

Eixo Temático ET-01-028 - Gestão Ambiental

## **ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DA COBERTURA VEGETAL E DO SOLO NO NÚCLEO DE DESERTIFICAÇÃO DO SERIDÓ POTIGUAR COMO FERRAMENTA DE GESTÃO AMBIENTAL**

Vânia Heloíse de Oliveira (\*), Ewerton Bruno Brito de Araújo, Guttenberg Martins

\* Universidade Federal do Rio Grande do Norte, vaniavandhuby@gmail.com

### **RESUMO**

O uso de imagens de satélite tem papel relevante na gestão ambiental devido à rapidez e periodicidade na obtenção de dados primários sobre a superfície terrestre. A carência de conhecimento das características e distribuição dos atributos ambientais tende, muitas vezes, a ocasionar o mal uso de seus recursos naturais e uma má gestão territorial. Sendo assim, este trabalho fará o uso de imagens de satélite, processadas em Sistemas de Informações Geográficas (SIG), para verificar o comportamento da cobertura vegetal e do solo da região do Núcleo de Desertificação do Seridó (NDS) do Estado do Rio Grande do Norte, tendo em vista a confecção de cartas dos índices físicos NDVI, SAVI, BSI e albedo. Para verificar o comportamento da vegetação, utilizou-se o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), o Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI), o Índice de Solo Exposto (BSI) e o albedo de superfície em imagens do sistema de Satélite de Sensoriamento Remoto da Terra (Land Remote Sensing Satellite ou Landsat). As imagens utilizadas neste trabalho foram dos dias 22 de outubro de 2001, 11 de junho de 2002, 28 de outubro de 2009 e 01 de junho de 2013. As imagens correspondem a uma sequência de imagens das plataformas orbitais Landsat 5, 7 e 8, obtidas na área de estudo. Observou-se que a cobertura vegetal estava alterada, com grande área desmatada e aumento de solo exposto e albedo, indicando assim, avanço da desertificação na região.

**Palavras-chave:** Seridó; Desertificação; Imagens.

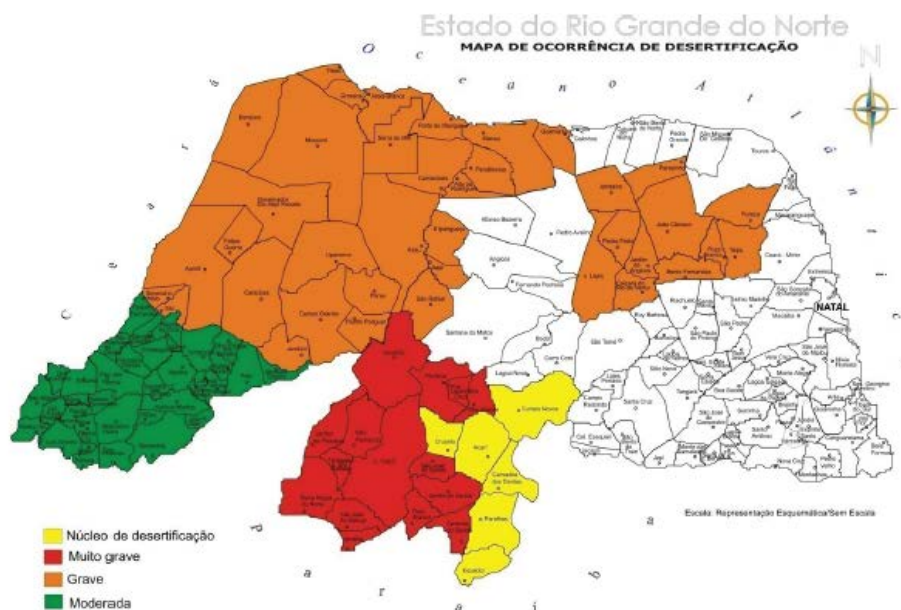
### **INTRODUÇÃO**

De acordo com a Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (UNCCD, 1994), a desertificação é definida como “*a degradação da terra nas zonas áridas, semi-áridas e subúmidas secas resultantes de fatores diversos, tais como as variações climáticas e as atividades humanas*”. A degradação envolve os solos, os recursos hídricos, a vegetação, a biodiversidade e a redução da qualidade de vida da população afetada. De acordo com a UNESCO (2003), a pobreza passou a ser um dos fatores principais associados à desertificação.

Entre os impactos que estão relacionados à desertificação, destacam-se a perda da biodiversidade, comprometimento da produção de alimentos, quebra de safras, custo elevado para a recuperação das áreas degradadas, entre outros.

Vasconcelos Sobrinho (1983) introduziu o conceito de núcleos de desertificação, definindo-os como “*áreas de solos rasos, quase que reduzidas ao afloramento rochoso, sem capacidade de retenção de água, pois, cessadas as chuvas, elas ficam imediatamente desidratadas*”. De acordo com o Instituto Nacional do Semiárido (INSA, 2014), no Nordeste existem seis núcleos, sendo um deles o Núcleo de Desertificação do Seridó (NDS), que

abrange os Estados da Paraíba (PB) e do Rio Grande do Norte (RN). Entretanto, este trabalho estudará apenas a porção do núcleo situada no Rio Grande do Norte, cujos municípios do NDS são: Acari, Carnaúba dos Dantas, Cruzeta, Currais Novos, Equador e Parelhas. A ocorrência de desertificação no RN pode ser observada de acordo com a figura 1:



**Mapa divulgado pelo IDEMA/RN quando da elaboração da Política Estadual de Combate à Desertificação .**

**Figura 3:** Mapa de ocorrência de desertificação no RN.

**Fonte:** Plano Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAE-RN, 2010).

A figura 1 mostra que a maior área territorial da ocorrência de desertificação no Estado é do tipo grave (área laranja), localizada nas microrregiões de Mossoró, Chapada do Apodi, Médio Oeste, parte do Vale do Açu, Baixa Verde e parte de Angicos. No Seridó há ocorrência do tipo muito grave (área vermelha) e o núcleo de desertificação (área amarela). Na microrregião da Serra de São Miguel, Pau dos Ferros e Umarizal, a desertificação é do tipo moderada (área verde).

