar ou rejeitar essa estrutura, é necessário fazer uma rotação dos fatores para obter uma maior interpretação significativa dos mesmos.

Monteiro & Pinheiro (2004) destacam que a rotação possibilita que as variáveis, que compõem um determinado fator, fiquem mais fortemente correlacionadas entre si e com maior grau de dependência em relação às variáveis que compõem os outros fatores e, com isso, consegue-se dar melhor significado interpretativo para os fatores.

Para Hair *et al* (2005), a rotação é desejável porque simplifica a estrutura fatorial determinando soluções fatoriais mais simples e teoricamente mais significativas além de reduzir algumas ambigüidades que acompanham soluções de fatores não-rotacionados.

Existem três abordagens ortogonais para rotacionar os fatores: Quartimax, Varimax e Equimax. Nesta pesquisa adotou-se o método varimax por ser o mais utilizado e, segundo Ferreira Júnior *et al* (2004), procura maximizar o número de variáveis fortemente relacionadas com cada fator e permitindo, assim, obter fatores mais facilmente interpretáveis. Já para Hair *et al* (2005), o método varimax concentra-se na simplificação da matriz fatorial maximizando a soma das variâncias de cargas fatoriais exigidas na matriz e fornecendo uma separação mais clara dos fatores.

3.3.1.6 Análise das cargas fatoriais

Com o modelo rotacionado, o próximo passo foi nomear os fatores por intermédio das variáveis com cargas fatoriais mais significativas. As cargas fatoriais permitiram interpretar o papel de cada variável no fator, por meio da análise da matriz fatorial com suas cargas fatoriais e suas comunalidades. Para Hair *et al* (2005), as **cargas fatoriais** indicam o grau de correspondência entre a variável e o fator, sendo que os maiores valores absolutos formarão a variável representativa do fator. Conforme Monteiro & Pinheiro (2004), cargas fatoriais correspondem às correlações entre os fatores e as variáveis originais na matriz de correlação. Vale ressaltar que o quadrado das cargas fatoriais representa a contribuição relativa de cada fator para a variância total

de uma variável e, a soma dessas cargas fatoriais ao quadrado, para cada variável, oferece a estimativa da comunalidade.

As **comunalidades** são os índices atribuídos às variáveis originais que expressam, em termos percentuais, o quanto da variabilidade de cada variável é explicada pelo modelo de análise fatorial estimado. Quanto mais próximas da unidade, melhor a análise fatorial (Artes, 1998).

A etapa seguinte consistiu em estimar, através de regressão linear – método mais utilizado – os novos valores para cada observação (município) em cada fator comum, ou seja, estimar os escores fatoriais⁷, os quais dependem das variáveis transformadas, das correlações entre as mesmas variáveis e das correlações entre elas e os fatores ortogonais comuns (Rodrigues & Viana, 1997).

O método de análise fatorial, após o cálculo dos escores fatoriais, permitiu a construção de índices para hierarquizar as observações estatísticas, isto é, os municípios cearenses.

3.3.2. Construção do Índice de Propensão à Desertificação

A construção do Índice de Propensão à Desertificação (IPD) foi realizada em duas etapas descritas a seguir.

3.3.2.1. Construção dos Índices Parciais de Propensão à Desertificação (IPPD)

Após a aplicação da análise fatorial realizada em cada um dos grupos de indicadores (agropecuários, econômicos, sociais e naturais) com o objetivo de estimar a matriz de escores fatoriais, foram calculados os Índices Parciais de Propensão à Desertificação (IPPD) conforme metodologia adotada por Silva & Ribeiro (2004):

$$IPPD_{gi} = \sqrt{\sum_{j=1}^{184} (f_{ij})^2} \quad (1)$$

onde:

⁷ Medida composta criada para cada observação sobre cada fator extraído na análise fatorial; os pesos fatoriais são usados em conjunção com os valores da variável original para calcular o escore de cada observação; pode ser usado para representar o(s) fator (es) em análises subseqüentes; são padronizados para que tenham uma média igual a zero e um desvio padrão igual a unidade (Hair *et al*, 2005).

g : grupo de indicadores ($g = 1, \dots, 4$);

i : número de fatores;

j : município do Estado do Ceará ($j = 1, \dots, 184$);

f_{ij} : escore fatorial estimado do fator i no município j .

3.3.2.2. Construção do Índice de Propensão à Desertificação (IPD)

Com os índices parciais calculados realizou-se a padronização dos mesmos de modo a enquadrá-los no intervalo de zero a um.

$$IPPD_{gj} = \frac{IPPD_{gj} - IPPD_{g \min}}{IPPD_{g \max} - IPPD_{g \min}} \quad (2)$$

onde:

$IPPD_{gj}$: índice parcial de propensão à desertificação do grupo de indicadores g para o município j ;

$IPPD_{g \min}$: índice parcial de propensão à desertificação mínimo do grupo de indicadores g ;

$IPPD_{g \max}$: índice parcial de propensão à desertificação máximo do grupo de indicadores g .

Após a padronização, calculou-se o peso estimado em cada grupo através da seguinte equação:

$$P_g = \frac{100 \times n - \sum_{j=1}^{184} IPPD_{gj}}{100 \times n \times g - \sum_{g=1}^m \sum_{j=1}^{184} IPPD_{gj}} \quad (3)$$

onde:

P_g : peso do g -ésimo grupo de indicadores;

n : número de municípios cearenses;

m : número de grupos de indicadores ($m = 1, \dots, 4$);

$\Sigma IPPD_{gj}$: soma dos índices parciais de propensão à desertificação de todos os municípios dentro do grupo de indicadores g ;

$\Sigma \Sigma IPPD_{gj}$: soma de todos os índices parciais de propensão à desertificação de todos os municípios de todos os grupos de indicadores.

Finalmente, para calcular o IPD para cada município do Estado do Ceará empregou-se a seguinte equação, conforme IPECE (2004),

$$IPD_j = \sum_{g=1}^{184} P_g \times IPPD_{gj} \quad (4)$$

onde:

j : município do Estado do Ceará ($j = 1, \dots, 184$);

P_g : peso do g -ésimo grupo de indicadores;

$IPPD_{gj}$: índices parciais de propensão à desertificação de todos os municípios de todos os grupos de indicadores.

3.3.3. A Análise de Agrupamento (*cluster analysis*)

De acordo com Hair *et al* (2005), análise de agrupamento é o nome dado a um grupo de técnicas multivariadas cuja finalidade primária é identificar e agregar observações com base em características semelhantes ou diferentes entre os grupos. No presente estudo realizou-se a análise de agrupamento dos municípios do Estado do Ceará conforme sua propensão à desertificação.

Segundo Azambuja (2005), a análise de agrupamento permite examinar as relações de interdependência entre todo o conjunto de variáveis, sendo, nesse ponto, similar à análise fatorial, porém, diferenciando-se da mesma por estruturar as observações em grupos de acordo com suas semelhanças ou diferenças, enquanto que a análise fatorial trabalha com as variáveis buscando reduzir o conjunto das mesmas através da criação de fatores que medem aspectos em comum.

Optou-se por esse conjunto de técnicas por identificar os padrões de comportamento nos dados analisados tornando-os mais evidentes e compreensíveis a partir da análise de grupos e proporcionando, dessa forma, um maior e melhor embasamento na elaboração de programas que venham a ser implementados nas áreas com graves problemas ambientais.

Dentre os diversos métodos da análise de agrupamento para construção de um grupo, a pesquisa seguiu os estágios propostos por Hair *et al* (2005) com a finalidade de obter uma hierarquização dos municípios cearenses de acordo com a propensão à desertificação. Esses estágios são descritos a seguir.

3.3.3.1. Os objetivos da análise de agrupamento

De acordo com a pesquisa, a análise de agrupamento permite a hierarquização dos municípios cearenses de acordo com sua susceptibilidade à desertificação. Os elementos amostrais (municípios) são agrupados em cinco classes (*clusters*) de modo que os elementos pertencentes a cada classe apresentam grande similaridade entre eles. Partiu-se do pressuposto de que cada elemento amostral (j) está associado a um vetor x_j com b indicadores, ou seja,

$$x_j = [x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{bj}] \quad (5)$$

3.3.3.2. Medida de dissimilaridade (similaridade)

Conforme Hair *et al* (2005), a medida de similaridade ou dissimilaridade entre os elementos é fundamental na análise de agrupamento. Segundo Azambuja (2005), esse critério fornece a distância dimensional entre os elementos permitindo que se quantifique o valor de suas similaridades.

Neste estudo adotou-se a distância euclídeana⁸ como medida de dissimilaridade a qual é representada por:

$$d(O, B) = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_b^2} \quad (6)$$

onde:

$d(O, B)$ = distância do ponto B a origem O.

A distância euclídeana é uma medida de dissimilaridade, enquanto a similaridade está representada por meio da proximidade entre observações ao longo das

⁸ Outras medidas de distância: distância city-block, distância de Mahalanobis, distância euclídeana média e distância Manhattan ou distância quarteirão.

variáveis. Segundo Hair *et al* (2005), a dissimilaridade adota medidas em que os valores maiores representam menor similaridade.

Dentre as medidas de dissimilaridade, a distância euclidiana é a mais utilizada e pode ser calculada tanto para dados puros quanto para dados padronizados. Azambuja (2005) apresenta as seguintes vantagens: a simplicidade no cálculo e a distância entre quaisquer dois objetos não é afetada pela inserção de novos objetos na análise. Porém, existe uma desvantagem: a distância euclidiana é bastante afetada pelas diferenças de escala implicando na necessidade da padronização das variáveis.

3.3.3.3. A determinação de agrupamentos e avaliação do ajuste geral

Para Hair *et al* (2005), o critério primordial de todos os algoritmos é que eles tentam maximizar as diferenças entre agrupamentos relativamente à variação dentro dos mesmos. Os algoritmos mais comumente utilizados são classificados em procedimentos hierárquicos⁹ e não-hierárquicos.

Os procedimentos não-hierárquicos são comumente chamados de Técnicas de Partição ou de Agrupamentos de K-médias. Para que ocorra a partição é necessário definir o número de agrupamentos finais, a coesão interna dentro de cada grupo formado e o isolamento entre os grupos.

O método de k-médias é responsável por alocar cada um dos elementos existentes em um dos k grupos pré-definidos, objetivando minimizar a soma dos quadrados residuais dentro de cada grupo com a finalidade de aumentar a homogeneidade do mesmo.

Nesta pesquisa adotou-se o procedimento não-hierárquico, método das k-médias, com cinco classes (*clusters*). Os resultados obtidos serão apresentados no próximo capítulo.

⁹ Exemplos de métodos hierárquicos: método de ligação simples, método por ligação completa, método do centróide etc.

Capítulo IV

Resultados e Discussão

A propensão do fenômeno da desertificação no Estado do Ceará engloba aspectos agropecuários, econômicos, sociais e naturais. Todos esses aspectos estão inter-relacionados e são condensados neste estudo em um índice de propensão à desertificação mensurado para cada município cearense.

Índices são números que buscam traduzir uma realidade que muitas vezes se apresenta abstrata e complexa. Diante das limitações que envolvem a sua construção torna-se importante salientar que o índice de propensão à desertificação aqui apresentado não tem a pretensão de ser definitivo e nem de mensurar a severidade da desertificação. Para tanto, a interação entre um grupo de pesquisas multidisciplinar e um zoneamento econômico-ecológico seria necessário para que se tenha um prognóstico da desertificação em uma região.

Acredita-se, no entanto, que os resultados obtidos e discutidos a seguir permitam comparar a propensão à desertificação nos 184 municípios cearenses e contribuam, com informações adicionais, para que as equipes de formulação de políticas de controle ou combate à desertificação percebam as especificidades do processo nas diferentes regiões do Estado e elaborem estratégias locais mais efetivas em assegurar, às comunidades afetadas, uma melhor qualidade de vida sob a ótica do desenvolvimento sustentável.

Assim, este capítulo encontra-se dividido em seis seções. As quatro primeiras trazem uma análise da propensão à desertificação em cada um dos aspectos mencionados, individualmente. A quinta seção apresenta o índice de propensão à desertificação obtido a partir dos indicadores selecionados e, finalmente, a sexta seção faz a comparação dos resultados obtidos com as imagens fornecidas por meio de sensoriamento remoto.

4.1. Índice Parcial de Propensão à Desertificação segundo os indicadores agropecuários (IPPD_A)

A construção dos índices parciais de propensão à desertificação segundo os aspectos agropecuários partiu de um grupo de 18 indicadores. Após a análise da

adequação dos dados à análise fatorial, segundo os critérios estabelecidos no capítulo anterior, foram selecionados sete indicadores apresentados no Quadro 3.

QUADRO 3: Indicadores selecionados para compor o Índice Parcial de Propensão à Desertificação – Aspectos Agropecuários.

Grupo	Indicador
Agropecuário	X1: Relação entre a quantidade produzida de feijão e a área colhida do município;
	X9: Uso do solo agrícola;
	X10: Relação entre o número de vacas ordenhadas e a produção de leite do município;
	X11: Relação entre o número de bovinos e a área do município;
	X12: Relação entre o número de caprinos e a área do município;
	X13: Relação entre o número de ovinos e a área do município;
	X17: Relação entre a área total dos imóveis rurais e a área do município.

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Os sete indicadores selecionados foram agrupados em três fatores que explicaram 58,17% da variância total dos dados. A Tabela 2 apresenta as cargas fatoriais e o percentual da variância explicada para cada fator.

TABELA 2: Indicadores Agropecuários - composição e importância dos fatores de acordo com as cargas fatoriais e percentual da variância explicada – Ceará.

Indicador	Fator		
	1	2	3
X1: Relação entre a quantidade produzida de feijão e a área colhida do município;	-,018	-,560	,453
X9: Uso do solo agrícola;	,710	-,088	-,057
X10: Relação entre o número de vacas ordenhadas e a produção de leite do município;	-,148	,545	-,129
X11: Relação entre o número de bovinos e a área do município;	-,711	,355	-,087
X12: Relação entre o número de caprinos e a área do município;	,063	,747	,261
X13: Relação entre o número de ovinos e a área do município;	,000	,017	,897
X17: Relação entre a área total dos imóveis rurais e a área do município.	,761	,220	,012
% da variância explicada	23,068	19,298	15,800

Fonte: Resultados da pesquisa (2006).

O primeiro fator explica 23,068% da variância dos dados e está relacionado ao **uso e ocupação das terras cearenses**. As maiores cargas fatoriais correspondem aos indicadores de uso do solo (X₉), relação entre o número de bovinos e a área do

município (X_{11}) e relação entre a área total dos imóveis rurais e a área do município (X_{17}).

Como pode ser verificado, o uso do solo para fins agrícolas (X_9) atua como um agente acelerador da desertificação o que pode ocorrer devido à adoção de estratégias de sobrevivência inadequadas por parte das populações carentes, as quais exaurem os recursos naturais. Ressalta-se ainda que as mudanças na organização da produção com substituição de culturas tradicionais, como o algodão, estimularam a adoção de práticas de cultivo impróprias e degradadoras para o meio ambiente na maioria dos municípios cearenses. A expansão do agronegócio e da agricultura irrigada centrada na fruticultura, embora tenha gerado renda e emprego, trouxe também fortes impactos ambientais. O manejo inadequado do complexo solo – água – planta tende a provocar sérios problemas de salinização e perda da capacidade produtiva.

Por outro lado, o uso do solo para fins da pecuária bovina, representado aqui pelo indicador X_{11} (relação entre o número de bovinos e a área do município) apresentou uma relação inversa com o processo de desertificação sugerindo que, ao menos no que concerne à bovinocultura de corte, as práticas adotadas pelos criadores são apropriadas quanto ao uso dos recursos naturais locais. Um fator que reforça este resultado se refere à forma como os bovinos se alimentam sem prejudicar o sistema radicular da pastagem nativa, favorecendo sua recuperação após o pastejo.

Os indicadores X_{10} (relação entre o número de vacas ordenhadas e a produção de leite do município) e X_{12} (relação entre o número de caprinos e a área do município) estão inseridos no fator 2: **atividades da pecuária**, representam as atividades de caprinocultura e bovinocultura de leite nos municípios cearenses as quais têm um impacto negativo sobre a desertificação. O impacto negativo por parte da criação de caprinos pode ser justificado pela redução da capacidade de suporte do solo devido ao superpastejo. Os rebanhos de ovinos e caprinos, ao contrário dos bovinos, ao se alimentarem atingem as raízes das plantas impedindo o rebrotamento, a frutificação e a produção de sementes. No longo prazo, este processo pode levar à “extinção” das gramíneas e destruição da cobertura vegetal e, conseqüentemente, à erosão, lixiviação e desertificação.

Ainda como um componente do fator 2, observa-se que o indicador relação entre a quantidade produzida de feijão e a área colhida do município (X_1) apresentou-se como um agente não incentivador da desertificação, o que pode ser um indicador das transformações ocorridas na agricultura de subsistência cearense e mudanças de atitude

do pequeno produtor em relação ao uso de tecnologias agrícolas após programas do governo para o fortalecimento da agricultura familiar, como o “Hora de Plantar” que beneficiou os agricultores com sementes fiscalizadas, assistência técnica e crédito rural.

O fator 3, **ovinocultura**, ficou representado unicamente pelo indicador relação entre o número efetivo de ovinos e a área do município (X_{13}) que apresentou a maior carga fatorial (0,897). A ovinocultura é uma atividade que tem alcançado um bom desempenho econômico no Estado. No entanto, este resultado é um alerta para a forma como vem sendo praticada a criação de ovinos e demonstra a necessidade de uma avaliação dos métodos adotados pelos produtores.

Embora a análise acima tenha considerado apenas o impacto dos indicadores agropecuários na propensão à desertificação deve-se ressaltar que existe uma relação causa e efeito, ou seja, o processo de desertificação também atua como um agente do desenvolvimento agropecuário de uma região diminuindo as áreas de cultivo e a produtividade das culturas dentre outros fatores.

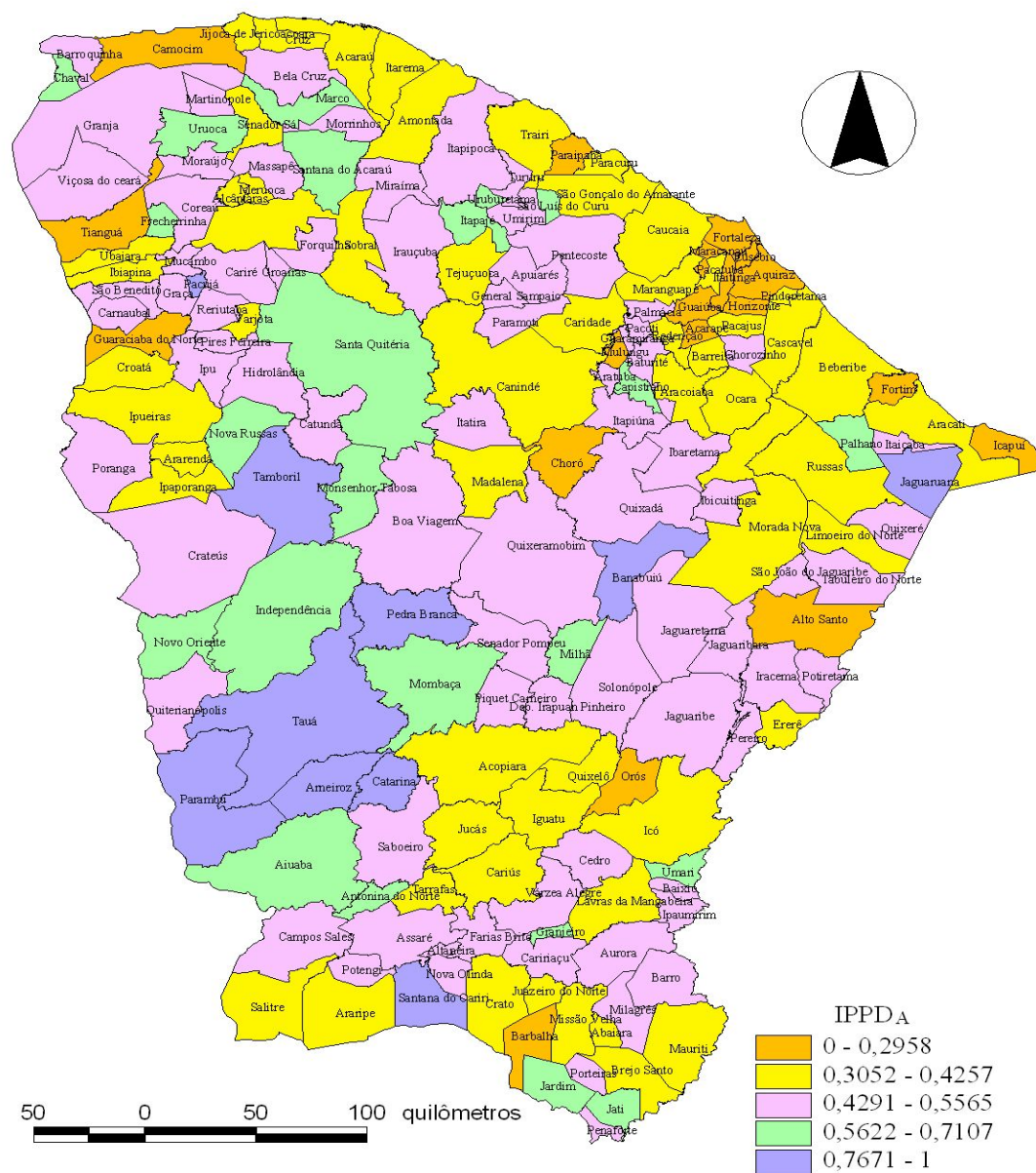
Após a análise fatorial, os municípios cearenses foram agrupados em cinco classes conforme a Tabela 3 que expõe o IPPD_A segundo a classificação obtida através da análise de agrupamento pelo método das k – médias. Ressalte-se que quanto mais próximo da unidade, mais preocupante é a situação do município com relação à propensão à desertificação segundo os indicadores analisados.

TABELA 3: Índice médio, número de municípios e população, segundo as classes do grupo agropecuário – Ceará.

