



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

## **IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS SUSCETÍVEIS À DESERTIFICAÇÃO NO RIO GRANDE DO NORTE**

### **RELATÓRIO FINAL DE PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA (PIBIC/CNPq/INPE)**

Gabriela de Oliveira e Pereira (INPE, Bolsista PIBIC/CNPq)  
E-mail: [gabrielaoliveira@crn.inpe.br](mailto:gabrielaoliveira@crn.inpe.br)

Dr. Manoel Jozeane Mafra de Carvalho (CEP/CRN/INPE, Orientador)  
E-mail: [manoel@crn.inpe.br](mailto:manoel@crn.inpe.br)

### **COLABORADORES**

Msc. Rosana Silva de França (CRN/INPE)  
Miguel Dragomir Zanic Cuellar (CRN/INPE)  
Msc. Kátia Arraes (CRN/INPE)  
Dr. Sergio Antônio da Silva Almeida

Junho de 2010

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>2</b>
<b>CAPÍTULO 2– HISTÓRICO DA DESERTIFICAÇÃO.....</b>	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA.....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E ANÁLISES.....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO 5 – CONCLUSÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO 6 – REFERÊNCIAS.....</b>	<b>13</b>

## 1. Introdução

A caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro, situado na região Nordeste, abrangendo uma área de aproximadamente 11% do território nacional (MMA, 2003), com um potencial econômico ascendente e um grande patrimônio biológico, sendo endêmicas muitas das espécies nela encontradas. Todavia pouco valorizada, visto que, estimativas da Universidade Estadual de Feira de Santana divulgadas em 2008, mostram uma alteração de 59% da caatinga, possuindo este bioma, apenas 2% de sua área protegida por parques e unidades de preservação.

Por ser um bioma vulnerável as mudanças climáticas, vem sofrendo nos últimos tempos com aquecimento global e intensos processos de degradação ambiental antrópicos, ocasionados pela exploração dos seus recursos a partir da década de 70, para integração dos mercados mundiais, sem um adequado plano de gerenciamento e manejo, favorecendo a ocorrência do processo conhecido como desertificação.

No Rio Grande do Norte essa realidade não é diferente, pois segundo o MMA o estado possui um total de 158 municípios nas áreas susceptíveis à desertificação (ASD). Sendo os principais atores, a mineração e o uso de mecanização, defensivos agrícolas, pecuária extensiva, cerâmicas, caieiras, indústrias de óleos vegetais e de sabão.

É necessário avaliar ao longo dos tempos as reais mudanças e perdas que o estado vem sofrendo devido à desertificação. Para tal medida o sensoriamento remoto tem sido amplamente utilizado, para fazer esse levantamento e reconhecimento de áreas em processo de desertificação. Ele pode ajudar a entender o estado atual e a tendência de desenvolvimento desse processo, além de fornecer dados para pesquisa sobre mecanismos internos, processos atuais e diferenças espaciais e temporais da desertificação (Sun wu, 2000).

Esse estudo tem por objetivo mapear e identificar as áreas sujeitas à processos de desertificação no estado do Rio Grande do Norte através do uso de uma série histórica de imagens do satélite Landsat.

## **2. Histórico da desertificação**

As regiões áridas e semi-áridas espalham-se por todos os continentes do globo, segundo a UNESCO, ocupando 1/3 de toda a superfície da terra e abrigando cerca de 1/6 de toda a população. Porém o termo desertificação só foi definido na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD/ ECO-92), realizada na cidade do Rio de Janeiro em 1992 como sendo a degradação da terra nas regiões áridas, semi-áridas e sub-úmidas secas, resultante de vários fatores, entre elas as variações climáticas e atividades humanas (SACHS, 1993).

Esse termo, no entanto, começou a ser discutido nos anos 30, devido ao fenômeno ocorrido no meio oeste americano conhecido como Dust Bowl, afetando uma área de cerca de 380.000 km<sup>2</sup> nos estados de Oklahoma, Kansas, Novo México e Colorado, passando então a despertar a atenção dos estudiosos sobre o fenômeno, dando início a um conjunto de pesquisas e ações, dando mais atenção ao que ocorre nessas regiões. Porém ações efetivas só ocorreram no início dos anos 70, quando ocorreu uma grande seca na região localizada abaixo do deserto do Sahara, conhecida como Sahel, onde mais de 500.000 pessoas morreram de fome (IICA,2006). O impacto econômico, social e ambiental do problema, fez com que a comunidade internacional elaborasse um programa mundial de ação para combater a desertificação.

E no ano de 1977 ocorreu a 1ª Conferência Nações Unidas sobre Desertificação em Nairobi, Quênia. Os principais resultados foram o reconhecimento do problema no nível mundial e a adoção de um Plano de Ação para o Combate à Desertificação (PACD). O Brasil foi representado pelo professor João de Vasconcelos Sobrinho, mostrando ao mundo que o fenômeno de desertificação reconhecido como grave não se restringia apenas ao continente africano, mas a situação brasileira também era bastante preocupante. Hoje se sabe que a desertificação ocorre em mais de 100 países (cerca de 60 mil quilômetros em todo o mundo). Na América do Sul abrange a Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Cuba, Peru e México.