O NDS apresenta clima semiárido, passível de estiagens prolongadas, de acordo com Plano Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca no Estado do Rio Grande do Norte (PAE/RN, 2010). As temperaturas médias são elevadas, aproximadamente 27°C, com máxima em torno de 38°C e mínimas de 15°C (NASCIMENTO; FERREIRA, 2010).

Devido a todos os fatores que envolvem a desertificação, uma das formas de monitoramento de ampla aceitação é pelo uso de imagens de satélite. Com as imagens de plataformas orbitais, são obtidas análises espaciotemporais do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e do Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI), entre outros. De acordo com Novas (2008), o NDVI diminui o efeito topográfico, apresentando uma escala que varia de forma linear de -1 a 1. O índice avalia a quantidade e condição da vegetação verde, variando de acordo com a densidade, umidade e tipo, sendo utilizado para caracterização e monitoramento da vegetação, entre outras aplicações. Já o SAVI, segundo a autora citada, foi criado a partir de uma modificação no NDVI, com o objetivo de minimizar os efeitos da variabilidade do tipo e densidade da vegetação. O índice mede ou aproxima a

distância entre o pixel e a linha do solo, minimizando a influência do solo nas características do dossel.

## **OBJETIVO**

O trabalho tem como finalidade o uso de imagens de satélite, processadas em Sistemas de Informações Geográficas (SIG), para verificar o comportamento da cobertura vegetal e do solo da região do Núcleo de Desertificação do Seridó (NDS) do Estado do Rio Grande do Norte, tendo em vista a confecção de cartas dos índices físicos NDVI, SAVI, BSI e albedo. Tais cartas podem ser utilizadas como ferramenta de gestão ambiental e fazer parte de um diagnóstico ambiental local para mitigar os efeitos da desertificação na região.

## **METODOLOGIA**

Para a análise do comportamento da vegetação e do solo na região, utilizou-se o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), o Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI), o Índice de Solo Exposto (BSI) e o albedo de superfície em imagens do sistema de Satélite de Sensoriamento Remoto da Terra (Land Remote Sensing Satellite ou Landsat). As imagens utilizadas neste trabalho foram dos dias 22 de outubro de 2001, 11 de junho de 2002, 28 de outubro de 2009 e 01 de junho de 2013. As imagens correspondem a uma sequência de imagens das plataformas orbitais Landsat 5, 7 e 8, obtidas na área de estudo.

A série Landsat já lançou sete satélites em 1972 (1), 1975 (2), 1978 (3), 1982 (4), 1984 (5), 1999(7) e 2013(8). Ainda de acordo com Venturieri (2007.), em tais satélites, painéis solares convertem a energia solar incidente em elétrica, permitindo o funcionamento do sistema. De forma adicional, instalam-se nas plataformas sensores e subsistemas destinados à gravação e transmissão de dados, medição e controle de altitude e temperatura, retransmissores, etc. As órbitas descritas pelas plataformas desses satélites são geocêntricas e quase polares, podendo ser também heliossíncronas, ou seja, a órbita sempre passa num mesmo local no mesmo horário solar, o que garante condições semelhantes de iluminação, ao longo do ano, na área imageada.

O tipo de sensor irá variar conforme o tipo de satélite. Até o Landsat3, os satélites possuíam dois tipos de sensores: um imageador multiespectral de varredura (Multispectral Scanner System-MSS) com quatro bandas espectrais e um sistema de televisão (RBV). Nos sistemas 4 e 5, o sistema de televisão mudou-se para o Mapeador Temático (Thematic Mapper TM), com sete bandas espectrais. O Landsat7 foi lançado com o sensor Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+), o qual possui oito bandas espectrais com maior possibilidade de combinações coloridas e opções de processamento (Venturieri op. cit.). O Landsat8 surgiu com dois novos sensores: o sensor espectral OLI e o sensor termal TIRS.

Segundo Silva& Rosa (2012), o Landsat5 percorre uma órbita em 99 minutos e a Terra, em 16 dias. Ainda de acordo com o autor, a banda 1 apresenta grande penetração em corpos d'água, com elevada transparência; a banda 2 apresenta sensibilidade à presença de sedimentos em suspensão; a banda 3 oferece bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal; a banda 4 permite o mapeamento da rede de drenagem e delineamento dos corpos d'água, apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas e à morfologia do terreno; a banda 5 mostra sensibilidade ao teor de umidade das plantas, sendo possível observar estresse na vegetação; a banda 6 mostra sensibilidade aos fenômenos relativos aos contrastes térmicos, detectando propriedades termais de rochas, solo, água; a banda 7 apresenta sensibilidade à morfologia do terreno. Essas bandas operam nas regiões do visível, infravermelho próximo, médio e termal, sua resolução espacial é de 30 m, a resolução temporal é de 16 dias, a área imageada é na faixa de 185 km e a resolução radiométrica é de 8 bits (Silva op.cit.).

O Landsat7 possui oito bandas, tornando-se melhor que o 5 pela adição da oitava banda, a pancromática. A banda pancromática possui resolução de 15 metros, melhorias nas características geométricas e radiométricas e aumento da resolução espacial da banda termal para 60 metros (Venturieri, 2007).

