



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.  
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

## UTILIZAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS NA OBTENÇÃO DE INDICADORES DE DESERTIFICAÇÃO PARA O RIO GRANDE DO NORTE

Joel Medeiros Bezerra<sup>1</sup>; Paulo Cesar Moura da Silva<sup>2</sup>; Carlos Thiago da Silveira Lopes  
Morais<sup>3</sup>; Rafael Oliveira Batista<sup>2</sup>; Luciara Maria de Andrade<sup>4</sup>

---

### RESUMO

A dependência econômica da terra e de seus recursos naturais, num ecossistema com baixa capacidade de recuperação e mediante a utilização de práticas inadequadas de manejo, em razão das atividades exploratórias inadequadas e/ou intensivas, pode conduzir uma região a um grave cenário de degradação ambiental, desencadeando processos de desertificação. A partir do trabalho realizado pelo Centro de Sensoriamento Remoto do IBAMA e o Ministério do Meio Ambiente – MMA – elaborou-se o Mapa de Suscetibilidade Ambiental do Brasil, servindo como ferramenta para avaliação ambiental para balizar as futuras tomadas de decisões. Neste sentido, o presente trabalho tem por objetivo analisar e identificar por meio da técnica de espacialização, apontando as áreas propícias ao processo de degradação ambiental, resultando na desertificação no Estado do RN. Utilizando-se das ferramentas computacionais SIG *ArcView 3.2.0* e *SPRING 5.1*, adotando como subsídio os principais indicadores de desertificação elencados pelo MMA e IBAMA, além de enquadrar as atividades antrópicas relacionadas ao processo de desertificação à legislação ambiental brasileira em vigor. Para tanto foram estruturados cenários para verificar as possibilidades de aumento da desertificação e identificação de possíveis áreas propícias a formação de núcleos desérticos, utilizando-se metodologia de projeção de dados espaciais e adotando um padrão de sistematização das informações comuns a todos os indicadores. Desta análise concluiu-se que os indicadores são significativos no estado do Rio Grande do Norte e que existem cerca de 1.011.000 ha propícios ao processo de desertificação.

**Palavras-chave:** ambiente; legislação ambiental; semiárido.

### ABSTRACT

#### GEOTECHNOLOGY USE IN OBTAINING OF DESERTIFICATION INDICATORS FOR RIO GRANDE DO NORTE

The economic dependence of the land and its natural resources, an ecosystem with low resilience and practices through the use of inadequate management practices because of inadequate exploration activities and/or intensive, a region can lead to a scenario of severe environmental degradation, triggering desertification processes. From the work done by the Remote Sensing Center of IBAMA and the Ministry of Environment - MMA - was elaborated the Environmental susceptibility map of Brazil, serving as a tool for environmental assessment in gauging future decision-making. In this sense, this paper aims to analyze and identify through the technique of spatial, identifying the areas prone to environmental degradation, resulting in desertification in the state of the newborn. Using computational implement 3.2.0 and ArcView GIS SPRING 5.1, taking as input the key indicators of desertification listed by MMA and IBAMA, as well as framing human activities related to desertification process to Brazilian environmental legislation in force. For both scenarios were structured to verify the possibilities of increased desertification and identifying possible areas for the formation of desert cores, using a methodology for projecting spatial data and adopting a standard classification of the information common to all indicators. This analysis concluded that the indicators are significant in the state of Rio Grande do Norte and there are about 1,011,000 ha conducive to the process of desertification.

**Keywords:** environmental; environmental legislation; semiarid.

---

Trabalho recebido em 21/05/2011 e aceito para publicação em 28/12/2011

---

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental. Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas – DCAT. Universidade Federal Rural do Semi-Árido – Ufersa. Caixa Postal 137. Mossoró-RN. CEP 59625-900. E-mail: joel\_medeiros@oi.com.br.

<sup>2</sup> Prof. Adjunto. Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas – DCAT. Universidade Federal Rural do Semi-Árido-UFERSA. Caixa Postal 137. Mossoró-RN. CEP 59625-900. e-mail: paulo.moura@ufersa.edu.br, rafaelbatista@ufersa.edu.br.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrícola e Ambiental, graduando em direito pela UnP. Mossoró-RN.e-mail: ctmorais7@hotmail.com.

<sup>4</sup> Prof<sup>a</sup> da Universidade Potiguar UnP. Mossoró-RN. CEP: 59607-330. E-mail: luciarandrade@hotmail.com

## 1. INTRODUÇÃO

O uso inadequado dos recursos naturais contribui para a degradação do bioma Caatinga, sendo freqüente o aparecimento de áreas em processo de desertificação. Os registros bibliográficos caracterizam a desertificação como um fenômeno de transformação de terras com potencial produtivo em terras inférteis. Esse fenômeno ocorre em regiões de climas Árido, Semi-Árido e Sub-Úmido Seco.

A desertificação pode ser um processo natural, o que a torna difícil de ser evitada. As áreas brasileiras desertificadas apresentam características geoclimáticas e ecológicas que favorecem a aceleração do processo, tais como: as condições edafoclimáticas, a distribuição irregular da precipitação espaço temporal, áreas frágeis ou susceptíveis a desertificação e vegetação dispersa.

Entretanto, as causas mais freqüentes da desertificação estão associadas ao uso inadequado do solo e da água, ao desenvolvimento de atividades agropecuárias, de mineração, de irrigação mal planejada ou mal executada e ao desmatamento indiscriminado com ou sem queimadas, exploração agropastoril de forma descontrolada dos recursos naturais, ausência de técnicas de manejo, além do desrespeito ao uso e aptidão das terras agrícolas, sendo todas relacionadas à ações

antrópicas, propiciando o dispêndio dos recursos naturais, gerando impactos ambientais adversos em diversas escalas. Tal como a contribuição para o aquecimento global com a potencialização da taxa de reflexão dos raios solares que atingem a superfície sem cobertura vegetal.

Os especialistas salientam também que, no mundo como um todo, nas áreas suscetíveis à desertificação e à seca, há coincidências do ponto de vista sócio-econômico, com a existência de bolsões de pobreza dos países do Terceiro Mundo, onde a baixa produtividade agrícola e a má qualidade de vida resultante esboçam um quadro dramático.

Esse processo vem inviabilizando a produção anual de cerca de seis milhões de hectares (60 mil km<sup>2</sup>), devido ao pastoreio intensivo, a salinização dos solos irrigados e o uso intensivo e manejo inadequado da água disponível na agricultura. Nas áreas onde ocorrem os impactos difusos, os danos ambientais produzidos resultam em erosão dos solos, empobrecimento da caatinga e degradação dos recursos hídricos, com efeitos diretos sobre a qualidade de vida da população (VALLADARES & FARIA, 2004).

