

Avaliação da susceptibilidade à degradação ambiental em um município serrano do semiárido do Brasil (Cerro Corá-RN)

Evaluation of susceptibility to environmental degradation in a mountain municipality at semi-arid region of Brazil (Cerro Corá-RN)

Henrique Roque Dantas

Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil
hrdantas@yahoo.com.br

Jânio Carlos Fernandes Guedes

Doutorando em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em
Geografia da Universidade Federal do Ceará – UFC.
janiocf.guedes@gmail.com

Diógenes Félix da Silva Costa

Prof. Dr. do Programa de Pós-Graduação em Geografia
Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Campus de Caicó, Brasil
diogenesgeo@gmail.com

Fernando Moreira da Silva

Prof. Dr. do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento
e Meio Ambiente, Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Campus de Natal, Brasil
fmoreyra@ufrnet.br

Resumo

Os processos de ocupação e evolução dos ambientes naturais em decorrência de um processo desordenado de implementação de práticas econômicas agrosilvopastoris, desempenham um papel determinante de degradação da paisagem do semiárido Nordeste. A Serra de Santana apresenta elementos naturais importantes para o estado do Rio Grande do Norte como a nascente do Rio Potengi. O presente trabalho teve como objetivo analisar o grau de susceptibilidade de degradação no município de Cerro Corá - RN. Foram utilizadas imagens de satélite Landsat-5 e dados censitários referente ao ano de 2008. Como método fez-se uso da proposta de Karmieczak e Seabra (2007) que contempla uso do solo, NDVI, precipitação, pecuária e erodibilidade na avaliação da degradação ambiental. Os resultados mostraram que em a maioria do município de Cerro Corá apresenta uma susceptibilidade de baixa a média, que juntos representam 63,92% do município. Um sistema de informação Geográfica torna-se indispensável no monitoramento ambiental de Cerro Corá/RN.

Palavras-chave: LANDSAT, Indicadores de degradação ambiental, Geoprocessamento, uso do solo.

Abstract

The occupation processes and evolution of natural environments due to a disorderly process of implementing agrosilvopastoris economic practices, play a decisive role in degradation of the Northeastern semi-arid landscape. The Serra de Santana presents important natural elements for the state of Rio Grande do Norte as the source of the Potengi River. The present work had as objective

to analyze the degree of susceptibility of degradation in the municipality of Cerro Corá - RN. Landsat-5 satellite images were used and census data for the year 2008. As a method made use of the proposed Karmieczak and Seabra (2007) which includes land use, NDVI, precipitation, livestock and erodibility in the evaluation of environmental degradation. The results showed that in most of the municipality of Cerro Cora has a low susceptibility average, which together account for 63.92% of the municipality. A geographic information system becomes indispensable in the environmental monitoring of Cerro Corá/RN

Keywords: LANDSAT, Indicators of environmental degradation, Geoprocessing, Use of Soil.

1. INTRODUÇÃO

O Semiárido brasileiro ocupa quase todo o Nordeste apresentando severas condições edafoclimáticas, onde predomina o clima semiárido, com pluviosidade baixa e irregular, solos rasos e pedregosos, situação na qual a escassez de chuvas regulares implica ainda mais nos processos erosivos da região.

A vegetação de Caatinga é um dos componentes vegetacionais brasileiros frágeis, isso devido a baixa disponibilidade hídrica que é uma das causas da baixa pobreza do solo, essa disponibilidade também é afetada pela distribuição das chuvas ao longo do ano e pela capacidade de retenção de umidade dos solos (SAMPAIO, 2003).

Dentro dessa composição de vegetação de Caatinga, destaca-se a Serra de Santana, localizada na região Seridó do Rio Grande do Norte, que apresenta-se como uma unidade geomorfológica de caráter peculiar e bastante importante para todo Estado, cujos elementos geoambientais “apresentam homogeneidade com relação a determinados fatores ambientais de interesse e que caracterizam-se geomorfologicamente por sua formação planáltica e cume achatado.” (MAFRA, 2005; IDEMA, 2002).

A composição florística da serra varia de acordo com a região onde está localizada, podendo ser típica de Caatinga no Sertão, ou ainda caracterizada por formações associadas à Mata Atlântica, como os brejos de altitude nas serras úmidas do Estado, onde se verifica a existência de uma floresta sub-perenifólia (IDEMA, 2002).

Em certas localidades da Serra de Santana, apresenta-se em Biostasia, que são aqueles ambientes que apresentam uma boa cobertura vegetal, predominância do componente perpendicular, escoamento superficial das águas debilitado, pedogênese e acumulação de nutrientes essenciais no solo (...) essa fase representa a fase de maior equilíbrio climático dentre todos os elementos geoecológicos existentes (GUERRA, 2010). Mesmo encontrando corredores em Biostasia, este ecossistema está inserido na região Seridó, à qual é considerada como um dos quatro núcleos do país onde apresenta maior avanço da desertificação no semiárido brasileiro (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2005).

Apesar da impactação causada pelo uso indevido dos seus recursos naturais, a Serra de Santana apresenta vários fatores e elementos que merecem ser conservados, tendo em vista o inúmero valor ecológico que essa região possui. Estes elementos vão desde uma biodiversidade faunística e florística peculiar, como também as nascentes de rios importantes para o estado, como é o caso do Rio Potengi, o principal rio do estado, que nasce no município de Cerro Corá (IDEMA, 2002).

O processo de fragmentação da paisagem tem sérias implicações para a sobrevivência das espécies presentes nos fragmentos, representando uma das principais preocupações atuais no planejamento paisagístico. Os fragmentos remanescentes representam locais de grande importância para a conservação da biodiversidade e, ao mesmo tempo, encontram-se bastante ameaçados, seja pelos impactos provenientes do entorno, seja por sua vulnerabilidade ecológica decorrente de seu tamanho reduzido. (SILVA; ALTIMARE; LIMA, 2006).

Do ponto de vista técnico científico, imagens de sensoriamento remoto vêm servindo de fontes de dados para estudos e levantamentos geológicos, ambientais, agrícolas, cartográficos, florestais e urbanos. Acima de tudo, as imagens de sensoriamento remoto passaram a representar uma das únicas formas viáveis de monitoramento ambiental em escalas locais e globais, devido a rapidez, periodicidade e visão sinóptica que as caracterizam (CRÓSTA, 1993).