No Brasil o problema ainda é mais agravante, pois cerca de 11% do território é semi-árido (MMA,2003), o IDH é baixo e as condições de vida são

precárias, devido a fragilidade do recurso natural, oriundo do uso inadequado de terra, as áreas susceptíveis estão localizadas na região Nordeste e no Norte de Minas Gerais. Os estudos disponíveis indicam que a área afetada de forma Muito Grave é de 98.595 km<sup>2</sup>, 10% do semi-árido e as áreas afetadas de forma Grave atingem 81.870 km<sup>2</sup>, 8% do território. Deve-se acrescentar que as demais áreas sujeitas ao antropismo, 393.897 km<sup>2</sup>, sofrem degradação Moderada. Segundo o Censo Demográfico de 2000 (IBGE, 2003), cerca de 18 milhões de pessoas (ou 42% da população nordestina, ou, ainda, 11% da população brasileira) vivem em regiões de clima semi-árido.

Segundo Veloso et al. (2002), o semi-árido abrange uma área de 1.150.662 km<sup>2</sup>, correspondente a 74,30% da região Nordeste mais o Norte de Minas Gerais, caracterizada por apresentar determinados períodos de secas, que é um fenômeno climatológico natural onde ocorre a ausência, escassez, frequência reduzida, quantidade limitada e má distribuição das precipitações pluviométricas durante as estações chuvosas. Um longo período de intensa seca, por sua vez, traz perda da biodiversidade, desidratação e desnutrição dos seres vivos, culminando na sua morte e em grandes áreas desérticas. A desertificação, no entanto, não é só vista como um fenômeno de causa climáticas, dependente do índice pluviométrico, mas também de causa antrópica, intensificada pelo uso inadequado dos recursos naturais que, na maioria das vezes, traz o esgotamento dos nutrientes do solo.

Então a semi-aridez, a desertificação e as secas constituem fenômenos naturais associados, cujos efeitos são potenciados pela ação do homem, sendo a desertificação o limite máximo de esgotamento do ambiente árido e semi-árido. Além destas áreas com níveis de degradação difusos, podem ser citadas 4 áreas com intensa degradação, segundo a literatura especializada, os chamados Núcleos de Desertificação. São eles: Gilbués-PI, Irauçuba-CE, Seridó-RN e Cabrobó-PE, totalizando uma área de 18.743,5 km<sup>2</sup>.

Segundo a SEMARH, o RN apresenta cerca de 75% do território Estadual está suscetível a esse problema. A região mais afetada é o Seridó, com cerca 300 mil habitantes. Os relatórios do Ministério do Meio Ambiente (MMA) apontam que, no Seridó, as cidades mais atingidas por um avançado processo de desertificação são Currais Novos, Acari, Parelhas, Equador, Carnaúba dos Dantas, Caicó e Jardim do Seridó. Possuindo mais da metade de seu território

inseridos nas categorias grave e muito grave de ocorrência de desertificação, sendo aproximadamente 6% dessa área considerada como núcleo de existência desse fenômeno.

Historicamente, as áreas onde ocorrem a caatinga tem sido exploradas como fontes variadas de matérias-primas para a população do semi-árido (MENDES,1997). Exploradas em moldes extrativistas, as áreas de caatinga chegam hoje a quase exaustão, contribuindo para a degradação ambiental, visualizada por intermédio dos processos erosivos que reduzem o solo, carregando-o, pela ação das chuvas, em numerosos subespaços, para riachos, rios e açudes da Região (IICA, 2000).

As atividades que mais degradam os recursos naturais da região são: a extração de lenha e argila que são usadas pelas cerâmicas na fabricação de telhas, a fabricação da cal nas caieiras, o carvão nas carvoarias, o sobrepastoreio (super população de animais em áreas muito restritas), além da mineração que está presente em alguns municípios. Essas as atividades juntas provocam um imenso desequilíbrio ambiental na região que vem afetando tanto a biodiversidade local quanto à população residente.

Rodrigues (1992) destaca que, atualmente, junto a problemas de concentração de terras e de população, desenvolvem-se, no Seridó, atividades de alto potencial de degradação, isto é, a mineração e o uso de mecanização, e de defensivos agrícolas, além da pecuária extensiva. Associados a uma antiga ocupação do solo, a região apresenta processos intensos de erosão e salinização e eliminação da cobertura vegetal nativa.

Atualmente, as indústrias sertanejas mais prejudiciais a da biodiversidade do semi-árido são as cerâmicas, caieiras, indústrias de óleos vegetais e de sabão, o que contribui para a eliminação da mata ciliar destes cursos de água (MENDES, 1997). Os efeitos nefastos da cerâmica não se detém somente a formação de grandes crateras para a retirada de barro, estendem-se, pois, a retirada da cobertura vegetal com a finalidade de obtenção da lenha para queima em suas fornalhas (VARELLA,1992). Todo esse processo de degradação tem como consequência a desertificação e o desequilíbrio dos demais ecossistemas da região (PAULA, 2000).

Os insumos básicos para a indústria cerâmica são: a argila, o combustível para queima - em sua maioria a lenha – a energia elétrica e a água. Cada

indústria cerâmica tenta dispor destes recursos da melhor forma possível, sempre considerando a relação custo - benefício. As argilas são oriundas, predominantemente, das várzeas dos grandes rios ou açudes, retiradas por meio de retroescavadeiras e tratores, com as lavras de argila feitas de maneira informal. As chamadas minas ficam a céu aberto, com as cavas apresentando formatos irregulares, de diversas profundidades. Não há nenhuma preocupação ambiental em recuperar a área lavrada, embora esta atividade necessite de planejamento e acompanhamento feito por profissionais qualificados (FIERN, 2001).