Diante deste panorama, a comunidade internacional colocou em debate a desertificação e seus efeitos ambientais, sociais e econômicos. No ano de 1977, o Programa das Nações Unidas

para o Meio Ambiente – PNUMA, realizou a 1ª Conferência Mundial de Combate a Desertificação formalizando a abrangência da desertificação. O grande objetivo da Conferência foi traçar, no âmbito mundial, o Plano de Ação de Combate à Desertificação – PACD (NIMER, 1980), que gerou com seus estudos preliminares o Mapa Mundial da Desertificação. Na ocasião, a desertificação foi definida como: intensificação ou a extensão de condições desérticas, marcadamente liderada pela redução da produtividade biológica com a conseqüente redução de biomassa vegetal, em áreas de pastagens, campos de cultivos e ocupação humana (UNCOD apud JESUS, 2006).

Mediante estas ações, após 15 anos do PACD, a Eco 92 ou RIO-92 (a Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento e Meio Ambiente), abordou, entre outros temas de relevância ambiental, a desertificação, que consta na Agenda 21 – documento oficial da Conferência – no seu capítulo 12 cuja definição é reformulada sobre novos parâmetros, em seguida traçando como objetivo principal das nações o Desenvolvimento Sustentável do Planeta, bem como a elaboração de uma Convenção para o Combate a Desertificação. Nessa Convenção foram elaborados estudos sobre os principais problemas decorrentes da desertificação e suas causas, além de criar

a Convenção para o Combate à Desertificação (CCD), atendendo ao capítulo 12 da agenda 21, “manejo de ecossistemas frágeis: a luta contra a desertificação e a seca”.

Dentre as causas da desertificação listadas pela Convenção de Combate a Desertificação (CCD) encontram-se o uso intensivo e inadequado do solo em regiões de ecossistemas frágeis, com baixa capacidade de recuperação, que resultam na salinização de solos pela irrigação mal planejada. O sobre-pastoreio, o desmatamento, o esgotamento do solo e dos recursos hídricos, além do manejo inadequado das atividades agropecuárias são fatores que agravam o problema.

Além de tornar a região vulnerável à seca, causando prejuízos diretos a agricultura e a pecuária com perdas sensíveis para a economia dos locais atingidos, a desertificação causa perda da biodiversidade, perda dos solos por erosão e diminuição dos recursos hídricos levando ao abandono das terras pela população, que migra para as cidades gerando outro problema: o aumento dos problemas ambientais e sócio-econômicos urbanos.

A Convenção da Organização das Nações Unidas para o combate à Desertificação conceitua a desertificação como o “processo de degradação das terras das regiões áridas, semi-áridas e subúmidas secas, resultante de diferentes

fatores, entre eles as variações climáticas e as atividades humanas”, sendo a degradação de terras definida da seguinte forma (CONTI, 2008):

- Degradação dos solos e dos recursos hídricos;
- Degradação da vegetação e da biodiversidade (fauna e flora);
- Redução da qualidade de vida da população afetada.

No Brasil, o Plano Nacional de Combate a Desertificação – PNCD, foi elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e por uma coordenação técnica composta pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD, órgãos ambientais federais e estaduais. O Ministério do Meio Ambiente, criado em novembro de 1992, tem como missão promover a adoção de princípios e estratégias para o conhecimento, a proteção e a recuperação do meio ambiente, o uso sustentável dos recursos naturais, a valorização dos serviços ambientais e a inserção do desenvolvimento sustentável na formulação e na implementação de políticas públicas, de forma transversal e compartilhada, participativa e democrática, em todos os níveis e instâncias de governo e sociedade (MMA, 2009).

Em 2004, o programa nacional de ação de combate à desertificação, foi

concluído, agora intitulado PAN – Brasil (Programa de Ação Nacional) inclui em seu contexto, todo o conhecimento e experiências geradas pela sociedade civil organizada, no intuito de consolidar instrumentos de convivência com o Semi-Árido. Tendo como objetivo principal estabelecer diretrizes, instrumentos legais e institucionais que permitem otimizar a formulação e execução de políticas públicas e investimentos privados nas áreas susceptíveis a desertificação, promovendo a mitigação e o Desenvolvimento Sustentável (PAN-Brasil, 2004).

A fragilidade ambiental, aliada a fatores antrópicos, pressionada por situações de pobreza e baixos níveis tecnológicos, gera a degradação do ambiente para a sobrevivência humana e a sustentabilidade ambiental, ocorrendo dentro de um ciclo danoso aos ecossistemas. Na tentativa de combater os aspectos negativos do mesmo, as autoridades desenvolveram vários dispositivos legais (JESUS, 2006).

Dentre eles a Política Nacional de Meio Ambiente, prevista na lei Nº 6.938/81, que tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade humana (BRASIL,

1981). De acordo com o art. 9º, § 2º, o zoneamento ambiental é previsto como um de seus instrumentos.

Visto a importância da preservação da qualidade ambiental e da manutenção do equilíbrio ecológico, foi decretada em 2002 a lei Nº 4.297, que estabelece critérios e princípios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil, cujo objetivo geral é organizar, de forma integrada, as decisões dos agentes públicos e privados quanto a planos, programas, projetos e atividades que, direta ou indiretamente, utilizem recursos naturais, assegurando a plena manutenção do capital e dos serviços ambientais dos ecossistemas.

Segundo Egler *et al.* (2003), o zoneamento ambiental é um instrumento político e técnico de planejamento, cuja finalidade é otimizar o uso do espaço e as políticas públicas.

Independente da finalidade e dos critérios adotados, o zoneamento ganhou agilidade com a inserção das técnicas de geoprocessamento e o uso de “softwares/hardwares” capazes de manipular uma infinidade de dados, retornando informações otimizadas.

Diante desse fato, as metodologias possíveis de serem implementadas, por meio do geoprocessamento, tornam-se alternativas viáveis para reduzir de maneira significativa às deficiências relativas ao

cumprimento das leis pertinentes. As condições oferecidas permitem integrar informação cartográfica e tabular informações alfanuméricas, possibilitando a análise ambiental estabelecendo correlações espaciais, relações de causa e efeito e aspectos temporais que antes eram impraticáveis pelos meios tradicionais de manipulação de dados até então existentes, devido a restrição a material matricial de análise e ferramentas de interpretação.

O geoprocessamento pode ser definido como sendo o conjunto de tecnologias destinadas à coleta e tratamento de informações espaciais, assim como o desenvolvimento de novos sistemas e aplicações, com diferentes níveis de sofisticação (ROSA, 1995). Tendo como base a manipulação de banco de dados, por meio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), os quais são instrumentos que auxiliam o desenvolvimento de análises e estudos científicos.

Um SIG pode ser definido como um sistema destinado à aquisição, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de dados referidos espacialmente na superfície terrestre, integrando diversas tecnologias. Essa tecnologia automatiza tarefas até então realizadas manualmente e facilita a realização de análises complexas, através da integração de dados de diversas fontes.