Classes	IPPD _A	Índice Médio	Número de Municípios	População
IPPD _A	0 a 1	0,4628	184	7.430.661
1	0 a 0,2958	0,2326	19	2.816.401
2	0,3052 a 0,4257	0,3651	55	2.327.753
3	0,4291 a 0,5565	0,4897	77	1.607.860
4	0,5622 a 0,7107	0,6260	23	436.189
5	0,7671 a 1	0,8557	10	242.458

Fonte: Resultados da pesquisa (2006).

A Figura 3 permite analisar a distribuição dos municípios segundo os seus respectivos índices parciais de propensão à desertificação segundo os aspectos agropecuários.



Fonte: Resultados da pesquisa (2006).

FIGURA 3: Índice Parcial de Propensão à Desertificação segundo o grupo de indicadores agropecuários – Ceará.

Percebe-se que na classe 1 estão inseridos 19 municípios abrangendo uma população de 2.816.401 habitantes, ou seja 37,9% da população do Estado. Em média, o IPPD_A foi igual a 0,2326 com limite inferior igual a zero. Nessa classe encontram-se os municípios com menor potencial agropecuário, caso de Fortaleza, o que pode ser confirmado pelas menores médias dos indicadores: relação entre o número de vacas ordenhadas e a produção de leite do município (X_{10}); relação entre o número de caprinos e a área do município (X_{12}) e relação entre o número de ovinos e a área do município (X_{13}), apresentadas na Tabela 4. A elevada produtividade média do feijão nos municípios dessa classe pode ser atribuída às condições favoráveis criadas pela localização, ao acesso à assistência técnica, à água, entre outros.

TABELA 4: Média dos indicadores empregados no cálculo do Índice Parcial de Propensão à Desertificação segundo os aspectos agropecuários, por agrupamento.

Indicador	Média geral	Classes				
		1	2	3	4	5
X1: Relação entre a quantidade produzida de feijão e a área colhida do município;	248,42	305,12	306,65	229,40	235,76	165,19
X9: Uso do solo agrícola;	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
X10: Relação entre o número de vacas ordenhadas e a produção de leite do município;	1,38	1,10	1,41	1,56	1,50	1,62
X11: Relação entre o número de bovinos e a área do município;	0,07	0,08	0,08	0,06	0,07	0,08
X12: Relação entre o número de caprinos e a área do município;	6,42	2,45	3,08	14,28	5,39	6,92
X13: Relação entre o número de ovinos e a área do município;	11,45	5,01	7,29	23,14	10,44	11,38
X17: Relação entre a área total dos imóveis rurais e a área do município.	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01

Fonte: Resultados da pesquisa (2006).

A classe 2 possui 55 municípios e abrange uma população de 2.327.401 habitantes correspondendo 31,33% da população. Em média, o índice foi igual a 0,3651. Nesta classe estão inseridos os municípios de Pacajus, Pacatuba, Aracati e Iguatu onde percebe-se um direcionamento de recursos do governo para a implantação de indústrias e carcinicultura, o que afeta o desempenho do setor agropecuário. Nessa classe, verificou-se o segundo pior desempenho dos indicadores: relação entre o número de vacas ordenhadas e a produção de leite do município (X_{10}), relação entre o número de caprinos e a área do município (X_{12}) e relação entre o número de ovinos e a área do município (X_{13}).

A classe 3 deteve 77 municípios, abrangendo 1.607.860 habitantes, ou seja, 21,64% da população. Seu índice médio foi igual a 0,4897, porém, variando de 0,4291 em Jaguaribe a 0,5565 em Itaiçaba. Um fator preocupante nessa classe de municípios é a elevada relação entre o número de caprinos e ovinos por hectare, 14,28 e 23,14 em média, respectivamente, quando o ideal seria de oito animais para cada dez hectares com a finalidade de garantir a reposição da pastagem nativa.

A classe 4 abrangeu 23 municípios e uma população de 436.189 habitantes com um índice médio igual a 0,6260. Os piores resultados foram verificados nos municípios de Frecheirinha e Itapajé. Em Frecheirinha, uma das principais atividades econômicas é a produção da cal virgem – atividade bastante degradadora tanto para o meio ambiente quanto para o ser humano, por envolver condições sub-humanas de trabalho. Essa atividade pode estar causando danos irreparáveis ao solo e à vegetação local.

A classe 5 apresentou os maiores índices parciais de propensão à desertificação relacionados ao grupo agropecuário sendo composta por 10 municípios onde residem 242.458 habitantes representando 3,3% da população estadual. Esta classe apresentou a menor média de produtividade do feijão, indicador de baixo rendimento agrícola, o que sugere problemas quanto à eficácia das políticas para o desenvolvimento da agricultura familiar nos municípios aí inseridos.

4.2. Índice Parcial de Propensão à Desertificação segundo os indicadores econômicos (IPPD_E)

Segundo as Nações Unidas, a desertificação degrada 60 mil km² de terras férteis por ano em todo o mundo, provocando perdas de 4 bilhões de dólares na economia mundial. No Brasil, estima-se que essas perdas atinjam 100 milhões de dólares. No entanto, assim como a desertificação pode ser um efeito para estimular a pobreza em uma região, diminuindo a possibilidade de geração de emprego e renda, pode ser, também, uma causa – efeito retro-alimentador (*feedback*) – pois, as áreas mais susceptíveis ao fenômeno são ocupadas por populações de baixa renda. Nessas regiões, é comum o uso de práticas agressivas ao meio ambiente para a garantia da sobrevivência, práticas essas que levam à queda da produtividade biológica e econômica das terras agrícolas, pastagens e matas nativas.

Nesta seção, a propensão à desertificação nos municípios do Ceará foi analisada sob seus aspectos econômicos. A construção do modelo de análise fatorial adotado na construção do índice parcial de propensão à desertificação segundo os indicadores econômicos (IPPD_E) partiu de um grupo de 18 indicadores. No entanto, o modelo estimado analisou 7 indicadores (Quadro 4) e apresentou as seguintes medidas de adequação: KMO = 0,628 e teste de esfericidade de Bartlett com significância menor que 0,001.

QUADRO 4: Indicadores selecionados para compor o Índice Parcial de Propensão à Desertificação – Aspectos Econômicos.

Grupo	Indicador
Econômico	<p>X19: PIB <i>per capita</i> do município;</p> <p>X20: Relação entre o consumo de energia elétrica rural do município e o total do consumo de energia elétrica;</p> <p>X21: Relação entre o total de consumidores de energia elétrica rural do município e o total de consumidores de energia elétrica;</p> <p>X24: Relação entre o consumo de energia elétrica comercial do município e o total do consumo de energia elétrica;</p> <p>X26: Relação entre o total de consumidores de energia elétrica comercial do município e o total de consumidores de energia elétrica;</p> <p>X31: Relação entre a receita geral da União destinada ao município e a receita geral da União destinada ao Estado;</p> <p>X34: Relação entre a razão do total de receitas tributárias do município e o seu total de receitas orçamentárias arrecadadas e a razão entre o total de receitas tributárias do Estado e o total de receitas orçamentárias arrecadadas do Estado.</p>

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

A análise fatorial extraiu fatores que juntos explicaram 71,698% da variância total dos dados. A Tabela 5 apresenta as cargas fatoriais e o percentual da variância explicada para cada fator. O primeiro fator desse grupo, denominado **consumo de energia elétrica no meio rural**, explica 27,254% da variância total e é composto pelos indicadores: relação entre o consumo e energia elétrica rural do município e o total de consumidores de energia elétrica (X₂₀) e relação entre o total de consumidores de energia elétrica rural do município e total de consumidores de energia elétrica (X₂₁). Como pode ser observado através do sinal das cargas fatoriais, o consumo de energia rural no meio rural apresenta uma relação positiva com o processo de desertificação. Os subprojetos de eletrificação rural implantados em 177 municípios cearenses por intermédio do Projeto São José proporcionaram uma melhoria na qualidade de vida da população rural através da criação de condições de uso de eletrodomésticos como televisão, geladeira entre outros, no entanto, proporcionou

também o favorecimento da ação antrópica sobre o meio ambiente através da intensificação do emprego de tecnologias muitas vezes inadequadas ao semi-árido.

TABELA 5: Indicadores Econômicos - composição e importância dos fatores de acordo com as cargas fatoriais e percentual da variância explicada.

Indicador	Fator		
	1	2	3
X19: PIB <i>per capita</i> do município;	-,451	,299	-,715
X20: Relação entre o consumo de energia elétrica rural do município e o total do consumo de energia elétrica;	,834	-,160	-,056
X21: Relação entre o total de consumidores de energia elétrica rural do município e o total de consumidores de energia elétrica;	,879	-,050	-,046
X24: Relação entre o consumo de energia elétrica comercial do município e o total do consumo de energia elétrica;	-,210	,615	,526
X26: Relação entre o total de consumidores de energia elétrica comercial do município e o total de consumidores de energia elétrica;	-,415	,142	,651
X31: Relação entre a receita geral da União destinada ao município e a receita geral da União destinada ao Estado;	-,041	,825	,028
X34: Relação entre a razão do total de receitas tributárias do município e o seu total de receitas orçamentárias arrecadadas e a razão entre o total de receitas tributárias do Estado e o total de receitas orçamentárias arrecadadas do Estado.	-,139	,829	-,094
% da variância explicada	27,254	26,924	17,520

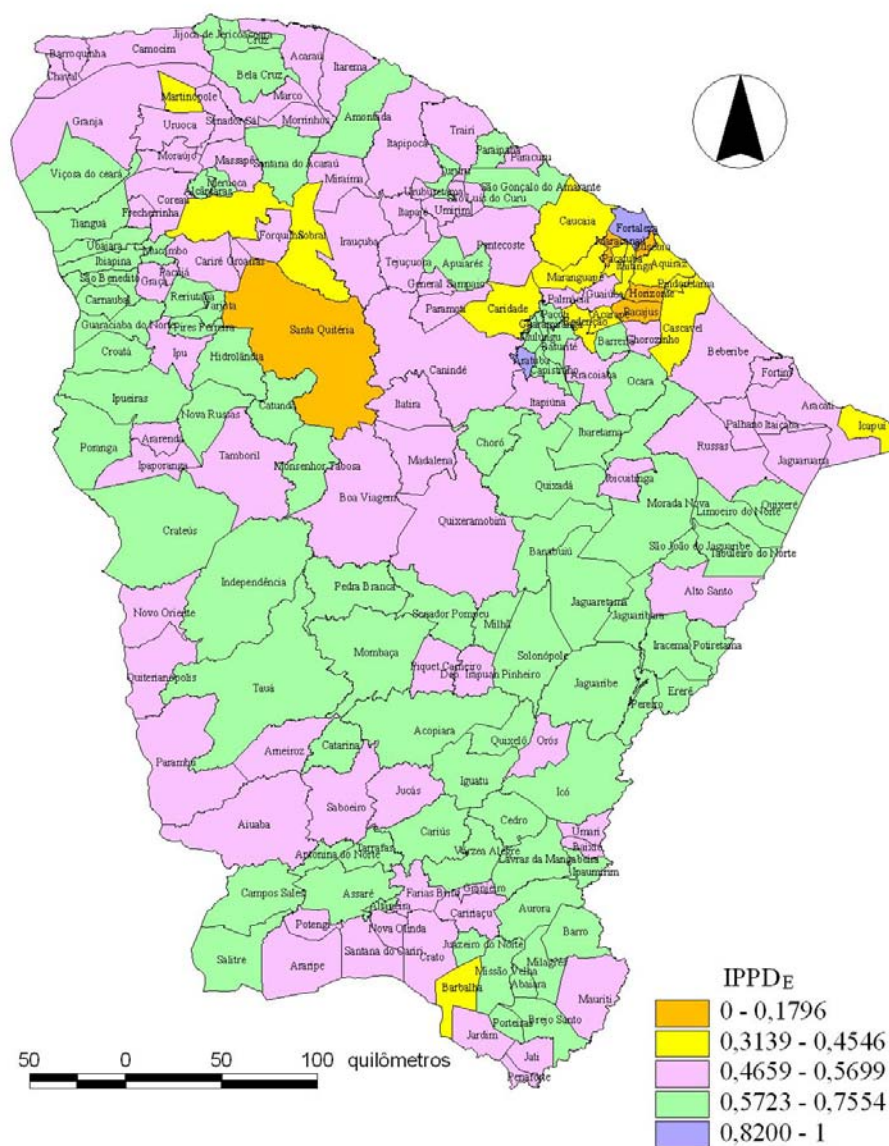
Fonte: Resultados da pesquisa (2006).

O segundo fator, **investimentos no município**, explicou 26,924% da variância total, sendo constituído pelos indicadores: relação entre o consumo de energia elétrica comercial do município e o total do consumo de energia elétrica (X₂₄), relação entre a receita geral da União destinada ao município e a receita geral da União destinada ao Estado do Ceará (X₃₁) e relação entre a razão do total de receitas tributárias do município e o seu total de receitas orçamentárias arrecadadas e a razão entre o total de receitas tributárias do Estado e total de receitas orçamentárias arrecadadas do Estado (X₃₄). A relação direta apresentada entre os indicadores e a susceptibilidade à desertificação sugere que os recursos gerados nos municípios e aqueles oriundos da União não estão sendo empregados em medidas conservacionistas ou de preservação do meio ambiente, ou ainda, que estão sendo empregados em atividades que agredem de alguma forma os recursos naturais disponíveis.

O terceiro e último fator desse grupo foi definido como **renda do município** e explica 17,520% da variância total, representado pelos seguintes indicadores: Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* do município (X₁₉) e relação entre o total de consumidores de energia elétrica comercial do município e o total de consumidores de energia elétrica (X₂₆). Confirmando o que acontece nas demais regiões

do mundo, a baixa renda da população nos municípios cearenses contribui para o alastramento do processo de desertificação. A luta pela sobrevivência força as populações carentes, principalmente as residentes na zona rural, à adoção de estratégias de sobrevivência impróprias que impedem a sustentabilidade local. Por outro lado, em regiões onde se verificam estágios de desertificação, a terra e demais recursos naturais deixam de ser fonte de sobrevivência e renda, agravando ainda mais o quadro de pobreza e afetando o crescimento econômico regional.

Após a construção do IPPDE, utilizou-se a análise de agrupamentos para classificar os municípios cearenses. A distribuição dos municípios pode ser vista na Figura 4.



Fonte: Resultados da pesquisa (2006).

FIGURA 4: Índice Parcial de Propensão à Desertificação segundo o grupo de indicadores econômicos – Ceará.

A Tabela 6 mostra as cinco classes de municípios a partir das características comuns quanto aos aspectos econômicos da propensão à desertificação, conforme a aplicação da análise de agrupamento utilizando-se o método das k – médias.

TABELA 6: Índice médio, número de municípios e população, segundo as classes do grupo econômico – Ceará.

Classes	IPPD _E	Índice Médio	Número de Municípios	População
IPPD _E	0 a 1	0,5499	184	7.430.661
1	0 a 0,1796	0,0702	5	331.467
2	0,3139 a 0,4546	0,3951	14	822.561
3	0,4659 a 0,5699	0,5263	79	1.862.203
4	0,5723 a 0,7554	0,6179	84	2.250.669
5	0,82 a 1	0,91	2	2.153.761

Fonte: Resultados da pesquisa (2006).

Na classe 1 encontram-se 5 municípios e uma população de 331.467 habitantes correspondendo a 4,46% da população. Esse agrupamento corresponde aos menores IPPD_E e tem índice médio igual a 0,0702. A característica mais marcante nos municípios desse grupo é o elevado PIB *per capita*, em média, R\$ 10.675,32 por ano (Tabela 7).

TABELA 7: Média dos indicadores empregados no cálculo do índice parcial de propensão à desertificação segundo os aspectos econômicos, por agrupamento.

Indicador	Média geral	Classes				
		1	2	3	4	5
X ₁₉ : PIB per capita do município;	4.207,84	10.675,32	1.784,87	1.692,86	3.041,65	3.844,48
X ₂₀ : Relação entre o consumo de energia elétrica rural do município e o total do consumo de energia elétrica;	0,19	0,03	0,21	0,30	0,30	0,00
X ₂₁ : Relação entre o total de consumidores de energia elétrica rural do município e o total de consumidores de energia elétrica;	0,19	0,04	0,17	0,28	0,32	0,16
X ₂₄ : Relação entre o consumo de energia elétrica comercial do município e o total do consumo de energia elétrica;	0,09	0,04	0,08	0,10	0,19	0,06
X ₂₆ : Relação entre o total de consumidores de energia elétrica comercial do município e o total de consumidores de energia elétrica;	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,04
X ₃₁ : Relação entre a receita geral da União destinada ao município e a receita geral da União destinada ao Estado;	0,01	0,02	0,00	0,00	0,04	0,01
X ₃₄ : Relação entre a razão do total de receitas tributárias do município e o seu total de receitas orçamentárias arrecadadas e a razão entre o total de receitas tributárias do Estado e o total de receitas orçamentárias arrecadadas do Estado.	0,61	0,67	0,40	0,41	1,14	0,43

Fonte: Resultados da pesquisa (2006).

A classe 2 agrupou 14 municípios com uma população de 822.561 habitantes e com um índice médio de 0,3951. Nesse agrupamento, os municípios que merecem destaque são Pacatuba, Sobral e Maranguape que, nos últimos anos, vêm recebendo grandes incentivos para a implantação de indústrias e promovendo, com isso, o desenvolvimento local.

As classes mais numerosas foram a terceira e a quarta com 79 e 84 municípios, respectivamente. Nos municípios inseridos nessas classes, os indicadores que mais contribuíram para a desertificação foram àqueles relacionados ao consumo rural de energia elétrica o que sugere uma avaliação por parte dos órgãos responsáveis pela assistência técnica rural, das práticas adotadas pelos produtores, de modo especial as de irrigação. Na classe 3, além dos indicadores ressaltados é importante destacar ainda a baixa renda *per capita* da população como fator de estímulo à desertificação.

4.3. Índice Parcial de Propensão à Desertificação segundo os indicadores sociais (IPPD_s)

Nos últimos anos, o Estado do Ceará tem passado por uma redefinição de sua economia sofrendo um processo de modernização e reestruturação produtiva que atinge os setores urbano e rural. Pode-se observar a existência de investimentos em irrigação, eletrificação rural, recursos hídricos, indústria etc. É consenso que tais transformações tragam crescimento econômico. No entanto, atreladas a elas, muitas vezes, estão associadas agressões ao meio ambiente com destaque para a exploração dos recursos naturais além da sua capacidade de suporte, o que intensifica processos de desertificação e potencializa problemas sociais.

A relação entre a desertificação e os problemas sociais pode ser considerada do tipo causa e efeito (*feedback*). A ausência de políticas públicas em saúde, educação e assistência técnica têm agravado o problema da desertificação no Ceará. Por outro lado, regiões com características de desertificação apresentam um agravamento na sua situação de pobreza e exclusão social.

Admitindo-se que o processo de desertificação é fortemente influenciado pela ação antrópica, nesta seção é discutido o índice de propensão à desertificação de acordo com os aspectos sociais dos municípios cearenses, mais especificamente: densidade demográfica, saúde, educação e saneamento. Para tanto, a partir de um modelo de análise fatorial com $KMO = 0,750$ e teste de esfericidade de Bartlett

significativo foram selecionados treze indicadores (Quadro 5), a partir de um grupo de quarenta e oito.

QUADRO 5: Indicadores selecionados para compor o Índice Parcial de Propensão à Desertificação – Aspectos Sociais.

Grupo	Indicador
Social	<p>X38: Relação entre a população assistida pelo programa agente da saúde e o total de agentes do programa ligados ao Sistema Único de Saúde do município;</p> <p>X41: Relação entre o total de leitos ligados ao Sistema Único de Saúde e milhares de habitantes do município;</p> <p>X43: Densidade demográfica do município;</p> <p>X44: Taxa geométrica de incremento anual da população residente urbana do município;</p> <p>X49: Relação entre a população residente de 65 a 79 anos de idade e total da população residente no município;</p> <p>X52: Relação entre o total de matrículas na educação infantil e o total de estabelecimentos na educação infantil do município;</p> <p>X65: Relação entre o total de matrículas no ensino médio e o total de estabelecimentos do ensino médio do município;</p> <p>X67: Taxa de escolarização bruta no ensino médio do município;</p> <p>X68: Relação entre o total de matrículas no ensino médio e o total de salas de aula utilizadas do município;</p> <p>X73: Taxa de analfabetismo de 15 anos ou mais de idade do município;</p> <p>X74: Relação entre o volume produzido de água e a população do município;</p> <p>X77: Relação entre o total de domicílios particulares permanentes por forma de abastecimento de água com rede geral canalizada e o total de domicílios permanentes;</p> <p>X78: Relação entre o total de esgotamento sanitário com rede geral de esgoto e o total de ligações ativas de água do município.</p>

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Os quatro fatores extraídos explicaram 61,81% da variância total, conforme se verifica na Tabela 8. O primeiro fator, **educação de jovens**, explicou 20,246% da variância total dos dados. Como pode ser observado, existe uma relação direta entre os indicadores: taxa de escolarização bruta no ensino médio do município (X_{67}), relação entre o total de matrículas no ensino médio e o total de salas de aula utilizadas do município (X_{68}) e o processo de desertificação. A relação inversa ocorre com o indicador taxa de analfabetismo em pessoas de 15 anos ou mais de idade do município (X_{73}). Essas relações podem refletir que, mesmo que o nível educacional tenha melhorado significativamente e que a população esteja em sala de aula, as políticas educacionais de conscientização sobre as causas e conseqüências da desertificação, caso existam, podem não estar surtindo o efeito esperado sobre o meio ambiente. Assim, seria necessária a inclusão de disciplinas voltadas à educação ambiental nas grades curriculares de ensino, conforme propõem os Parâmetros Curriculares Nacionais para a educação básica.

TABELA 8: Indicadores Sociais – composição e importância dos fatores de acordo com as cargas fatoriais e percentual da variância explicada – Ceará.