No caso das indústrias de cerâmicas, o uso dos combustíveis é necessário durante a atividade de queima de seus produtos ou na secagem artificial. Estes combustíveis podem ser de diversos tipos: lenha, carvão, gás natural etc. como a lenha é a mais abundante na região e seu preço é inferior aos demais combustíveis, ela se consolidou como a principal fonte de calor nas indústrias cerâmicas de todo o estado, utilizada em cerca de 95% dos casos. Se por um lado a lenha proporciona um produto final mais competitivo, mais barato, por outro lado o desmatamento sistemático já se constitui em uma ameaça de desertificação. Como o fornecimento de lenha depende da autorização do IBAMA e por não existir florestas artificiais plantadas com a finalidade de abastecer o setor, as indústrias cerâmicas ficam na dependência de desmatamentos em áreas específicas feitos para outras finalidades, como por exemplo, os realizados para fins agrícolas ou de formação de pastagem. A inexistência de desmatamentos legalizados em quantidade suficiente faz com que boa parte da lenha seja de procedência desconhecida (FIERN, 2001).

Para o caso específico da região do Seridó, em 1997, foi criado um grupo de estudo interministerial para discutir os problemas da desertificação, denominado GEDS - Grupo de Estudos sobre Desertificação no Seridó. Para Matallaso Junior (2001), a idéia de "degradação da terra" é complexa, com diferentes componentes. Esses componentes seriam: degradação de solos, degradação da vegetação, degradação de recursos hídricos, e redução da qualidade de vida da população. Esses 4 componentes dizem respeito a quatro grandes áreas de conhecimentos: físicos, biológicos, hídricos e socioeconômicos. Desta forma, estudos sobre desertificação envolvem várias vertentes difíceis de serem monitoradas.

### 3. Metodologia

O plano de trabalho foi executado obedecendo todas as etapas descritas em que foi criado o banco de dados no SPRING e introduzidas às categorias imagem, temática, numérica e cadastral e suas classes que foram assim definidas: caatinga preservada, caatinga degradada, lavoura, solo exposto, mata ciliar e corpos d'água.

Na segunda etapa foi realizada a seleção das imagens de satélite levando-se em consideração a qualidade visual, estações do ano semelhantes e a menor presença de nuvens para realizar o georeferenciamento sendo realizado o registro e importação das imagens em formato GRIB. Na terceira etapa iniciamos o processo de segmentação das imagens. O processo usado para segmentar as imagens, foi baseado na técnica de crescimento de regiões, a qual agrega pixels com propriedades similares. Com isso, utilizamos à similaridade 10 e área (pixels) 15 com suavização de arcos.

Na quarta etapa foi realizada a classificação, ou seja, processo de extração de informação em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos. Para esse processo utilizamos o classificador do tipo supervisionado "Bathacharia" disponível no SPRING. Após o término da classificação supervisionada iniciamos a quinta etapa da pesquisa com o mapeamento para geoclasses em foi realizada a associação às geoclasses anteriormente definidas (1ª etapa) no banco de dados. O resultado do mapeamento gerou um plano de informação no formato matriz, que pode ser visualizado como uma imagem temática.

Na etapa seguinte, realizamos a edição e correção de algumas geoclasses, pois alguns temas apresentam um comportamento espectral próximo, com respostas semelhantes na composição colorida. Este aspecto faz com que o algoritmo de classificação reconheça como pertencentes à mesma classe. Para realizar a edição, o plano de informação resultante do mapeamento para geoclasses, passou por uma transformação matriz-vetor. Após a obtenção dos dados no formato vetorial, a edição se divide em duas fases: **edição de geo-objetos** em que foram dissociadas as geoclasses do polígono erroneamente classificado, sendo em seguida associado à geoclasse



correta e a **edição de dados** em que foi realizada a edição de linhas, introdução ou eliminação de polígonos, digitalizados diretamente na tela.

Para fins desse estudo, foram selecionadas imagens dos satélites Landsat - 5, no intervalo do ano de 1987 a 2008, procurando comparar imagens nos mesmos períodos do ano (abril a julho), devido às características sazonais da caatinga, na tentativa de identificar as mudanças ocorridas na vegetação bem como o avanço das áreas degradadas e as susceptíveis a desertificação.

Para o trabalho utilizamos uma série histórica de datas referentes aos anos de 1987, 1999 e 2008 que atenderam as condições para a realização dos procedimentos da pesquisa. As datas pretéritas selecionadas não estavam dentro da estação trabalhada o que gerava grandes imprecisões quanto ao resultado da análise.

Na última etapa realizamos os diagnósticos e análises das imagens tratadas utilizando a ferramenta medidas de classes na categoria temático, possibilitando fazer uma comparação das áreas por hectare (ha) referentes as três datas (gráfico 1). Para a cobertura do estado do Rio Grande do Norte foram trabalhadas as imagens LANDSAT da órbita 215 ponto 64. A cena abrange cerca de 70 municípios do estado do Rio Grande do Norte. No entanto foi realizado um recorte abrangendo 13 municípios: Jucurutu, Timbaúba dos Batistas, São Fernando, Florânea, Cruzeta, São José do Seridó, Acari, São Vicente, Tenente Laurentino Cruz, Lagoa Nova, currais novos, Bodó e Cerro Corá (figura 1 e 2),

Os municípios citados foram escolhidos levando em consideração a existência de poucos estudos referentes ao tema proposto, tendo em vista que pertencem a uma região de grande susceptibilidade ao fenômeno da desertificação.