O presente trabalho tem por objetivo analisar e identificar por meio da técnica de espacialização, apontando as áreas propícias ao processo de degradação ambiental, resultando na desertificação no Estado do RN. Utilizando-se das ferramentas computacionais SIG *ArcView 3.2.0* e *SPRING 5.1*, adotando como subsídio os principais indicadores de desertificação elencados pelo MMA e IBAMA.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O Estado do Rio Grande do Norte está localizado na Região Nordeste do Brasil, compreendendo uma área irregular de 5.313.366,82 Ha, contem 167 municípios e tendo como limites ao norte e leste o Oceano Atlântico e ao noroeste o Estado do Ceará e ao sul o Estado da Paraíba. Estando situado na porção Semi-Árida do Brasil, encontrando-se climaticamente classificado como subequatorial de condição azonal. Sua pluviosidade é marcada por acentuada irregularidade ao longo do tempo e no espaço, atingindo índices pluviométricos entre 250 e 800 mm anuais. As estações chuvosas estendem-se entre 3 e 5 meses de duração e as secas entre 7 a 9 meses. Ambas as estações são bem delimitadas e caracterizadas pela episódica ocorrência de

intensificação de seus eventos, ora, através de extensas secas catastróficas, ora, com chuvas torrenciais, enchentes e inundações (FERNANDES & BEZERRA,1990).

As precipitações exibem quadros bastante variados, sob aspecto espaço-temporal na região, com variações entre: meses de referência para o início e o fim da estação chuvosa; médias de precipitação anual; regimes de chuvas e índices de precipitação relativos às estações chuvosas (SOUZA et al., 1994), além de particularidades tais como: começo da estação úmida incerto; mais de 95% da precipitação anual ocorre durante a estação chuvosa; precipitação na estação úmida freqüentemente variável não apenas de um ano para outro, mas dentro da própria estação; e intensidade da precipitação pluviométrica diária média de duas a quatro vezes mais elevada do que em muitas regiões temperadas (FERNANDES, 2001).

O Estado foi criado em 1889, tendo, segundo o CENSO 2007 do IBGE, população de 3.013.740 habitantes e densidade demográfica de 0,057 hab/km<sup>2</sup>. A capital do Estado do RN é o município de Natal. De acordo com o último censo do IBGE, três municípios no Rio Grande do Norte têm mais de 150 mil habitantes, são eles: Natal (capital, com 774.230 habitantes), Mossoró (234.390 habitantes) e Parnamirim (172.751 habitantes).

Em relação às atividades exploratórias desenvolvidas relatam-se a presença de fruticultura irrigada, exploração de minerais (lavra a céu aberto), exploração agropastoril, exploração petrolífera, etc.

O Estado apresenta uma altitude média aproximada de 159 m, apresentando clima Semi-Árido Tropical com temperaturas mínimas de 20°C e máxima de 28°C. A precipitação pluviométrica média anual é de 250 a 1000 mm, dispersos em um grande distorção espaço-temporal, concentrando-se nos meses de março a maio.

Os solos predominantes da região são os Luvisolos crômicos, seguido dos Neossolos, Argissolo, Cambissolo e pequena quantidade de Latossolos. Sendo estes em geral solos jovens com influência do material subjacente. A vegetação predominante por sua vez é a Caatinga com um pequeno restígio de mata Atlântica.

O acidente morfológico predominante é a ampla superfície aplainada degradada, juntamente com a presença de planaltos e baixos platôs, além de morros, baixas serras e tabuleiros.

Segundo o MMA e o IBAMA, o Estado do Rio Grande do Norte está situado numa área de susceptibilidade ambiental a desertificação, no qual cerca de 40% do seu território é desertificado,

sendo que 158 dos 167 dos municípios potiguares são atingidos.

No Brasil existem quatro áreas, que são chamadas núcleos de desertificação, onde é intensa a degradação. Elas somam 18,7 mil km<sup>2</sup> e se localizam nos municípios de Gilbués, no Piauí; Seridó, no Rio Grande do Norte; Irauçuba, no Ceará e Cabrobó, em Pernambuco. As regiões áridas, semi-áridas e subúmidas secas, também chamadas de terras secas, ocupam mais de 37% de toda a superfície do planeta. Mas a sua evolução ocorre em cada lugar de modo específico e apresenta dinâmicas influenciadas por esses lugares.

Sendo núcleo de desertificação determinado sendo as manchas que indicam o horizonte principal do solo fortemente erodido. Sendo que nestes locais a vegetação praticamente não se recupera. Esses núcleos apresentam a tendência de se expandirem, em detrimento das áreas vizinhas (VASCONCELOS SOBRINHO, 1971).

O Estado abrange o núcleo de desertificação do Seridó, correspondendo uma área de 279.602,02 ha, sendo concentrado principalmente nos municípios de Currais Novos, Cruzeta, Acari, Carnaúba dos Dantas, Parelhas e Equador, devido as atividades inadequadas as causas da Desertificação desta área podem ser citadas como sendo: O desmatamento da caatinga para extração de

lenha e argila, uso intensivo dos recursos naturais e sobrepastoreio (superpopulação de animais numa área muito restrita). Estes locais se caracterizam por ter solos rasos e pedregosos (Luvissole crômico e neossolo Litólico), com baixa capacidade de retenção de água. Em muitos locais, o desgaste da terra provocou o afloramento das rochas, tornando impossível o cultivo agrícola. Para alimentar os fornos das mais de 80 fábricas de cerâmicas que se espalham pela região, a vegetação nativa é desmatada, sem o controle do Ibama.

Além dos principais problemas, tais como:

- Vulnerabilidade às secas, que impactam diretamente a agricultura de sequeiro e agropecuária;
- Fraca capacidade de reorganizar a estrutura produtiva do sertão;
- Desmatamento resultante da pecuária extensiva e do uso de madeira para fins energéticos;
- Problemas graves de desertificação já identificados;
- Sinalização dos solos decorrente do manejo inadequado na agricultura e no pastoreio, resultando em erosão do solo; Perda de dinamismo de atividades industriais e
- comerciais;
- Precária conservação da infraestrutura rodoviária, gerando ravinamento

nos taludes, devido ao escoamento laminar;

- Precário atendimento dos serviços de comunicação;
- Precário sistema de difusão tecnológica;
- Baixa produção científica e tecnológica para as necessidades do semi-árido;
- Deficiência nos níveis de capacitação da mão-de-obra rural, industrial e do comércio;
- Assoreamento de cursos d'água e reservatórios, além da remoção da cobertura vegetal dos mananciais e áreas de recarga;
- Fragilidade institucional;
- Gestão municipal sem planejamento e comprometimento com objetivos a longo prazo.

De modo semelhante aos recursos água e ar, o solo ou mais precisamente a poluição do solo, tem seu controle e fiscalização desenvolvidos pelos órgãos estaduais e no caso de ausência destes, pelo IBAMA, de forma supletiva. Sendo ainda que as três esferas (Federal, Estadual e Municipal) podem atuar intervindo por seus dispositivos legais.

