

# Índice de Vegetação da Diferença Normalizada X Análise de Componentes Principais para Detecção de Áreas em Processo de Desertificação

*Ivan Ighour Silva Sá<sup>1</sup>; Josiclêda Domiciano Galvêncio<sup>2</sup>;  
Magna Soelma Beserra de Moura<sup>3</sup>; Iêdo Bezerra Sá<sup>4</sup>*

## Resumo

Para se avaliar áreas em processos de desertificação é necessário estudar e quantificar o estágio atual da cobertura do terreno, a velocidade da degradação e, enfim, detectar o risco de desertificação. Estas informações podem ser obtidas por meio de dados satelitários; assim, técnicas de sensoriamento remoto se tornam úteis uma vez que permitem observar estas mudanças tanto em escala espacial quanto temporal. A região do Araripe Pernambucano sofre grande pressão sobre seus recursos naturais, em especial sob os recursos florestais. Neste sentido, este trabalho buscou cartografar a desertificação nesta região. Para se determinar o estágio atual da cobertura do terreno foi utilizado o NDVI e para determinar a velocidade da degradação na região, foi utilizada a análise por componentes principais em duas imagens datadas de 1998 e 2008. Foi possível observar com o cruzamento dessas informações que, em geral, a região em estudo possui risco de desertificação de severo a fraco. A classe severa é principalmente representada pelas atividades agropecuárias da região que vêm se desenvolvendo há pelo menos 10 anos através de sistemas tradicionais de produção. A classe muito severa é pouco perceptível.

**Palavras-chave:** NDVI, componentes principais, Araripe.

## Introdução

Segundo Cavalcanti e Araújo (2008), a utilização da Caatinga ainda se fundamenta em processos meramente extrativistas para a obtenção de produtos de origem pastoril, agrícola e madeireiro. Estes autores ainda ressaltam que esse modelo predatório já se faz sentir principalmente nos recursos naturais renováveis da Caatinga, observando perdas irreversíveis da diversidade florística e faunística, acelerado processo de erosão e declínio da fertilidade do solo e da qualidade da água. Essa exploração sem a preocupação conservacionista causa degradação das terras que, junto com as variações climáticas, podem desencadear processos de desertificação (BRASIL, 1998).

As áreas em processos de desertificação têm o desmatamento como principal atividade causadora da degradação. Este é um indicador consensuado e justificado pela facilidade na observação de mudanças, em escalas tanto espaciais como temporais com o auxílio de dados satelitários e técnicas de sensoriamento

<sup>1</sup> Professor substituto, Colegiado de Engenharia Agrônoma, UNIVASF, Petrolina, PE, ighour@hotmail.com.

<sup>2</sup> Professora adjunta, Colegiado de Ciências Geográficas, UFPE, Recife, PE.

<sup>3</sup> Pesquisadora em Agrometeorologia, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

<sup>4</sup> Pesquisador em Geoprocessamento e Sensoriamento, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

remoto. Porém, os trabalhos no Nordeste têm considerado a perda da cobertura vegetal como desertificação somente quando o resultado são extensões de solo descoberto ou com vegetação muito rala, sem a presença de cultivos (LEITE et al., 2003; SAMPAIO et al., 2003).

Uma grande frente de desmatamento pode ser observada na região do Araripe, em Pernambuco, podendo causar desertificação, sendo necessárias avaliações dos recursos naturais ali existentes, bem como a dinâmica da paisagem, uma vez que as ações antrópicas exercidas na área resultam em áreas degradadas pelo consumo de lenha para atender a diferentes setores econômicos (SECTMA, 2007).

Neste sentido, o objetivo do presente estudo foi detectar possíveis as áreas em processo de desertificação na região do Araripe Pernambucano.

## Material e Métodos

As áreas selecionadas para a realização deste estudo estão localizadas no extremo oeste do Estado de Pernambuco e correspondem ao “Polo Gesseiro do Araripe” que é formado, dentre outros, pelos seguintes municípios: Araripina, Bodocó, Ouricuri, Trindade e Ipubi. A área de estudo totaliza 7.082,86 km<sup>2</sup>, que representam 7,20% da área total do Estado de Pernambuco.

A região de estudo está contida no Bioma Caatinga, que segundo a classificação fitogeográfica proposta pelo IBGE, é classificada como Savana Estépica. Este termo foi empregado no Brasil para designar a área do “Sertão Árido Nordestino” com dupla estacionalidade. A Savana Estépica comporta quatro subgrupos de formações: Savana Estépica Florestada, Savana Estépica Arborizada, Savana Estépica Parque e Savana Estépica Gramíneo-lenhosa (IBGE, 1992).