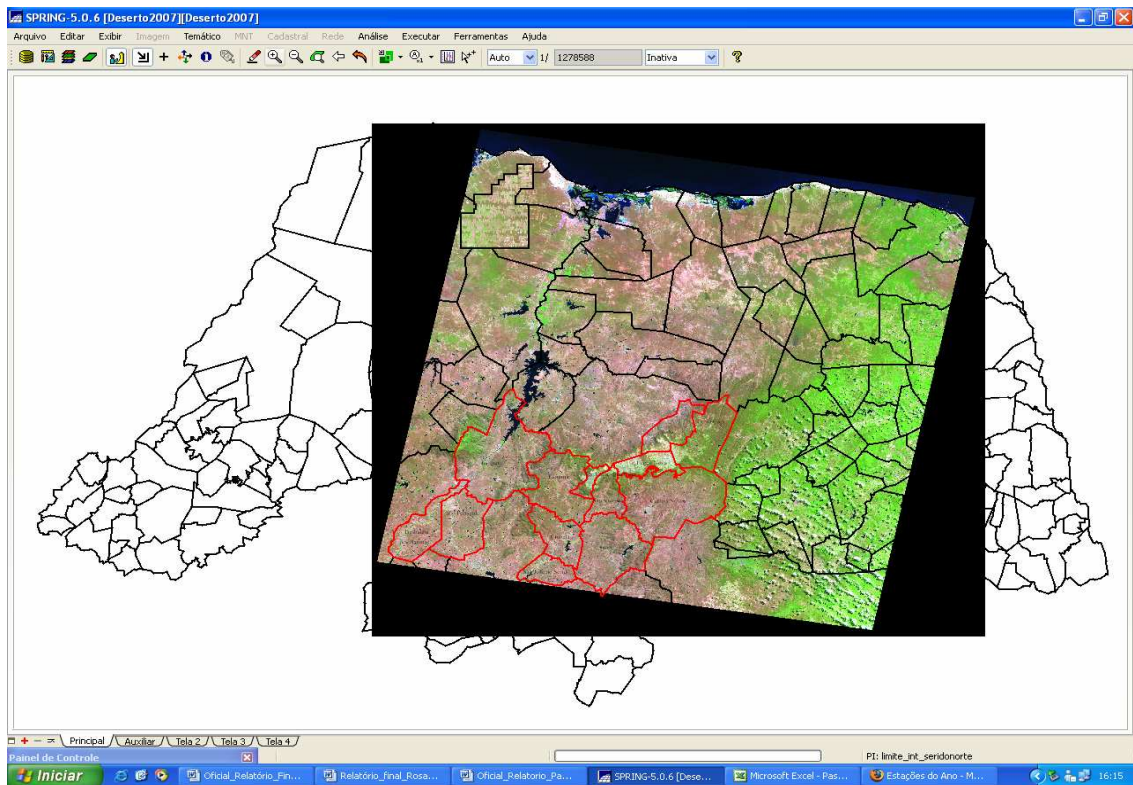


Figura 1: Área de abrangência da imagem e os municípios analisados no estado do RN.