Sendo que cada atividade exploratória apresenta implicações na conservação ambiental, segundo suas respectivas leis vigentes e medidas

atenuantes (mitigadoras). Nas quais podemos citar (Banco do Nordeste, 1999):

- AGROPECUÁRIA (Produção Vegetal e Animal), no caso de métodos de cultivo e praticas inadequadas. Lei 4.771 – 15/09/65 Código Florestal Brasileiro, Lei 7.803 – 18/07/85 – Inclui Reservas Florestais Legais, Lei 8.171 – 17/01/91 – Lei de Política Agrícola (Estabelece a Proteção Ambiental dos Recursos Naturais da propriedade agrícola), Lei 6.938 – 31/08/81 – Estabelece a Política ambiental: determina as APP's como reservas ecológicas, Resolução CONAMA 004/85 Estabelece reservas ecológicas, Lei 6.225 – 14/07/75 – dispõe sobre o Ministério da Agricultura discriminando a execução obrigatória de Planos de Proteção do Solo e de Combate à erosão;

- AGROINDUSTRIA, no caso de localização imprópria para lançamento dos efluentes e disposição dos resíduos sólidos. Lei 4.771 – 15/09/65 Código Florestal Brasileiro, Resolução CONAMA 001/86, Resoluções 20/86 e 357/05 estabelecem classificação e enquadramento da água respectivamente, Lei 9.433 – PNRH, CONAMA 237/97 – dispõe sobre o licenciamento ambiental, Lei estadual (PERH) 6.908/86 do Estado do Rio Grande do Norte;

- INDÚSTRIA (Química orgânica e inorgânica), emissão de efluentes (águas residuárias) com metais pesados em teores

ou concentrações inadequados e resíduos sólidos (dejetos). Resoluções CONAMA 20/86, 008/90 padroes de emissão de poluentes atmosféricos, 006/88 Licenciamento ambiental de atividades industriais geradoras de resíduos perigosos.

- CONSTRUÇÃO CIVIL, Planejamento da urbanização e construção, ou seja, uso do solo local e regional de forma de adequação do projeto aos critérios do zoneamento de uso e ocupação do solo. Lei 4771 de 15/09/1965, Lei 6766 de 19/12/79 parcelamento do solo urbano e da outras providencias, Resolução CONAMA 001/86 Implementação da avaliação de impactos ambientais.

- INDÚSTRIA DO SAL E CERÂMICA, práticas de exploração inadequadas e intensivas geram a degradação de áreas de mangues, solo (topografia), águas e bioma. Lei Federal 6803 de 02/07/80 Diretrizes básicas sobre o zoneamento industrial em áreas críticas de poluição e dá outras providencias, Lei 1413 de 14/08/75 controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais, CONAMA 001/86, 20/86, 006/88, 005 de 15/06/89 PRONAR, 006 de 17/10/90 obrigatoriedade de registro e de prévia avaliação pelo IBAMA, dos dispersantes químicos empregados nas ações de combate a derrames de petróleo, Normas ABNT – NBR 10004 – Classificação de resíduos.

- MINERAÇÃO (Lavra a céu aberto), Impactos ambientais negativos oriundos dos processos de exploração, implicando conflitos ambientais, além da relação ao uso e ocupação do solo. Lei 4771 de 15/09/65, Lei 6938 de 03/01/67, Decreto-Lei n.º 227 de 28/02/67 Institui o código de mineração, 97634 de 10/04/89 PRAD's, Resolução CONAMA n.º 009 de 06/12/90, Resolução CONAMA n.º 010 de 06/12/90 licenciamento ambiental prévio, 001/86, 004 18/09/85 Trata de reservas ecológicas, 237 de 19/12/97 licenciamento ambiental de empreendimentos.

- INFRA-ESTRUTURA (SANEAMENTO, ESGOTO, COLETA E TRATAMENTO DE RESÍDUOS), exploração intensiva e inadequada dos recursos naturais, além da coleta e tratamento ineficientes de resíduos. Lei 4771 de 15/09/65, Lei 9433 de 08/01/97 Política Nacional de Recursos hídricos, Decreto-Lei 24.643 de 10/07/34 – Institui o Código das Águas, Resoluções CONAMA 20/86, 001/86, 004/85, 237/97, Portaria 036/90 – Ministério da Saúde – estabelece padrões de potabilidades da água para consumo humano, Lei Federal 5318 de 26/06/67 Institui a Política Nacional de Saneamento, ABNT NBR's 10004 a 10007.

- IRRIGAÇÃO, manejo inadequado ou intensivo das técnicas. Decreto-Lei 24642 de 10/07/34 Código das Águas,

4771 de 15/09/65, Lei 6225 – 14/07/75 Planos de Proteção do Solo e de combate à erosão, 6938 de 31/08/81, 94076 de 05/03/87 Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas, Lei 8171-17/01/91 Lei da Política Agrícola.

- ESTRADAS, técnicas relacionadas a construção possibilitando a degradação do ambiente (bioma), destruição da camada vegetal. Lei 4771/65, Lei 6938/81, Lei 9433/97, Decreto-Lei 24643/34, 227/67, Decreto 97632/89, CONAMA 001/86, 004/85, 006/87, 010/90.

Na desertificação fica claro que os indicadores da degradação das terras devem estar associados a essas atividades exploratórias desordenadas referentes ao uso da terra, sendo estas de natureza física, química e biológica e também – pelas limitações do uso da terra – sociais.

Para estabelecer as áreas propícias à desertificação foram analisados e avaliados os indicadores sugeridos pela ONU 1994 (Agenda 21, em seu capítulo 12, referindo-se ao “Manejo dos ecossistemas frágeis: combatendo a desertificação” segundo a Organização das Nações Unidas), se recomendado às nações com problemas de desertificação os seguintes indicadores:

- População que vive abaixo da linha de pobreza nas áreas secas;
- Índice Nacional de Precipitação Mensal;

- Índice de Vegetação, derivado de imagens de satélite;
- Terras afetadas pela desertificação.

Antes de começar a aplicar os métodos disponíveis no SIG (Sistemas de Informações Geográficas) para efetuar o mapeamento das áreas desertificadas, fez-se necessário trabalhar os arquivos vetoriais com as informações do percentual de pobreza, precipitação mensal média, limites políticos, áreas de susceptibilidade a desertificação e áreas de incidência de secas.