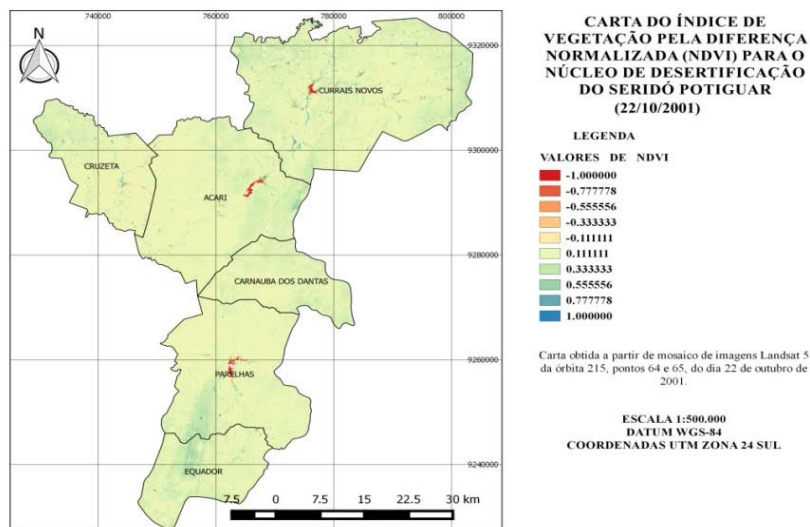
Ao Landsat8, conforme Kalaf (2013), foram adicionadas duas bandas espectrais que mudaram os intervalos do espectro dos canais de todas as bandas: a new coastal (que passa a ser a banda 1), projetada especificamente para investigação da zona costeira e os recursos hídricos, e um novo canal de infravermelho (que passa a ser a banda 9), para a detecção de nuvens cirros, ou seja, nuvens fibrosas, altas, brancas e finas. Adicionou-se também a banda de Garantia de Qualidade (banda QA), que fornece informações sobre a presença de água, nuvens e neve. Ao sensor TIRS, adicionou-se duas bandas para o comprimento de onda. O Landsat8 também passou a ser melhor que o 5 e o 7 em relação à resolução radiométrica, que agora passa a ter 12 bits de faixa dinâmica, permitindo maior caracterização de alvos da imagem e contribuindo para a diminuição do efeito de sombras (Kalaf, op.cit.). Ao todo, o Landsat8 passa a apresentar onze bandas. As bandas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 9 possuem uma resolução espacial de 30 metros; a 8 (pancromática) possui resolução de 15 metros e as bandas termais 10 e 11 possuem uma resolução de 100 metros.

As imagens foram fornecidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e National Aeronautics and Space Administration (NASA). As imagens foram processadas por algoritmos que estabelecem padrões da cobertura vegetal e da tipologia dos solos, encontrados nos softwares QGIS 2.10 e o ENVI 5.0. Ambos constituem um conjunto de ferramentas para sistemas de informações geográficas (SIG) e processamento digital de imagens (PDI).

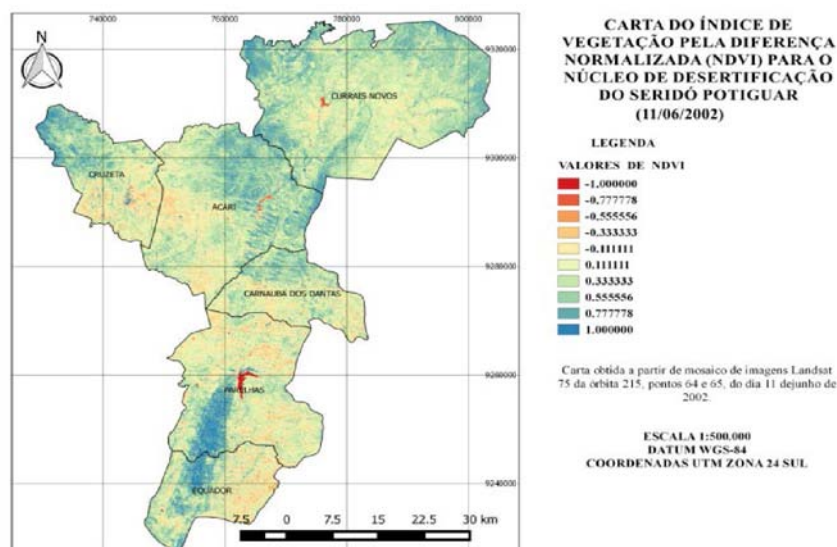
As imagens passaram por processos de calibração, mosaico, recorte do mosaico, obtenção dos índices (NDVI, SAVI, BSI e albedo) e construção das cartas para cada índice calculado para os anos de 2001, 2002, 2009 e 2013.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que o NDS apresenta NDVI com valores mais próximos de 1, indicando maior ocorrência de vegetação mais densa em 2001 (figura 2). Há ainda ocorrências pontuais de regiões vermelhas, ou baixo valores de NDVI, localizadas em Acari, Currais Novos e Parelhas, e que são relacionadas aos reservatórios de Gargalheiras, Dourados e Boqueirão, respectivamente. Em 2002 (figura 3), os dados de NDVI apontam o aumento da densidade da vegetação com clorofila ativa em todo NDS (alto NDVI, região azul). Esse fenômeno pode ser relacionado à variação positiva nos índices pluviométricos entre 2001 e 2002. Em 2009 (figura 4), nota-se uma variação nos valores do índice de vegetação NDVI com a redução da área com valores positivos (tons azuis). Em 2013 (figura 5), ano em que houve redução dos índices pluviométricos no NDS, os dados de NDVI apontaram a redução de áreas com vegetação com clorofila ativa.