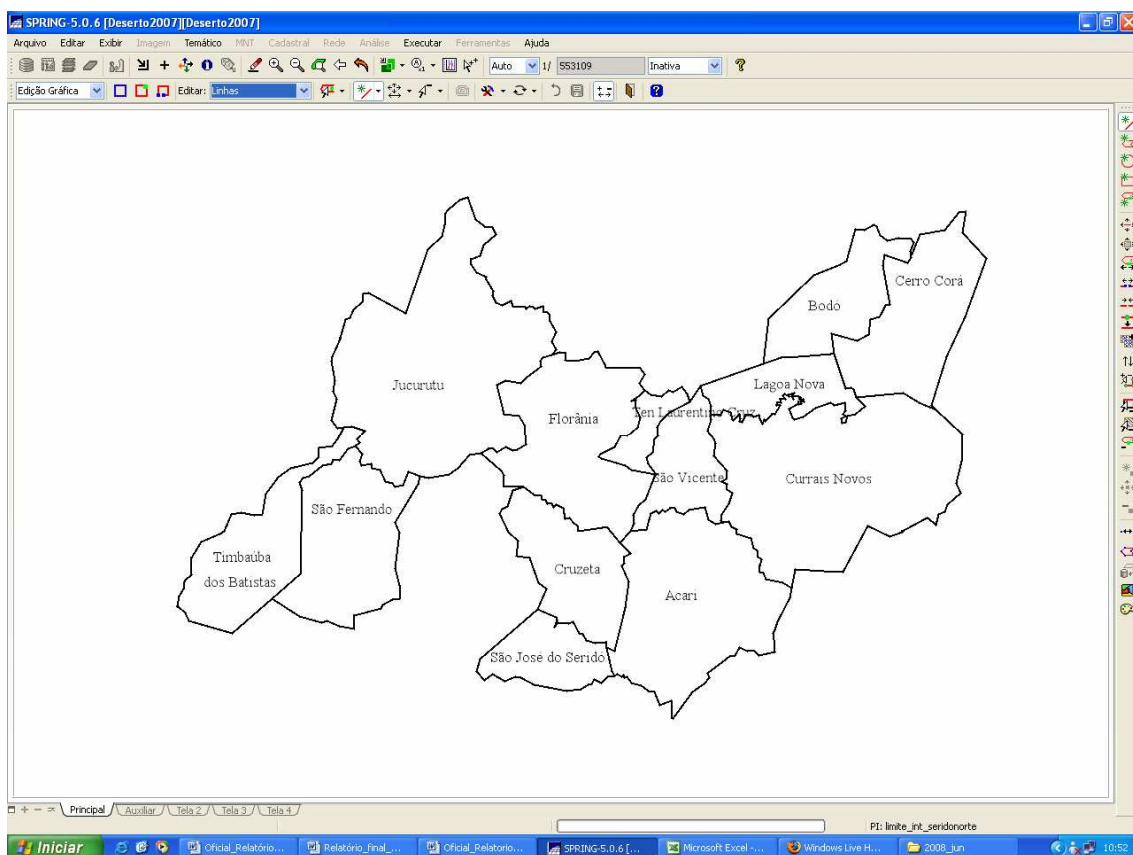


Figura 2: Mapa dos municípios (limites) analisados na região do Seridó - RN

#### 4. RESULTADOS E ANÁLISES

Os resultados obtidos através da pesquisa podem ser visualizados no mapeamento realizado (figuras 03, 04 e 05), em que podemos perceber as mudanças na cobertura do solo do bioma caatinga ao longo das últimas décadas, sendo evidente a retirada e diminuição da vegetação nativa em detrimento da expansão de atividades como a extração de lenha e argila, o sobrepastoreio, a mineração, a agricultura, a indústria ceramista, olarias e outras atividades presentes nesses municípios, indicadas por vários outros estudos como impactantes ao meio ambiente, tornando essas áreas vulneráveis ao processo de desertificação, gerando elevados custos sociais, econômicos e ambientais, devido a sua difícil recuperação.