A análise da cobertura vegetal foi realizada com uma imagem LADSAT 7 resolução 30x30m composição colorida 345 e 432, esta deu ênfase a radiação refletida no infra-vermelho próximo (calor), ressaltando-se a presença de umidade na vegetação, além de contrastar aumentando a visualização e interpretação da banda 4 e reduzindo significativamente o contraste da banda 2. O manuseio e interpretação da imagem foi auxílio pelo *SIG Spring e ArcView*. Sendo a imagem disponibilizada pelo Laboratório de Geoprocessamento da UERN

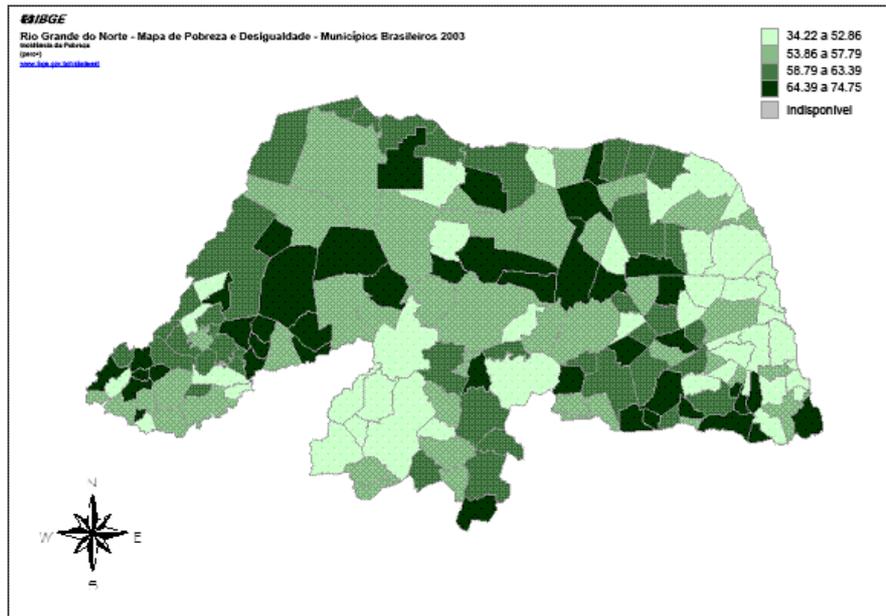
(Universidade do Estado Rio Grande do Norte).

Para iniciar o trabalho foi necessário corrigir as projeções, transformando todos os dados vetoriais para uma projeção em comum, a qual foi utilizado projeção UTM SAD 69 ZONA 24S, visando obter os limites do Estado pertencentes ao semi-árido, o mesmo foi feito após a edição do arquivo vetorial contendo todos indicadores nos limites estabelecidos, foram conservadas apenas as informações de cada arquivo vetorial, pertinentes à área de estudo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na metodologia relatada foram gerados os mapas dos indicadores de desertificação do Estado do Rio Grande do Norte, representadas nas Figuras 1 a 7.

Segundo o IBGE (2003), o mapa de pobreza e desigualdade 2003, apresenta os percentuais de pobreza dos municípios no Estado do RN, pertencentes à região do semi-árido, conforme apresentado na Figura 1.



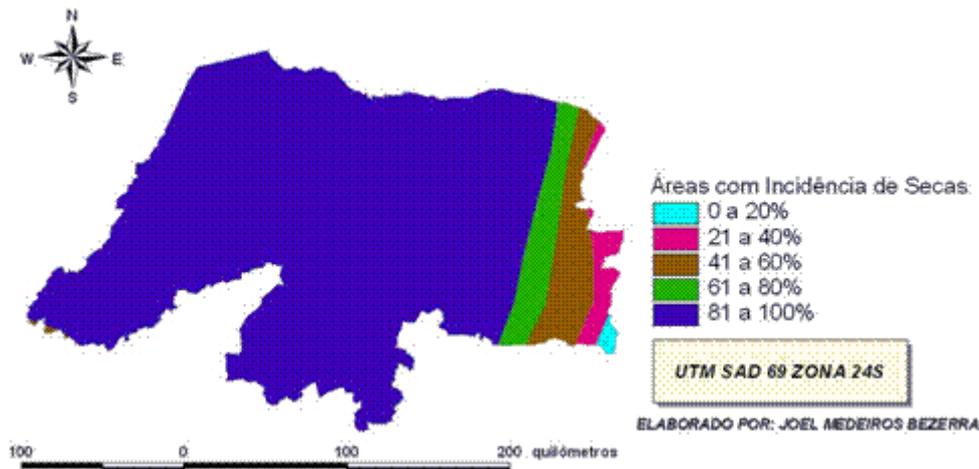
**Figura 1.** Espacialização dos índices percentuais de pobreza na área de estudo do semi-árido do Rio Grande do Norte.

Este indicador relata como a pobreza limita os investimentos e aumenta a degradação, devido o manejo inadequado dos recursos naturais, que traz como possíveis conseqüências, problemas para a economia das regiões secas. Este fornece ainda informações para o estabelecimento de projetos alternativos de geração de renda e de sistemas de segurança alimentar, orientando decisões em áreas como educação, saúde, arrendamento de terras e descentralização da aplicação dos recursos.

De acordo com os dados do IBGE (2003), verificou-se que o município de

Serra Negra do Norte apresentou o percentual mínimo de pobreza com 37,37% da população total, enquanto que o município de Serra do Mel demonstrou o percentual Máximo de pobreza com 74,75% da população total do mesmo. Verificou-se ainda que cerca de 66 municípios apresentam percentual de pobreza acima de 60%, e média de pobreza do Estado de 56,06%.

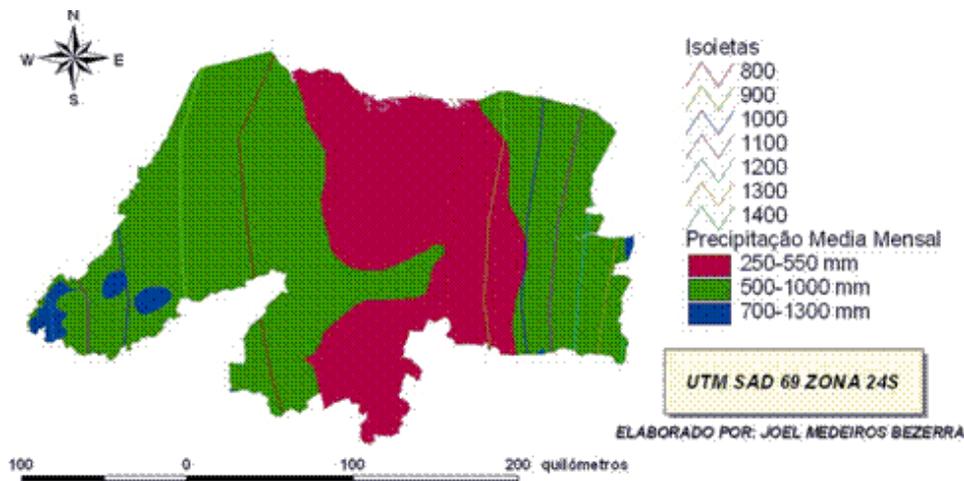
Para identificar as áreas de seca com população abaixo da linha de pobreza, foi necessário utilizar o banco de dados de áreas com incidência de secas, disponibilizado pelo MMA e IBAMA, conforme descrito na Figura 2.