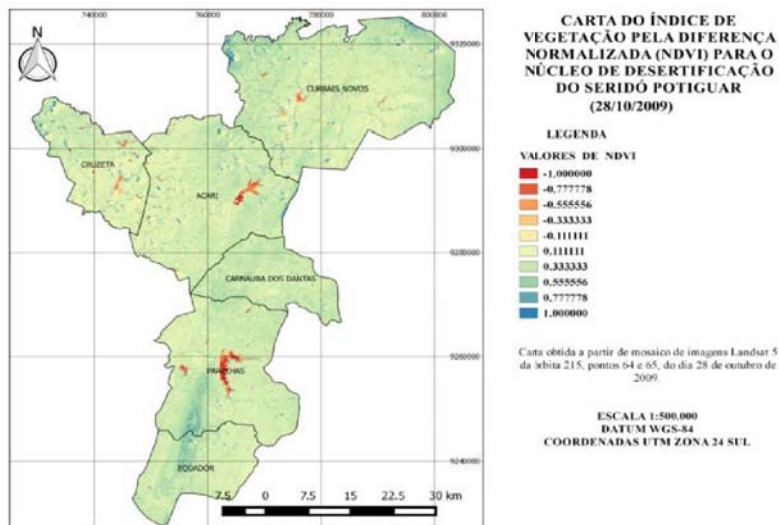
**Figura 2:** Carta do Índice de Vegetação pela Diferença Normalizada no Núcleo de Desertificação do Seridó em 2001.

Fonte: Elaboração própria no QGis 2.12.3.

**Figura 3:** Carta do Índice de Vegetação pela Diferença Normalizada no Núcleo de Desertificação do Seridó em 2002.

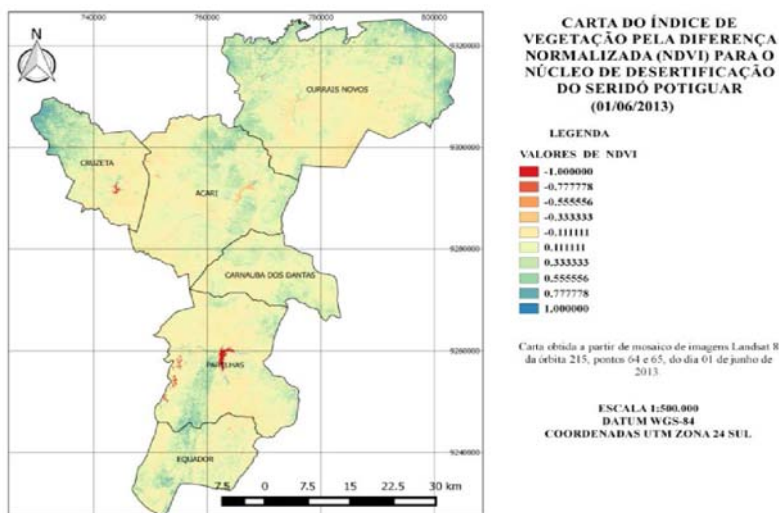
Fonte: Elaboração própria no QGis 2.12.3.

**Figura 4:** Carta do Índice de Vegetação pela Diferença Normalizada no Núcleo de Desertificação do Seridó em 2009.



Fonte: Elaboração própria no QGis 2.12.3.

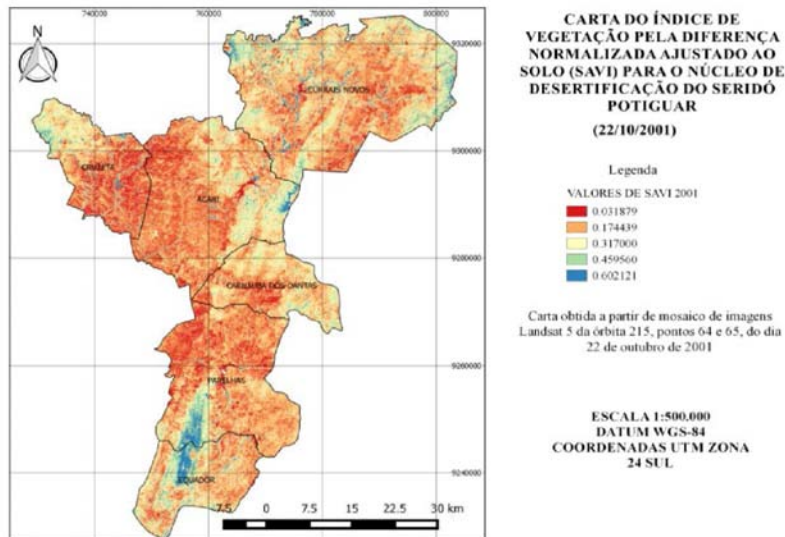
**Figura 5:** Carta do Índice de Vegetação pela Diferença Normalizada no Núcleo de Desertificação do Seridó em 2013.



Fonte: Elaboração própria no QGis 2.12.3.