Indicador	Fator			
	1	2	3	4
X ₃₈ : Relação entre a população assistida pelo programa agente da saúde e o total de agentes do programa ligados ao Sistema Único de Saúde do município;	,347	,642	,260	-,177
X ₄₁ : Relação entre o total de leitos ligados ao Sistema Único de Saúde e milhares de habitantes do município;	,315	-,184	,588	-,017
X ₄₃ : Densidade demográfica do município;	,248	,178	-,046	,708
X ₄₄ : Taxa geométrica de incremento anual da população residente urbana do município;	-,047	-,045	-,660	-,159
X ₄₉ : Relação entre a população residente de 65 a 79 anos de idade e total da população residente no município;	-,126	-,739	,313	-,135
X ₅₂ : Relação entre o total de matrículas na educação infantil e o total de estabelecimentos na educação infantil do município;	,030	,775	,043	,154
X ₆₅ : Relação entre o total de matrículas no ensino médio e o total de estabelecimentos do ensino médio do município;	,464	,120	-,586	,012
X ₆₇ : Taxa de escolarização bruta no ensino médio do município;	,914	,036	,115	,100
X ₆₈ : Relação entre o total de matrículas no ensino médio e o total de salas de aula utilizadas do município;	,859	,165	-,018	,218
X ₇₃ : Taxa de analfabetismo de 15 anos e mais de idade do município;	-,671	-,334	-,218	-,320
X ₇₄ : Relação entre o volume produzido de água e a população do município;	,106	-,058	,246	,788
X ₇₇ : Relação entre o total de domicílios particulares permanentes por forma de abastecimento de água com rede geral canalizada e o total de domicílios permanentes;	,072	,261	,592	,489
X ₇₈ : Relação entre o total de esgotamento sanitário com rede geral de esgoto e o total de ligações ativas de água do município.	,276	,249	,313	,053
% da variância explicada	20,246	14,734	14,346	12,488

Fonte: Resultados da pesquisa (2006).

Os indicadores com maiores cargas fatoriais para o fator 2, com 14,734% da variância total explicada, interpretado como **condições de bem-estar social**, foram relação entre a população assistida pelo programa agente da saúde e o total de agentes do programa ligados ao Sistema Único de Saúde do município (X₃₈); relação entre o total de matrículas na educação infantil e o total de estabelecimentos na educação infantil do município (X₅₂) e relação entre a população residente de 65 a 79 anos de idade e total da população residente no município (X₄₉). Quanto maiores as relações expressas pelos indicadores X₃₈ e X₅₂ piores serão as condições de bem estar social, uma vez que demonstram número reduzido de agentes de saúde e de escolas infantis para atender às necessidades da população, respectivamente. Más condições de bem-estar social, por sua vez, podem ser analisadas como causa e efeito de processos de desertificação, pois se de um lado potencializam a ação antrópica, por outro, sofrem estímulos diante de problemas ambientais. Quanto à relação entre a população residente

de 65 a 79 anos de idade e o total da população residente no município (X_{49}), pode-se intuir, por meio do sinal negativo da carga fatorial, que a expectativa de vida das pessoas residentes em áreas susceptíveis à desertificação tende a ser menor.

O fator 3 sintetiza a **qualidade de vida** nos municípios uma vez que envolve indicadores de saúde, educação e saneamento e explica 14,346% da variância total dos dados. Esses indicadores são causa e efeito da susceptibilidade das áreas à desertificação. Merece destaque nesse fator a relação negativa observada entre a taxa geométrica de incremento anual da população (X_{44}) e a desertificação. Esse resultado sugere que a desertificação ao diminuir a qualidade de vida e as opções de renda oriundas da exploração dos recursos naturais tende a provocar um fluxo migratório para regiões com mais alternativas de emprego.

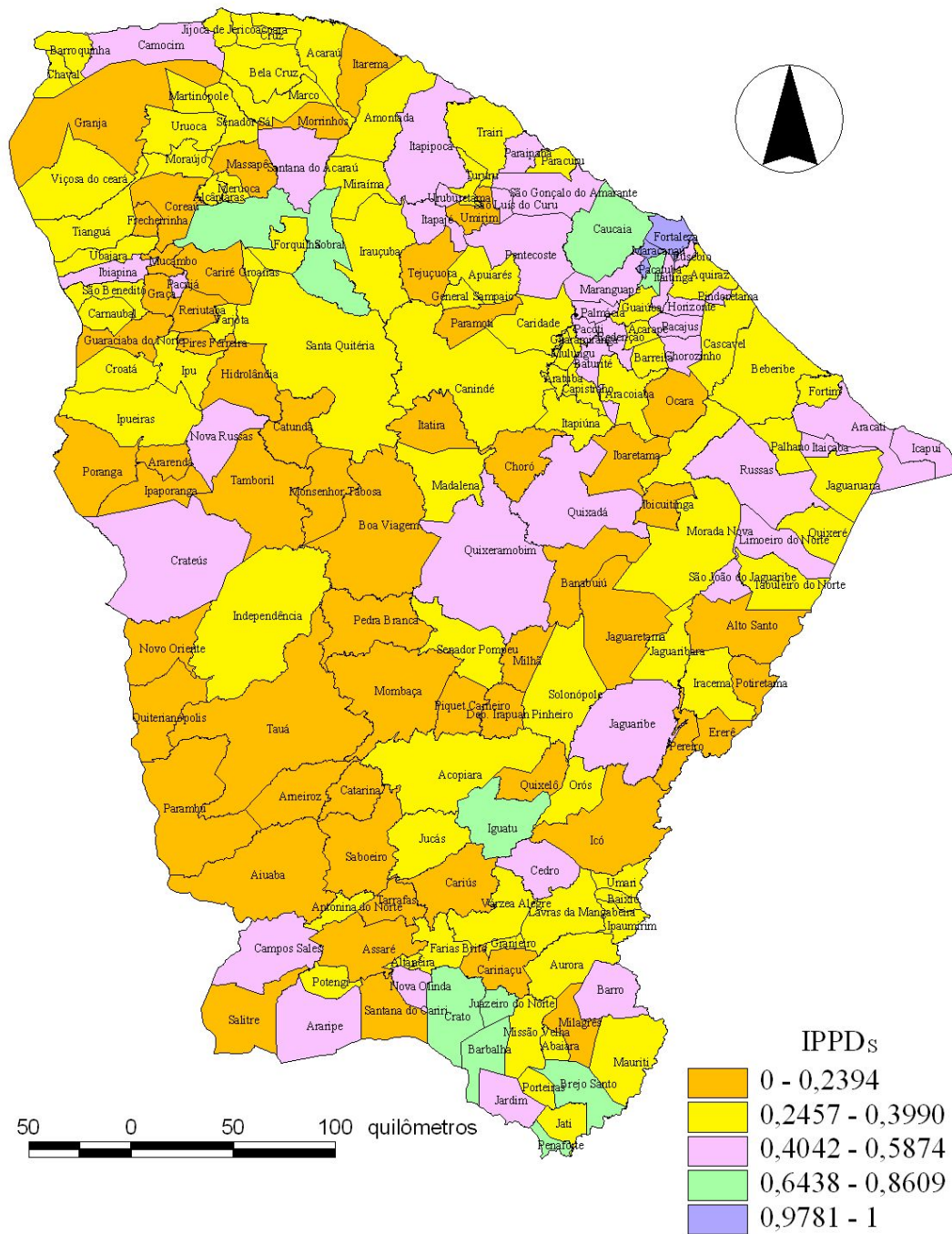
O quarto e último fator, **densidade demográfica**, explicou 12,488% da variância total e foi representado pelos indicadores: densidade demográfica do município (X_{43}) e relação entre o volume produzido de água e a população do município (X_{74}). A densidade demográfica provoca uma forte pressão sobre o meio ambiente com a super-exploração dos recursos naturais o que estimula o processo de desertificação. O aumento populacional também se reflete em uma maior exploração dos recursos hídricos e muitas vezes através de um gerenciamento inadequado.

A análise de agrupamento, através do método das k – médias, reuniu os municípios cearenses em cinco grupos de acordo com suas características comuns. A visualização dos resultados obtidos pode ser feita por meio da Tabela 9 e da Figura 5 e, quanto mais próximo da unidade, maior a susceptibilidade parcial à desertificação segundo os indicadores sociais.

TABELA 9: Índice médio, número de municípios e população, segundo as classes do grupo social – Ceará.

Classes	IPPD _s	Índice Médio	Número de Municípios	População
IPPD _s	0 a 1	0,3354	184	7.430.661
1	0,0024 a 0,2394	0,1646	56	1.121.827
2	0,2457 a 0,399	0,3241	78	1.741.446
3	0,4042 a 0,5874	0,4756	39	1.293.877
4	0,6438 a 0,8609	0,7434	9	952.377
5	0,9781 a 1	0,9891	2	2.321.134

Fonte: Resultado da pesquisa (2006).



Fonte: Resultados da pesquisa (2006).

FIGURA 5: Índice Parcial de Propensão à Desertificação segundo o grupo de indicadores sociais – Ceará.

Conforme observado na Tabela 9, percebe-se que a maioria dos municípios apresenta índices parciais de propensão à desertificação segundo aspectos sociais relativamente baixos, ficando inseridos nas classes 1 e 2. Nestas classes, encontram-se as menores densidades demográficas médias do Estado (Tabela 10), mas, em contrapartida, foram detectadas as piores condições de saneamento básico o que pode ser constatado através dos valores médios dos indicadores: relação entre o total de domicílios particulares permanentes por forma de abastecimento de água com rede geral canalizada e o total de domicílios permanentes (X_{77}) e relação entre o total de esgotamento sanitário com rede geral de esgoto e o total de ligações ativas de água do município (X_{78}).

TABELA 10: Média dos indicadores empregados no cálculo do Índice Parcial de Propensão à Desertificação segundo os aspectos sociais, por agrupamento.

Indicador	Média geral	Classes				
		1	2	3	4	5
X_{38} : Relação entre a população assistida pelo programa agente da saúde e o total de agentes do programa ligados ao Sistema Único de Saúde do município;	535,75	304,08	434,79	504,43	699,73	735,72
X_{41} : Relação entre o total de leitos ligados ao Sistema Único de Saúde e milhares de habitantes do município;	2,23	1,36	1,69	1,85	3,9	2,37
X_{43} : Densidade demográfica do município;	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04
X_{44} : Taxa geométrica de incremento anual da população residente urbana do município;	941,99	27,13	44,68	78,94	215,81	4.343,41
X_{49} : Relação entre a população residente de 65 a 79 anos de idade e total da população residente no município;	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02
X_{52} : Relação entre o total de matrículas na educação infantil e o total de estabelecimentos na educação infantil do município;	53,82	29,25	41,08	53,94	63,48	81,37
X_{65} : Relação entre o total de matrículas no ensino médio e o total de estabelecimentos do ensino médio do município;	485,31	438,61	441,4	484,68	472,16	589,72
X_{67} : Taxa de escolarização bruta no ensino médio do município;	0,70	0,46	0,56	0,69	0,8	1,01
X_{68} : Relação entre o total de matrículas no ensino médio e o total de salas de aula utilizadas do município;	5,58	3,34	4,33	5,56	6,03	8,66
X_{73} : Taxa de analfabetismo de 15 anos e mais de idade do município;	0,29	0,41	0,37	0,32	0,25	0,13
X_{74} : Relação entre o volume produzido de água e a população do município;	0,53	0,32	0,38	0,41	0,68	0,86
X_{77} : Relação entre o total de domicílios particulares permanentes por forma de abastecimento de água com rede geral canalizada e o total de domicílios permanentes;	0,26	0,07	0,11	0,21	0,4	0,53

X₇₈: Relação entre o total de esgotamento sanitário com rede geral de esgoto e o total de ligações ativas de água do município. 27,07 18,47 21,87 24,9 29,66 40,44

Fonte: Resultados da pesquisa (2006).

Dentre os agrupamentos, destacam-se a classe 4 e a classe 5. A classe 4 foi composta por nove municípios atingindo uma população de 952.377 habitantes equivalente a 12,82% da população estadual. Esses municípios possuem IPPD_s médio igual a 0,7434. A maioria dos municípios aí inseridos localiza-se na região centro-sul do Estado do Ceará.

Já a classe 5, composta pelos municípios com maiores IPPD_s apresentou um índice médio de 0,9891. A densidade demográfica foi a principal responsável por esse resultado. Quanto aos indicadores de saneamento básico, no entanto, os municípios do grupo apresentaram as melhores condições com taxas médias de 86% e 53% de casas com água canalizada e com esgoto, respectivamente.

Como observado nessa seção, a densidade demográfica pode ser classificada, do ponto de vista social, como o principal indicador de propensão à desertificação nos municípios cearenses associando-se a ela a ação antrópica nociva ao meio ambiente.

4.4. Índice Parcial de Propensão à Desertificação segundo os indicadores naturais (IPPD_N)

As áreas susceptíveis à desertificação apresentam notadas restrições naturais. A própria definição do fenômeno ressalta isso quando explicita que desertificação é a degradação das terras em zonas áridas, semi-áridas e subúmidas secas.

Existe consenso entre ambientalistas, acadêmicos e técnicos de que o clima (ou as mudanças a ele relacionadas) e a desertificação estão correlacionados. Nesta seção são apresentados alguns indicadores naturais dos municípios cearenses e sua influência local na propensão à desertificação. Partiu-se de um grupo de sete indicadores e, após seleção do modelo de análise fatorial¹⁰, chegou-se a um grupo com cinco indicadores (Quadro 6).

¹⁰ KMO = 0,531 e teste de esfericidade de Bartlett = 774,003 (Resultados da pesquisa, 2006).

QUADRO 6: Indicadores selecionados para compor o Índice Parcial de Propensão à Desertificação – Aspectos Naturais.

Grupo	Indicador
Natural	X ₈₅ : Relação entre a evapotranspiração e o índice de umidade do município;
	X ₈₆ : Relação entre evapotranspiração e as precipitações pluviométricas do município;
	X ₈₇ : Relação entre o índice de aridez e o índice de umidade;
	X ₈₈ : Inverso da precipitação pluviométrica normal do município;
	X ₉₁ : Relação entre a área dos solos férteis e a área do município.

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

Como pode ser observado através da Tabela 11 após a rotação ortogonal pelo método varimax foram constituídos dois fatores que explicaram 70,429% da variância total do modelo.

TABELA 11: Indicadores Naturais – composição e importância dos fatores de acordo com as cargas fatoriais e percentual da variância explicada – Ceará.

Indicador	Fator	
	1	2
X ₈₅ : Relação entre a evapotranspiração e o índice de umidade do município;	,989	,048
X ₈₆ : Relação entre evapotranspiração e as precipitações pluviométricas do município;	,085	,770
X ₈₇ : Relação entre o índice de aridez e o índice de umidade	,990	,059
X ₈₈ : Inverso da precipitação pluviométrica normal do município;	,259	,753
X ₉₁ : Relação entre a área dos solos férteis e a área do município.	,133	-,553
% da variância explicada	41,01	29,42

Fonte: Resultados da pesquisa (2006).

O primeiro fator, **aridez do solo**, explicou 41,01% da variância total dos dados e é representado pelos indicadores: relação entre a evapotranspiração e o índice de umidade do município (X₈₅) e a relação entre o índice de aridez e o índice de umidade (X₈₇). Conforme sinal das cargas, quanto maior a relação entre o índice de aridez e o índice de umidade maior a propensão à desertificação. Considerando que o índice de aridez é a relação entre a precipitação e a evapotranspiração (perda de umidade), quanto menor o seu valor mais seco é o solo e menor a capacidade de absorção de carbono pelas plantas, o que contribui para o aquecimento global e a intensificação da desertificação.

O segundo fator, **precipitação pluviométrica**, ficou representado pelos indicadores: relação entre evapotranspiração e as precipitações pluviométricas do município (X₈₆); inverso da precipitação pluviométrica normal do município (X₈₈) e relação entre a área dos solos férteis e a área do município (X₉₁). Esse fator explicou

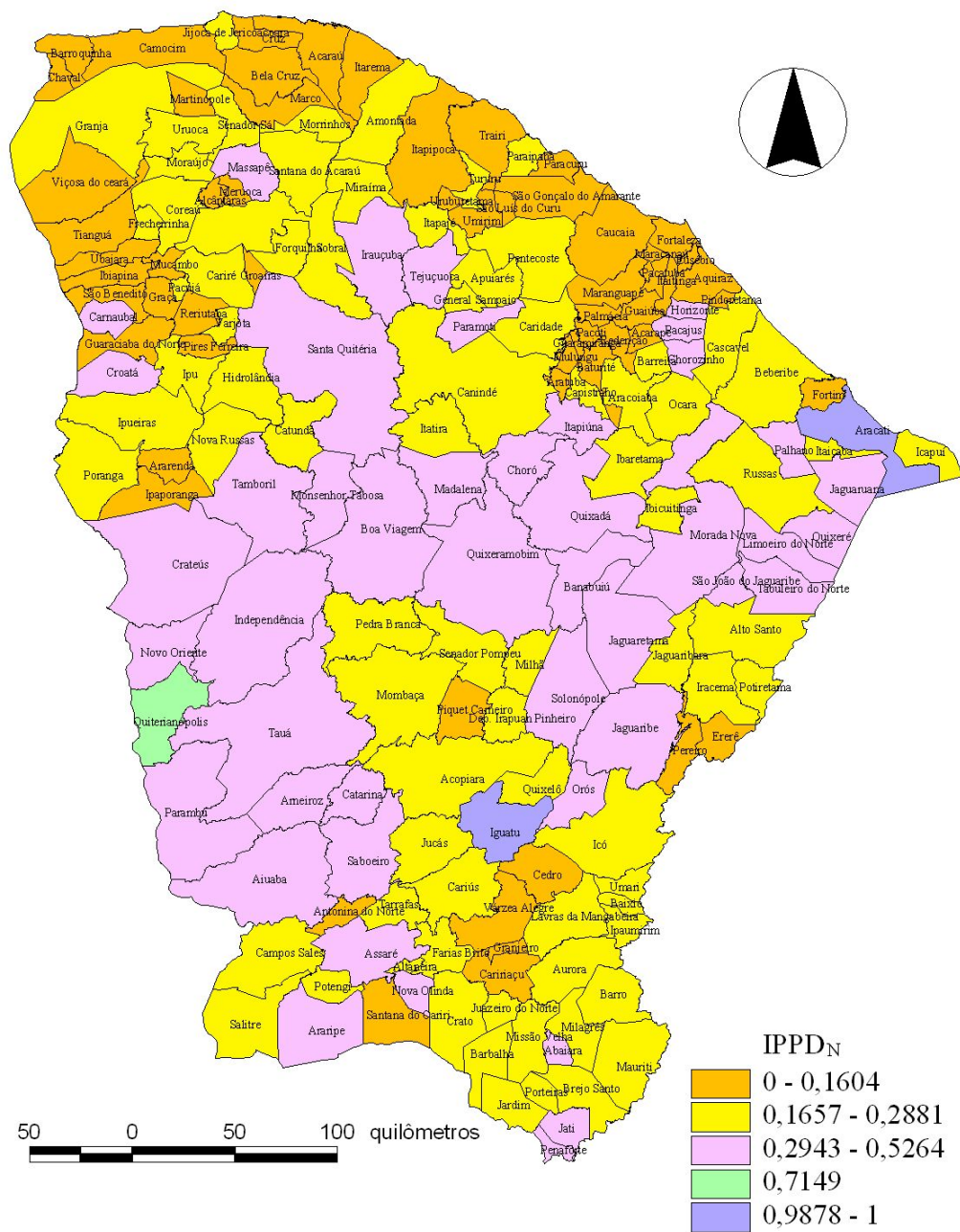
29,42% da variância total. Conforme os sinais das cargas obtidas, as irregularidades no regime de chuvas (baixa precipitação pluviométrica) são um dos fatores que contribuem para intensificar a propensão à desertificação no Ceará. O indicador X_{91} pode ser analisado como uma consequência da desertificação em uma região uma vez que tal fenômeno leva a perdas de biodiversidade e empobrecimento do solo.

A análise de agrupamento classificou os municípios cearenses em cinco classes utilizando o método das k – médias conforme se verifica na Tabela 12 e Figura 6.

TABELA 12: Índice médio, número de municípios e população, segundo as classes do grupo de indicadores naturais – Ceará.

Classes	IPPD_N	Índice Médio	Número de Municípios	População
IPPD_N	0 a 1	0,2270	184	7.430.661
1	0 a 0,1604	0,0992	59	3.965.413
2	0,1657 a 0,2881	0,2267	77	2.143.340
3	0,2943 a 0,5264	0,3501	45	1.156.751
4	0,7149	0,7149	1	18.855
5	0,9878 a 1	0,9978	2	146.802

Fonte: Resultado da pesquisa (2006).



Fonte: Resultados da pesquisa (2006).

FIGURA 6: Índice Parcial de Propensão à Desertificação segundo o grupo de indicadores naturais – Ceará.

Percebe-se, com esses agrupamentos, que apenas 59 municípios estão enquadrados nos índices parciais mais baixos de propensão à desertificação, classe 1. Nesses municípios foram constatadas as menores médias dos indicadores calculados, com exceção da relação entre a área dos solos férteis e a área total do município (Tabela 13).

TABELA 13: Média dos indicadores empregados no cálculo do Índice Parcial de Propensão à Desertificação segundo os aspectos naturais, por agrupamento.

Indicador	Média geral	Classes				
		1	2	3	4	5
X ₈₅ : Relação entre a evapotranspiração e o índice de umidade do município;	19.073,48	126,71	682,08	3.080,22	48.833,33	42.645,07
X ₈₆ : Relação entre evapotranspiração e as precipitações pluviométricas do município;	2,98	1,28	1,81	2,21	2,42	7,19
X ₈₇ : Relação entre o índice de aridez e o índice de umidade;	681,80	3,78	21,72	103,78	1.956,33	1.323,39
X ₈₈ : Inverso da precipitação pluviométrica normal do município;	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
X ₉₁ : Relação entre a área dos solos férteis e a área do município.	0,50	0,71	0,48	0,29	0,71	0,29

Fonte: Resultados da pesquisa (2006).

Ainda segundo a Tabela 13, foram observados como principais indicadores de propensão à desertificação: a relação entre a evapotranspiração e o índice de umidade do município (X₈₅), a relação entre evapotranspiração e as precipitações pluviométricas do município (X₈₆) e a relação entre o índice de aridez e o índice de umidade (X₈₇).

4.5. Índice de Propensão à Desertificação (IPD)

As análises feitas nas seções anteriores consideram os aspectos ligados à propensão à desertificação de forma isolada, porém, na realidade, esses aspectos estão interligados. Posteriormente, apresenta-se a reunião dos aspectos discutidos em um só índice: o Índice de Propensão à Desertificação (IPD).