**Figura 2.** Localização das áreas com incidência de secas do semi-árido do Rio Grande do Norte.

A Figura 3 representa manchas de precipitação mensal média do Estado do Rio Grande do Norte, pertencente à região do semi-árido, adquiridos no banco de

dados do Ministério do Meio Ambiente (MMA).



**Figura 3.** Manchas de precipitação mensal média, juntamente com as isoietas de precipitação do Semi-Árido do Rio Grande do Norte.

Sendo um indicador direto, quantitativo, que mede a disponibilidade de águas pluviais nos países sujeitos à desertificação e à seca, e fornece informações valiosas para o manejo dos recursos hídricos, para o planejamento

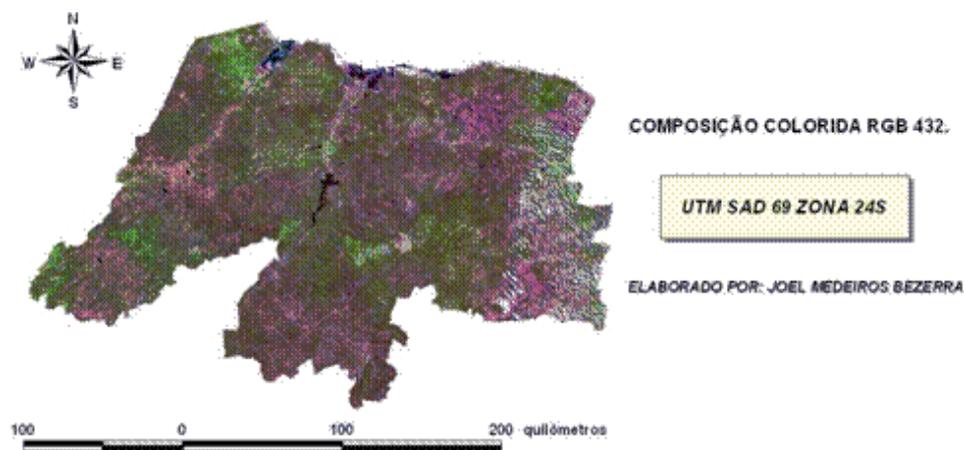
agrícola e para análises de risco. Sua avaliação é valiosa, também para o estudo das mudanças climáticas e para a elaboração de estratégias de adaptação a essas mudanças.

Por definição, as regiões semi-áridas têm fortes limitações de água doce. As precipitações podem variar consideravelmente ao longo do ano e períodos de seca prolongada podem durar vários anos. Isto proporciona uma adaptação da flora e fauna à disponibilidade de água e umidade nessas regiões.

Percebe-se que cerca de 61,38% das incidências de chuvas apresentam precipitação de 500-1000mm, sendo localizada na mesorregião do Oeste potiguar e nas proximidades da costa litorânea. Enquanto que aproximadamente

36,64% das chuvas apresentam precipitação mínima de 250-550 mm, sendo distribuídas nas mesorregiões do central e agreste potiguar. Ainda apresentando uma precipitação máxima de 700-1300 mm nas microrregiões serranas de Pau dos Ferros, Umarizal e São Miguel.

A área representada na Figura 4 é uma composição colorida RGB 432 da imagem LANDSAT, criada no *SPRING* e manipulada por outros *SIG's*, na qual foi realizado um mosaico de imagens para representar a área abrangente do estudo.



**Figura 4.** Imagem com composição colorida 432 do Semi-Árido do Rio Grande do Norte

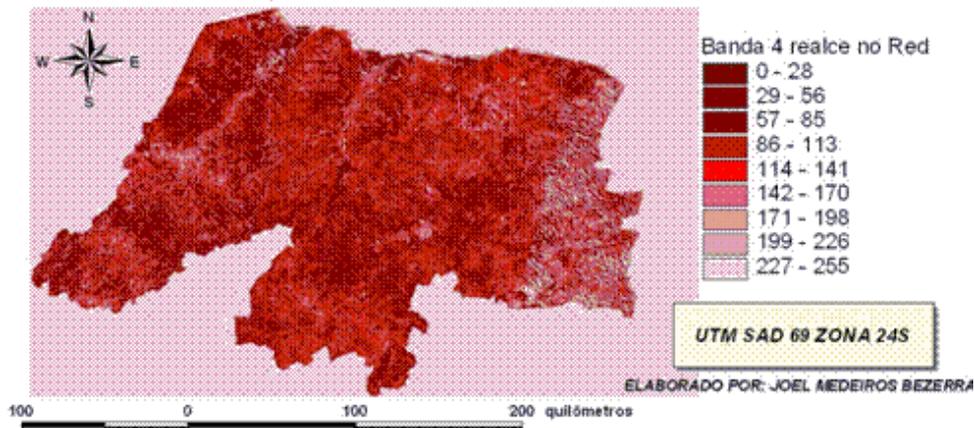
Optou-se pela banda 4 pois representa a região do espectro eletromagnético mais afetado pela vegetação, ou seja infravermelho próximo. Aplicando-se o realce sobre a banda 4, usando o canal R (*Red*) no *SIG SPRING*. Onde as tonalidades mais escuras representam maior densidade da vegetação

e mais claras, vegetação menos densa ou escassa, ou seja, analisou-se de forma que quanto mais escuro o tom de vermelho na composição maior a densidade da vegetação existente, enquanto mais próximo do branco tende a ser áreas de solo exposto ou áreas impermeabilizadas.

A prática da monocultura torna as terras improdutivas, as quais logo são abandonadas, devido a restrição da disponibilidade de nutrientes, além da compactação do solo. A destruição da cobertura vegetal protetora, os cultivos

errados, o excesso de pastagens, acabam com a vegetação e a estrutura do solo.

A Figura 5 apresenta a imagem utilizada para auxiliar a interpretação da cobertura vegetal da área de estudo.



**Figura 5.** Imagem com composição realçando a banda 4 com nível vermelho, do semi-árido do Rio Grande do Norte.

De acordo com Romeiro (2004), os estudos do IBAMA e MMA, constatou-se que o bioma predominante no semi-árido do Estado do Rio Grande do Norte foi o Caatinga hiperxerófila e hipoxerófila, em

que verificou-se ainda a grande predominância de Caatinga Aberta, com presença de atividades agropastoris. Sendo identificado cinco classes distintas, conforme apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Classes identificadas na análise da cobertura do solo.