Os solos que predominam no “Pólo Gesseiro do Araripe” são os Latossolos Amarelos, Argissolos Amarelo e Vermelho-Amarelo (LOPES, 2005). O clima predominante da área de estudo é BSw<sup>h</sup> conforme classificação de Koppen. Este tipo climático apresenta-se como quente semiárido, tipo estepe, com a estação chuvosa atrasada para o outono.

Foram utilizadas imagens do sensor Thematic Mapper (TM) do satélite LANDSAT 5, obtidas na órbita 217 e pontos 65 e 66 para as datas 8 de setembro de 1998 e 21 de setembro de 2008, ambas correspondentes à época seca. Nas imagens foram realizados pré-processamentos de correção atmosférica e geométrica no sentido de se atenuar os atmosféricos e dar conformidade geométrica às imagens multitemporais.

Para se determinar o estágio atual de cobertura do terreno por parte da vegetação, foi calculado o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) por meio da equação proposta por Rouse et al. (1974) utilizando-se as bandas 4 e 3 da imagem de 2008. A imagem gerada por este índice foi classificada por método supervisionado em quatro classes de cobertura do terreno (rala, semirrala, semidensa e densa) com base nos levantamentos de campo.

A fim de identificar as áreas de mudança na cobertura do terreno foi utilizada a técnica de análise por componentes principais seletivas, como descritas por Jiaju (1988) e Chaves e Mackinnon (1994). Foi tomado como base pares das imagens de radiância da banda 3 dos anos de 1998 e 2008 e calcularam-se as duas principais componentes. O resultado da aplicação desta técnica é uma imagem com duas

componentes. A primeira componente (1ª CP) não foi utilizada, pois ela está associada ao eixo de maior correlação, o qual se admite ser representativo das feições comuns (JIAJU, 1988; CRÓSTA, 1992), e a segunda componente (2ª CP) foi tomada como expressão das mudanças ocorridas de uma data para outra.

A aquisição da imagem-detecção de mudanças foi feita com base no fatiamento do histograma da 2ª CP em cinco partes. Os limiares das classes de mudanças (degradação fraca e forte, regeneração fraca e forte) e não mudanças foram baseados em Eastman e Fulk (1993) e Goeffre (1997), que obtiveram uma discriminação satisfatória das mudanças produzidas pela atividade pastoril em savanas.

As classes utilizadas para cartografar os riscos de desertificação deste trabalho seguiram os critérios da FAO (1984) que limitam as classes de degradação em fraca, quando a área reúne todas as condições favoráveis ao seu uso; moderada, que ocorre quando as intervenções na terra têm um efeito prejudicial, mas não é muito provável que essas ações promovam a perda do potencial produtivo da terra; severa, que ocorre quando a área reúne condições que farão com que o uso da terra se torne impraticável, a menos que outras circunstâncias particulares sejam propícias; e muito severa, que ocorre quando as condições do uso da terra se tornam impraticáveis ou economicamente inviáveis.

Desta forma, a criação do mapa temático da desertificação da região do Araripe Pernambucano foi realizada com base no estágio atual da cobertura vegetal e nas mudanças do ambiente, por meio do cruzamento entre os dados do NDVI do ano de 2008 e a 2ª CP que são as mudanças entre os anos de 1998 e 2008. Os critérios adotados para a delimitação das classes de desertificação são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Classes de desertificação da região do Araripe Pernambucano resultante do cruzamento entre a cobertura atual do terreno e o das mudanças ocorridas entre 1998-2008.

Cobertura do terreno	CLASSES DE MUDANÇAS				
	Recuperação Forte	Recuperação fraca	Não-mudança	Degradação fraca	Degradação forte
Solo exposto	*	*	Muito severo	Muito severo	Muito severo
Vegetação rala	Severo	Severo	Severo	Severo	Severo
Vegetação semirrala	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
Vegetação semidensa	Fraco	Fraco	Fraco	*	*
Vegetação densa	Fraco	Fraco	Fraco	*	*

\* Não é observado.

## Resultados e Discussão

A Figura 1 apresenta a distribuição espacial da degradação ambiental da região do Araripe com base nos processamentos das imagens e levantamentos em campo. A quantificação de cada classe cartografada encontra-se demonstrada na Tabela 2, e as considerações sobre o mapeamento são feitas a seguir.