A fim de avaliar os processos de uso ocupação do solo do respectivo município, o objetivo principal desta pesquisa é avaliar o grau de suscetibilidade à degradação do município de Cerro Corá/RN, fazendo uso de técnicas de sensoriamento remoto.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

O município de Cerro Corá localiza-se na Serra de Santana, Seridó Potiguar (Figura 1), numa altitude de 575m, possui uma área de área Total de 393,57 km², equivalente a 0,76% da superfície estadual. Possui uma população total de 10.916 habitantes e qualificado com um IDH médio de 0,592 ocupando a 147ª posição no RN (IDEMA, 2008).

Situada na porção centro ocidental do estado, de acordo com a classificação de Köppen, apresenta um clima muito quente, semiárido, seco de estepe com inverno seco (BSw'h), com estação chuvosa atrasando-se para o outono, apresentando uma pluviosidade média de 500 a 600 mm anuais e temperaturas médias de 27° C (IDEMA, 2008).

Em sua geomorfologia predominam relevos de topo convexos com diferentes ordens de aprofundamento de drenagem separados por vales em “V” e eventualmente por vales de fundo plano. À oeste encontra-se rochas sedimentares da Formação Serra dos Martins (base do Grupo

Barreiras), de Idade Terciária Inferior, 60 milhões de anos, com arenitos, arenitos caulínicos, conglomerados e siltitos, que apresentam espessura em torno de 30 metros. Estes sedimentos geomorfologicamente constituem uma superfície tabular erosiva que é caracterizada por relevo residual de topo plano testemunho de superfície de erosão, geralmente limitada por escarpas erosivas, com diferentes níveis altimétricos, na realidade, restos de uma cobertura sedimentar outrora muito mais extensa que foi quase completamente erodida.

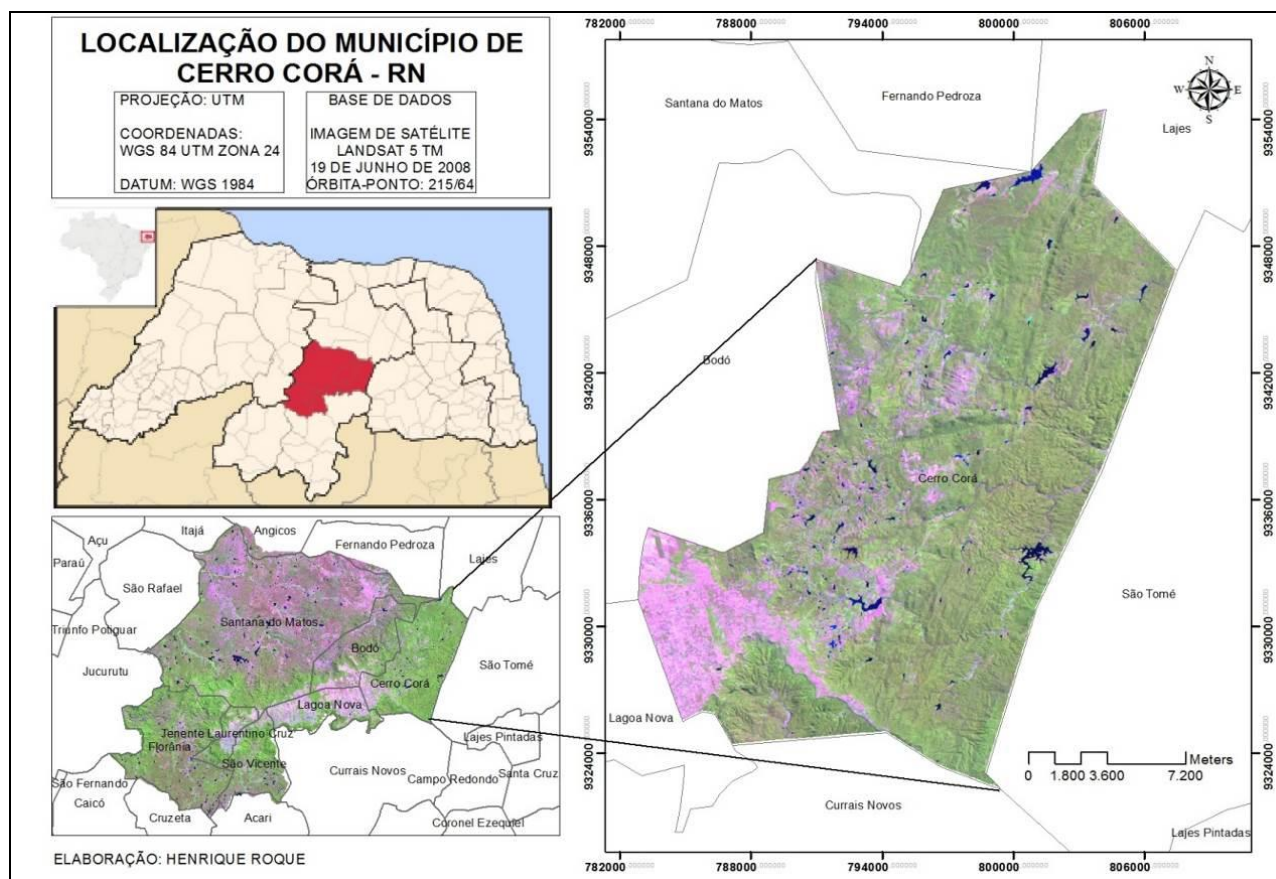


Figura 1 – Localização de Cerro Corá-RN.

Fonte – Elaborado por HR Dantas.

2.2 PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

Tendo em vista a grande extensão geográfica desta unidade geoambiental, faz-se necessário a utilização de geotecnologias apropriadas para se visualizar e pesquisar a área estudada.

Sendo assim, foram utilizadas imagens dos sensores Landsat Thematic Mapper (TM) referentes às seis bandas da faixa do visível e infravermelho com resolução de 30 metros datada de 16 de junho de 2008 para remontar a composição colorida; estas imagens foram submetidas à calibração radiométrica e geométrica, com os pixels alinhados com a grade da projeção UTM. Todas as imagens foram obtidas gratuitamente e baixadas do banco de dados de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

As etapas metodológicas para a vetorização das classes dos indicadores foram divididas em: 1) levantamento bibliográfico e cartográfico da área estudada; 2) processamento digital das imagens; 3) classificação e quantificação de área das diferentes classes utilizadas; e 4) realização de campanhas de campo para comparação das classes previamente identificadas nas imagens. Para tanto, foram utilizados um aparelho GNSS Garmin (Código C.A.) e pranchetas de campo para colheita dos dados em foco.