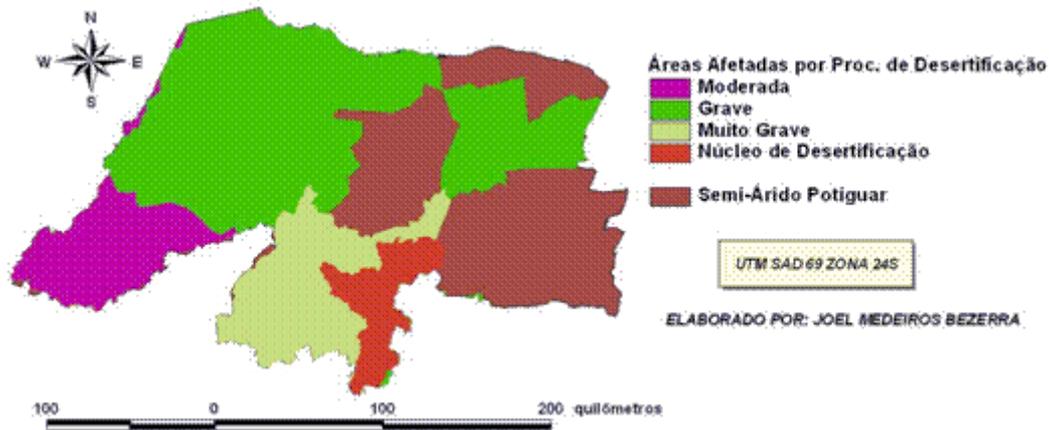
N.º	CLASSES
1	Corpos d'água
2	Vegetação caatinga rala (baixa)
3	Áreas de sobrepastagem
4	Exploração econômica
5	Solos expostos

O Indicador de Terras afetadas pela desertificação foi adquirido no banco de

dados do MMA. Este indicador avalia a extensão total e a proporção das terras

secas de um país afetadas pelo processo de desertificação. Ele mostra a severidade e a evolução temporal do problema e avalia a resposta do processo de desertificação aos

mecanismos de intervenção, conforme ilustrado na Figura 6.



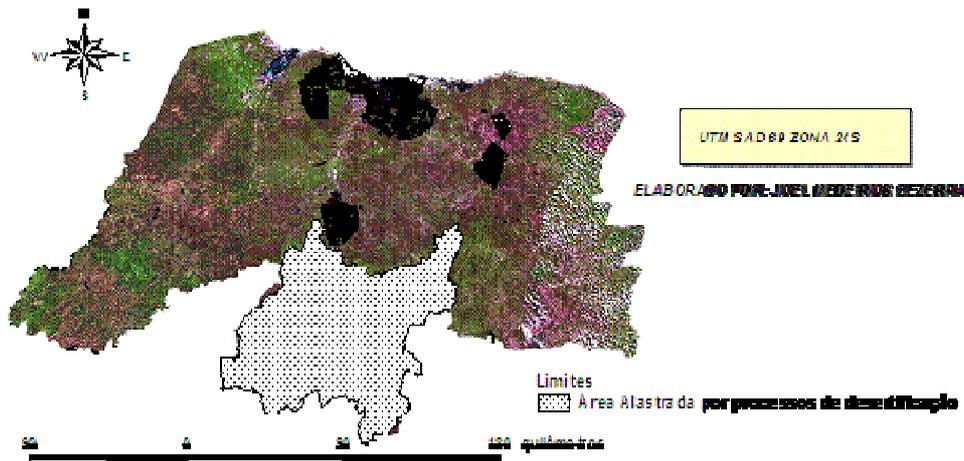
**Figura 6.** Espacialização das terras afetadas por processos de desertificação, do Semi-Árido do Rio Grande do Norte.

Percebe-se que a região Semi-Árida do Rio Grande do Norte esta sendo afetada por processos de desertificação tanto de ação de fatores naturais, como ação antrópica. Cerca de 58,84% da área total de estudo apresenta-se em estado grave, enquanto os demais representam 18,2%, 14,98% e 7,98% para as áreas em estado muito grave, moderado e núcleo de desertificação respectivamente. Sendo o núcleo de desertificação do Semi-Árido apresenta uma área de aproximadamente 278.146,19 ha.

Os quatro indicadores descritos cobrem a complexibilidade dos processos envolvidos na desertificação. A avaliação do processo de desertificação obteve melhores resultados de tais indicadores quando considerados em conjunto

permitindo a integração de informações. Sendo realizado uma análise matemática por meio de ferramentas SIG, constando de uma sobreposição de cartas georreferenciados com um datum em comum, objetivando-se identificar a área interseccionante, que correspondem às áreas propicias ao alastramento dos processos de desertificação.

A análise dos indicadores em um mesmo plano possibilita verificar que existem determinadas áreas propicias a distintos fatores propícios a processos de desertificação, o que resulta numa importância maior a mesma.



**Figura 7.** Espacialização das terras propícias ao alastramento dos processos de desertificação, do semi-árido do Rio Grande do Norte.

Verifica-se com auxílio da Figura 7, que representa o resultado da interação de todos os indicadores anteriormente destacados em um mesmo plano, sendo arbitrado área resultante pela intersecção das terras secas com teor de umidade menor que 20%, com precipitação abaixo de 600 mm, percentual de pobreza acima de 60%, cobertura vegetal de solo exposto, exploração econômica e sobrepastagem, e por fim terras afetadas de grave a muito grave grau de degradação dos solos, incluindo o núcleo de desertificação do Serído, já existente na atual área.

Sendo que os municípios mais propícios aos processos de desertificação são os localizados nas microrregiões de Angicos, Agreste Potiguar, Baixa Verde, Borborema Potiguar, Macau, Mossoró, Médio Oeste, Serra de Santana, além do Serído Ocidental e Serído Oriental, os quais são os mais impactados pelos

processos de desertificação. Observando ainda uma área total de 1.011.000 ha propícios à desertificação.

Resta a responsabilidade da tríplice esfera de poder (Federal, Estadual e Municipal) no sentido de adotarem técnicas eficientes de monitoramento através de medidas de combate e controle a desertificação, regulamentando as medidas mitigadoras dos processos desertificantes, além da implantação de estratégias de convivência com as condições agroecológicas e agroflorestais regionais. Neste sentido, a premissa básica na busca por soluções para reverter ou mitigar os processos de desertificação em curso é recuperar as áreas já degradadas e mitigar as atividades geradoras de tal processo.

#### 4. CONCLUSÕES

O uso do Geoprocessamento mostrou-se viável para estudos dessa natureza na região, pois se obtém resultados rápidos, precisos e pouco dispendiosos, extremamente significativos se considerado a carga de informação gerada.

Os quatro indicadores descritos cobrem a complexibilidade dos processos envolvidos na desertificação, permitindo a avaliação do processo de desertificação, com o auxílio dos produtos oriundos da base de dados georreferenciada atuando como apoio ao desenvolvimento e aplicação de medidas mitigadoras dirigidas e especializadas a esta questão ambiental em particular.

Percebe-se que a região Semi-Árida do Rio Grande do Norte esta sendo afetada por processos de desertificação tanto de ação de fatores naturais, como ação antrópica. Cerca de 58,84% da área total de estudo apresenta-se em estado grave, enquanto os demais representam 18,2%, 14,98% e 7,98% para as áreas em estado muito grave, moderado e núcleo de desertificação respectivamente.