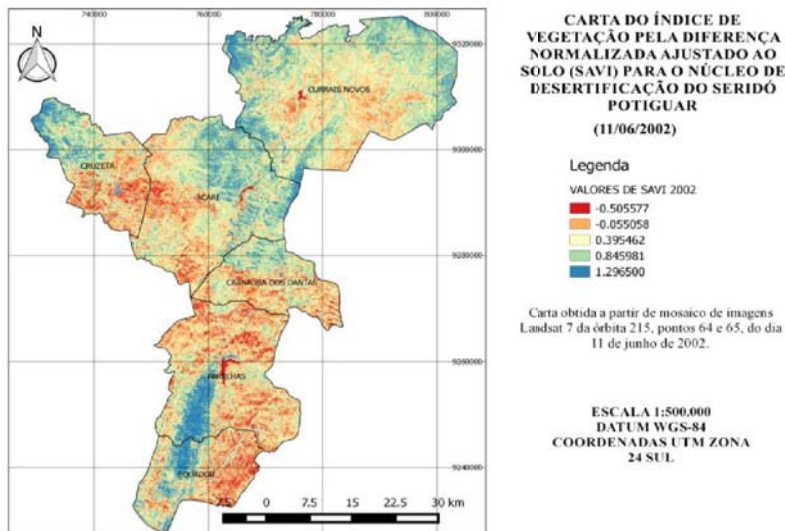
As cartas de SAVI (figuras 6-9) mostram que em 2001, o índice foi baixo em várias regiões do NDS e apresentou valores elevados numa faixa contínua entre Parelhas e Equador – Serra dos Quintos - e alguns poucos pontos entre Acari, Cruzeta e Currais Novos. Já em 2002, ano com maior pluviometria comparada a 2001, o índice teve aumento em todo NDS, com destaque para Acari, Cruzeta e Currais Novos. O SAVI na faixa entre Equador e Parelhas – Serra dos Quintos - apresentou pouca variação. Em 2009, o índice diminuiu na maior parte da região de estudo, apresentando pouca variação na faixa entre Equador e Parelhas (Serra dos Quintos) e dois pontos em Currais Novos. Em 2013, o SAVI voltou a diminuir em algumas regiões com índice mais baixo e aumentou em algumas áreas em Acari, Cruzeta e Currais Novos.

**Figura 6:** Carta do Índice de Vegetação Ajustada ao Solo no Núcleo de Desertificação do Seridó em 2001.



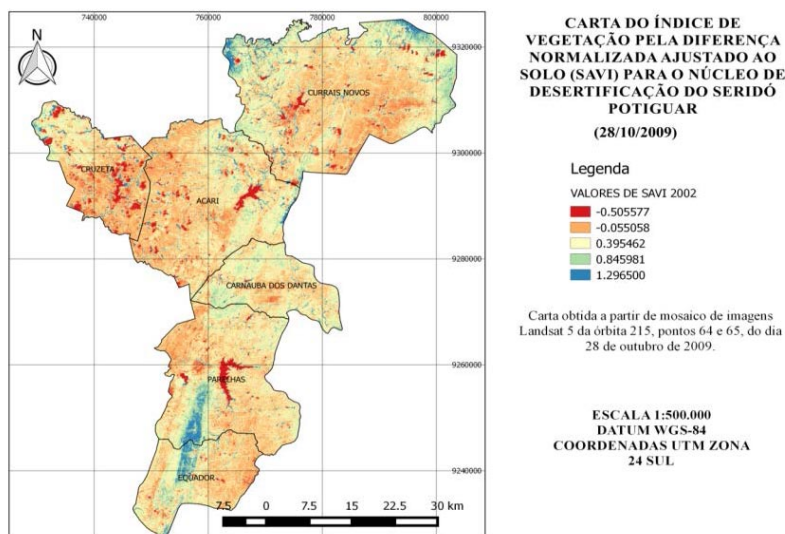
Fonte: Elaboração própria no QGis 2.12.3.

**Figura 7:** Carta do Índice de Vegetação Ajustada ao Solo no Núcleo de Desertificação do Seridó em 2002.



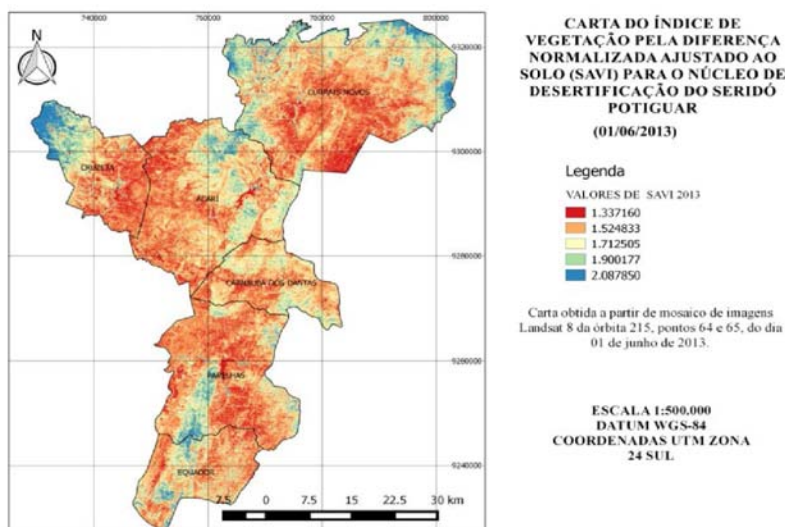
Fonte: Elaboração própria no QGis 2.12.3.

**Figura 8:** Carta do Índice de Vegetação Ajustada ao Solo no Núcleo de Desertificação do Seridó em 2009.



Fonte: Elaboração própria no QGis 2.12.3.

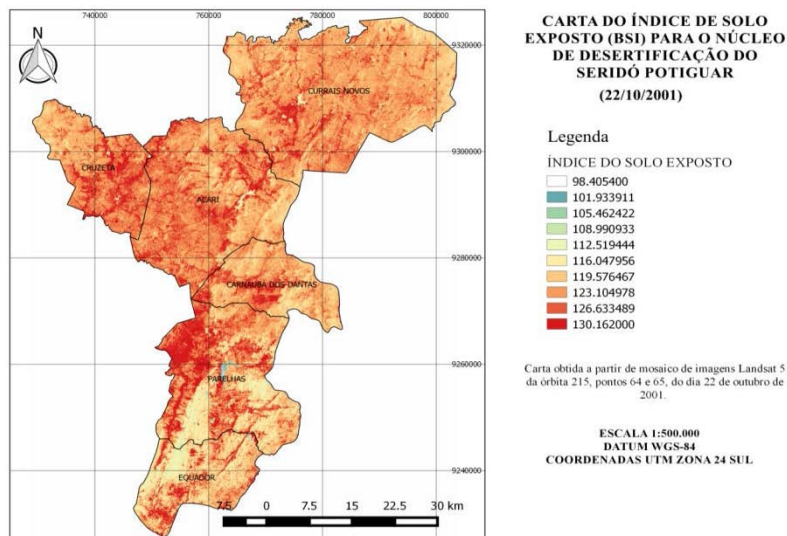
**Figura 9:** Carta do Índice de Vegetação Ajustada ao Solo no Núcleo de Desertificação do Seridó em 2013.