Os Procedimentos de Edição de dados vetoriais e matriciais foram realizados utilizando-se do software Arcgis e ENVI, bem como para o processamento digital de imagens e elaboração dos mapas temáticos.

A escolha dos indicadores, como forma de mensurar e qualificar a degradação, deve ser voltada essencialmente à realidade da região em pesquisa, e fornecer informações de maneira rápida e eficiente necessárias a geração do Índice de Susceptibilidade de Degradação Ambiental – **ISDA** no município de Cerro Corá/RN. Nesse âmbito, os indicadores foram baseados em Kazmierczak e Seabra (2007), de onde foram selecionados em Kazmierczak (1996), dentre 93 indicadores, apenas 21, e após uma segunda triagem escolhidos 5 indicadores.

Os indicadores selecionados pelo autor foram escolhidos e voltados principalmente para áreas do cerrado paulista, no entanto, alguns indicadores foram adaptados essencialmente para a realidade da região semiárida e da caatinga do município de Cerro Corá. Os indicadores requeridos no método utilizado foram:

- **Uso do Solo;** o uso atual do solo é um fator relevante no controle da erosão do solo.
- **Índice de Vegetação por Diferença no Normalizada (NDVI);** áreas com maior concentração de biomassa tendem a oferecer maior proteção ao solo, atenuando o impacto da chuva e do vento.
- **Precipitação;** um dos elementos-chave na distribuição da vegetação, a precipitação pode apresentar uma alta variabilidade tanto espacial quanto temporal.
- **Pressão exercida pela pecuária;** a compactação dos solos resultante da pecuária é refletida na menor disponibilidade de água, que por sua vez influencia a atividade da biota do solo, a dinâmica do ciclo de nitrogênio, o vigor vascular da planta, a sua reprodução e a taxa de decomposição da matéria orgânica do solo.
- **Erodibilidade:** analisando-se o tipo de solo e a declividade pode-se ter uma noção da fragilidade do ambiente em relação ao seu potencial de erosão.

Após a seleção dos indicadores foram realizadas a estatística descritiva para cada indicador (média, variância, moda, etc.), obtendo os valores necessários à quantificação das variáveis proposta pelo ISDA. A amplitude de cada indicador foi divididas em 5 valores, relacionados a classes do ISDA e cores, conforme mostra a tabela 1:

Tabela 1 – Quantificação das classes do ISDA.

VALOR	CLASSE	COR
1	Muito Baixo	Azul escuro
2	Baixo	Azul Claro
3	Médio	Verde Claro
4	Alto	Laranja
5	Muito Alto	Vermelho

Fonte – Elaborado por HR Dantas.

2.2.1 Geração do Indicador de uso do solo

Para a geração da carta de uso do solo foram obtidas imagens de satélites através do banco de dados do INPE, nesse caso, foi selecionada uma imagem LANDSAT 6 datada de 19 de junho de 2008. A imagem foi tratada para correção atmosférica, reflectância e radiância para o processamento utilizando o ARCGIS 10, sendo posteriormente processada utilizando o método de Classificação Supervisionada, que define as classes de solo de acordo com a reflectância da superfície terrestre, correlacionando os pixels de determinada classe. Neste método, as imagens são classificadas individualmente por métodos computacionais e depois são comparadas extraindo e quantificando as áreas de mudança.

Esta técnica de classificação de mudanças na paisagem apresenta as seguintes vantagens: (a) fácil atualização ao longo do tempo favorecendo o monitoramento; (b) permite compensar as variações provenientes das condições atmosféricas, mudanças fenológicas e umidade de solo, devido à independência na confecção do mapa temático; e (c) permite integrar e comparar imagens de sensores com diferentes resoluções espaciais, espectrais, temporais e radiométricas (MENKE et al., 2009).

2.2.2 Geração do indicador de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)

Diversos índices de vegetação têm sido propostos na literatura com o objetivo de explorar as propriedades espectrais da vegetação, esses índices são relacionados a parâmetros biofísicos da cobertura vegetal, como biomassa e índice de área foliar, além de minimizarem os efeitos de iluminação da cena, declividade da superfície e geometria de aquisição que influenciam os valores de Reflectância da Vegetação. Dentre estes o NDVI é um índice amplamente utilizado até os dias

atuais, tendo sido explorado em estudos de culturas agrícolas, florestais e climáticos, cuja formulação consiste de um balanço de energia nos espectros do infravermelho próximo ($0,76\mu$ a $0,90\mu$) e do vermelho ($0,76\mu$ a $0,90\mu$) (PONZONI; SHIMABUKURO; KUPLICH, 2012).

2.2.3 Geração do Indicador de precipitação

Os dados de precipitação foram obtidos juntos à Empresa de Pesquisa Agropecuária do RN - EMPARN (2011), utilizando dados pluviométricos da microrregião do Sertidó Potiguar, cujas médias anuais foram analisadas pelo método de interpolação *Spline*, suavizando a curvatura da superfície isoiética, posteriormente recortado aos limites do município de Cerro Corá-RN. O método *Spline* melhora a incorporação do terreno ao campo de precipitação (HOFIERKA, 2002; MARKUZZO, 2010).

2.2.4 Geração do indicador de Pressão Exercida pela Pecuária

Foram obtidos dados referentes aos rebanhos junto ao IDEMA (2006), com o intuito de quantificar os rebanhos que utilizariam a área total do município como pastagem, no caso os rebanhos de bovinos, equinos, asininos, muares, ovinos e caprinos. Na área total do município foram subtraídas apenas as áreas que não seriam propícias à pastagem, no caso os corpos d'água e a zona urbana.

2.2.5 Geração do Indicador de Erodibilidade

A geração do mapa de erodibilidade envolve a vetorização de duas vertentes, o mapa de solos obtidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Solos (2006), e um mapa de declividade criado através de imagens SRTM obtidas por EMBRAPA Monitoramento por Satélites (MIRANDA, 2005).

O mapa de solos foi recortado aos limites do município de Cerro Corá-RN, e vetorizado identificando o solo referente a área do município como Neossolo Litólicos Eutróficos. A imagem SRTM foi processada gerando um modelo de elevação de terreno, a qual foi fatiada seguindo os seguintes valores: 0 a 6%, 6 a 12%, 12 a 20%, 20 a 45% e maior que 45%. A erodibilidade foi calculada fazendo a junção da declividade com o potencial à erosão do tipo de solo.