Na classe de risco de desertificação muito severo são observadas as áreas que atualmente não apresentam cobertura vegetal (solo exposto). As mesmas não apresentaram mudanças durante o período analisado (1998 a 2008). É pouco perceptível esta classe na Figura 1, mas a região possui risco de desertificação muito severo, como mostra a Tabela 2. Esta classe está apresentada na cor vermelha e abrange uma área de 9,9 km<sup>2</sup>. Em geral, a região em estudo possui risco de desertificação de severo a fraco.

As áreas de não mudança e onde a cobertura vegetal se encontra na forma rala, correspondendo às atividades agropecuárias da região, que vêm se desenvolvendo há pelo menos 10 anos por meio de sistemas tradicionais de produção, possuem susceptibilidade à desertificação severa e se apresenta na cor amarela na Figura 1.

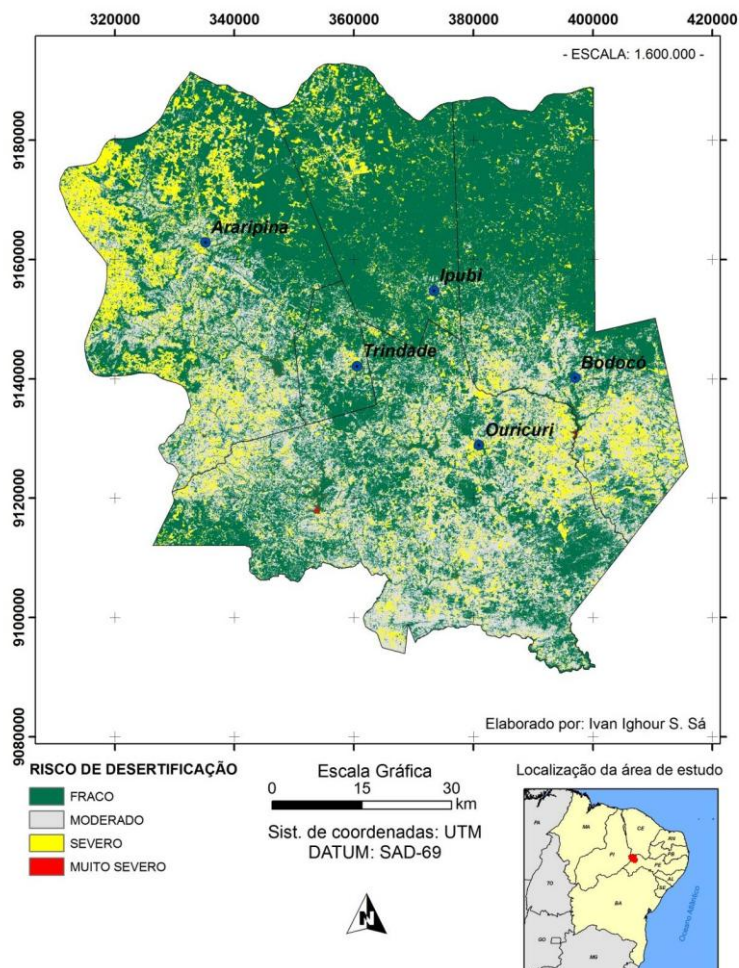


Figura 1. Distribuição espacial da degradação ambiental na região do Araripe Pernambucano

Tabela 2. Distribuição das áreas (km<sup>2</sup>) de degradação da região Araripe Pernambucano.

	Araripina	Bodocó	Ipubi	Ouricuri	Trindade	Total
<b>FRACO</b>	949,47	1075,33	825,95	1060,68	151,98	4063,41
<b>MODERADO</b>	544,6	362,76	56,46	1035,77	58,28	2057,87
<b>SEVERO</b>	412,38	159,38	87,32	275,16	18,91	953,15
<b>MUITO SEVERO</b>	1,82	2,04	0,64	5,34	0,06	9,90
<b>TOTAL</b>	1908,27	1599,51	970,37	2376,95	229,23	7084,33

É importante ressaltar que a classe de degradação severa também inclui os cruzamentos das áreas onde houve degradação e recuperação no período analisado com a vegetação rala. Esta situação corresponde à substituição da vegetação natural pelas culturas agrícolas e pastos (degradação), bem como diversificação das culturas (regeneração). Esta classe abrange uma área de 953,15 km<sup>2</sup>, como mostra a Tabela 2. Ainda pode-se constatar que estas áreas estão localizadas sobre os solos de alta fertilidade que foram e que

estão sendo intensivamente exploradas por meio de práticas que ainda utilizam o fogo como formas de preparo do solo. Desta forma, estas áreas merecem atenção especial por parte dos órgãos governamentais, no sentido de se elaborar políticas públicas de desenvolvimento contemplando a implantação de tecnologias voltadas à convivência com o Semiárido e incentivos financeiros. O município mais impactado é o de Araripina (412,38 km<sup>2</sup>).