Após a construção dos índices parciais de propensão à desertificação, o passo seguinte foi calcular o Índice de Propensão à Desertificação (IPD) para o Estado do Ceará, que foi considerado como sendo a média ponderada dos índices parciais para os cento e oitenta e quatro municípios cearenses. A Tabela 14 apresenta os municípios cearenses hierarquizados segundo seu respectivo IPD.

TABELA 14: Hierarquização dos municípios cearenses de acordo com o Índice de Propensão à Desertificação (IPD).

Município	Área (ha)	Possíveis áreas susceptíveis à desertificação (ha)*	% das áreas susceptíveis em relação à área do município	IPD	Ranking
Iguatu	102.900,2	3.902	nd	0,6610	1
Aracati	122.919,4	3.128	nd	0,6000	2
Pacujá	7.610	nd	nd	0,5499	3
Banabuiú	107.998,7	9	0,01	0,5279	4
Arneiroz	106.642,6	956	0,90	0,5230	5
São João do Jaguaribe	28.043,6	1.160	4,14	0,5208	6
Penaforte	19.042,8	5.544	29,11	0,5174	7
Tauá	401.818,8	11.762	2,93	0,5136	8
Fortaleza	31.314	nd	nd	0,5058	9
Quixadá	201.981,6	nd	nd	0,4969	10
Santana do Acaraú	96.932,3	nd	nd	0,4965	11
Jaguaruana	86.725,1	7.376	8,51	0,4948	12
Independência	321.864,1	8.581	2,67	0,4926	13
Brejo Santo	66.195,9	398	0,60	0,4898	14
Crato	100.920,2	nd	nd	0,4812	15
Nova Olinda	28.440,4	nd	nd	0,4784	16
Parambu	230.340,2	11.418	4,96	0,4783	17
Campos Sales	108.277,1	5.044	4,66	0,4749	18
Nova Russas	74.276,3	6.145	8,27	0,4735	19
Jaguaribe	187.679,3	2.036	1,08	0,4705	20
Limoeiro do Norte	75.153,5	2.432	3,24	0,4695	21
Itaiçaba	20.949	385	1,84	0,4689	22
Crateús	298.541,1	nd	nd	0,4683	23
Jardim	45.703,4	nd	nd	0,4663	24
Pedra Branca	130.327,3	nd	nd	0,4657	25
São Luís do Curu	12.242	57	0,47	0,4625	26
Catarina	48.685,9	218	0,45	0,4612	27
Palhano	44.278,5	2.234	5,05	0,4594	28
Quixeré	61.682,5	1.319	2,14	0,4560	29
Jati	31.258,4	2.032	6,50	0,4552	30
Tamboril	196.163,4	6.905	3,52	0,4531	31
Quixeramobim	327.583,8	nd	nd	0,4490	32
Sobral	212.298,9	1.942	0,91	0,4486	33
Juazeiro do Norte	24.855,8	nd	nd	0,4485	34
Capistrano	19.479,7	315	1,62	0,4472	35
Carnaubal	36.475	nd	nd	0,4462	36
Tabuleiro do Norte	86.183,8	3.582	4,16	0,4448	37
Barro	70.965,5	623	0,88	0,4434	38
Uruoca	69.677	1.546	2,22	0,4427	39
Itapajé	43.950,1	1.031	2,35	0,4420	40
Aurora	88.582,7	1.252	1,41	0,4419	41
Irauçuba	146.122,3	22.699	15,53	0,4381	42
Quiterianópolis	104.095,5	1.929	1,85	0,4365	43
Novo Oriente	94.920,6	3.476	3,66	0,4360	44
Itapipoca	161.468,2	nd	nd	0,4353	45
Solonópole	153.615,8	nd	nd	0,4321	46
Senador Pompeu	100.212,7	nd	nd	0,4316	47
Porteiras	21.757	3.096	14,23	0,4313	48

(continua)

Município	Área (ha)	Possíveis áreas susceptíveis à desertificação (ha)*	% das áreas susceptíveis em relação à área do município	IPD	Ranking
Jijoca de Jericoacoara	20.185,8	nd	nd	0,4281	49
Umari	26.391,7	2.122	8,04	0,4279	50
Milha	50.203,6	nd	nd	0,4261	51
Marco	57.414,8	1.136	1,98	0,4252	52
Antonina do Norte	26.010,1	1.006	3,87	0,4249	53
Chorozinho	27.840	183	0,66	0,4248	54
São Gonçalo do Amarante	83.439,4	nd	nd	0,4217	55
Aiuaba	243.441,4	12.796	5,26	0,4198	56
Araripe	134.704,7	nd	nd	0,4193	57
Monsenhor Tabosa	88.630,3	5.429	6,13	0,4193	58
Itapiúna	58.868,4	1.764	3,00	0,4188	59
Potengi	33.872,3	nd	nd	0,4147	60
Caucaia	122.789,5	nd	nd	0,4142	61
Mombaça	211.946,2	nd	nd	0,4139	62
Cedro	72.578,6	nd	nd	0,4137	63
Tururu	19.254,8	64	0,33	0,4136	64
Jaguaretama	175.972,2	2.822	1,60	0,4135	65
Santana do Cariri	76.876,8	3.166	4,12	0,4128	66
Ipaumirim	27.369,6	325	1,19	0,4115	67
Pacoti	11.195,9	nd	nd	0,4108	68
Baturité	30.878	nd	nd	0,4098	69
Iracema	82.283,3	2.592	3,15	0,4096	70
Baixio	14.644,2	374	2,55	0,4094	71
General Sampaio	20.619,8	22	0,11	0,4093	72
Chaval	23.822,8	nd	nd	0,4089	73
Aratuba	14.253,8	nd	nd	0,4087	74
Croata	70.035,6	nd	nd	0,4082	75
Uruburetama	9.710,7	14	0,14	0,4074	76
Morada Nova	277.922,9	8.133	2,93	0,4058	77
Russas	158.810,5	1.385	0,87	0,4029	78
Pentecoste	137.829,5	2.365	1,72	0,4021	79
Amontada	117.959	nd	nd	0,4007	80
Lavras da Mangabeira	94.795,7	5.227	5,51	0,4005	81
Paramoti	48.264,8	771	1,60	0,4004	82
Ipu	63.046,8	307	0,49	0,3993	83
Farias Brito	50.357,4	nd	nd	0,3983	84
Jaguaribara	66.829,1	608	0,91	0,3970	85
Viçosa do Ceará	131.159,2	nd	nd	0,3968	86
Apuiarés	54.474,4	486	0,89	0,3967	87
Groaíras	15.596,3	10	0,06	0,3924	88
Moraújo	41.561,4	1.714	4,12	0,3918	89
Altaneira	7.329,6	4	0,05	0,3915	90
Boa Viagem	283.677,4	2.812	0,99	0,3906	91
Frecheirinha	18.124	nd	nd	0,3892	92
Missão Velha	65.110,8	4.071	6,25	0,3876	93
Abaiara	17.990,6	1.696	9,43	0,3873	94
Canindé	321.842,3	8.175	2,54	0,3872	95
Ibiapina	41.490,2	nd	nd	0,3858	96
Santa Quitéria	426.068,1	nd	nd	0,3857	97
Granjeiro	10.013,5	nd	nd	0,3851	98
Várzea Alegre	83.570,6	nd	nd	0,3841	99
Orós	57.626,9	236	0,41	0,3817	100

(continua)

Município	Área (ha)	Possíveis áreas susceptíveis à desertificação (ha)*	% das áreas susceptíveis em relação à área do município	IPD	Ranking
Forquilha	51.698,8	nd	nd	0,3815	101
Mauriti	111.185,6	12.586	11,32	0,3813	102
Catunda	79.048,3	130	0,16	0,3796	103
Senador Sá	43.058	1.628	3,78	0,3790	104
Saboeiro	138.347,2	nd	nd	0,3788	105
Hidrolândia	96.657,2	nd	nd	0,3787	106
Acopiara	226.531,6	848	0,37	0,3785	107
Barbalha	47.918,4	nd	nd	0,3745	108
Ibicutinga	42.424,2	1.017	2,40	0,3719	109
Barreira	24.594,6	nd	nd	0,3714	110
Pindoretama	7.285,5	nd	nd	0,3708	111
Miraíma	69.958,8	3.377	4,83	0,3699	112
Reritiba	38.311,9	1.199	3,13	0,3692	113
Cariré	75.689,3	408	0,54	0,3683	114
Potiretama	40.923,8	186	0,45	0,3681	115
Coreaú	77.574,6	nd	nd	0,3660	116
Palmácia	11.781,6	nd	nd	0,3659	117
Massapé	57.153,1	757	1,32	0,3656	118
Milagres	54.663,7	179	0,33	0,3643	119
Beberibe	161.638,9	nd	nd	0,3636	120
Assaré	111.632	5.409	4,85	0,3635	121
Morrinhos	40.887,8	1.221	2,99	0,3633	122
Paraipaba	30.112,3	nd	nd	0,3631	123
Madalena	103.477,3	4.077	3,94	0,3628	124
Bela Cruz	84.171,8	1.622	1,93	0,3620	125
Pacatuba	187.198	34	0,02	0,3611	126
Iço	13.242,7	nd	nd	0,3611	127
Aracoiaba	65.653,2	657	1,00	0,3606	128
Poranga	130.927,4	5.333	4,07	0,3591	129
Choro	38.342,6	201	0,52	0,3587	130
Barroquinha	81.575,9	nd	nd	0,3587	131
Itatira	78.334,7	4.500	5,74	0,3570	132
Camocim	112.393,7	nd	nd	0,3544	133
Piquet Carneiro	58.788,7	nd	nd	0,3543	134
Tejuçuoca	75.060,5	913	1,22	0,3540	135
São Benedito	33.814,9	nd	nd	0,3521	136
Mucambo	19.053,8	nd	nd	0,3509	137
Ubajara	42.103,7	nd	nd	0,3505	138
Varjota	17.925,5	1.377	7,68	0,3500	139
Quixelô	55.976	nd	nd	0,3499	140
Pires Ferreira	24.218,9	1.301	5,37	0,3497	141
Ipueiras	147.410,8	2.733	1,85	0,3496	142
Pereiro	43.288,1	322	0,74	0,3489	143
Tarrafas	45.439	nd	nd	0,3475	144
Granja	269.720,2	nd	nd	0,3473	145
Cruz	33.483,3	nd	nd	0,3468	146
Jucás	93.718	594	0,63	0,3465	147
Paracuru	30.325,3	nd	nd	0,3445	148
Guaramiranga	5.947,1	nd	nd	0,3403	149
Ibaretama	87.726	4.542	5,18	0,3400	150
Ocara	76.536,6	2.010	2,63	0,3384	151
Deputado Irapuan Pinheiro	47.042,1	nd	nd	0,3380	152

(continua)

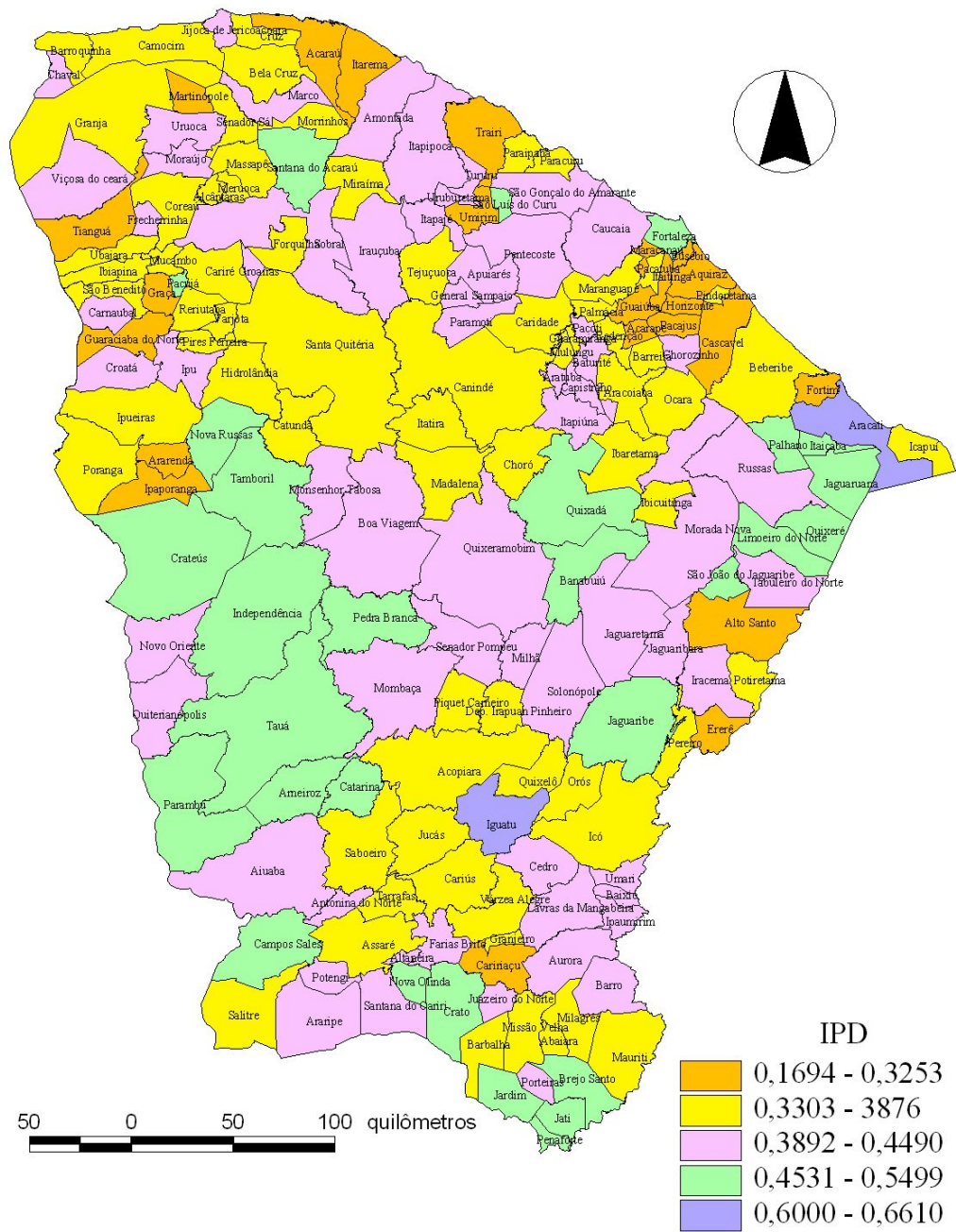
Município	Área (ha)	Possíveis áreas susceptíveis à desertificação (ha)*	% das áreas susceptíveis em relação à área do município	IPD	Ranking
Maranguape	59.082,4	nd	nd	0,3366	153
Redenção	22.562,6	169	0,75	0,3356	154
Mulungu	13.459,4	nd	nd	0,3343	155
Cariús	106.182,5	nd	nd	0,3323	156
Icapuí	42.868,8	nd	nd	0,3318	157
Caridade	84.637,3	988	1,17	0,3313	158
Salitre	89.982,4	nd	nd	0,3313	159
Meruoca	14.494	10	0,07	0,3307	160
Alcântaras	13.859,8	250	1,80	0,3303	161
Ererê	38.273	11	0,03	0,3253	162
Guaraciaba do Norte	61.146,3	nd	nd	0,3252	163
Itarema	72.066,8	nd	nd	0,3231	164
Cascavel	83.796,7	nd	nd	0,3211	165
Acaraú	84.288,4	nd	nd	0,3176	166
Martinópolis	29.894,8	413	1,38	0,3160	167
Umirim	32.649,6	60	0,18	0,3155	168
Tianguá	90.889,3	nd	nd	0,3146	169
Pacajus	25.443,5	1.687	6,63	0,3081	170
Alto Santo	133.874,3	4.250	3,17	0,3077	171
Caririaçu	62.382,3	nd	nd	0,3073	172
Trairi	92.455,5	nd	nd	0,3070	173
Maracanaú	10.569,6	33	0,31	0,3014	174
Aquiraz	48.097,6	nd	nd	0,3000	175
Graça	28.189	nd	nd	0,2949	176
Ararendá	34.413,2	40	0,12	0,2876	177
Fortim	28.018,4	nd	nd	0,2855	178
Itaitinga	15.078,8	80	0,53	0,2843	179
Horizonte	15.997,2	154	0,96	0,2744	180
Ipaporanga	70.199	155	0,22	0,2723	181
Guaiúba	26.720,3	nd	nd	0,2689	182
Acarape	15.518,8	263	1,69	0,2578	183
Eusébio	7.658,3	nd	nd	0,1694	184
Total	14.882.560,2	3.396.907,6	-	-	-

Fonte: Dados da pesquisa (2006).

*: cálculo através das imagens de satélite.

nd: não disponível.

Em seguida à hierarquização foi realizada a classificação do IPD conforme as características semelhantes entre os municípios, através da análise de agrupamento pelo método das k – médias. A Figura 7 traz a distribuição dos municípios de acordo com o IPD.



Fonte: Resultados da pesquisa (2006).

FIGURA 7: Índice de Propensão à Desertificação – Ceará.

Conforme observado na Tabela 15 todos os municípios cearenses apresentam propensão à desertificação.

TABELA 15: Índice médio, número de municípios e população, segundo as classes do Índice de Propensão à Desertificação – Ceará.

Classes	IPD	Índice Médio	Número de Municípios	População	Área (ha)
IPD	0,1694 – 0,6610	0,3936	184	7.430.661	14.882.560,2
1	0,1694 – 0,3253	0,2950	23	807.174	1.107.620,7
2	0,3303 – 0,3876	0,3596	69	1.606.256	5.212.815,2
3	0,3892 – 0,4490	0,4180	61	1.924.152	5.165.216,7
4	0,4531 – 0,5499	0,4852	29	2.946.277	3.171.088
5	0,6000 – 0,6610	0,6305	2	146.802	225.819,6

Fonte: Resultados da pesquisa (2006).

Observa-se que a classe 1 possui 23 municípios menos propensos à desertificação o que corresponde a 12,5% do total. A maioria desses municípios localiza-se no litoral (Acarauá, Itarema, Trairi, Aquiraz, Cascavel e Eusébio) e na região serrana (Tianguá, Guaraciaba do Norte, Guaiúba e Acarape).

A classe 2 abrange 69 municípios com uma população de 1.606.256 habitantes. Apresentou concentração, também, no litoral (Barroquinha, Camocim, Cruz, Bela Cruz, Paraipaba e Paracuru), na região serrana (Meruoca, Alcântaras, Ubajara, Ibiapina, São Benedito, Maranguape, Palmácia, Redenção e Barreira), na região centro-oeste do Estado (Hidrolândia, Itatira, Canindé, Madalena, Catunda, Santa Quitéria e Cariré). Por último, duas concentrações foram observadas no sul do Estado (Piquet Carneiro, Deputado Irapuan Pinheiro, Quixelô, Orós, Icó, Acopiara, Saboeiro, Jucás, Cariús, Várzea Alegre, Grangeiro, Tarrafas, Assaré, Barbalha, Missão Velha, Milagres e Mauriti) (Figura 7).

Com relação às classes 1 e 2 é importante que se ressalte que os municípios litorâneos e serranos são considerados regiões sub-úmidas e úmidas e são incluídos na faixa de índice de aridez acima de 0,65 que, segundo a Organização das Nações Unidas, não se enquadra entre regiões propensas à desertificação.

A classe 3 englobou 61 municípios com uma população de 1.924.152 habitantes, correspondendo a 25,89% da população do Estado. Abrange uma concentração na região Jaguaribana, no sul e sudeste do Estado e na região Norte conforme se verifica na Figura 7.

As classes 4 e 5, com 31 municípios, possuem os maiores IPD's. Mediante aos resultados apresentados na pesquisa, nota-se a gravidade em que se encontram os municípios cearenses, necessitando, assim, de sérias medidas para se tentar frear a propensão à desertificação, por exemplo, educação ambiental, erradicação da pobreza e inserção de projetos que promovam o desenvolvimento sustentável, principalmente, nos municípios mais afetados pelo fenômeno (Tabela 16).

TABELA 16: Média dos indicadores empregados no cálculo do Índice de Propensão à Desertificação, por agrupamento.