2.2.6 Geração do ISDA

Para gerar o mapa de susceptibilidade à degradação ambiental do município de Cerro Corá, todos os indicadores foram divididos em 5 índices, de acordo com cada classe estabelecida para cada índice. O ISDA pode variar de 5 a 25, sendo dado pela equação algébrica seguir:

$$\text{ISDA} = \text{USO} + \text{NDVI} + \text{PPT} + \text{PEP} + \text{ERRO}$$

Onde USO é Uso do Solo, NDVI é Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, PPT é a Precipitação, PEP é a Pressão Exercida pela Pecuária e ERRO é o Potencial de Erodibilidade.

Cada classe de cada indicador possui pesos e valores iguais, isso é feito para que sejam computadas e se possa espacializar o ISDA, com as quantificações e proporções das áreas mais susceptíveis e frágeis às atividades degradantes.

Após a elaboração do mapa geral do Índice de Suscetibilidade à Degradação Ambiental, fez-se necessário a aplicação de um método para suavização das bordas, “Filtro Majoritário” Segundo Spínola (2011) o Filtro Majoritário torna o mapa esteticamente mais agradável, especialmente quando se reduz a escala (SPÍNOLA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise dos Indicadores

O indicador de Uso do Solo foi readaptado para sua utilização em um ambiente semiárido, derivando seus índices de acordo com as culturas da produção agrícola e seus usos (Tabela 2). Os indicadores e seus valores e o mapa gerado (Figura 3) respectivamente são:

Tabela 2 – Classes de uso do solo.

Classe	Peso
Caatinga Densa	1
Área Urbana	4
Agricultura Permanente	2
Agricultura Temporária	3
Corpos D'água	1
Solo Exposto	5
Mata Ciliar	1

Fonte – Elaborado por HR Dantas.

As imagens supervisionadamente classificadas para uso do solo (Figura 3) revelam que um total de 39,66% do município apresenta áreas antropizadas. A área que maior ocupa o espaço do município ainda são áreas de caatinga densa com 57,37% da área total, seguidas de agricultura temporária (23,21%), agricultura permanente (11,02%) e solo exposto.

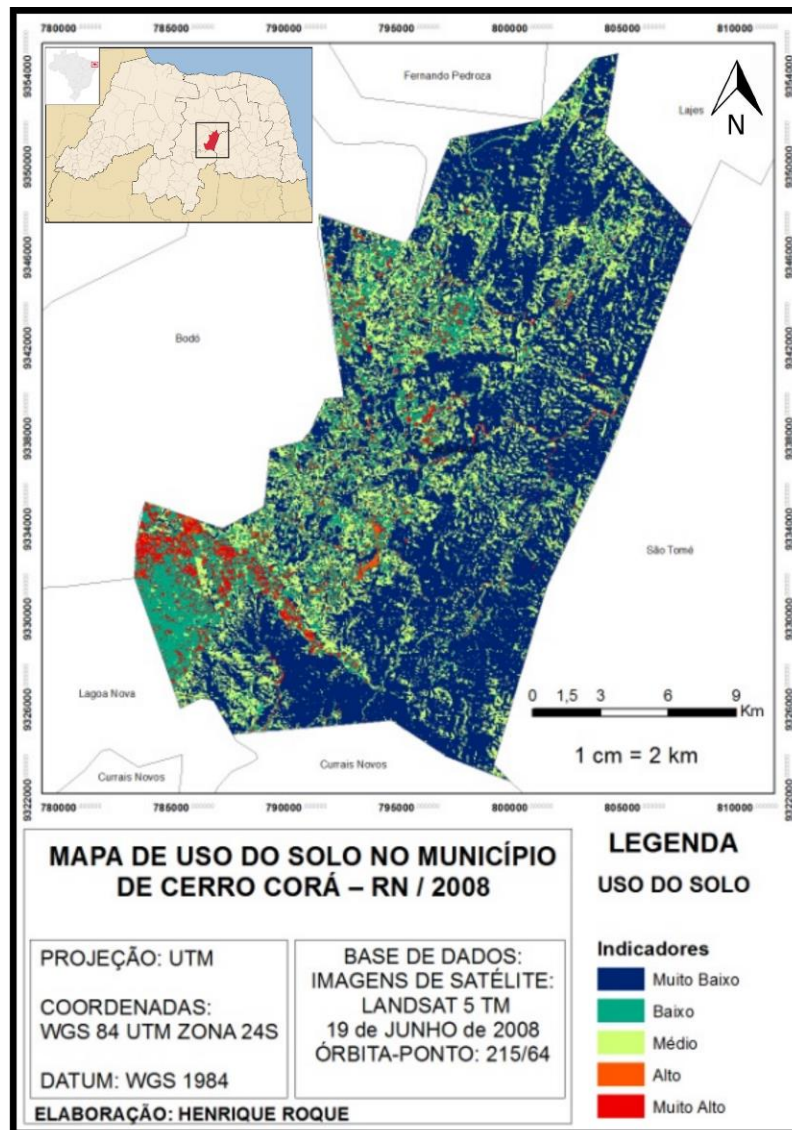


Figura 3 – Mapa de uso do solo de Cerro Corá – RN.

Fonte – Elaborado por HR Dantas.

Os valores de reflectância do NDVI variam entre -1 e 1, no qual o menor valor apresenta menor biomassa vegetal e o maior valor uma área com maior cobertura vegetal. No entanto a variância do NDVI para o município de Cerro Corá apresentou apenas os valores mínimo e máximo entre -1 e 0,82. Desses, foram calculados a média e dividida em 5 valores propostos pelo ISDA, o que gerou um percentil de 0,36 entre cada indicador (Tabela 3):

Tabela 3 – Indicador: Índice de Vegetação por Diferença Normalizada-NDVI.

NDVI	Peso	CLASSIFICAÇÃO
-1 > -0,63	5	Muito Alto
-0,63 > -0,27	4	Alto
-0,27 > 0,09	3	Médio
0,09 > 0,45	2	Baixo
0,45 > 0,82	1	Muito Baixo

Fonte – Elaborado por HR Dantas.

No NDVI a classificação dos indicadores foi invertida, pois os valores negativos apresentam menor biomassa, em decorrência maior prospecção a degradação, e consequentemente os maiores valores maior biomassa, gerando o segundo indicador (NDVI).

Na análise do mapa de NDVI (figura 4), observa-se que as áreas que apresentam uma biomassa alta e muito alta cobre maior parte da área de Cerro Corá, possuindo um total de 84,93%.