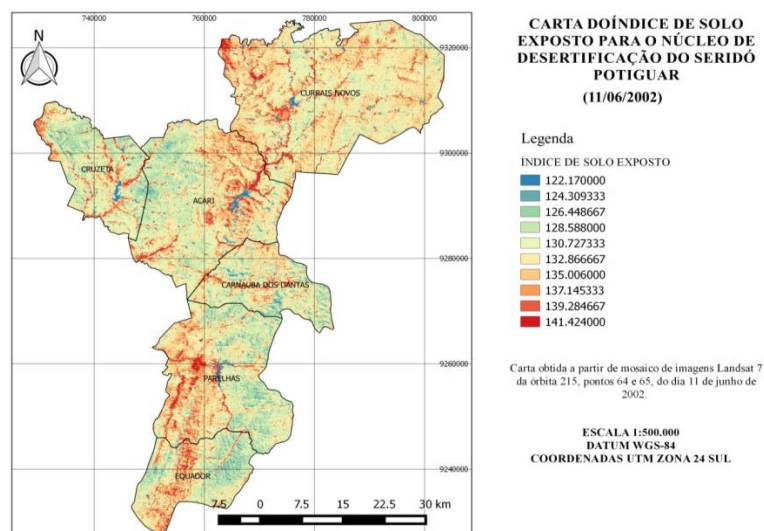
Fonte: Elaboração própria no QGis 2.12.3.

Em 2001 (figura 10), a carta de BSI mostra que em todo NDS há extensas áreas com exposições contíguas de solo, destacando-se áreas de drenagem e o entorno das áreas urbanas. Em 2002 (figura 11), apesar de ser observada a diminuição do índice em todos os municípios, destaca-se um forte controle das áreas nos entornos das drenagens principais, como também dos centros urbanos. Na carta de índice BSI para o ano de 2002, a faixa situada entre os municípios de Equador e Parelhas – Serra dos Quintos – apresenta pequenas faixas lineares com valores elevados do índice BSI. Em geral, os valores do índice BSI voltaram a aumentar em 2009 (figura 12), entretanto na Serra dos Quintos, apontam valores menores em relação ao ano de 2002. No ano de 2013 (figura 13), os valores elevados do índice BSI são encontrados em amplas áreas, exceto no extremo-noroeste do município de Cruzeta e extremo-norte dos municípios de Currais Novos e Acari. Na Serra dos Quintos, os valores do índice BSI aumentaram, porém contrastam com os valores maiores das áreas circunvizinhas.



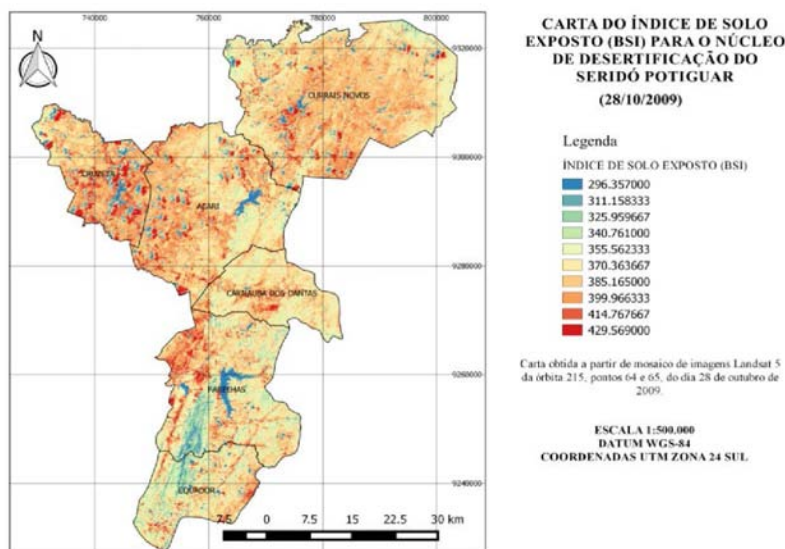
**Figura 10:** Carta do índice de Solo Exposto do Núcleo de Desertificação do Seridó em 2001.

Fonte: Elaboração própria no QGis 2.12.3.

**Figura 11:** Carta do índice de Solo Exposto do Núcleo de Desertificação do Seridó em 2002.

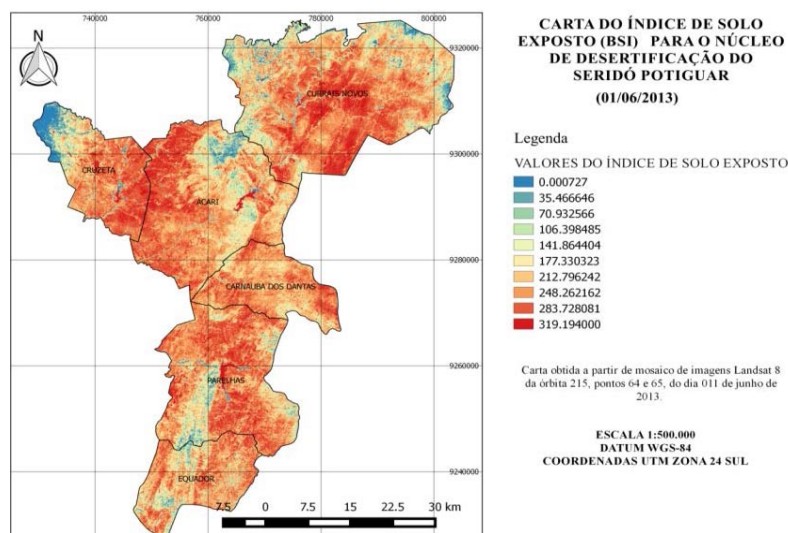
Fonte: Elaboração própria no QGis 2.12.3.