Indicador	Média geral	Classes				
		1	2	3	4	5
X ₁ : Relação entre a quantidade produzida de feijão e a área colhida do município;	270,56	276,31	270,43	223,21	263,48	319,38
X ₉ : Uso do solo agrícola;	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
X ₁₀ : Relação entre o número de vacas ordenhadas e a produção de leite do município;	1,37	1,29	1,48	1,49	1,46	1,11
X ₁₁ : Relação entre o número de bovinos e a área do município;	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,11
X ₁₂ : Relação entre o número de caprinos e a área do município;	4,80	3,37	4,01	5,07	9,13	2,4
X ₁₃ : Relação entre o número de ovinos e a área do município;	9,67	6,47	7,96	9,82	16,47	7,61
X ₁₇ : Relação entre a área total dos imóveis rurais e a área do município;	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
X ₁₉ : PIB <i>per capita</i> do município;	2.311,83	3.520,96	1.863,86	1.741,27	1.845,6	2.587,48
X ₂₀ : Relação entre o consumo de energia elétrica rural do município e o total do consumo de energia elétrica;	0,25	0,22	0,25	0,24	0,26	0,30
X ₂₁ : Relação entre o total de consumidores de energia elétrica rural do município e o total de consumidores de energia elétrica;	0,19	0,14	0,23	0,24	0,21	0,12
X ₂₄ : Relação entre o consumo de energia elétrica comercial do município e o total do consumo de energia elétrica;	0,09	0,06	0,08	0,10	0,10	0,13
X ₂₆ : Relação entre o total de consumidores de energia elétrica comercial do município e o total de consumidores de energia elétrica;	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06
X ₃₁ : Relação entre a receita geral da União destinada ao município e a receita geral da União destinada ao Estado;	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
X ₃₄ : Relação entre a razão do total de receitas tributárias do município e o seu total de receitas orçamentárias arrecadadas e a razão entre o total de receitas tributárias do Estado e o total de receitas orçamentárias arrecadadas do Estado;	0,49	0,46	0,36	0,44	0,48	0,71
X ₃₈ : Relação entre a população assistida pelo programa agente da saúde e o total de agentes do programa ligados ao Sistema Único de Saúde do município;	495,24	435,54	404,56	429,64	438,19	768,26
X ₄₁ : Relação entre o total de leitos ligados ao Sistema Único de Saúde e milhares de habitantes do município;	1,81	1,2	1,62	1,76	2,38	2,11
X ₄₃ : Densidade demográfica do município;	121,39	163,27	49,92	58,01	270,44	65,32
X ₄₄ : Taxa geométrica de incremento anual da população residente urbana do município;	0,03	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02
X ₄₉ : Relação entre a população residente de 65 a 79 anos de idade e total da população residente no município;	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,05
X ₅₂ : Relação entre o total de matrículas na educação infantil e o total de estabelecimentos na educação infantil do município;	42,65	47,11	37,41	44,73	41,41	42,6
X ₆₅ : Relação entre o total de matrículas no ensino médio e o total de estabelecimentos do ensino médio do município;	467,52	533,65	443,92	456,21	399,35	504,46
X ₆₇ : Taxa de escolarização bruta no ensino médio do município;	0,63	0,53	0,54	0,58	0,67	0,84

X₆₈ : Relação entre o total de matrículas no ensino médio e o total de salas de aula utilizadas do município;	5,15	4,45	4,15	4,41	4,81	7,92
X₇₃ : Taxa de analfabetismo de 15 anos e mais de idade do município;	0,35	0,35	0,38	0,37	0,34	0,30
X₇₄ : Relação entre o volume produzido de água e a população do município;	22,91	22,27	18,6	23,51	26,99	23,16
X₇₇ : Relação entre o total de domicílios particulares permanentes por forma de abastecimento de água com rede geral canalizada e o total de domicílios permanentes;	0,43	0,34	0,35	0,41	0,47	0,60
X₇₈ : Relação entre o total de esgotamento sanitário com rede geral de esgoto e o total de ligações ativas de água do município;	0,14	0,12	0,08	0,15	0,28	0,06
X₈₅ : Relação entre a evapotranspiração e o índice de umidade do município;	9.641,00	288,2	594,68	2.004,46	2.672,61	42.645,1
X₈₆ : Relação entre evapotranspiração e as precipitações pluviométricas do município;	2,83	1,42	1,64	1,84	2,04	7,19
X₈₇ : Relação entre o índice de aridez e o índice de umidade;	302,48	9,06	18,59	73,49	87,86	1.323,39
X₈₈ : Inverso da precipitação pluviométrica normal do município;	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
X₉₁ : Relação entre a área dos solos férteis e a área do município.	0,46	0,57	0,52	0,55	0,35	0,29

Fonte: Resultados da pesquisa (2006).

Os dois maiores índices ocorreram em Iguatu e Aracati. Acredita-se que além dos aspectos naturais, a ação antrópica tem um importante papel como acelerador da desertificação nesses municípios. Em Iguatu existe a indústria de cerâmica, reconhecidamente agressiva ao meio ambiente pela utilização de lenha extraída da caatinga para ser utilizada como combustível e da argila como matéria-prima na fabricação de tijolos, telhas etc. Já em Aracati observa-se a forte presença do turismo desordenado, da especulação imobiliária e da carcinicultura que, apesar de gerar emprego e renda na região, trazem sérias conseqüências ambientais. Um aprofundamento das causas da propensão à desertificação nestes dois municípios, no entanto, seria precipitado uma vez que exige um zoneamento geoambiental das regiões.

Um ponto a ser ressaltado refere-se à dinâmica do processo de desertificação no Ceará, o que pode ser exemplificado através do município de Irauçuba, classificado em 1993 como um dos quatro núcleos de desertificação do Nordeste e, no presente estudo, está inserido na classe 3, ocupando a 42^a posição (Tabela 15). Esse resultado mostra que ações governamentais, campanhas educativas e emprego de tecnologias adequadas de manejo do solo podem interferir positivamente no combate à desertificação.

Conforme analisado ao longo deste capítulo, a propensão à desertificação no Estado do Ceará se manifesta em maior ou menor grau em todos os municípios. Os indicadores que levam a essa propensão, ou ainda, que são conseqüências do processo, variam de região para região. Um programa de combate à desertificação deve considerar

as especificidades locais para obter respostas efetivas. O Quadro 7, em análise conjunta com a Tabela 16, apresenta uma síntese das análises aqui realizadas e mostra os principais indicadores da propensão à desertificação nos grupos de municípios segundo o IPD. É relevante ressaltar que as considerações referem-se ao grupo, havendo ainda as particularidades concernentes a cada município, as quais não devem ser desprezadas na elaboração de políticas de mitigação dos efeitos da desertificação.

QUADRO 7: Indicadores de desertificação por classe de IPD.

Intervalo de IPD (Classe)	Município – Posição no ranking						Indicadores de desertificação		
0,1694 – 0,3253	Eusébio	184	Graça	176	Umirim	168	<ul style="list-style-type: none"> Alta relação entre o total de consumidores de energia elétrica rural do município e o total de consumidores de energia elétrica; Alta densidade demográfica do município; Baixa relação entre o total de domicílios particulares permanentes por forma de abastecimento de água com rede geral canalizada e o total de domicílios permanentes. 		
	Acarape	183	Aquiraz	175	Martinópolis	167			
	Guaiúba	182	Maracanaú	174	Acaraú	166			
	Ipaporanga	181	Trairi	173	Cascavel	165			
	Horizonte	180	Caririáçu	172	Itarema	164			
	Itaitinga	179	Alto Santo	171	Guaraciaba do Norte	163			
	Fortim	178	Pacajus	170	Ererê	162			
	Ararendá	177	Tianguá	169					
0,3303 – 0,3876	Alcântaras	161	Ubajara	138	Potiretama	115	<ul style="list-style-type: none"> Baixo PIB <i>per capita</i> do município; Baixa relação entre o total de domicílios particulares permanentes por forma de abastecimento de água com rede geral canalizada e o total de domicílios permanentes; Baixa relação entre o total de esgotamento sanitário com rede geral de esgoto e o total de ligações ativas de água do município. 		
	Meruoca	160	Mucambo	137	Cariré	114			
	Salitre	159	São Benedito	136	Reriutaba	113			
	Caridade	158	Tejuçuoca	135	Mirafima	112			
	Icapuí	157	Piquet Carneiro	134	Pindoretama	111			
	Cariús	156	Camocim	133	Barreira	110			
	Mulungu	155	Itatira	132	Ibicuitinga	109			
	Redenção	154	Barroquinha	131	Barbalha	108			
	Maranguape	153	Choro	130	Acopiara	107			
	Deputado Irapuan Pinheiro	152	Poranga	129	Hidrolândia	106			
	Ocara	151	Aracoiaba	128	Saboeiro	105			
	Ibaretama	150	Iço	127	Senador Sá	104			
	Guaramiranga	149	Pacatuba	126	Catunda	103			
	Paracuru	148	Bela Cruz	125	Mauriti	102			
	Jucás	147	Madalena	124	Forquilha	101			
	Cruz	146	Paraipaba	123	Orós	100			
	Granja	145	Morrinhos	122	Várzea Alegre	99			
	Tarrafas	144	Assaré	121	Granjeiro	98			
	Pereiro	143	Beberibe	120	Santa Quitéria	97			
	Ipueiras	142	Milagres	119	Ibiapina	96			
	Pires Ferreira	141	Massapé	118	Canindé	95			
	Quixelô	140	Palmácia	117	Abaiara	94			
	Varjota	139	Coreaú	116	Missão Velha	93			
	0,3892 – 0,4490	Frecheirinha	92	Baixio	71	Umari		50	<ul style="list-style-type: none"> Baixa relação entre a quantidade produzida de feijão e a área colhida do município Alta relação entre o número de ovinos e a área do município Baixo PIB <i>per capita</i> do município
		Boa Viagem	91	Iracema	70	Jijoca de Jericoacoara		49	
		Altaneira	90	Baturité	69	Porteiras		48	
Moraújo		89	Pacoti	68	Senador Pompeu	47			
Groaíras		88	Ipaumirim	67	Solonópolis	46			
Apuiarés		87	Santana do Cariri	66	Itapipoca	45			
Viçosa do Ceará		86	Jaguaretama	65	Novo Oriente	44			

(continua)

	Jaguaribara	85	Tururu	64	Quiterianópolis	43	
	Farias Brito	84	Cedro	63	Irauçuba	42	
	Ipu	83	Mombaça	62	Aurora	41	
	Paramoti	82	Caucaia	61	Itapajé	40	
	Lavras da Mangabeira	81	Potengi	60	Uruoca	39	
	Amontada	80	Itapiúna	59	Barro	38	
	Pentecoste	79	Monsenhor Tabosa	58	Tabuleiro do Norte	37	
	Russas	78	Araripe	57	Carnaubal	36	
	Morada Nova	77	Aiuaba	56	Capistrano	35	
	Uruburetama	76	São Gonçalo do Amarante	55	Juazeiro do Norte	34	
	Croata	75	Chorozinho	54	Sobral	33	
	Aratuba	74	Antonina do Norte	53	Quixeramobim	32	
	Chaval	73	Marco	52			
	General Sampaio	72	Milha	51			
0,4531 – 0,5499	Tamboril	31	Limoeiro do Norte	21	Santana do Acaraú	11	<ul style="list-style-type: none"> Alta relação entre o número de ovinos e a área do município; Alta relação entre o número de caprinos e a área do município; Baixo PIB <i>per capita</i> do município; Alta densidade demográfica do município; Alta relação entre a evapotranspiração e o índice de umidade do município; Baixa relação entre a área dos solos férteis e a área do município.
	Jati	30	Jaguaribe	20	Quixadá	10	
	Quixeré	29	Nova Russas	19	Fortaleza	9	
	Palhano	28	Campos Sales	18	Tauá	8	
	Catarina	27	Parambu	17	Penaforte	7	
	São Luís do Curu	26	Nova Olinda	16	São João do Jaguaribe	6	
	Pedra Branca	25	Crato	15	Arneiroz	5	
	Jardim	24	Brejo Santo	14	Banabuiú	4	
	Crateús	23	Independência	13	Pacujá	3	
	Itaiçaba	22	Jaguaruana	12			
0,6000 – 0,6610	Aracati	2	Iguatu	1		<ul style="list-style-type: none"> Baixa relação entre o total de consumidores de energia elétrica rural do município e o total de consumidores de energia elétrica; Baixa relação entre o total de esgotamento sanitário com rede geral de esgoto e o total de ligações ativas de água do município; Alta relação entre a evapotranspiração e o índice de umidade do município; Alta relação entre evapotranspiração e as precipitações pluviométricas do município; Alta relação entre o índice de aridez e o índice de umidade; Baixa relação entre a área dos solos férteis e a área do município. 	

Fonte: Resultados da pesquisa (2006).

No início deste capítulo foi relatado que a construção de um índice capaz de captar a propensão à desertificação requer uma interação entre grupos de pesquisas de diferentes áreas incluindo economistas, agrônomos, geógrafos, sociólogos, biólogos entre outros profissionais. Ainda com a participação de tais pesquisadores trata-se de uma tarefa árdua dada a complexidade do assunto e as divergências conceituais e metodológicas existentes. Assim, é possível que alguns fatores não tenham sido incorporados adequadamente ao índice proposto. Com o propósito de respaldar os resultados obtidos fez-se uma comparação destes com as imagens dos municípios cearenses obtidas através de sensoriamento remoto realizado pela Fundação de Meteorologia e Recursos Hídricos do Estado do Ceará (FUNCEME), comparação esta apresentada na próxima seção.

4.6. Comparação do Índice de Propensão à Desertificação (IPD) com as imagens de satélite

Conforme Lopes *et al* (2004), o Sensoriamento remoto por imagens de satélite tem a finalidade de identificar e delimitar a fisionomia do meio ambiente e, em áreas propensas à desertificação, também, pode auxiliar no reconhecimento de áreas degradadas com escassez, ou até mesmo, ausência dos fatores biológicos detectáveis na interpretação visual e automática das imagens.

O sensoriamento remoto tornou-se uma ferramenta importante nos estudos dos fenômenos naturais sobre a superfície terrestre, no entanto, apresenta alguns problemas:

- O preço de imagens de satélite inviabiliza uma maior coleção referente a várias datas ou a escolha de imagens com menos nuvens dificultando, assim, a interpretação;
- As áreas próximas ao litoral tendem a apresentar resposta espectral igual à resposta das áreas degradadas – isto acontece porque o solo exposto das áreas degradadas tem albedo idêntico aos sedimentos quartzosos encontrados nas dunas e na faixa de praia;
- Os afloramentos rochosos também apresentam resposta espectral idêntico à resposta das áreas degradadas.

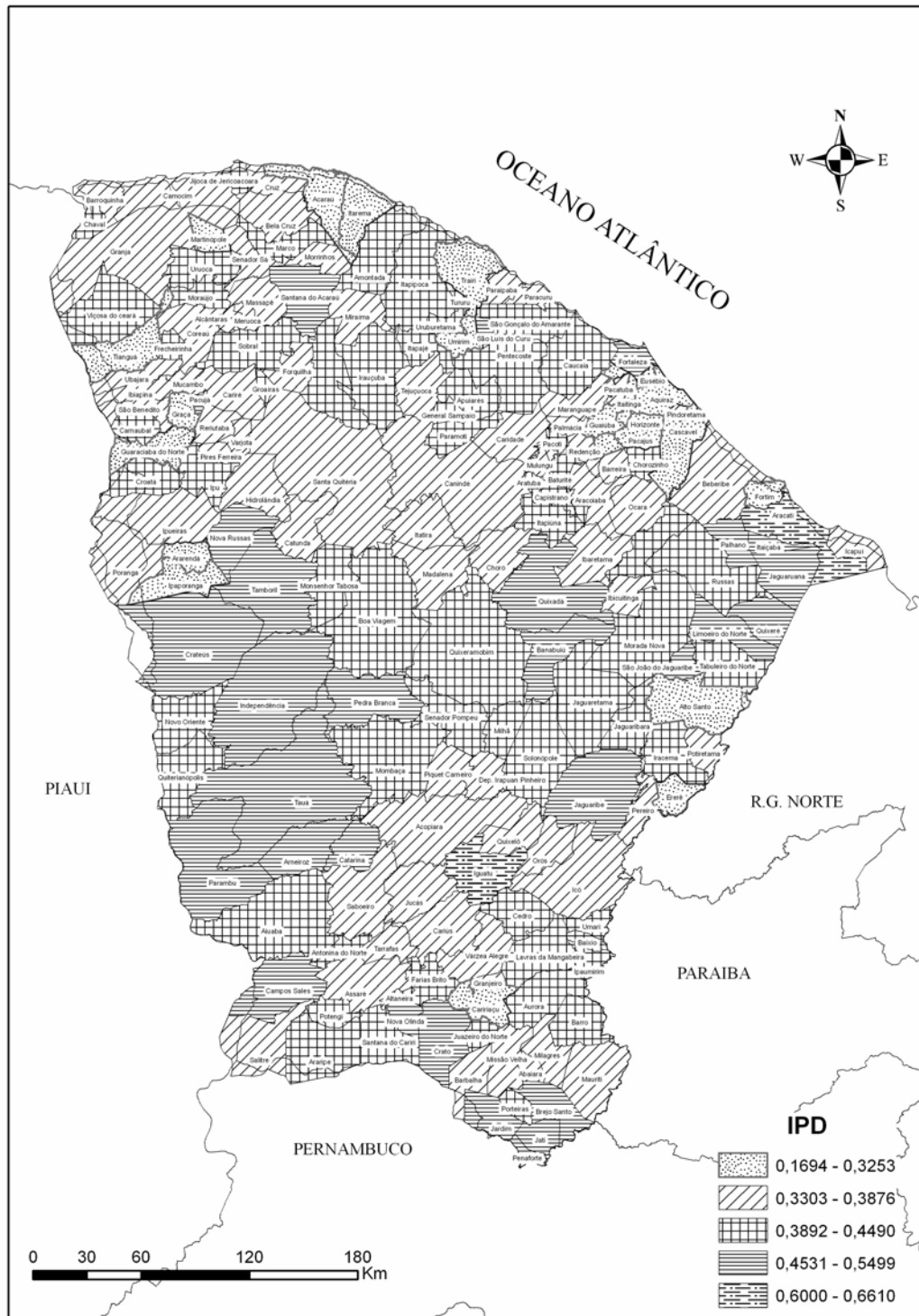
A seguir serão apresentados os municípios cearenses classificados de acordo com o IPD calculado (Figura 8) e as imagens de satélite obtidas pela FUNCEME (Figuras 9 e 10)¹¹. Vale ressaltar que a seleção dos municípios, através das imagens, foi confeccionada a partir da exclusão daqueles localizados no litoral e nas serras úmidas por apresentarem índice de aridez superior a 0,65 de acordo com a metodologia da Organização das Nações Unidas (ONU), por exemplo, as áreas em azul da Figura 10 não permitem uma análise definitiva da desertificação, pois, referem-se a regiões costeiras onde predominam as areias e dunas. Este fato prejudicou a comparação dos resultados no município de Aracati¹².

Em relação aos demais municípios pode-se notar semelhanças significativas nos resultados obtidos através das duas metodologias. Principalmente na região dos Sertões dos Inhamuns.

Calculando-se a área dos 31 municípios referente às classes mais propensas à desertificação conforme o IPD (4 e 5), tem-se um total de 3.396.907,6ha, correspondendo, aproximadamente, a 22,82% do território cearense, pois, para o cálculo desse índice foram utilizados os 184 municípios cearenses. Porém, se o cálculo da área for referente à análise do sensoriamento remoto obtém-se apenas 264.071ha equivalente a 1,77% da área total do Estado, ressalte-se que, nesse cálculo, foram excluídos os municípios praianos e serranos e, também, aqueles que se apresentaram com uma grande quantidade de nuvens nas imagens de satélite dificultando, assim, a análise espectral do município. Dessa forma, atribui-se “não-disponível” a possível área propensa à desertificação do município (Tabela 14). Contudo, ainda há muito a ser feito e analisado pelos governantes e pesquisadores da temática da desertificação e essa pesquisa surge com a finalidade de nortear tais estudos para tentar frear ou combater essa grave crise ambiental que assola não só o território cearense, mas, uma parcela significativa do globo terrestre.

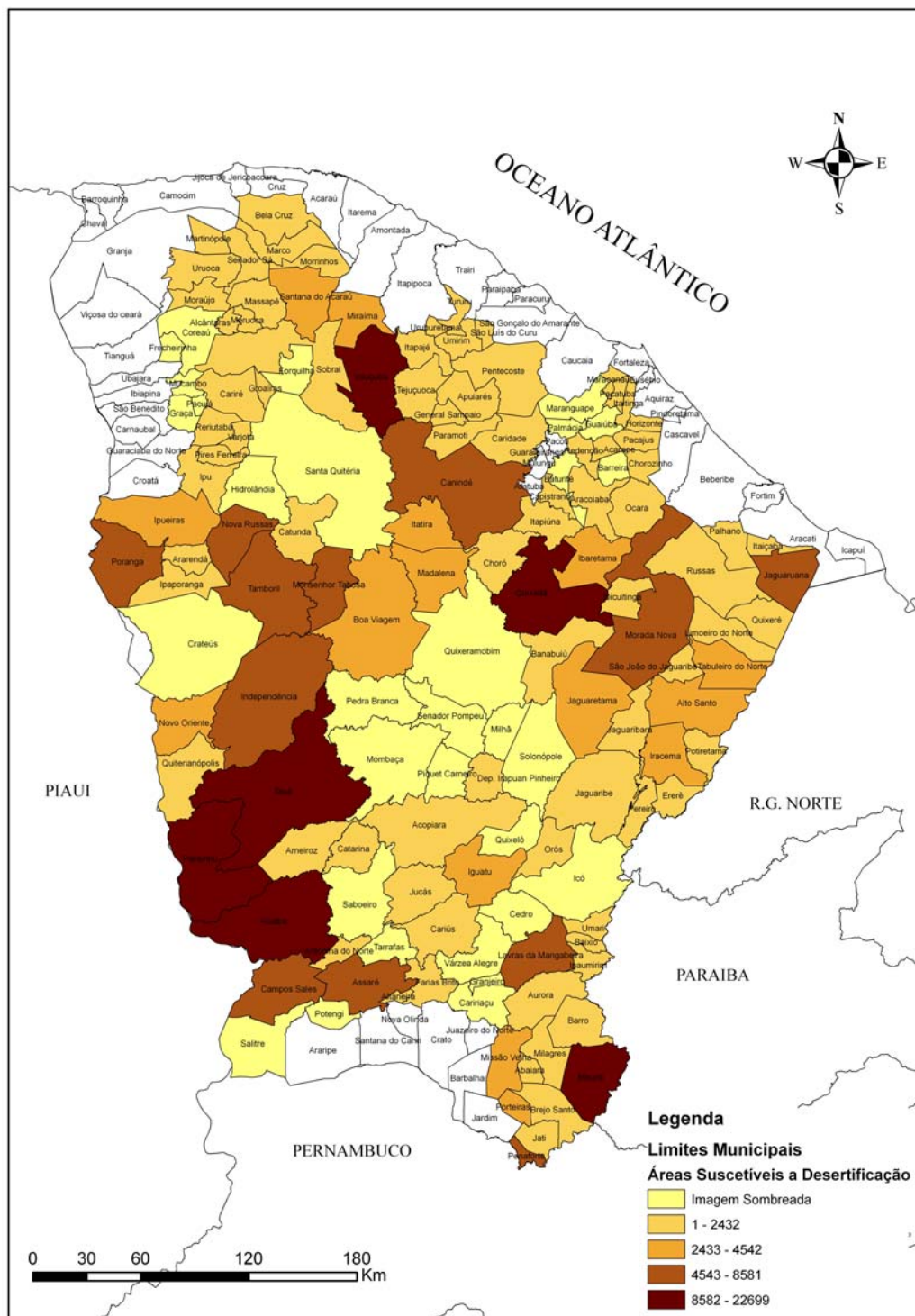
¹¹ O mapa da Figura 9 foi obtido a partir da Figura 10 com o intuito de facilitar a comparação entre os municípios dos mapas temáticos. As imagens são datadas de julho/outubro de 1999/2000/2001 e foram cedidas pela FUNCEME.

¹² No apêndice encontram-se as imagens isoladas dos municípios de Aracati e Iguatu.