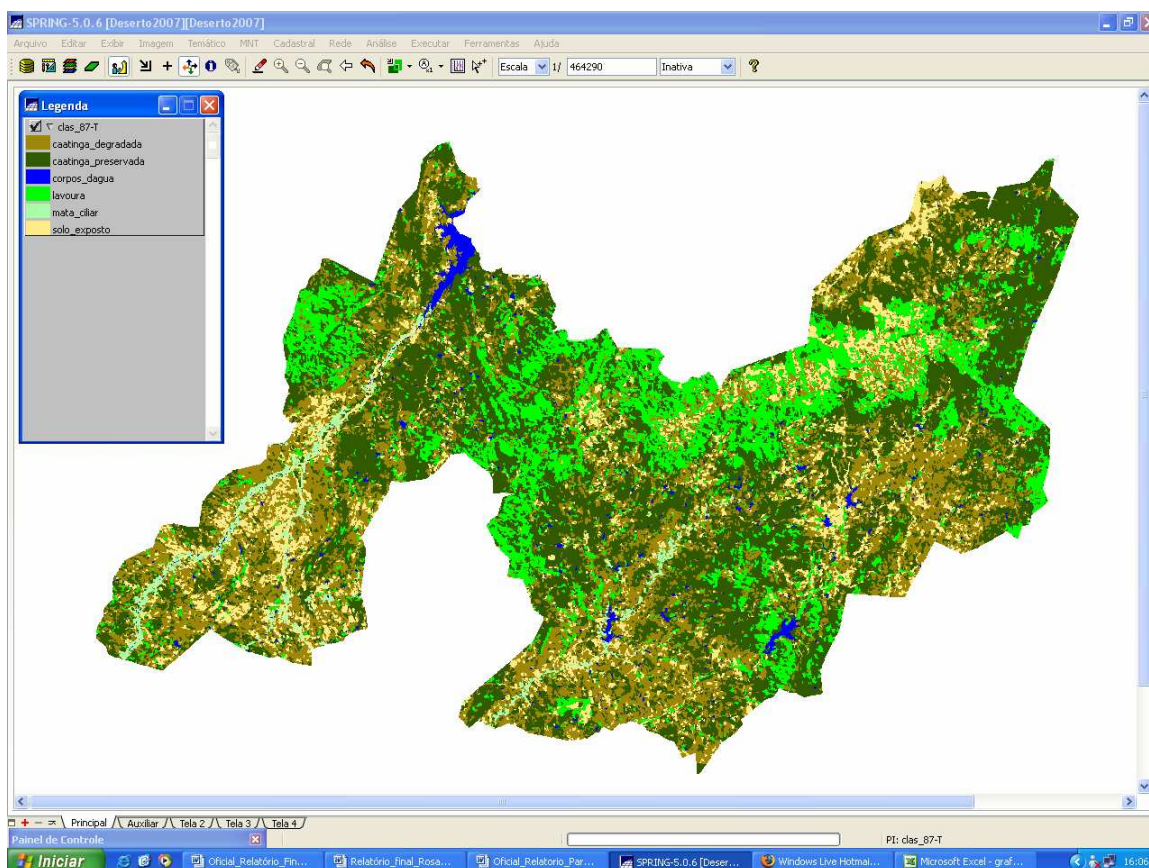


Figura 3: Mapa do uso do solo a partir de imagem LANDSAT em 09 de maio de 1987

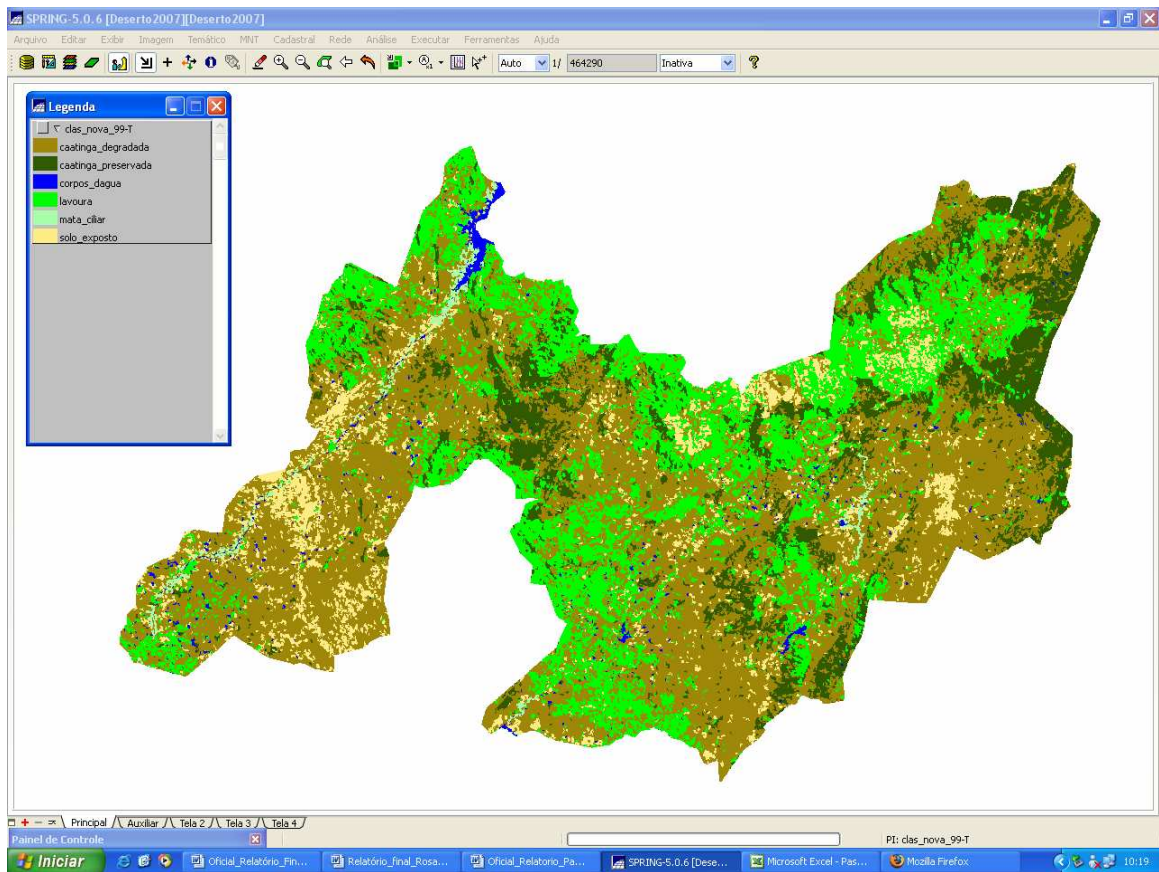


Figura 4: Mapa do uso do solo a partir de imagem LANDSAT em 08 de abril de 1999

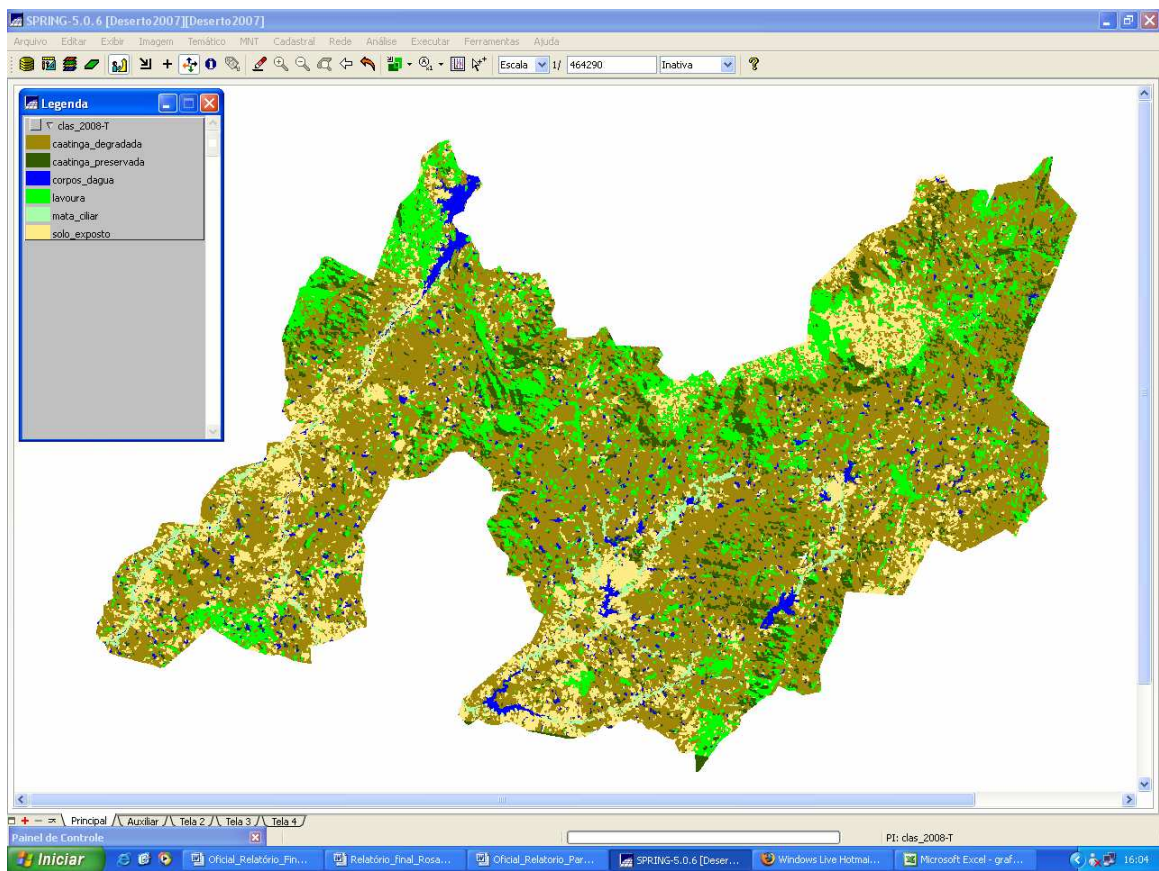
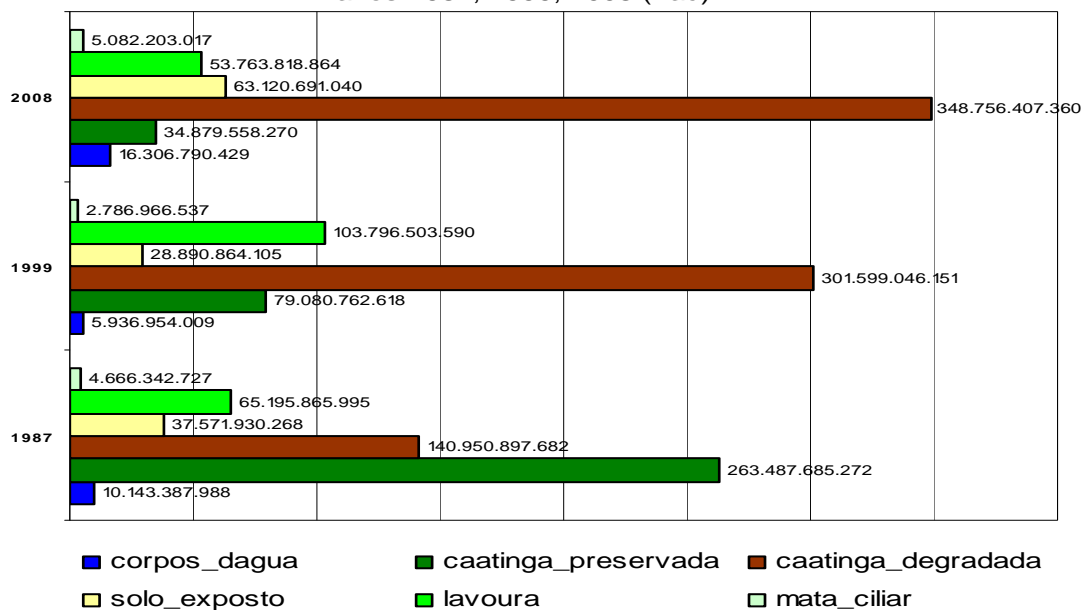


Figura 5: Mapa do uso do solo a partir de imagem LANDSAT em 19 de junho de 2008

**Gráfico 1: Evolução do uso e ocupação da área de estudo nos anos 1987, 1999, 2008 (hac)**



Com a apresentação desse gráfico observamos quantitativamente com base na metodologia adotada houve a diminuição da área (hac) de cobertura vegetal e o aumento das áreas (hac) de caatinga degradada e de solo exposto, que passaram respectivamente de 263.487.685.272 hac para 34.879.558.270 hac, de 140.950.897.682 hac para 348.756.407.360 e de 37.571.930.268 hac para 63.120.691.040 hac.

Vale ressaltar que as sedes municipais foram incluídas na categoria solo exposto, devido a proximidade do comportamento espectral com respostas semelhantes na composição colorida, dificultando a separação dos polígonos na fase de edição.

## 5. Conclusão

O bioma caatinga localizado na região semi-árida é uma das regiões com elevados índices de adensamento populacional, apresentando uma diversidade de espécies vegetais e animais com características peculiares e de elevada potencialidade científica. Entretanto é um dos biomas que mais vem sofrendo alterações antrópicas; sendo a desertificação a mais preocupante, pois deixa o solo improdutivo formando regiões desérticas ocasionando

diversos problemas socioambientais, não sendo diferente no estado do RN, onde há o avanço dessas áreas. Portanto a preservação do bioma caatinga é uma medida fundamental para combater o processo de desertificação em curso.