**Figura 12:**Carta do índice de Solo Exposto do Núcleo de Desertificação do Seridó em 2009.



Fonte: Elaboração própria no QGis 2.12.3.

**Figura 13:**Carta do índice de Solo Exposto do Núcleo de Desertificação do Seridó em 2013.



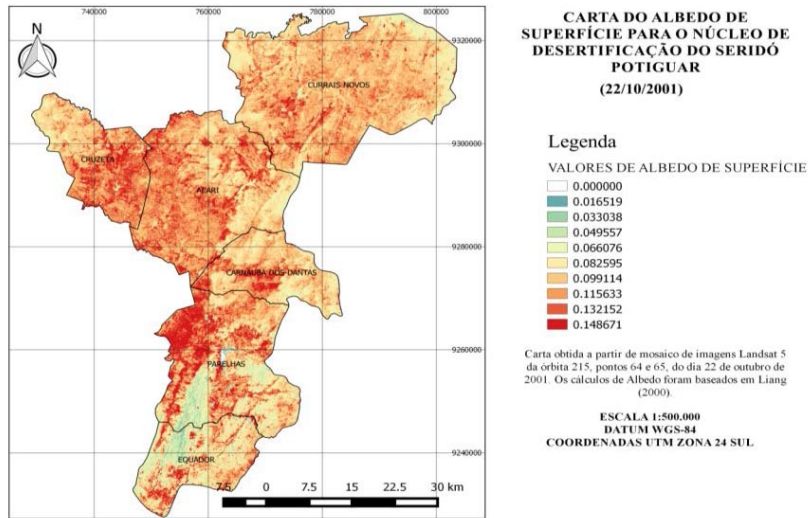
Fonte: Elaboração própria no QGis 2.12.3.

Na carta dos valores de albedo de superfície para o ano de 2001 (figura 14), observa-se que os valores maiores de albedo de superfície encontram-se nas áreas situadas na parte oeste dos municípios de Acari, Parelhas e Carnaúba dos Dantas, e na porção leste do município de Cruzeta. Os valores elevados de albedo também acompanham as redes de drenagens principais e entornos dos centros urbanos.

A carta dos valores de albedo de superfície para o ano de 2002 (figura 15) aponta que o albedo diminuiu em praticamente em todos os municípios, porém alguns pontos continuaram com valores elevados, principalmente em Currais Novos, Cruzeta e Parelhas.

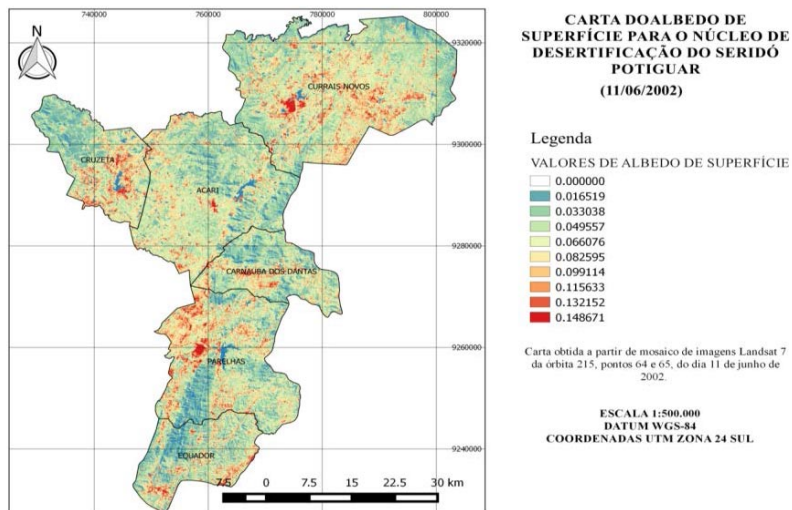
A carta dos valores de Albedo de superfície para o ano de 2009 (figura 16) indica que os valores voltam a ser elevados, e atingiram valores mais elevados na carta do ano de 2013 (figura 17). Neste ano, os valores obtidos mostra semelhança em termos de distribuição aos valores da carta do ano de 2001. As áreas situadas no entorno das redes de drenagens principais, entorno dos centros urbanos, porção oeste dos municípios de Parelhas e Cruzeta, retornam a apresentar os valores mais elevados.

**Figura 14:** Carta dos valores de Albedo de Superfície do Núcleo de Desertificação do Seridó em 2001.



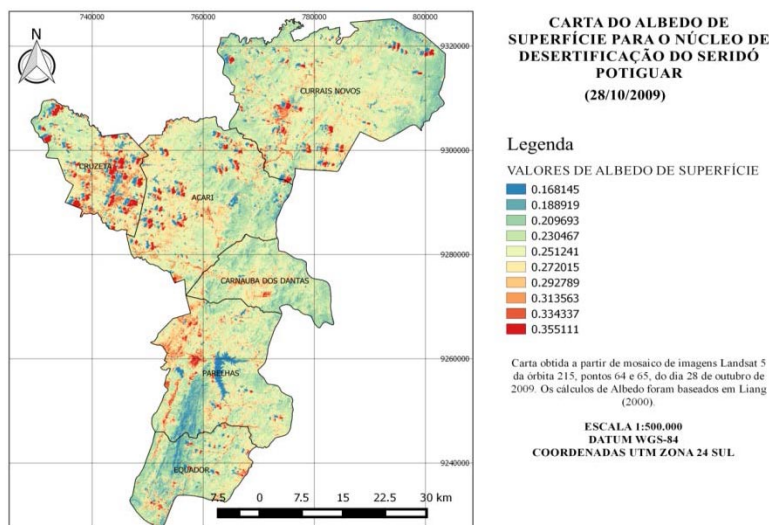
Fonte: Elaboração própria no QGis 2.12.3.