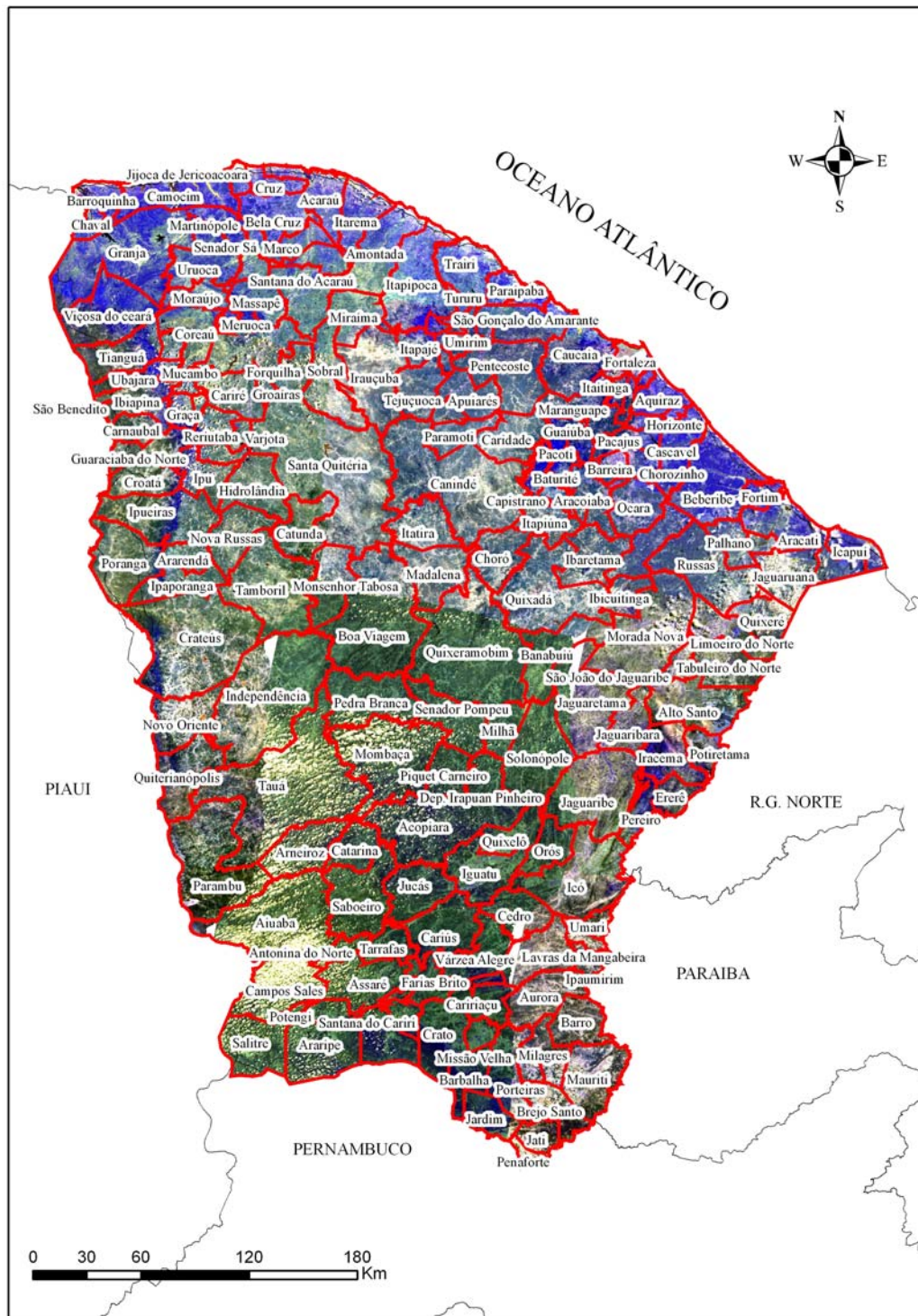
Fonte: Resultados da pesquisa (2006).

FIGURA 8: Municípios propensos à desertificação segundo o Índice de Propensão à Desertificação (IPD).



Fonte: Resultados da pesquisa (2006).

FIGURA 9: Municípios propensos à desertificação segundo as imagens de satélite.



Fonte: FUNCEME (1999/2000/2001).

FIGURA 10: Imagens de satélite dos municípios do Estado do Ceará.

Capítulo V

Conclusões e Sugestões

Apesar das dificuldades relacionadas à análise da propensão à desertificação, o índice aqui proposto mostrou-se capaz de captar o fenômeno nas regiões estudadas a partir de indicadores potenciais.

Dentro dos aspectos relacionados à agropecuária, as principais causas da propensão à desertificação podem ser atribuídas ao superpastejo resultante do manejo inadequado de ovinos e caprinos, sendo importante ressaltar os municípios: Parambu, Pedra Branca, Santana do Cariri, Tamboril e Tauá. Assistência técnica eficaz e difusão de tecnologias são alguns dos fatores que podem levar ao manejo adequado destas atividades.

Quanto aos aspectos econômicos percebeu-se que a baixa renda do município ao potencializar a ação antrópica sobre o meio ambiente age como um sério estimulador da propensão à desertificação.

O indicador relacionado aos aspectos sociais que mais se destacou como responsável pela propensão à desertificação no Ceará foi a densidade demográfica. Fortaleza e Maracanaú são os municípios mais afetados. Campanhas educacionais sobre as conseqüências da desertificação, programas de combate à pobreza rural com alternativas de emprego e renda, enfim, uma melhoria na qualidade de vida da população são a única forma de minimizar a ação do Homem contra a natureza, muitas vezes sua única forma de sustento.

Os indicadores mais definitivos da propensão à desertificação no Ceará encontram-se dentro do grupo de aspectos naturais mais, especificamente aqueles relacionados ao índice de aridez e à precipitação pluviométrica. No entanto, a exploração dos recursos naturais de forma inadequada no processo produtivo de atividades econômicas como carcinicultura, ovinocaprino cultura, indústrias de cerâmica e mineração estão contribuindo para a perda da biodiversidade ambiental e levando à degradação do meio.

Observa-se uma mudança na dinâmica do processo de desertificação no Estado do Ceará. Em todos os municípios do Estado percebe-se a existência de indicadores de propensão à desertificação. As sugestões para combater o problema são conhecidas e podem ser encontradas em qualquer bibliografia sobre o tema. A questão é

que decisão tomar dado que cada região ou município apresenta suas características próprias sendo necessárias políticas específicas para cada localidade.

O Índice de Propensão à Desertificação aqui proposto buscou contribuir na identificação de áreas susceptíveis ao fenômeno sem, no entanto, mensurar a intensidade do processo. Buscou-se ainda identificar as debilidades de cada município quanto ao referido fenômeno como forma de subsidiar as decisões dos planejadores de programas de combate à desertificação. No entanto, trata-se de um estudo em que foram utilizados indicadores gerais de propensão à desertificação e, como uma continuidade desta pesquisa, sugere-se a contribuição de estudiosos de áreas afins e de técnicos do governo na definição dos indicadores mais representativos da realidade local.

Bibliografia

- Almeida, Nelci G. de. *Um indicador de sustentabilidade para o café ecológico*. Dissertação. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2002.
- Amparo, Paulo P. do & Ferraz, Betina. *A questão da saúde em áreas susceptíveis à desertificação no Brasil*. In: *Desertificação*. 2ª edição. Brasília: UNESCO, 2003.
- Aquino, Cláudia M. S. de. *Susceptibilidade geoambiental das terras secas do Estado do Piauí à desertificação*. Dissertação. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2002.
- Artes, Rinaldo. *Aspectos estatísticos da análise fatorial de escalas de avaliação*. In: *Revista de Psiquiatria Clínica*. São Paulo: Departamento de Estatística, Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo, 1998.
- Azambuja, Sandro de. *Estudo e implementação da análise de agrupamento em ambientes virtuais de aprendizagem*. Dissertação. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.
- Banco do Nordeste do Brasil. *Proposta de dimensionamento do semi-árido brasileiro*. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2005.
- Botelho, Caio L. *Desertificação*. In: *Conviver: Nordeste semi-árido*. Fortaleza: DNOCS – BNB, setembro-novembro, 2004.
- Brasil. *Resolução CONAMA nº 238, de 22 de dezembro de 1997*. Brasília: Diário Oficial da União, 23 de dezembro de 1997.
- Chaves, Noel M. de A. *Levantamento pedológico semidetalhado com fins de determinação das classes de capacidade de uso na área do Projeto de Assentamento Lages*. Dissertação. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2005.
- Christofolletti, Antônio. *Análise de sistemas em geografia*. São Paulo: Hucitec, 1979.
- Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – CNUMAD. *Nosso Futuro Comum*. 2ª edição. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.
- Conferência Internacional sobre Desenvolvimento Sustentável – Áridas 95. *Anais da conferência*. Brasília: Editora Paralelo 15, 1997.
- Cunha, Sandra B. da & Guerra, Antônio J. T. *Degradação ambiental*. In: *Geomorfologia e Meio Ambiente*. Antônio José Teixeira Guerra & Sandra Baptista da Cunha (organizadores). 4ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.
- Dias, Regina L. F. *Intervenções públicas e degradação ambiental no semi-árido cearense: o caso de Irauçuba*. Dissertação. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2002.
- Ferreira Júnior, Sílvio *et al.* *A modernização agropecuária nas microrregiões do Estado de Minas Gerais*. In: *Revista de Economia e Sociologia Rural*, vol. 42, nº 1. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, abr/jun de 2004.

Folhes, Marcelo T. *et al.* *A influência do sistema de previsão climática na tomada de decisão dos agricultores do Estado do Ceará.* In: Desenvolvimento Sustentável – em busca da operacionalização. Manoel do Nascimento Barradas (org.) Fortaleza: Programa editorial da casa de José de Alencar, 1999.

Folhes, Marcelo T. *Um Índice de bem-estar econômico sustentável para o Ceará.* Dissertação. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2000.

Fundação de Meteorologia e Recursos Hídricos do Estado do Ceará – FUNCEME. *Imagens digitais do TM/LANDSAT-7 nas bandas TM2, TM3, TM4 e TM5.* Fortaleza, 1999/2000/2001.

Fundação de Meteorologia e Recursos Hídricos do Estado do Ceará – FUNCEME. *Degradação ambiental e susceptibilidade aos processos de desertificação nos municípios de Alto Santo, Iracema, Potiretama e São João do Jaguaribe – CE.* Fortaleza, 2003.

Fundação de Meteorologia e Recursos Hídricos do Estado do Ceará – FUNCEME. *Degradação ambiental e susceptibilidade aos processos de desertificação na região do Médio Jaguaribe – CE.* Fortaleza, 2002.

Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. *Censo demográfico 2000.* Brasília: IBGE, 2002.

Fundação Instituto de Planejamento do Ceará - IPLANCE. *Anuário Estatístico do Ceará 2001.* Tomos 1. Fortaleza: IPLANCE, 2002.

Fundação Instituto de Planejamento do Ceará - IPLANCE. *Anuário Estatístico do Ceará 2001.* Tomos 2. Fortaleza: IPLANCE, 2002.

Fundação Instituto de Planejamento do Ceará – IPLANCE. *Anuário Estatístico do Ceará 1993.* Fortaleza: IPLANCE, 1993.

Hair Jr., Joseph F. *et al.* *Análise Multivariada de Dados.* 5ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2005.

Holanda, Marcos C. *et al.* *Indicadores sociais do Ceará: 1992 – 2003.* Fortaleza: IPECE, 2003.

Instituto de Pesquisa e Estratégica Econômica do Ceará - IPECE. *Anuário Estatístico do Ceará 2002/2003.* Edição eletrônica. Fortaleza: IPECE, 2003.

Instituto de Pesquisa e Estratégica Econômica do Ceará - IPECE. *Anuário Estatístico do Ceará 2004.* Edição eletrônica. Fortaleza: IPECE, 2004.

Instituto de Pesquisa e Estratégica Econômica do Ceará - IPECE. *Ceará em números 2003 – vol. 16.* Fortaleza: IPECE, 2003.

Instituto de Pesquisa e Estratégica Econômica do Ceará - IPECE. *Ceará em números 2004 – vol. 17.* Fortaleza: IPECE, 2004.

Instituto de Pesquisa e Estratégica Econômica do Ceará - IPECE. *Ceará em números 2005 – vol. 18*. Fortaleza: IPECE, 2005.

Instituto de Pesquisa e Estratégica Econômica do Ceará. *Índice de Desenvolvimento Municipal – Ceará 2002*. Fortaleza: IPECE, 2004.

Khan, Ahmad S. *Reforma Agrária Solidária e Desenvolvimento Rural no Estado do Ceará*. **In:** Nordeste: reflexões sobre aspectos setoriais e locais de uma economia/organização Antonio Lisboa Teles da Rosa e Ahmad Saeed Khan, cap. 5, p. 111-132. Fortaleza: CAEN, 2002.

Leite, Francisco R. B. *et al. Áreas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação no Estado do Ceará – Brasil*. Fortaleza: FUNCEME, UFC e UFPI, 1992.

Leite, Francisco R. B. *et al. Áreas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação no Estado do Ceará – 2ª aproximação*. **In:** Conferência Nacional e Seminário latino-americano da desertificação. Fortaleza: Esquel – PNUD – BNB, 1994.

Lemos, José de J. S. *Desertificação avança no sertão cearense*. Diário do Nordeste, Regional, p. 1. Fortaleza: 16 de maio de 2003.

Lemos, José de J. S. *Indicadores de degradação no Nordeste sub-úmido e semi-árido*. **In:** Revista de Economia e Sociologia Rural. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, jan/mar de 2000.

Lemos, José de J. S. *Qualidade vida nos municípios do Nordeste em relação aos municípios do Brasil: fundamentos para o planejamento do desenvolvimento sustentável da região*. **In:** Revista Econômica do Nordeste, v. 30, n.º. 3, p. 296 – 315, jul – set. Fortaleza: Banco do Nordeste, 1999.

Lopes, Hélio *et al. Análise preliminar da degradação ambiental na bacia do Brígida – PE utilizando imagens TM e ETM+*. **In:** Simpósio regional de geoprocessamento e sensoriamento remoto. Anais. Aracaju, 10 a 12 de novembro de 2004.

Magalhães, Antônio R. *Projeto Áridas – Resumo Executivo*. **In:** Conferência Nacional e Seminário latino-americano da desertificação. Fortaleza: Esquel – PNUD – BNB, 1994.

Maroco, João. *Análise estatística com utilização do SPSS*. 2ª edição. Lisboa: Edições Sílabo, 2003.

Matallo Júnior, Heitor. *Desertificação*. 2ª edição. Brasília: UNESCO, 2003.

Matallo Júnior, Heitor. *Indicadores de desertificação: histórico e perspectivas*. Brasília: UNESCO, 2001.

Mayorga, Ruben D. *Análise hierárquica dos níveis de qualidade de vida dos municípios do semi-árido cearense com maiores evidências de degradação ambiental*. **In:** Desenvolvimento Sustentável – em busca da operacionalização. Manoel do Nascimento Barradas (organizador) Fortaleza: Programa editorial da casa de José de Alencar, 1999.

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

Ministério do Meio Ambiente. *Panorama da desertificação no Estado do Ceará*. Marcos José Nogueira de Souza (relator). Fortaleza, 2005.

Monteiro, Valéria P. & Pinheiro, José C. V. *Critério para implantação de tecnologias de suprimentos de água potável em municípios cearenses afetados pelo alto teor de sal*. **In:** Revista de Economia e Sociologia Rural, vol. 42, nº 2. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, abr/jun de 2004.

Nimer, Edmon. *Desertificação: realidade ou mito?* Rio de Janeiro, 1988.

Oliveira, João B. de et al. *Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento*. 2ª edição. Jaboticabal – SP: FUNEP, 1992.

Organização das Nações Unidas – ONU. *Asamblea general – Naciones Unidas*. Ginebra, 1994.

Projeto Áridas. *Nordeste: uma estratégia de desenvolvimento sustentável*. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento, 1995.

Reis, José N. P. & Lima, Pedro H. *Desenvolvimento Sócio-Econômico e Hierarquização dos Municípios Cearenses*. **In:** Revista Econômica do Nordeste, v. 26, nº. 4, p. 401-428. Fortaleza: Banco do Nordeste, 1995.

Rodrigues, Maria I. V. & Viana, Manuel O. de L. *Desertificação e construção de um coeficiente interdisciplinar para o Estado do Ceará*. **In:** II Encontro Nacional da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. São Paulo: Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, 1997.

Rodrigues, Valdemar. *Combate à desertificação. A experiência inovadora do Estado de Pernambuco*. **In:** Conviver: Nordeste semi-árido. Fortaleza: DNOCS/BNB, setembro-novembro, 2004.

Sá, Iêdo B. *Degradação Ambiental e Reabilitação natural no Trópico Semi-árido brasileiro*. **In:** Congresso Nacional e Seminário Latino-americano da desertificação. Fortaleza, 1994.

Sampaio, Everardo V. S. B. & Sampaio, Yony. *Avaliação de tecnologias atuais e alternativas em áreas em processo de desertificação no semi-árido nordestino brasileiro*. Recife: FINEP – UFRPE – UFPE, 2002.

Sampaio, Everardo V. S. B. et al. *Caatingas e cerrados do Nordeste: biodiversidade e ação antrópica*. **In:** Congresso Nacional e Seminário Latino-americano da desertificação. Fortaleza, 1994.

Secretaria da Ouvidoria – Geral e do Meio Ambiente – SOMA. *Selo Município Verde: oficinas reforçam a importância dos CONDEMAS*. Disponível em <http://www.soma.ce.gov.br/noticias/noticia.asp?cod=185> . Acesso em: 18/07/2006.

Secretaria dos Recursos Hídricos – SRH. *Programa de desenvolvimento hidroambiental*. Disponível em http://www.srh.ce.gov.br/linhasdeacoes_prodam.asp . Acesso em: 18/07/2006.

Serna, João B. *O processo de construção do programa de ação nacional de combate à desertificação (PAN-BRASIL)*. **In:** Conviver: Nordeste semi-árido. Fortaleza: DNOCS/BNB, setembro-novembro, 2004.

Silva, Rubicleis G. da. & Ribeiro, Claudiney G. *Análise da degradação ambiental na Amazônia Ocidental: um estudo de caso dos municípios do Acre*. **In:** Revista de Economia e Sociologia Rural, vol. 42, nº 1. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, abr/jun de 2004.

Soares, Ana M. L. *et al.* *Áreas Degradadas Susceptíveis aos Processos de Desertificação no Ceará*. **In:** Desenvolvimento Sustentável no Nordeste/organização Gustavo Maia Gomes *et al.* cap. 8, p. 305-327. Brasília: IPEA, 1995.

Soares, Francisco de A. *Trajetórias de Crescimento e Estruturas Produtivas do Ceará e do Maranhão a partir das Matrizes Insumo-Produto*. **In:** Nordeste: reflexões sobre aspectos setoriais e locais de uma economia/organização Antonio Lisboa Teles da Rosa e Ahmad Saeed Khan, cap. 5, p. 111-132. Fortaleza: CAEN, 2002.

Suertegaray, Dirce M. A. *Desertificação: recuperação e desenvolvimento sustentável*. **In:** Geomorfologia e Meio Ambiente. Antônio José Teixeira Guerra & Sandra Baptista da Cunha (organizadores). 4ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

Valentin, Jean L. *Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos*. Rio de Janeiro: Interciência, 2000.

Vasconcelos Sobrinho, João de. *Fenomenologia da desertificação no Nordeste do Brasil*. **In:** Conviver: Nordeste semi-árido. Fortaleza: DNOCS – BNB, setembro-novembro, 2004.

Vasconcelos Sobrinho, João de. *Metodologia para identificação de processos de desertificação – Manual de indicadores*. Recife: SUDENE – SEMA, 1978.

Vasconcelos Sobrinho, João de. *Processo de desertificação ocorrentes no Nordeste do Brasil: sua gênese e sua contenção*. Recife: SUDENE – SEMA, 1982.

Vasconcelos Sobrinho, João de. *Processos de desertificação no Nordeste brasileiro*. Recife: SUDENE – SEMA, 1983.

Waquil, Paulo D. *et al.* *Pobreza rural e degradação ambiental: uma refutação da hipótese do círculo vicioso*. **In:** Revista de Economia e Sociologia Rural, vol. 42, nº 2. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, abr/jun de 2004.