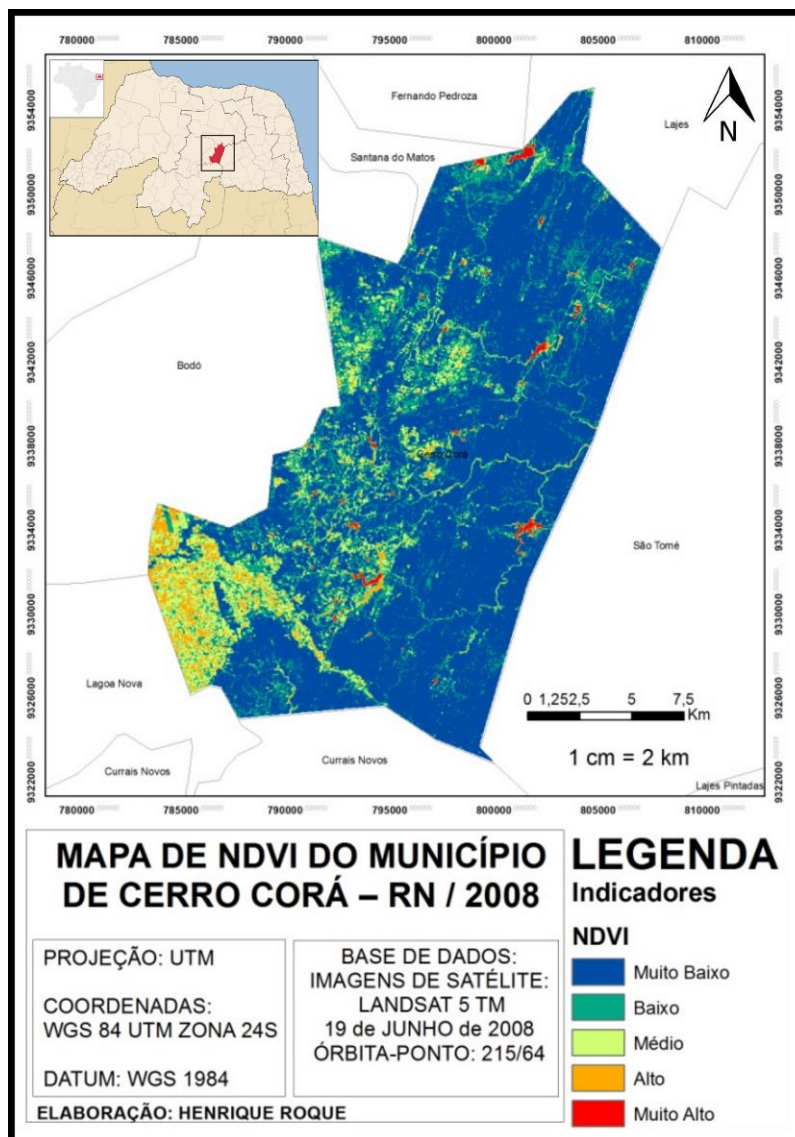


Figura 4 – Mapa de NDVI de Cerro Corá RN.

Fonte – Elaborado por HR Dantas.

Os motivos pelos quais estas zonas apresentam estar mais bem conservadas, deve-se à localização geográfica em áreas de maior declive, como pode ser visto na figura 7, não estando aptas à implementação de práticas agropastoris.

Em sentido contrário, as áreas mais planas, localizadas a Sudoeste do município, apresentam pouquíssimas ou nenhuma cobertura vegetal ou biomassa, em decorrência de estarem mais propensas à agricultura permanente ou temporária.

As médias de precipitação apresentaram no município de Cerro Corá uma variação de 500 a 675 mm, respectivamente (Tabela 4), gerando o mapa do terceiro indicador (precipitação).

Tabela 4 – Índice de Precipitação (mm).

Precipitação (mm)	Peso	CLASSIFICAÇÃO
501 - 536	1	Muito Baixo
537 - 571	2	Baixo
572 - 605	3	Médio
606 - 640	4	Alto
641 - 675	5	Muito Alto

Fonte – Elaborado por HR Dantas.

A incidência de maiores volumes de chuvas contribui para uma maior erodibilidade de solo, embora as áreas de maior precipitação sejam as mesmas áreas que apresentam uma boa cobertura vegetal, não representando um valor alto no ISDA.

Para a vetorização do mapa da Pressão Exercida pela Pecuária o valor total dos rebanhos foi dividido pela área total ocupada pelas pastagens (Tabela 5), dessa forma gerando o quarto indicador (Pressão exercida pela pecuária).

Tabela 5 – Média da Pressão Exercida pela Pecuária.

REBANHO	10.809
TOTAL DE ÁREA DE PASTO	372.373.773 m ²
TOTAL	0,29 animais por hectare²

Fonte – Elaborado por HR Dantas.

A Pressão Exercida pela Pecuária (figura 6) está voltada ao efetivo de rebanhos e a capacidade de suporte do município de Cerro Corá – RN.

De acordo com Santos et al. (2003) a média de capacidade suporte da pecuária variam de 0,29 a 0,45 animais por hectare. Dessa forma, o município de Cerro Corá apresenta uma unidade média de 0,29 animais por hectare, representando assim uma baixa degradação por parte da pecuária do município.

De acordo com Karmieczak e Seabra (2007) o Neossolo Litólico Eutrófico segue o seguinte grau de erosão do solo mostrado na Tabela 6 que contribuiu para a geração do quinto indicador (Erodibilidade).

No mapa de Erodibilidade figura 7, observa-se que 73,97% do município encontra-se em áreas com declive entre 6 e 45%. Relacionando esse mapa com o de uso do solo (Figura 3) pode-se notar que as áreas com maior declive são as menos afetadas antropicamente, sendo estas menos propícias à prática de atividades econômicas como a agricultura permanente. Dessa forma a declividade se torna fator importante para proteção do solo, pois sem a ocupação inadequada e a retirada da cobertura vegetal para fins diversos, o solo fica protegido às dinâmicas de erosão

laminar causadas pelas chuvas, e consequentemente ao deslocamento gravitacional de massa. As áreas com declive menor que 6% ocupam uma área total de 26,03% e é praticamente toda aproveitada para agricultura e zonas criação extensiva.