A pesquisa utilizando técnicas de geoprocessamento e uso de imagens de satélite mostra um retrato da evolução do uso e ocupação do solo em uma fração do Rio Grande do Norte e a expansão das áreas susceptíveis a esse fenômeno, com o mapeamento de 13 estados da região do Seridó. Para um melhor refinamento desses resultados, é necessária a execução de um extenso e detalhado trabalho de campo, com a finalidade de reconhecimento e mapeamento de áreas para que ocorra uma averiguação da situação real do bioma com coleta de pontos e de suas coordenadas e registro fotográfico.

## 6. Referências

GUSMÃO, L. F. P.; Maia, L. C. 2006. **Diversidade e caracterização dos fungos do Semi-árido**. 1. ed. Recife: Associação de plantas do nordeste, vol. 1, 219 p.

PHILIPPI Jr. A., 2005. **Saneamento, Saúde e Ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável** – Barueri, SP: Manole

RODRIGUES, V. **Avaliação do quadro da desertificação no Nordeste do Brasil: diagnóstico e perspectivas**. Fortaleza: ICID, 1992.

RODRIGUES, W. **Pesquisa dos estudos e dados existentes sobre desertificação no Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de Combate à Desertificação**. PROJETO BRA 93/036. 1997. 65p.

VELLOSO, A. L.; Sampaio, E. V. S. B.; Pareyn, F. G. C. (Eds.). 2002. **Ecorregiões Propostas para o Bioma Caatinga**. Recife: Associação Plantas do Nordeste, Instituto de Conservação Ambiental, The Nature Conservancy do Brasil.

Desertificação “Antecedentes Históricos”

<http://www.aspan.org.br/riodbrasil/pt/desert/Desertifica%C3%A7%C3%A3o-hist%C3%B3rico.pdf>. Acesso em 02/05/2009.

**Indicadores de Desertificação** : histórico e perspectivas. – Brasília : UNESCO,. 2001. 80p. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001298/129871por.pdf>>. Acesso em 02 maio, 2006.

Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Algarve, 2007. **Indicadores de desertificação no Algarve** – Área piloto no combate à desertificação, Portugal. Disponível em: [http://web.ccdr-alg.pt/sids/indweb/imagens/tRelatorios\\_23.pdf](http://web.ccdr-alg.pt/sids/indweb/imagens/tRelatorios_23.pdf) . Acesso 02/05/2009

Carvalho, P. L. de - **Desertificação e Meio Ambiente**. Disponível em: [www.fae.edu/publicacoes/pdf/IIseminario/pdf\\_reflexoes/reflexoes\\_20.pdf](http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/IIseminario/pdf_reflexoes/reflexoes_20.pdf) - Acesso 03/05/2009

CARVALHO, A. E. C.; GARIGLIO, M. A.; BARCELLOS, N. D. E. **Caracterização das áreas de ocorrência de desertificação no Rio Grande do Norte**. Natal: Publicação independente, 2000. Disponível em: [http://bdtd.bczm.ufrn.br/tesesimplificado//tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=571](http://bdtd.bczm.ufrn.br/tesesimplificado//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=571)

FIERN – Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Norte. SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Perfil Industrial da Cerâmica Vermelha do Rio Grande do Norte**. Natal, 2001. Disponível em: [http://bdtd.bczm.ufrn.br/tesesimplificado//tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=571](http://bdtd.bczm.ufrn.br/tesesimplificado//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=571)

IICA- Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. **Desertificação no Brasil**. Endereço eletrônico:< [www.iica.org.br/d/DesertBrasil/index\\_desertbr.htm](http://www.iica.org.br/d/DesertBrasil/index_desertbr.htm)> Disponível em: [http://bdtd.bczm.ufrn.br/tesesimplificado//tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=571](http://bdtd.bczm.ufrn.br/tesesimplificado//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=571)

MENDES, B. V. **Importância social, econômica e ecológica da caatinga**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMI-ÁRIDO, 1., 1997. Mossoró/RN: Fundação Vingt-un Rosado, 1997. Disponível em: [http://bdtd.bczm.ufrn.br/tesesimplificado//tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=1239](http://bdtd.bczm.ufrn.br/tesesimplificado//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1239)

PAULA, A. R. L. (Elab.). **Projeto conservação de dunas e controle da desertificação – Aspectos biológicos**. Natal: IDEMA/JICA, 2000. Disponível em: [http://bdtd.bczm.ufrn.br/tesesimplificado//tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=1239](http://bdtd.bczm.ufrn.br/tesesimplificado//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1239)

VARELLA, M. M. B. (Coord.). **A desertificação no Rio Grande do Norte**. Natal: SEPLAN/CMA/IDEC, 1992. Disponível em: [http://bdtd.bczm.ufrn.br/tesesimplificado//tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=1239](http://bdtd.bczm.ufrn.br/tesesimplificado//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1239)

<http://www.semarh.rn.gov.br/detalhe.asp?IdPublicacao=3149> (Diário de Natal (cidade),17/06/2004)

**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2003**. Programa de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – PROBIO. <http://www.mma.gov.br/>

**Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil / MMA, Secretaria de Recursos Hídricos, Universidade Federal da Paraíba; Marcos Oliveira Santana, organizador. – Brasília : MMA, 2007.**