APÊNDICE

Apêndice 1

Composição da matriz com variáveis originais

- A** – Municípios
- B** – Área municipal em quilômetros quadrados
- C** – Área municipal em hectares
- D** – Área colhida do feijão (ha) – 2004
- E** – Quantidade produzida do feijão (ton) – 2004
- F** – Área colhida do milho (ha) – 2004
- G** – Quantidade produzida do milho (ton) – 2004
- H** – Área colhida da mandioca (ha) – 2004
- I** – Quantidade produzida da mandioca (ton) – 2004
- J** – Área colhida do arroz (ha) – 2004
- K** – Quantidade produzida do arroz (ton) – 2004
- L** – Área colhida da castanha de caju (ha) – 2004
- M** – Quantidade produzida de castanha de caju (ton) – 2004
- N** – Área colhida de manga (ha) – 2004
- O** – Quantidade produzida de manga (ton) – 2004
- P** – Área colhida do coco (ha) – 2004
- Q** – Quantidade produzida do coco (ton) – 2004
- R** – Área colhida da banana (ha) – 2004
- S** – Quantidade produzida da banana (ton) – 2004
- T** – Total de financiamentos concedidos a produtores e cooperativas na agricultura – 2002
- U** – Investimentos concedidos a produtores e cooperativas na agricultura – 2002
- V** – Número de tratores – 1996
- W** – Total de estabelecimentos – 1996
- X** – Área dos estabelecimentos (ha) – 1996
- Y** – Área das lavouras temporárias (ha) – 1996
- Z** – Área com pastagens naturais (ha) – 1996
- AA** – Total de estabelecimentos irrigados – 1996
- AB** – Área dos estabelecimentos irrigados (ha) – 1996
- AC** – Total de cooperativas – 2002
- AD** – Total de cooperativas agropecuárias – 2002
- AE** – Número de professores (federal + estadual + municipal + particular) – 2003
- AF** – Função docente (federal + estadual + municipal + particular) – 2003
- AG** – Salas de aula utilizadas (federal + estadual + municipal + particular) – 2003
- AH** – População de 0 (zero) a 6 (seis) de idade – 2003
- AI** – Total de matrículas iniciais na educação infantil de 0 a 6 anos de idade – 2003
- AJ** – Total da matrícula inicial na educação infantil (federal + estadual + municipal + particular) – 2003

- AK** – Total de estabelecimentos na educação infantil (federal + estadual + municipal + particular) – 2003
- AL** – Função docente na educação infantil por grau de formação – 2003
- AM** – Função docente na educação infantil por grau de formação com magistério completo – 2003
- AN** – Função docente na educação infantil por grau de formação com licenciatura completa – 2003
- AO** – Taxa de escolarização bruta na educação infantil – 2003
- AP** – Total da matrícula inicial no ensino fundamental – 2003
- AQ** – População de 7 (sete) a 14 (catorze) anos de idade – 2003
- AR** – Total de matrículas no ensino fundamental de 7 a 14 anos de idade – 2003
- AS** – Total de estabelecimentos na educação fundamental - (federal + estadual + municipal + particular) – 2003
- AT** – Taxa de escolarização bruta no ensino fundamental – 2003
- AU** – Total da taxa de distorção idade/série no ensino fundamental (federal + estadual + municipal + particular) – 2003
- AV** – Total de alunos aprovados no ensino fundamental – 2003
- AW** – Total de alunos reprovados no ensino fundamental – 2003
- AX** – Total de alunos evadidos no ensino fundamental – 2003
- AY** – Função docente do ensino fundamental por grau de formação – 2003
- AZ** - Função docente do ensino fundamental com magistério completo – 2003
- BA** - Função docente do ensino fundamental com licenciatura completa – 2003
- BB** – Total de estabelecimentos do ensino médio (federal + estadual + municipal + particular) – 2003
- BC** – Total da matrícula do ensino médio (federal + estadual + municipal + particular) – 2003
- BD** – População de 15 (quinze) a 17 (dezesete) anos de idade – 2003
- BE** – Total da matrícula no ensino médio de 15 a 17 anos de idade – 2003
- BF** – Função docente no ensino médio por grau de formação – 2003
- BG** - Função docente no ensino médio por grau de formação com licenciatura completa – 2003
- BH** – Taxa de escolarização bruta no ensino médio – 2003
- BI** – Total de alunos aprovados no ensino médio – 2003
- BJ** – Total dos alunos reprovados no ensino médio – 2003
- BK** – Total de alunos evadidos no ensino médio – 2003
- BL** – Taxa de distorção idade/série no ensino médio – 2003
- BM** – Unidades de saúde ligadas ao Sistema Único de Saúde (SUS) por tipo de prestador – 2003
- BN** – Unidades de saúde ligadas ao SUS (Hospital + Posto + Centro de Saúde + Ambulatório) – 2003
- BO** – Unidades de saúde da família ligadas ao SUS – 2003
- BP** – Total de leitos ligados ao SUS – 2003
- BQ** – Total de médicos ligados ao SUS – 2003
- BR** – Total de agentes da saúde do Programa Agente da Saúde (PAS) ligados ao SUS – 2003
- BS** – População assistida do PAS – 2003
- BT** – Taxa de mortalidade infantil por mil nascidos vivos – 2003
- BU** – Densidade demográfica – 2000
- BV** – Taxa média geométrica de incremento anual da população residente urbana – 1991/2000

- BW** - Taxa média geométrica de incremento anual da população residente rural – 1991/2000
- BX** – Taxa de urbanização – 2000
- BY** – Total de homens na idade ativa – 2000
- BZ** – Total de mulheres na idade ativa – 2000
- CA** – Total de homens economicamente ativos – 2000
- CB** – Total de mulheres economicamente ativos – 2000
- CC** – População assistida pelo Programa da Saúde da Família (PSF) – 2003
- CD** – Percentual de cobertura do PSF – 2003
- CE** – Total do consumo faturado de energia elétrica (mwh) – 2003
- CF** – Total do consumo faturado de energia elétrica rural (mwh) – 2003
- CG** – Total do consumo faturado de energia elétrica industrial (mwh) – 2003
- CH** – Total do consumo faturado de energia elétrica comercial (mwh) – 2003
- CI** – Total de consumidores de energia elétrica – 2003
- CJ** – Total de consumidores de energia elétrica rural – 2003
- CK** – Total de consumidores de energia elétrica industrial – 2003
- CL** – Total de consumidores de energia elétrica comercial – 2003
- CM** – Total de agências de correios – 2003
- CN** – Total de caixas de coleta – 2003
- CO** – Total de acessos telefônicos instalados – 2000
- CP** – Total de canais de radiodifusão – 2003
- CQ** – Total de canais de retransmissão de TV comercial e educativa – 2003
- CR** – Total de bibliotecas públicas municipais – 2003
- CS** – Total de bandas de música – 2003
- CT** – Total de ligações ativas de água – 2003
- CU** – Volume produzido de água (m³) – 2003
- CV** – Taxa de cobertura urbana de abastecimento de água – 2003
- CW** – Total de domicílios particulares permanentes por forma de abastecimento de água com rede geral canalizada – 2000
- CX** – Total de domicílios particulares permanentes por tipo de esgotamento sanitário com rede geral de esgoto – 2000
- CY** – Total de imóveis rurais – 2000
- CZ** – Área total dos imóveis rurais (ha) – 2000
- DA** – Quantidade da produção de carvão vegetal (ton) – 2003
- DB** – Valor da produção de carvão vegetal (R\$ mil) – 2003
- DC** – Quantidade da produção de lenha (ton) – 2003
- DD** – Valor da produção de lenha (R\$ mil) – 2003
- DE** – PIB *per capita* (R\$) – 2002
- DF** – Receita geral da União (R\$) – 2003
- DG** – Receita total arrecadada pelo Estado (R\$ mil) – 2003
- DH** – Receita do ICMS (R\$ mil) – 2003

- DI** – Total de estabelecimentos por regime de recolhimento – 2003
- DJ** – Total da receita orçamentária arrecadada (R\$ mil) – 2003
- DK** – Total das receitas de capital (R\$ mil) – 2003
- DL** – Total das receitas tributárias (R\$ mil) – 2003
- DM** – Total de transferências aos municípios (R\$ mil) – 2003
- DN** – Total de transferências correntes: cota-parte FPM, cota-parte ICMS, FUNDEF, convênios e outros (R\$ mil) – 2003
- DO** – Total de despesas orçamentárias empenhadas: correntes e de capital (R\$ mil) – 2003
- DP** – Total das despesas orçamentárias de capital – (R\$ mil) – 2003
- DQ** – Número efetivo de bovinos – 2003
- DR** – Número efetivo de ovinos – 2003
- DS** – Número efetivo de caprinos – 2003
- DT** – Evapotranspiração (mm) - média de 1912 a 2002
- DU** – Precipitações pluviométricas (mm) - média de 1912 a 2002
- DV** – Índice de aridez - média de 1912 a 2002
- DW** – Índice de umidade – média de 1912 a 2002
- DX** – Água subterrânea dos poços cearenses (m³/h) – 2000
- DY** – Capacidade dos açudes monitorados pela COGERH – 2001
- DZ** – Área dos solos: Bruno-não-cálcicos, litólicos e podzólico vermelho-amarelo – 2001
- EA** – Área dos solos: Bruno-não-cálcicos e podzólico vermelho-amarelo – 2001
- EB** – Precipitação pluviométrica normal (mm) – 2004
- EC** – Precipitação pluviométrica observada (mm) – 2004
- ED** – IDM global – 2002
- EE** – IDSO global – 2003
- EF** – IDRS global – 2003
- EG** – Vacas ordenhadas (cabeças) – 2002
- EH** – Produção de leite (mil litros) – 2002
- EI** – Número de estabelecimentos com lavouras temporárias em descanso – 1996
- EJ** – Número de estabelecimentos com pastagens naturais – 1996
- EK** – Número de estabelecimentos com pastagens plantadas – 1996
- EL** – Número de estabelecimentos com matas e florestas naturais – 1996
- EM** – Número de estabelecimentos com matas e florestas artificiais – 1996
- EN** – Número de estabelecimentos com terras não utilizadas – 1996
- EO** – Número de estabelecimentos com terras inaproveitáveis – 1996
- EP** – Área dos estabelecimentos com lavouras temporárias em descanso (ha) – 1996
- EQ** – Área dos estabelecimentos com pastagens plantadas (ha) – 1996
- ER** – Área dos estabelecimentos com matas e florestas naturais (ha) – 1996
- ES** – Área dos estabelecimentos com matas e florestas artificiais (ha) – 1996
- ET** – Área dos estabelecimentos com terras produtivas não utilizadas (ha) – 1996
- EU** – Área dos estabelecimentos com terras inaproveitáveis (ha) – 1996

- EV** – População residente – 2000
- EW** – População residente feminina – 2000
- EX** – População residente masculina – 2000
- EY** – População residente urbana feminina – 2000
- EZ** – População residente urbana masculina – 2000
- FA** – População residente rural feminina – 2000
- FB** – População residente rural masculina – 2000
- FC** – População residente de 0 a 9 anos de idade – 2000
- FD** – População residente de 65 a 79 anos de idade – 2000
- FE** – Total dos financiamentos concedidos a produtores e cooperativas na pecuária – 2002
- FF** – Estimativa da população do Estado do Ceará – 2003
- FG** – Taxa de analfabetismo de 15 anos e mais de idade – 2000
- FH** – Estimativa da população do Estado do Ceará – 2003
- FI** – Total de acessos telefônicos instalados – 2004
- FJ** – Total de domicílios particulares permanentes – 2000

Apêndice 2

Composição dos Indicadores

Variável	Descrição	Unidade de medida	Relação esperada	Justificativa
X ₁	Relação entre a quantidade produzida de feijão e a área colhida do município.	kg/ha	Inversa	Produtividade da cultura; permitirá a identificação das perdas de fertilidade do solo associadas à degradação.
X ₂	Relação entre a quantidade produzida de milho e a área colhida do município.	kg/ha	Inversa	Produtividade da cultura; permitirá a identificação das perdas de fertilidade do solo associadas à degradação.
X ₃	Relação entre a quantidade produzida de mandioca e a área colhida do município.	kg/ha	Inversa	Produtividade da cultura; permitirá a identificação das perdas de fertilidade do solo associadas à degradação.
X ₄	Relação entre a quantidade produzida de arroz e a área colhida do município.	kg/ha	Inversa	Produtividade da cultura; permitirá a identificação das perdas de fertilidade do solo associadas à degradação.
X ₅	Relação entre a quantidade produzida de castanha de caju e a área colhida do município.	kg/ha	Inversa	Produtividade da cultura; permitirá a identificação das perdas de fertilidade do solo associadas à degradação.
X ₆	Relação entre a quantidade produzida de manga e a área colhida do município.	kg/ha	Inversa	Produtividade da cultura; permitirá a identificação das perdas de fertilidade do solo associadas à degradação.
X ₇	Relação entre a quantidade produzida de coco e a área colhida do município.	kg/ha	Inversa	Produtividade da cultura; permitirá a identificação das perdas de fertilidade do solo associadas à degradação.
X ₈	Relação entre a quantidade produzida de banana e a área colhida do município.	kg/ha	Inversa	Produtividade da cultura; permitirá a identificação das perdas de fertilidade do solo associadas à degradação.
X ₉	Uso do solo agrícola.	ha/ha	Direta	Só será verdadeira se o projeto de irrigação proporcionar salinização do solo
X ₁₀	Relação entre o número de vacas ordenhadas e a produção de leite do município	vaca/litro de leite	Inversa	Indicará a produção animal.
X ₁₁	Relação entre o número de bovinos e a área do município.	bovino/km ²	Direta	Indicará a produtividade animal que pode estar associada à perda da produtividade da terra.

X ₁₂	Relação entre o número de caprinos e a área do município.	caprino/km²	Direta	Indicará a produtividade animal que pode estar associada à perda da produtividade da terra.
X ₁₃	Relação entre o número de ovinos e a área do município.	ovino/km²	Direta	Indicará a produtividade animal que pode estar associada à perda da produtividade da terra.
X ₁₄	Relação entre o número de tratores e a área do município.	trator/km²	Direta	Indicará que a aragem por trator aumentará a compactação do solo e a degradação.
X ₁₅	Relação entre a razão do valor da produção de lenha do município e sua respectiva área e a razão entre o valor da produção de lenha do Estado sobre sua área.	(mil reais / R\$25.602,00) * (148.016km²/área do município em km²)	Direta	Pode levar à degradação se houver a prática repetida.
X ₁₆	Relação entre a razão do valor da produção de carvão vegetal do município e sua respectiva área e a razão entre o valor da produção de carvão vegetal do Estado sobre sua área.	(mil reais / R\$ 3.003,00) * (148.016km²/área do município em km²)	Direta	Pode levar à degradação se houver a prática repetida.
X ₁₇	Relação entre a área total dos imóveis rurais e a área do município.	ha/ha	Inversa	Indicará que a estrutura fundiária com práticas agrícolas inadequadas levará à degradação do solo.
X ₁₈	Terras não utilizadas.	ha/ha	Inversa	Indicará a utilização de práticas agrícolas não degradadoras.
X ₁₉	PIB <i>per capita</i> do município.	R\$	Inversa	Indicará uma possibilidade de acesso a bens e serviços, conseqüentemente, melhorando o nível de vida.
X ₂₀	Relação entre o consumo de energia elétrica rural do município e o total do consumo de energia elétrica.	mwh/mwh	Direta	Pode indicar o uso de tecnologias que degradam o meio ambiente.
X ₂₁	Relação entre o total de consumidores de energia elétrica rural do município e o total de consumidores de energia elétrica.	consumidor / consumidor	Direta	Pode indicar maior nível de mecanização que levará a uma maior degradação.
X ₂₂	Relação entre a razão do total do consumo faturado de energia elétrica rural do município e o seu consumo total faturado de energia elétrica e a razão entre o total do consumo faturado de energia elétrica do Estado e o total do consumo faturado de energia elétrica do Estado.	(mwh/R\$ 535.690,07)*(R\$ 5.999.864,06/mwh)	Direta	Pode indicar o uso de tecnologias que degradam o meio ambiente.
X ₂₃	Relação entre o consumo de energia elétrica industrial do município e o total do consumo de energia elétrica.	mwh/mwh	Direta	Pode indicar uma maior destruição do meio ambiente para a construção de indústrias e, conseqüentemente, podendo levar à degradação e à perda da biodiversidade.
X ₂₄	Relação entre o total de consumidores de energia elétrica industrial do município e o total de consumidores de energia elétrica.	consumidor / consumidor	Direta	Pode indicar maior grau de industrialização que levará a uma maior degradação.

X ₂₅	Relação entre o consumo de energia elétrica comercial do município e o total do consumo de energia elétrica.	mwh/mwh	Inversa	Podem indicar o desvio da atividade econômica da população municipal, conseqüentemente, pode levar a menos agressão ao meio ambiente.
X ₂₆	Relação entre o total de consumidores de energia elétrica comercial do município e o total de consumidores de energia elétrica.	consumidor / consumidor	Inversa	Indicará um maior nível no setor comércio o que sugere um desvio das atividades degradantes.
X ₂₇	Relação entre o total de homens em idade ativa e a população residente masculina do município.	habitante/habitante	Inversa	Indicará a possibilidade de geração de empregos no município.
X ₂₈	Relação entre o total de homens economicamente ativos e a população de homens em idade ativa do município.	habitante/habitante	Inversa	Indicará a possibilidade de geração de empregos no município. (continua)
X ₂₉	Relação entre o total de mulheres em idade ativa e a população residente feminina do município.	habitante/habitante	Inversa	Indicará a possibilidade de geração de empregos no município.
X ₃₀	Relação entre o total de mulheres economicamente ativas e a população de mulheres em idade ativa do município.	habitante/habitante	Inversa	Indicará a possibilidade de geração de empregos no município.
X ₃₁	Relação entre a receita geral da União destinada ao município e a receita geral da União destinada ao Estado.	R\$ / R\$ 2.213.915.156,73	Inversa	Indicará uma fonte de recursos a serem investidos com o intuito de criação de um futuro cenário de desenvolvimento sustentável.
X ₃₂	Relação entre o total de investimentos concedidos a produtores e cooperativas na agricultura do município e o total de investimentos concedidos no Estado.	R\$ / R\$ 9.169.088,24	Inversa	Indicará uma possibilidade de inversão no meio rural com técnicas de manejo apropriadas.
X ₃₃	Relação entre a razão do total de receitas de capital do município e o seu total de receitas orçamentárias arrecadadas e a razão entre o total de receitas de capital do Estado e o total de receitas orçamentárias arrecadadas do Estado.	(R\$ / R\$105.721,79) *(R\$3.933.190,80/R\$)	Inversa	Indicará a geração de receitas do município em relação ao Estado e, quanto maior a relação encontrada, menores as atividades degradadoras.
X ₃₄	Relação entre a razão do total de receitas tributárias do município e o seu total de receitas orçamentárias arrecadadas e a razão entre o total de receitas tributárias do Estado e o total de receitas orçamentárias arrecadadas do Estado.	(R\$/R\$316.431,76) * (R\$3.933.190,80/R\$)	Inversa	Indicará a geração de receitas do município em relação ao Estado e, quanto maior a relação encontrada, menores as atividades degradadoras.
X ₃₅	Relação entre a razão do total de despesas orçamentárias de capital do município e o seu total de despesas orçamentárias empenhadas e a razão entre o total de despesas orçamentárias de capital do Estado e o total de despesas orçamentárias empenhadas do Estado.	(R\$/R\$ 515.970,92) * (R\$ 3.907.359,42/R\$)	Inversa	Indicará que o município realiza investimentos que podem levar ao desenvolvimento sustentável da região.
X ₃₆	Relação entre a razão do total de transferências correntes do município e o seu total de transferências e a razão entre o total de transferências correntes do Estado e o total de transferências do Estado.	(R\$/R\$2.982.285,14)*(3. 080.795,00/R\$)	Inversa	Indicará a existência de atividades capazes de transferir as ações degradantes.
X ₃₇	Taxa de mortalidade infantil por mil nascidos vivos do município.	número puro	Direta	Indicará a qualidade de vida da população.

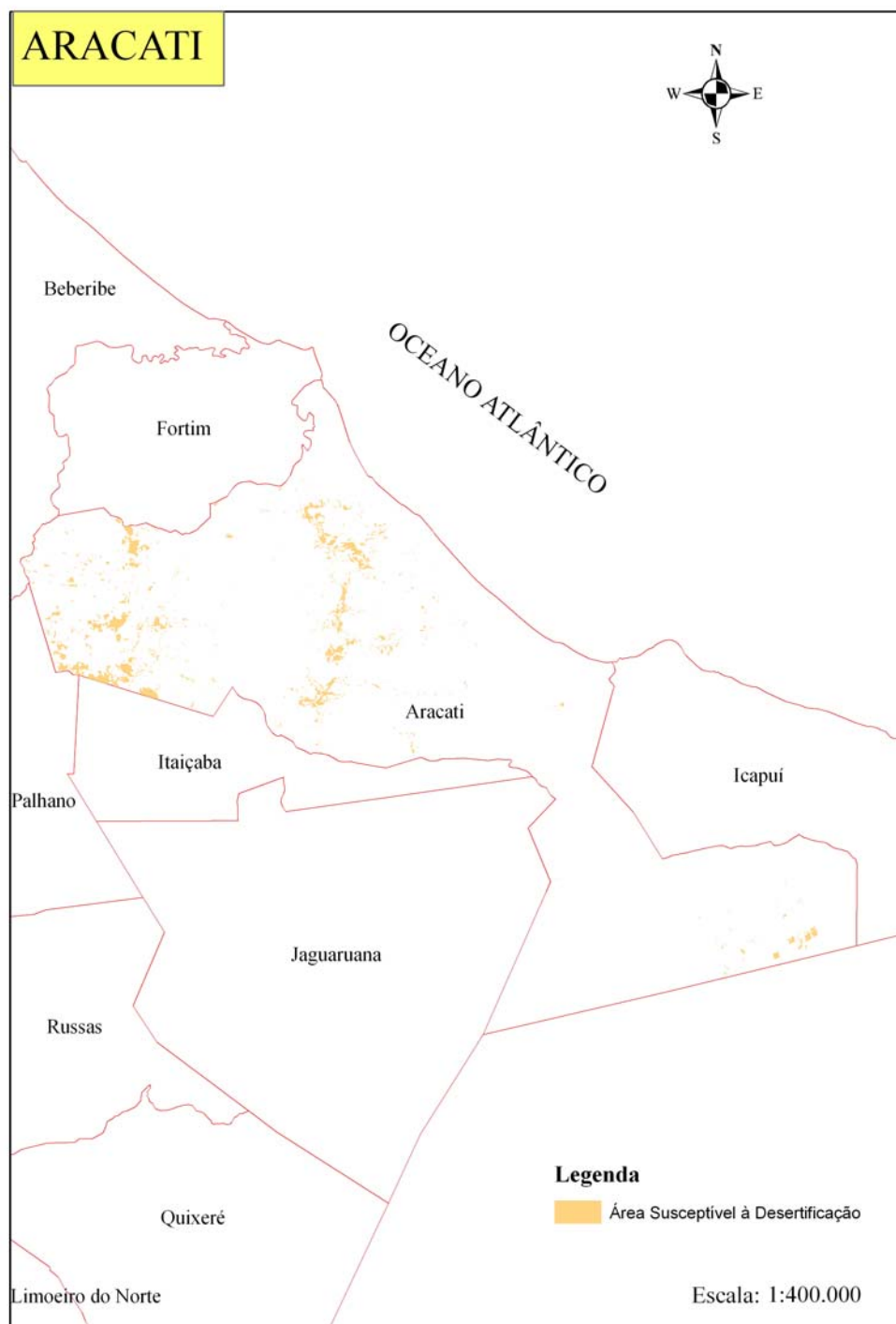
X ₃₈	Relação entre a população assistida pelo Programa Agente da Saúde e o total de agentes do Programa ligados ao Sistema Único de Saúde do município.	habitante/agente	Inversa	Indicará a qualidade de vida da população.
X ₃₉	Relação entre a população assistida pelo Programa Agente da Saúde e o total de unidades de saúde da família ligadas ao Sistema Único de Saúde do município.	habitante/unidade de saúde	Inversa	Indicará a qualidade de vida da população.
X ₄₀	Relação entre o total de médicos ligados ao Sistema Único de Saúde e milhares de habitantes do município.	médico/mil habitante	Inversa	Indicará a qualidade de vida da população.
X ₄₁	Relação entre o total de leitos ligados ao Sistema Único de Saúde e milhares de habitantes do município.	leito/mil habitante	Inversa	Indicará a qualidade de vida da população.
X ₄₂	Taxa de cobertura do Programa de Saúde da Família do município.		Inversa	Indicará a qualidade de vida da população. (continua)
X ₄₃	Densidade demográfica do município.	habitante/km²	Direta	Indicará um fator de pressão sobre o meio ambiente.
X ₄₄	Taxa geométrica de incremento anual da população residente urbana do município.	taxa de crescimento	Direta	Indicará os efeitos da degradação sobre a população rural.
X ₄₅	Taxa geométrica de incremento anual da população residente rural do município.	taxa de crescimento	Inversa	Indicará a prática sustentável dos recursos naturais.
X ₄₆	Relação entre a população residente urbana e o total da população residente no município.	habitante/habitante	Direta	Indicará os efeitos da degradação sobre a população rural.
X ₄₇	Relação entre a população residente no meio rural e o total da população residente no município.	habitante/habitante	Inversa	Indicará o efeito da degradação sobre a população rural.
X ₄₈	Relação entre a população residente de 0 a 9 anos de idade e o total da população residente no município.	habitante/habitante	Inversa	Indicará o efeito da degradação sobre a população rural.
X ₄₉	Relação entre a população residente de 65 a 79 anos de idade e o total da população residente no município.	habitante/habitante	Inversa	Indicará o efeito da degradação sobre a população rural.
X ₅₀	Relação entre o total de docentes na educação infantil e o total de docentes no município.	docente/docente	Inversa	Indicará o nível educacional de uma população e poderá indicar um melhor relacionamento com o meio ambiente.
X ₅₁	Relação entre o total de matrículas na educação infantil e o número de salas de aula utilizadas no município.	matrícula/sala de aula utilizada	Inversa	Indicará o nível educacional de uma população e poderá indicar um melhor relacionamento com o meio ambiente.
X ₅₂	Relação entre o total de matrículas na educação infantil e o total de estabelecimentos na educação infantil do município.	matrícula / estabelecimento	Inversa	Indicará o nível educacional de uma população e poderá indicar um melhor relacionamento com o meio ambiente.
X ₅₃	Relação entre o total de matrículas na educação infantil e o total de docentes na educação infantil do município.	matrícula/docente	Inversa	Indicará o nível educacional de uma população e poderá indicar um melhor relacionamento com o meio ambiente.
X ₅₄	Relação entre o total de docentes na educação infantil com licenciatura completa e o total de docentes na educação infantil do município.	docente/docente	Inversa	Indicará o grau de formação dos docentes e poderá indicar um maior conhecimento e conscientização sobre o meio ambiente.