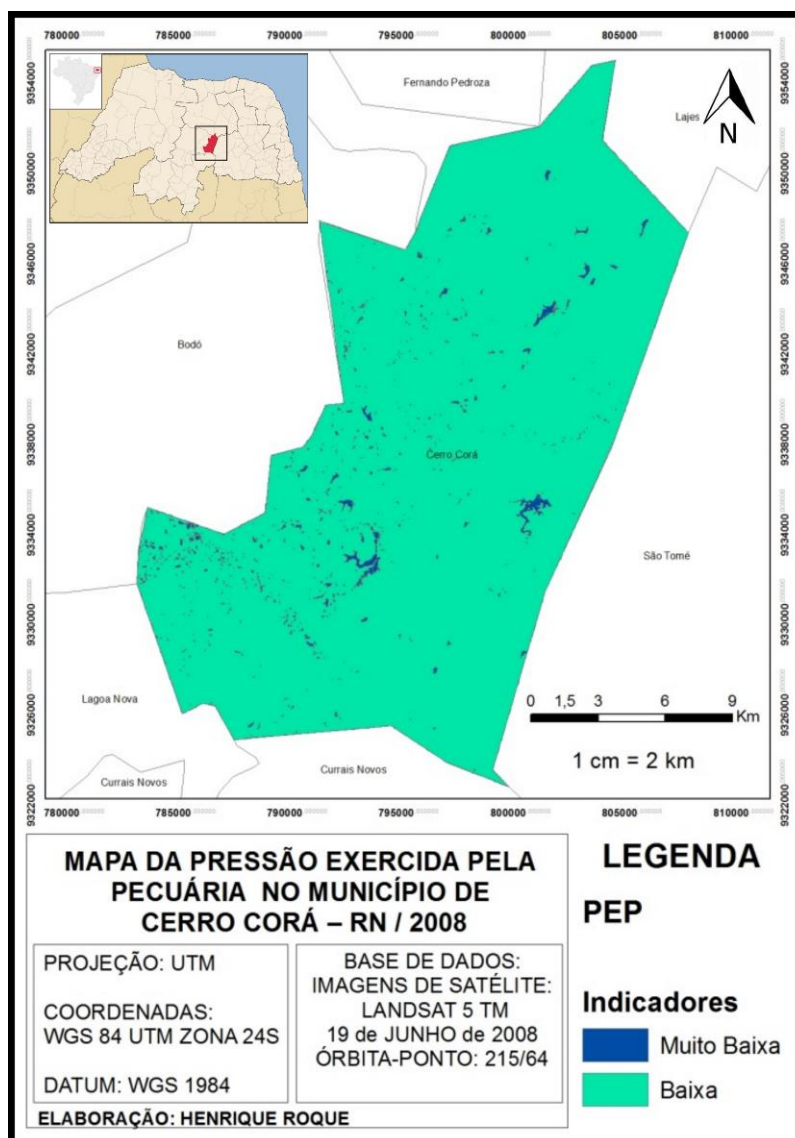


Figura 6: Mapa da Pressão Exercida pela Pecuária (PEP).

Fonte – Elaborado por HR Dantas.

Tabela 6 – Erodibilidade do Neossolo Litólico Eutrófico.

ERODIBILIDADE	Peso	CLASSIFICAÇÃO
0 a 6%	1	Muito Baixo
6 a 12%	2	Baixo
12 a 20%	3	Médio
20 a 45%	4	Alto
> 45%	5	Muito Alto

Fonte – Elaborado por HR Dantas.

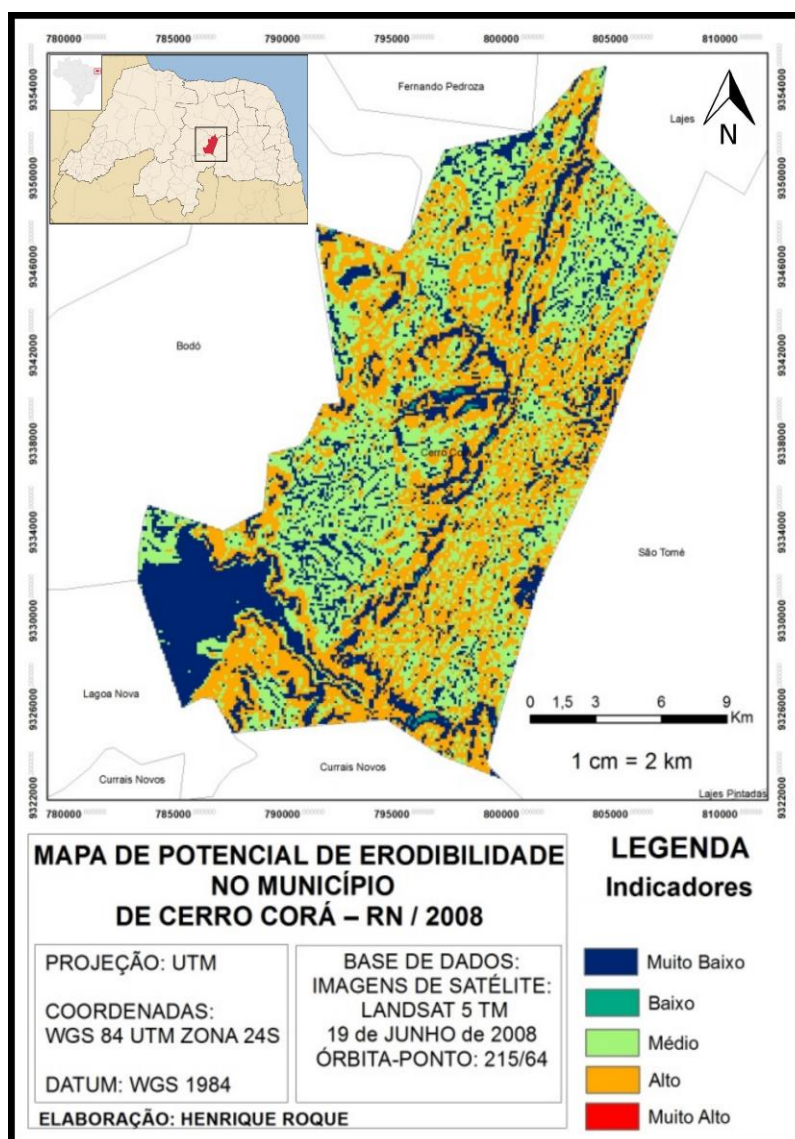


Figura 7 – Mapa de Erodibilidade do solo.

Fonte – Elaborado por HR Dantas.

3.2 Índice de Susceptibilidade de Degradação Ambiental – ISDA

A integração dos indicadores gerou um mapa qualitativo do grau de susceptibilidade a degradação no município de Cerro Corá/RN (Figura 8 e Tabela 7).

Como se pode verificar, existe a favorabilidade à degradação em todos os níveis do método (muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto). Os níveis mais elevados estão alocados a sudoeste do município, região que concentra as áreas mais favoráveis à práticas agrosilvopastoris por encontrar-se em um relevo plano e pouco acidentado.