A soma das áreas dos municípios mais propícios aos processos de desertificação resulta em 1.011.000 Ha, o que representa cerca de 19,03% da área do estado do Rio Grande do Norte.

Diante do exposto, conclui-se que o processo de recuperação de uma área

desertificada é complexo, pois necessita de ações capazes de controlar, prevenir e recuperar as áreas degradadas sendo de responsabilidade dos órgãos ambientais o planejamento, monitoramento e controle de tais eventos. Paralelamente a estas ações, cabe uma maior conscientização política, econômica e social no sentido de minimizar e/ou combater as ações impactantes e conseqüentemente o alastramento das áreas desertificadas.

Resta aos indivíduos que usufruem dos recursos naturais, que tenham a conscientização da preservação dos mesmos e de práticas ambientalmente corretas visando o desenvolvimento sustentável e bem estar das futuras gerações, por meio do aumento da produtividade da terra e da reabilitação, conservação e gestão sustentada dos recursos naturais, além da adequação correta do uso e ocupação do solo.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- BANCO DO NORDESTE. **Manual de impactos ambientais:** orientações básicas sobre os aspectos ambientais de atividades produtivas. Fortaleza: Banco do Nordeste, 1999. 297 p.
- BRASIL. **LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivi>

- l\_03/Leis/L6938.htm>. Acesso em: 20 ago. 2009.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal(MMA).  
**Diretrizes para a Política Nacional de Controle da Desertificação.** Brasília, 1998. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=88>>. Acesso em 04 jun. 2009.
- CONTI, J. B. O CONCEITO DE DESERTIFICAÇÃO. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, vol.3, n. 2, p. 39 – 52. jul/dez. 2008.
- EGLER, C. A. G.; CRUZ, C. B. M.; MADSEN, P. F. H.; COSTA, S. M.; SILVA, E. A. Proposta de Zoneamento Ambiental da Baía de Guanabara. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, v. 26, 2003. p. 127-138. Disponível em: <<http://www.laget.igeo.ufrj.br/egler/pdf/zeegb.pdf>>. Acesso em 22 mai. 2009.
- FERNANDES, A.; BEZERRA, P. **Estudo fitogeográfico do Brasil.** Fortaleza, Stylus Comunicação, 1990.  
<http://www.infoescola.com/geografia/desertificacao/>. Acesso em 5 jul. 2009.
- FERNANDES, J. I. C. Água no semi-árido nordestino – realidade, gerenciamento e experiências de sucesso. In: **DIÁLOGO INTERAMERICANO DE GERENCIAMENTO DE ÁGUAS**, 4. Foz do Iguaçu, 2 – 6 set. 2001. **Anais...** Brasília, MMA, 2001. 1CD.
- IBAMA. **Desertificação no Brasil.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2003. Disponível em <<http://www.ibama.gov.br>>. Acesso em 22 ago. 2009.
- IBGE – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2003). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em 7 jul. 2009.
- IBGE – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2007). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=rn>>. Acesso em 10 ago. 2009.
- JESUS, A. A. **ENSAIO DE USO DO SISTEMA MONITOR SIGINDES NO NÚCLEO DE DESERTIFICAÇÃO DE GILBUÉS – PIAUÍ.** 2006. 53p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2006. Disponível em: <[http://www.iicadesertification.org.br/imagem/noticia/File/Mon\\_Afranio.pdf](http://www.iicadesertification.org.br/imagem/noticia/File/Mon_Afranio.pdf)>. Acesso em: 16 nov. 2009.
- NIMER, E. Subsídio ao Plano de Ação Mundial para Combater a Desertificação – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v.43, n.3. 1980. p.612-637.
- ONU. CNUMAD. **Manejo de ecossistemas frágeis: a luta contra a Desertificação e a seca.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 2 ago. 1994. n. 146, seção 1. (Agenda 21).
- PAN-BRASIL - **Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca: PAN-Brasil.** – Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos, 2004. Disponível em: <

- [http://www.iicadesertification.org.br/imagem/noticia/File/Paises\\_do\\_Programa/Brasil/Reunioes\\_do\\_Plano\\_de\\_Acao\\_Nacional\\_PAN/PAN\\_BRASIL.pdf](http://www.iicadesertification.org.br/imagem/noticia/File/Paises_do_Programa/Brasil/Reunioes_do_Plano_de_Acao_Nacional_PAN/PAN_BRASIL.pdf)>. Acesso em: 30 ago. 2009.
- ROMEIRO, A. R.; ACCIOLY, L. J. O.; OLIVEIRA, M. A. J. **Avaliação e contabilização de impactos ambientais:** Indicadores de Processos de desertificação – Campinas, SP. Editora da UNICAMP, São Paulo, SP: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2004. 87-123 p.
- ROSA, R. **O Uso de SIG's para o Zoneamento: Uma Abordagem Metodológica.** 1995. 214p. Tese (Doutora em Geografia física) Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo/FFLCH/USP, São Paulo, 1995.
- SOUZA, M. J. N.; MARTINS, M. L. R.; SOARES, Z. M. L.; FREITAS FILHO, M. R. de; ALMEIDA, M. A. G. de; PINHEIRO, F. S. A.; SAMPAIO, M. A. B.; CARVALHO, G. M. B. S.; SOARES A. M. L.; GOMES, E. C. B.; SILVA, R. A. Redimensionamento da Região semi-árida do Nordeste do Brasil. In: CONFERÊNCIA NACIONAL E SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DA DESERTIFICAÇÃO. Fortaleza, 7-11. Mar. 1994. **Anais...** Brasília, Fundação Grupo Esquel Brasil, 1994. p. 383-404.
- UNITED NATIONS CONFERENCE ON DESERTIFICATION (UNCOD). 29 Aug. – 9 Sept., Nairobi, 1977. World map of desertification; at a scale of 1:25000000. Explanatory Note. Rome, FAO/UNECO/WMO, 1977. 10p. In: JESUS, A. A. Ensaio de uso do sistema monitor sigindes no núcleo de desertificação de Gilbués – PIAUÍ. 2006. 53p. **Monografia** (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2006. Disponível em: <[http://www.iicadesertification.org.br/imagem/noticia/File/Mon\\_Afranio.pdf](http://www.iicadesertification.org.br/imagem/noticia/File/Mon_Afranio.pdf)>. Acesso em: 16 nov. 2009.
- VALLADARES, G. S.; FARIA, A. L. L. Sig na Análise do Risco de Salinização na Bacia do Rio Coruripe, AL. **Engevista**, v. 6, n. 3, p. 86-98, dez. 2004. Disponível em: <[http://www.uff.br/engevista/3\\_6Engevista7.pdf](http://www.uff.br/engevista/3_6Engevista7.pdf)>. Acesso em: 27 ago. 2009.
- VASCONCELOS S, J. **O grande deserto central brasileiro.** In: As regiões naturais no nordeste, o meio e a civilização. Recife, CONDEPE, 1971.