X ₅₅	Taxa de escolarização bruta na educação infantil do município.		Inversa	Indicará o nível educacional de uma população e poderá indicar um melhor relacionamento com o meio ambiente.
X ₅₆	Relação entre o total de matrículas no ensino fundamental e o total de estabelecimentos na educação fundamental do município.	matrícula / estabelecimento	Inversa	Indicará o nível educacional de uma população e poderá indicar um melhor relacionamento com o meio ambiente.
X ₅₇	Relação entre o total de matrículas no ensino fundamental e o total de docentes no ensino fundamental do município.	matrícula/docente	Inversa	Indicará o nível educacional de uma população e poderá indicar um melhor relacionamento com o meio ambiente.
X ₅₈	Relação entre o total de matrículas no ensino fundamental e o total de salas de aula utilizadas do município.	matrícula/sala de aula utilizada	Inversa	Indicará o nível educacional de uma população e poderá indicar um melhor relacionamento com o meio ambiente.
X ₅₉	Taxa de escolarização bruta no ensino fundamental do município.		Inversa	Indicará o nível educacional de uma população e poderá indicar um melhor relacionamento com o meio ambiente.
X ₆₀	Relação entre o total de alunos aprovados no ensino fundamental e o total de matrículas no ensino fundamental do município.	aluno aprovado / matrícula	Inversa	Indicará o nível educacional de uma população e poderá indicar um melhor relacionamento com o meio ambiente. (conhecimento)
X ₆₁	Relação entre o total de alunos reprovados no ensino fundamental e o total de matrículas no ensino fundamental do município.	aluno reprovado / matrícula	Direta	Indicará o nível educacional de uma população e poderá indicar um melhor relacionamento com o meio ambiente.
X ₆₂	Relação entre o total de alunos evadidos no ensino fundamental e o total de matrículas no ensino fundamental do município.	aluno evadido / matrícula	Direta	Indicará o nível educacional de uma população e poderá indicar um melhor relacionamento com o meio ambiente.
X ₆₃	Relação entre o total de docentes no ensino fundamental com licenciatura completa e total de docentes no ensino fundamental do município.	docente/docente	Inversa	Indicará o grau de formação dos docentes e poderá indicar um maior conhecimento e conscientização sobre o meio ambiente.
X ₆₄	Taxa de distorção idade/série no ensino fundamental do município.		Direta	Indicará o nível educacional de uma população e poderá indicar um melhor relacionamento com o meio ambiente.
X ₆₅	Relação entre o total de matrículas no ensino médio e o total de estabelecimentos do ensino médio do município.	matrícula / estabelecimento	Inversa	Indicará o nível educacional de uma população e poderá indicar um melhor relacionamento com o meio ambiente.
X ₆₆	Relação entre o total de matrículas no ensino médio e o total de docentes no ensino médio do município.	matrícula/docente	Inversa	Indicará o nível educacional de uma população e poderá indicar um melhor relacionamento com o meio ambiente.
X ₆₇	Taxa de escolarização bruta no ensino médio do município.		Inversa	Indicará o nível educacional de uma população e poderá indicar um melhor relacionamento com o meio ambiente.
X ₆₈	Relação entre o total de matrículas no ensino médio e o total de salas de aula utilizadas do município.	matrícula / sala de aula utilizada	Inversa	Indicará o nível educacional de uma população e poderá indicar um melhor relacionamento com o meio ambiente.
X ₆₉	Relação entre o total de alunos aprovados no ensino médio e o total de matrículas no ensino médio do município.	aluno aprovado / matrícula	Inversa	Indicará o nível educacional de uma população e poderá indicar um melhor relacionamento com o meio ambiente.

X ₇₀	Relação entre o total de alunos reprovados no ensino médio e o total de matrículas no ensino médio do município.	aluno reprovado / matrícula	Direta	Indicará o nível educacional de uma população e poderá indicar um melhor relacionamento com o meio ambiente.
X ₇₁	Relação entre o total de alunos evadidos no ensino médio e o total de matrículas no ensino médio do município.	aluno evadido / matrícula	Direta	Indicará o nível educacional de uma população e poderá indicar um melhor relacionamento com o meio ambiente.
X ₇₂	Taxa de distorção idade/série no ensino médio do município.		Direta	Indicará o nível educacional de uma população e poderá indicar um melhor relacionamento com o meio ambiente.
X ₇₃	Taxa de analfabetismo de 15 anos e mais de idade do município.		Direta	Indicará o nível educacional de uma população e poderá indicar um melhor relacionamento com o meio ambiente.
X ₇₄	Relação entre o volume produzido de água e a população do município.	m³/habitante	Inversa	Indicará a qualidade de vida da população.
X ₇₅	Taxa de cobertura urbana de abastecimento de água do município.		Inversa	Indicará a qualidade de vida da população.
X ₇₆	Relação entre o total de ligações ativas de água e o volume produzido de água do município.	ligação ativa/m³	Inversa	Indicará a qualidade de vida da população. (continua)
X ₇₇	Relação entre o total de domicílios particulares permanentes por forma de abastecimento de água com rede geral canalizada e o total de domicílios permanentes.		Inversa	
X ₇₈	Relação entre o total de esgotamento sanitário com rede geral de esgoto e o total de ligações ativas de água do município.		Inversa	Indicará a qualidade de vida da população.
X ₇₉	Relação entre a soma total de bibliotecas públicas municipais com o total de bandas de música e milhares de habitantes do município.		Inversa	Indicará a qualidade de vida da população.
X ₈₀	Relação entre a soma total de agências de correio com o total de caixas de coleta e milhares de habitantes do município.		Inversa	Indicará a qualidade de vida da população.
X ₈₁	Relação entre a soma total de canais de radiodifusão com o total de canais de retransmissão de TV comercial e educativa e milhares de habitantes do município.		Inversa	Indicará a qualidade de vida da população.
X ₈₂	Relação entre o total de acessos telefônicos instalados e a população do município.	telefone/habitante	Inversa	Indicará a qualidade de vida da população.
X ₈₃	Relação entre o total de financiamentos concedidos a produtores e cooperativas na agricultura do município e o total de financiamentos concedidos a produtores e cooperativas no Estado.	R\$ / R\$ 127.752.495,78	Inversa	Indicará uma possibilidade de inversão no meio rural com técnicas de manejo apropriadas.
X ₈₄	Relação entre o total de financiamentos concedidos a produtores e cooperativas na pecuária no município e o total de financiamentos concedidos a produtores e cooperativas na pecuária no Estado.	R\$/R\$25.228.784,75	Inversa	Indicará a existência de atividades capazes de transferir as ações degradantes.

X₈₅	Relação entre a evapotranspiração (média de 1912 a 2002) e o índice de umidade (média de 1912 a 2002) do município.	mm/mm	Direta	Indicará a disponibilidade hídrica efetiva.
X₈₆	Relação entre evapotranspiração (média de 1912 a 2002) e as precipitações pluviométricas (média de 1912 a 2002) do município.	mm/mm	Direta	Indicará a disponibilidade hídrica efetiva.
X₈₇	Relação entre o índice de aridez (média de 1912 a 2002) e o índice de umidade (média de 1912 a 2002) do município.	mm/mm	Direta	Indicará a disponibilidade hídrica efetiva.
X₈₈	Inverso da precipitação pluviométrica normal do município.	mm	Inversa	Indicará a disponibilidade hídrica efetiva.
X₈₉	Taxa de urbanização do município.	número puro	Direta	Indicará que a urbanização leva a degradação.
X₉₀	Relação entre a soma dos poços construídos pela SOHIDRA com a capacidade dos açudes monitorados pela COGERH e a população do município.		Inversa	Indicará a disponibilidade hídrica efetiva.
X₉₁	Relação entre a área dos solos férteis e a área do município.	km²/km²	Inversa	Indicará a proporção de solos férteis do município.

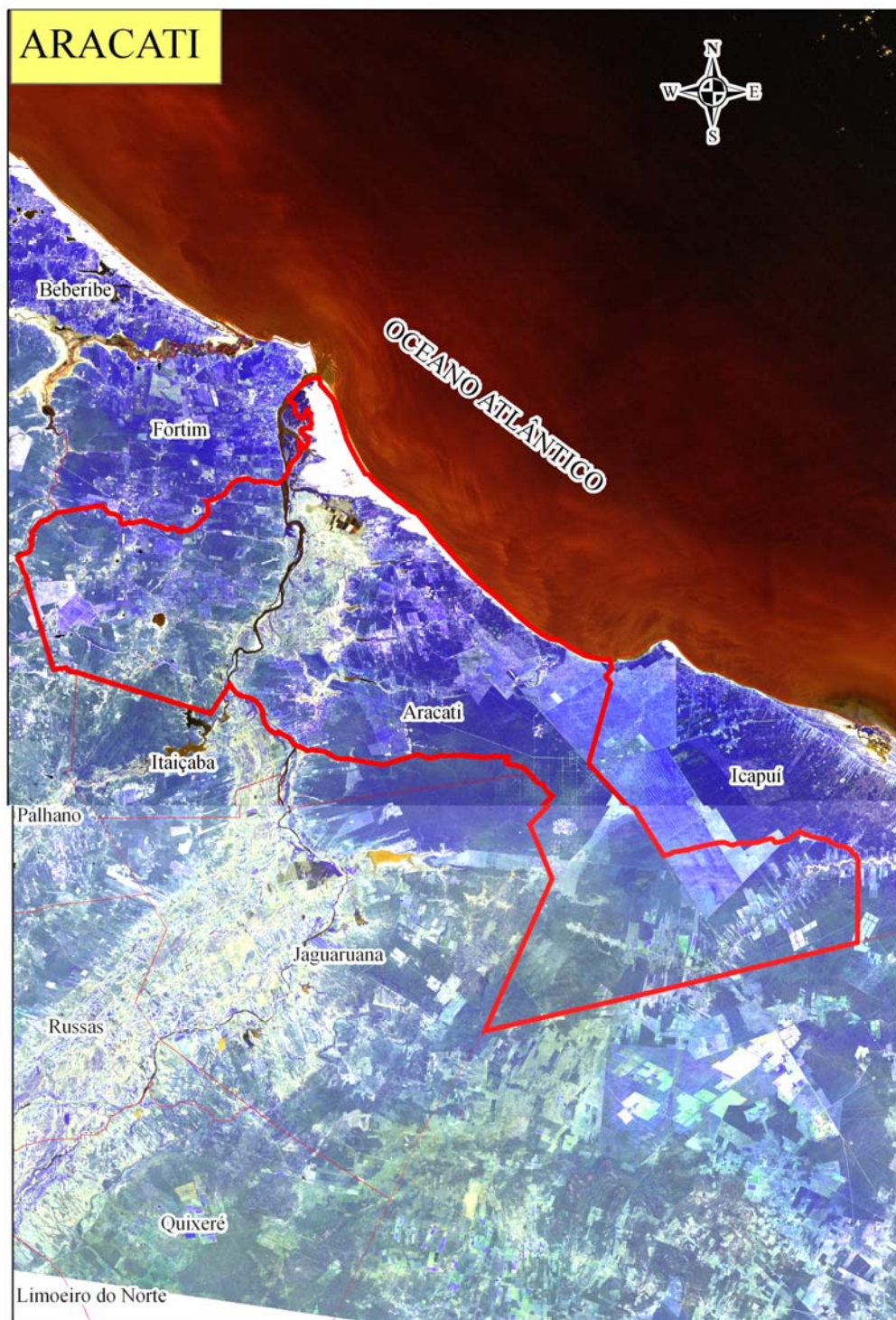
Apêndice 3



Fonte: Resultados da pesquisa (2006).

FIGURA 11: Área susceptível à desertificação no município de Aracati – CE.

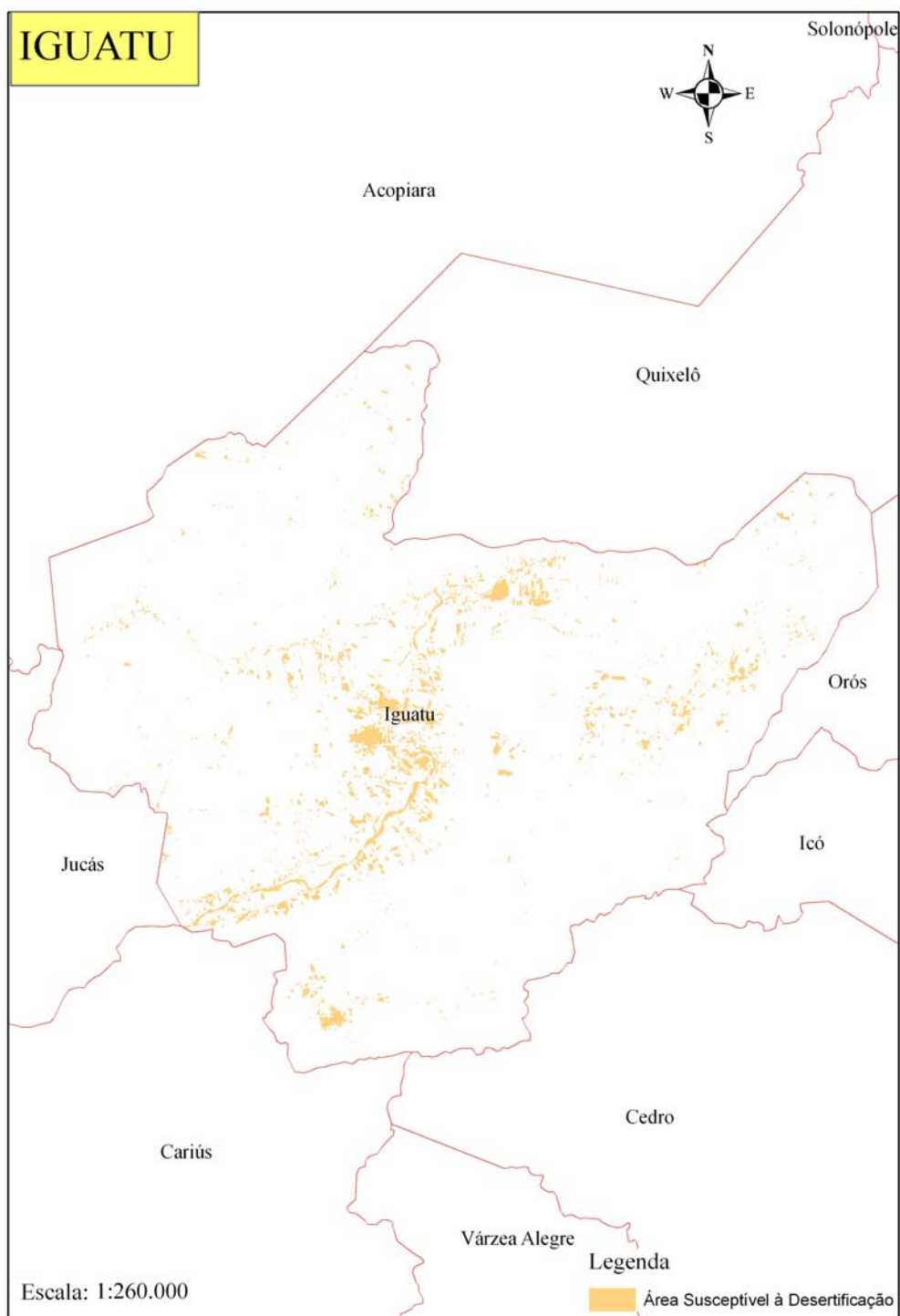
Apêndice 4



Fonte: FUNCEME (1999/2000/2001).

FIGURA 12: Imagem de satélite do município de Aracati – CE.

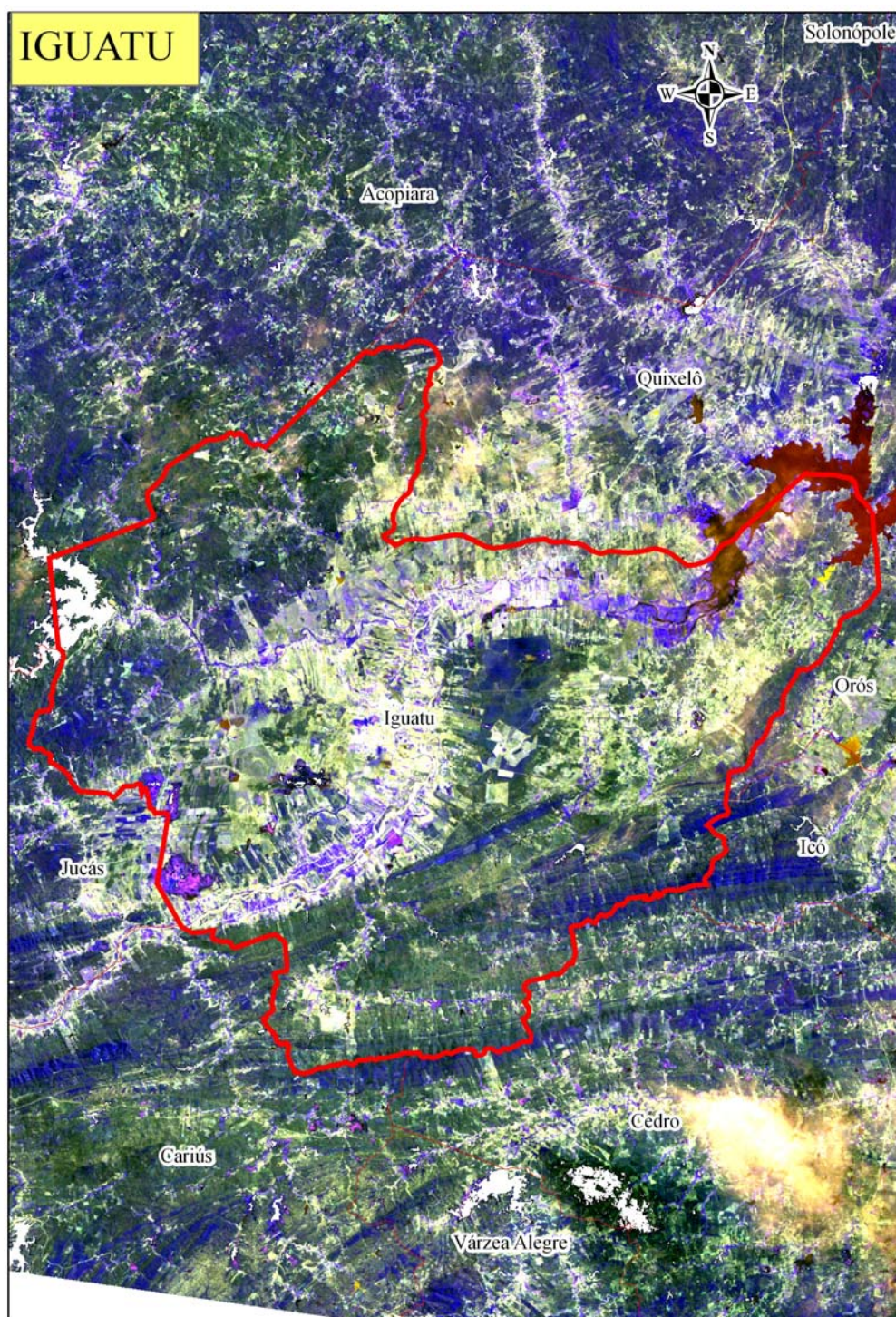
Apêndice 5



Fonte: Resultados da pesquisa (2006).

FIGURA 13: Área suscetível à desertificação no município de Iguatu – CE.

Apêndice 6



Fonte: FUNCEME (1999/2000/2001).

FIGURA 14: Imagem de satélite do município de Iguatu – CE.

Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

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

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

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