**Figura 15:** Carta dos valores de Albedo de Superfície do Núcleo de Desertificação do Seridó em 2002.



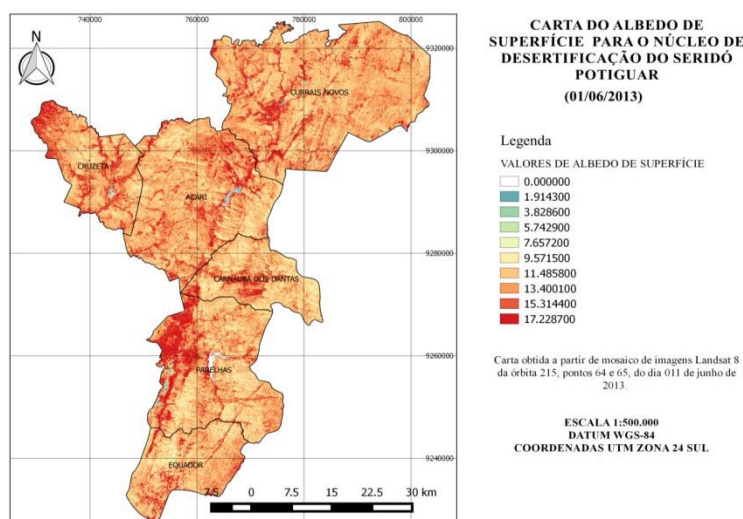
Fonte: Elaboração própria no QGis 2.12.3.

**Figura 16:** Carta dos valores de Albedo de Superfície do Núcleo de Desertificação do Seridó em 2009.



Fonte: Elaboração própria no QGis 2.12.3.

**Figura 17:** Carta dos valores de Albedo de Superfície do Núcleo de Desertificação do Seridó em 2013.



Fonte: Elaboração própria no QGis 2.12.3.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nesse trabalho permitiram constatar que a cobertura vegetal encontrou-se bastante modificada, houve ocorrência de grande área desmatada e o aumento do solo exposto e o albedo, indicando avanço no processo de desertificação na região. De forma geral, as áreas onde a degradação ambiental se encontra mais avançada no Seridó, são aquelas onde se localizam as cerâmicas, a atividade pecuária e as áreas irrigadas. Muitas vezes, a falta de preocupação da população afetada e a falta de recursos governamentais são os principais problemas para a mitigação da desertificação no Núcleo de Desertificação do Seridó, necessitando que esses problemas sejam bem discutidos para o melhor desempenho de planos e ações ambientais na região.

Os índices usados apresentam resultados aproximados da realidade e que acompanhados de outros dados, como socioeconômicos, podem contribuir nos diagnósticos e gestão ambiental do Seridó.

## REFERÊNCIAS

- CLEMENTE, Rodeildo. **Insa publica mapas dos núcleos de desertificação do Semiárido**. Campina Grande: Insa, 2014. Disponível em: <<http://www.insa.gov.br/noticias/insa-publica-mapas-dos-nucleos-de-desertificacao-do-semiarido/#.VhXFKPIViko>>. Acesso em: 1 de Outubro de 2015.
- ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE, Instituto Interamericano de Cooperação para Agricultura – IICA, Conselho de Desenvolvimento Sustentável do Seridó. **Plano de Desenvolvimento Sustentável do Seridó: Diagnóstico**. ADESE, Caicó, 2000.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Image Catalog**. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 15 de Outubro de 2015.
- KALAF, R. Landsat 8: Avanços para mapeamento em mesoescala. 4º Congresso Brasileiro de Geoprocessamento. Rio de Janeiro, RJ. 2013.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, Estado do Rio Grande do Norte, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA. **Plano Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca - PAE-RN**, Natal-RN, 2010.
- NASCIMENTO, Marcos Antônio Leite do; FERREIRA, Rogério Valença. **Geoparque Seridó (RN) – Proposta**. Serviço Geológico do Brasil – CPRM, 2010.
- NOVAS, Maria Fátima Bettini. **Análise da variação dos índices de vegetação estimados por sensoriamento remoto em dois períodos ao sul da bacia do rio Traipu-Al**. In: Simpósio Brasileiro de Ciências e Tecnologia da Geoinformação, 2., 2008, Recife. Recife: 2008.
- SILVA, Charles Evaristo da; ROSA, André Pereira. Geoprocessamento com utilização da satélite Landsat 5 TM para estudo de caso de município de Betim. 2012. Disponível em: <<http://mundogeo.com/blog/2012/02/14/geoprocessamento-com-utilizacao-do-satelite-landsat-5-tm-para-estudo-de-caso-do-municipio-de-betim/>>. Data de acesso: 15 mar 2016.
- UNCCD, 1994. United Nations Convention to Combat Desertification in Countries Experiencing SeRious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa, p. 4. Paris.
- UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. 2016. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Data de acesso: 15 de outubro de 2015.
- VASCONCELOS SOBRINHO, J. Processos de desertificação ocorrentes no Nordeste do Brasil: sua gênese e sua contenção. Recife: SEMA/SUDENE, 1982. 101p.
- VENTURIERI, Adriano. Curso de Introdução às Técnicas de Sensoriamento Remoto. Belém, 2007.