Os níveis moderados de “Médio” (24,60%) e “Baixa” (39,32%) susceptibilidade à degradação, alocados desde o Nordeste a faixa sul do município, são áreas que apresentam um grau de declividade um pouco acentuado de 6 a 20%, zonas estas ocupadas pela zona urbana da cidade,

assentamentos rurais, bem como de represas de açudes utilizados para abastecimento público e de pequenas propriedades rurais.

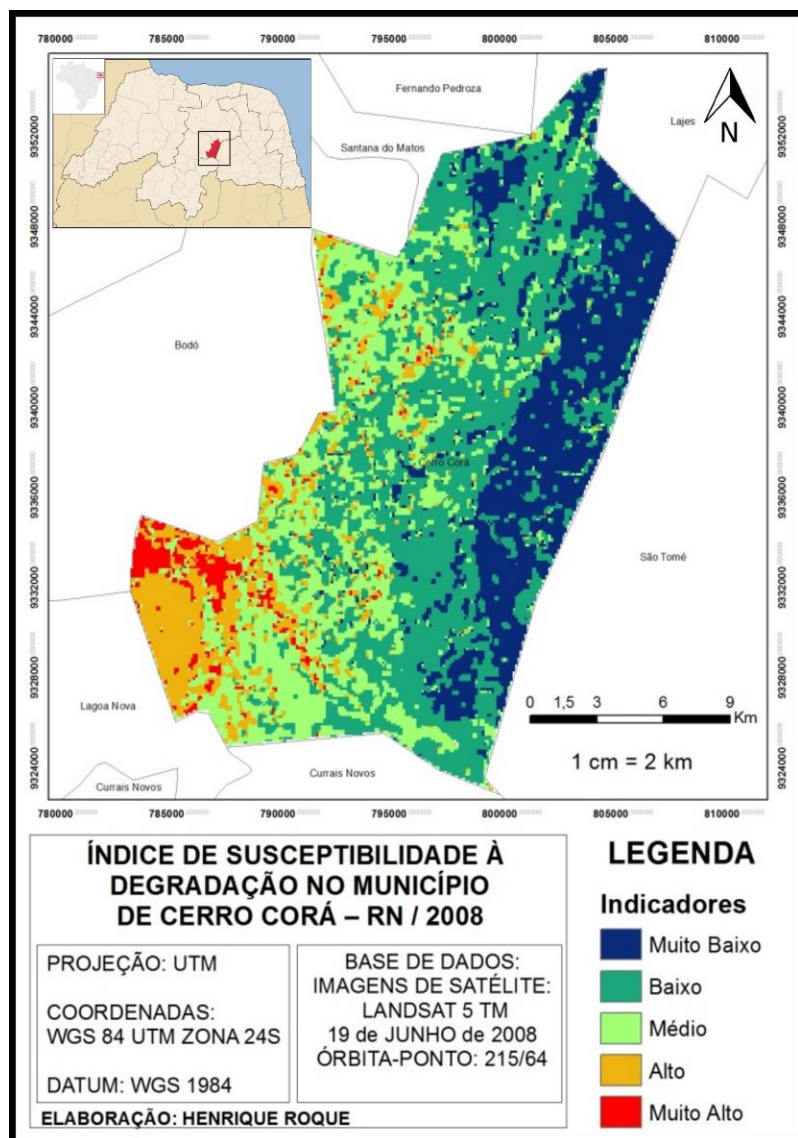


Figura 8 – Mapa do Índice de Susceptibilidade à Degradação Ambiental.
Fonte – Elaborado por HR Dantas.

Tabela 7 – Porcentagem por classe do ISDA.

CLASSE	ÁREA (ha)	%
Muito Baixa	8.965	22,76%
Baixa	15.480	39,32%
Médio	9.684	24,60%
Alta	4.055	10,30%
Muito Alta	1.189	3,02%
Total	39.373	100,00%

A área de “Muito Baixa” suscetibilidade ocupa 22,76% do território municipal, que vai da faixa Nordeste a Sudeste do município apresenta-se com um declive bastante acentuado desfavorecendo sua utilização para atividades econômicas, o que contribui naturalmente para manter o estado natural da vegetação da área.

Contudo, o município, em sua maioria absoluta, apresenta-se com uma desprezível degradação ambiental, entre as classes “Alto” e “Muito Alto” representam apenas 13,32%, enquanto as áreas definidas como “Médio” apresentam 24,50% de degradação.

Os mapas mostram que o método ISDA, mesmo linear, apresenta uma forma de monitorar a favorabilidade à degradação ambiental no semiárido do Nordeste Brasileiro, constituindo uma ferramenta eficaz no processo de modelagem ambiental.

A retirada desses recursos é feita sem maiores cuidados de manejo ou conservação dos ecossistemas de cada localidade. Tais práticas como agricultura e pecuária, se feito de forma desordenada acabam quebrando os ciclos de um ecossistema e sobrecarregando sua capacidade de suporte e resiliência.

A fim de discutir os resultados, O Índice de Susceptibilidade de Degradação Ambiental – ISDA, foi aplicado por Candido, (2008) na Bacia Hidrográfica do Rio Uberaba em Minas Gerais, onde os processos de degradação ambiental em níveis “acentuado” e “severo”, juntos, segundo o mesmo autor, representam 52,06 % de toda extensão da bacia, inclusive atingindo áreas protegidas por lei, necessitando, portanto, de ações imediatas, tanto dos produtores rurais como do poder público, no sentido de repensar o modelo atual de exploração das terras e a adoção de técnicas de recuperação destas áreas.

Kazmierczak & Seabra (2007), aplicaram o Índice de susceptibilidade de degradação ambiental [ISDA] em áreas do cerrado paulista. Esses mesmos autores chegaram a conclusão de que a existência de processos de degradação ambiental pode ser atribuída como a resultante de dois elementos básicos: a existência de condições físicas favoráveis (solo, vegetação e topografia); e a ruptura do sistema ecológico, causada pelo mau uso da terra e pela demanda crescente, já que para atender as demandas industriais e para sua própria sobrevivência, o homem passou a exercer uma pressão cada vez maior sobre os recursos naturais.