A classe de degradação moderada está representada na cor cinza na Figura 1. Esta classe englobou as áreas onde não houve mudanças no ambiente e a vegetação natural se encontra em estágio de regeneração (semirrala). Também foi cartografado nesta classe o resultado do cruzamento entre a vegetação semirrala com classe de mudança degradação, e regeneração. No primeiro caso, pode-se observar que exploração da cobertura vegetal ocorreu após a primeira data analisada (1998); estas áreas tiveram tempo para iniciar o processo de regeneração. Em relação à regeneração da Caatinga, as informações contidas em Sá et al. (1994) podem corroborar com esta afirmativa. Segundo estes autores, a composição florística das caatingas, apresenta espécies dotadas de um forte poder de rebrota, e que são capazes de reconstituir o ambiente num período relativamente curto, que varia entre 10 e 15 anos. A preservação destas áreas torna-se importante para garantir que a vegetação complete o ciclo de regeneração natural e garanta moradia à fauna local, estoque de material lenhoso para que possa ser utilizado no futuro, bem como garanta a cobertura do solo. Esta classe abrange uma área de 2.057,87 km<sup>2</sup>.

O cruzamento das áreas onde a vegetação atual encontra-se na forma semidensa a densa e não apresentam risco de desertificação. Esta classe está mapeada na cor verde e abrange uma grande área da ordem de 4.063,41 km<sup>2</sup>.

## Conclusões

O cruzamento do mapa detecção de mudanças com o do Ndvi mostrou-se satisfatório na detecção e avaliação dos riscos de desertificação na região estudada.

A região possui risco de desertificação de severo a fraco. A classe severa é principalmente representada pelas atividades agropecuárias. A classe muito severa é pouco perceptível.

## Referências

- BERNSTEIN, R. Image geometry and rectification. In: COLWELL, R. N. (Ed.). **Manual of Remote Sensing**. 2nd ed. Virginia: American Society of Photogrammetry, 1983. p.873-922.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Convenção das Nações Unidas de combate à desertificação** nos países afetados por seca grave e/ou desertificação, particularmente na África. 2. ed. Brasília, DF: MMA: Plano Nacional de Combate a Desertificação, 1998. 95 p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. **Região do Araripe: diagnóstico florestal**. Brasília, DF, 2007.
- CHAVEZ, P. S.; MacKinnon, D. J. Automatic detection of vegetation changes in Southwest.
- CROSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas: UNICAMP, 1992. 170 p.
- EASTMAN, J. R.; FULK, M. Long sequence time series evaluation using standardized principal components. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, Bethesda, v. 59, n. 6, p. 991-996, 1993.

FAO. **Metodologia provisional para la evaluación y rerepresentación cartográfica de la desertification**. Roma; 1984. 50 p.

GOEFFREY, M. H. Detecting change in grasslands using measures of spatial dependence whit Landsat TM data. **Remote Sensing of Environment**, [New York], v. 46, n. 4, p. 223-234, 1997.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 1992. (IBGE. Manuais Técnicos em Geociências, 1).

JIAJU, L. Development of principal component analysis applied to multitemporal Landsat TM data. **International Journal of Remote Sensing**, Abingdon, v. 9, n. 12, p.1.895-1.907, 1988.

LEITE, F. R. B.; OLIVEIRA, S. B. P.; BARRETO, M. M. S.; CARVALHO, G. M. B. S.; FREITAS FILHO, M. R. Degradação ambiental e susceptibilidade aos processos de desertificação na região do Médio Jaguaribe – CE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2003. p. 1.315-1.322.

LOPES, H. L. **Modelagem de parâmetros biofísicos para avaliação de riscos à desertificação**. 2005. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologia da Informação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. Diretrizes para o manejo sustentável dos solos brasileiros: região semi-árida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 26., Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 1997. 1 CD-ROOM.

SÁ, I. B.; FOTIUS, G. A.; RICHÉ, G. R. Degradação ambiental e reabilitação natural do Trópico Semi-Árido Brasileiro. In: CONFERÊNCIA NACIONAL E SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DA DESERTIFICAÇÃO, 1994, Fortaleza. **Anais... Brasília, DF: SEPLAN**, 1994. p. 310-332.

ROUSE, J. W.; HAAS JÚNIOR, R. H.; DEERING, D. W.; SCHELL, J. A.; HARLAN, J. C. **Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation, NASA/GSFC type III final report**. Greenbelt: NASA, 1974. 371 p.