Por sua vez, Lima (2014), ao realizar uma análise temporal da cobertura e uso da terra como subsídio ao estudo de degradação ambiental da Serra da Meruoca – Ceará, observou que há uma tendência que os desequilíbrios ambientais se intensifiquem na área de estudo em questão, constatado principalmente no que se refere ao acelerado crescimento demográfico, com o continuo emprego de técnicas rudimentares na agricultura, com a prática de queimadas, as quais tomam proporções preocupantes e com a supressão da cobertura vegetal, conclui-se que a pressão sobre os recursos naturais renováveis da Serra da Meruoca-CE tende a ampliar.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo proposto aplicado no semiárido Nordestino, Índice de Susceptibilidade de Degradação Ambiental – ISDA, mostrou-se uma ferramenta eficaz, visto que utiliza o geoprocessamento como técnica de quantificação e qualificação de dados ambientais, que podem e devem ser espacializados sob forma de um mapa.

Foi possível perceber que o município de Cerro Corá-RN, mesmo possuindo áreas com alto nível de degradação ambiental, estas apenas somam uma pequena parcela da área total do município. Em sua maioria apresenta muito pouca ou quase nenhuma alteração na paisagem.

No entanto, embora o município de Cerro Corá apresente-se com níveis baixos de degradação a nascente do Rio Potengi encontra-se em uma área de Alta a Muito alta degradação, podendo esta sofrer alteração no seu ciclo e demanda de água. Além disso, inúmeros outros elementos importantes como sítios arqueológicos e vales vulcânicos correm o risco de se deteriorar em função dessa degradação iminente.

O atual modelo de vida e o consumismo exagerado da população de Cerro Corá/RN atenuam a perda do equilíbrio da natureza, degradando seus recursos naturais mais rapidamente do que possam se renovar.

Um Sistema de Informação Geográfica torna-se indispensável para modelagem e monitoramento espaço-temporal no semiárido do Nordeste Brasileiro, notadamente o município de Cerro Corá-RN, a fim de que possam ser aproveitados ao manejo e gestão correta dos recursos naturais ali encontrados, por órgãos públicos e municipais, assim como para futuros estudos de cunho científico.

REFERÊNCIAS

CANDIDO, H. G. Degradação ambiental da bacia hidrográfica do rio Uberaba – MG. **Tese (Doutorado)** - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal – SP, 2008.

CHAVES, M. S; LIMA, Z. M; SILVA, F. M. **Sistemas sinóticos e classificação climática**. Geografia física II. Natal – RN, 2011.

CRÓSTA, A. P. Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto. **Ed.Rev. IG/UNICAMP**, Campinas, SP, 1993. 170 p.

EMBRAPA SOLOS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO RN (EMPARN). Meteorologia: dados das chuvas; monitoramento mensal das chuvas. 2011. Disponível em: <www.emparn.rn.gov.br>. Acesso em 30 mai. 2011.

GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. 8 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

HOFIERKA, J; PARAJKA, J; MITASOVA, H; MITAS, L. Multivariate interpolation of precipitation using regularized spline with tension. **Transactions in GIS**, p. 135-150. 2002.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE – IDEMA, **Anuário Estatístico do Rio Grande do Norte**. 2002. Disponível em: <<http://www.idema.rn.gov.br>>. Acesso em 25 ago. 2011.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE – IDEMA. **Perfil do Estado do Rio Grande do Norte**. 2002. Disponível em <www.idema.rn.gov.br>. Acessado em 30 mai. 2011.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE – IDEMA. **Perfil do seu município – Cerro Corá, 2008**. Disponível em: <www.idema.rn.gov.br>. Acesso em 30 mai. 2011

KAZMIERCZAK, M. L; SEABRA, F. B. Índice de susceptibilidade de degradação ambiental [ISDA] em áreas do cerrado paulista. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. (SBSR), 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 2745-2752. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/10.31.19.48>>. Acesso em: 20 mar. 2012.

KAZMIERCZAK, M. L. **Indicadores de degradação ambiental**. Fortaleza: Funceme, 1996. Série Técnica #4.

LIMA, D. B. Análise temporal da cobertura e uso da terra como subsídio ao estudo de degradação ambiental da Serra da Meruoca - Ceará. 2014. 157 fl. **Dissertação de Mestrado** (Programa de Pós-Graduação em Geografia). Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza/CE, 2014.

MAFRA, L. C. A. Estudo da Dinâmica costeira da região da foz do rio Piranhas-Açu para geração de mapas de sensibilidade do litoral ao derramamento de óleo. 2005. 69 fl. **Dissertação de Mestrado** (Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica). Centro de Ciências Exatas e da Terra, UFRN. Natal, 2005.

MARCUZZO, F. F. N; CARDOSO, M. R. D; MELLO, L. T. A. Uso dos Métodos de Krigagem e Spline de Tensão no Mapeamento de Chuvas na Região Metropolitana de Goiânia e Seu entorno. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL CAMINHOS ATUAIS DA CARTOGRAFIA NA GEOGRAFIA, 2., 1-4 dez. 2010, São Paulo. **Anais...** São Paulo: EDUSP, dez. 2010. p. 1-15.

MENKE, A. B; JUNIOR, O. A. C; GOMES, R; ROGAN, J; FRANKLIN, J; ROBERTS, D. A. A Comparison of method for monitoring multitemporal vegetation change using Thematic Mapper Imagery. **Remote Sensing of Environment**, New York, NY, n.80, 202, p.143-156. 2002.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em 10 jul. 2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE -MMA. **Panorama da Desertificação no Estado do Rio Grande do Norte**. 2005. Natal/RN. 78 p.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T.M. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. 2 ed. Rev. Amp. São José dos Campos/SP: Ed. Parêntese, 2012.

SAMPAIO, E. V. S. B. Caracterização da caatinga e fatores ambientais que afetam a ecologia das plantas lenhosas. In: SALES, V.C. (ed.). **Ecossistemas brasileiros: manejo e conservação**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2003, p. 129-142.

SANTOS, S. A. et al. **Simulações de estimativa de capacidade de suporte das áreas de campo limpo da sub-região da Nhecolândia, Pantanal**. (Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 52) Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003

SILVA, H. R; ALTIMARE, A. L; LIMA, E. A. C. F. Sensoriamento remoto na identificação do uso e ocupação da terra na área do projeto "Conquista da Água", Ilha Solteira - SP, Brasil. **Eng. Agríc.** [online]., v. 26, n.1, p. 328-334, 2006.

SPINOLA, D. N.; FILHO, E. I. F.; PORTES, R. C.; RESCK, B. C. Comparação entre dois métodos de generalização cartográfica semiautomática em ambiente matricial. **Anais...** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba/PR. 2011.

Trabalho enviado em 05/06/2018

Trabalho aceito em 25/09/2018