

## Mapeamento de Áreas Degradadas a partir do Mosaico LANDSAT com Solos Susceptíveis à Desertificação

Hernande Pereira da Silva<sup>1,2</sup>  
Izabel Cristina de Luna Galindo<sup>1</sup>  
Clériston Silva dos Anjos  
Rayanna Barroso de Oliveira Alves<sup>2</sup>  
Guilherme Monteiro de Medeiros<sup>2</sup>  
Sílvio de Araújo Braga Júnior<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE/GEOSERE  
Departamento de Engenharia de Pesca / Departamento de Engenharia Agrícola  
Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos - CEP: 52171-900 – Recife/PE  
iclgalindo@uol.com.br / {hernandepereira, cleriston\_anjos}@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Instituto Federal de Pernambuco – IFPE/  
Coordenação de Tecnologia em Gestão Ambiental  
Av. Prof. Luís Freire, 500 - Cidade Universitária – CEP 50740-540 – Recife/PE  
rayannabarroso@hotmail.com/ silvio.abj@gmail.com / gm.medeiro@yahoo.com.br

**Abstract.** The use of satellite images in the study of soils has increased in the last years, due to the satisfactory results of this tool in reducing the costs of soil surveys. The objective of this study is to contribute with scientific knowledge for the development of efficient methodologies to be used in the desertification studies. The indication of lands suitable to the processes of desertification using remote sensing and geoprocessing is a study of great relevance for the semiarid regions of Northeast Brazilian. Space analysis of a historical series of satellite images of the semi-arid region of Pernambuco State was carried out using LANDSAT images of the period of 20 years. The images were georeferencing and processed digitally. Using the software SPRING contrast operations were implemented with the aim of highlighting spectral features that indicate areas susceptible to processes of Desertification. From these images did get NEGATIVE images. The applied methodology allowed the identification of degraded areas by erosive processes. Using the remote sensing techniques and GIS, the selected areas were identified on the mosaic of negative images. The results showed that luvisols, planosols and lithic neosols were the most suitable soils to the processes of desertification in the studied region.

**Palavras-chave:** remote sensing, image processing, spectral behavior, soils, sensoriamento remoto, processamento de imagens, comportamento espectral, solos.

### 1.Introdução

Segundo Nobre *et al.* (1992), o sensoriamento remoto e o geoprocessamento são ferramentas poderosas na aquisição, análise e manipulação de dados geográficos capazes de auxiliar no processo de desenvolvimento e compreensão de estudos ambientais. Soares *et al.*(1992) também afirma que o sensoriamento remoto tem sido utilizado para o acompanhamento das secas e para delimitar áreas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação.

No Nordeste, um dos primeiros trabalhos de identificação de áreas em processo avançado de desertificação com base em imagens de satélite foi realizado por Sobrinho (1982). Com base na interpretação visual de imagens do MSS/LANDSAT de 1976 e 1978, esse autor mapeou, na escala de 1:500.000, oito possíveis núcleos de desertificação na região semiárida do Brasil.

Sampaio (2002) fez uma revisão sobre grupos de trabalhos e suas propostas de mensuração da desertificação no Brasil. Ele destacou as propostas de Ferreira *et al* (1994) e Rodrigues *et al* (1995) adotadas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), como uma das

medidas oficiais da desertificação no Brasil. Com base nessa revisão e nos trabalhos de Sá *et al* (1994) e de Torrico (1994) foi elaborado o mapa de desertificação classificando as áreas em muito grave, grave e moderado.

Analisando os mapeamentos citados acima, verifica-se que estes se basearam em imagens de satélites, dados de campo e indicadores dos processos de desertificação. Entretanto, não se destacou a importância do tipo de solos e a vulnerabilidade destes em função de suas características pedogenéticas e espectrais na suscetibilidade aos processos de degradação.

Segundo Galindo (2007) pode-se afirmar que a maioria das características/atributos dos solos do semiárido contribui para uma alta susceptibilidade à erosão. Partindo da premissa de que existe forte relação entre a cobertura vegetal, os tipos de solos e seus comportamentos espectrais, neste estudo, aplicaram-se as técnicas do sensoriamento remoto e do geoprocessamento na indicação de áreas degradadas, suscetíveis aos processos de desertificação.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi utilizar série de imagens do satélite LANDSAT para indicar áreas suscetíveis aos processos de desertificação no estado de Pernambuco.

## **2. Metodologia de Trabalho**

A área de estudo abrange o semiárido do Estado de Pernambuco, na sua porção oeste, e do agreste pernambucano.

Utilizou-se imagens dos satélites LANDSAT, sensores MSS, TM e ETM<sup>+</sup>, bandas 2, 3 e 4 referentes aos anos de 1976 a 2008. Estas imagens foram tratadas e processadas para o software SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas) e inseridas em um banco de dados. Foi realizada a seleção de imagens com menor cobertura de nuvens ao longo do período estudado. No georreferenciamento dessas imagens, o sistema de projeção cartográfica utilizado foi UTM (*Universal Transversa de Mercator*) e Datum SAD 69.

A partir das imagens selecionadas e georreferenciadas foi gerado o mosaico LANDSAT. Este mosaico foi corrigido radiometricamente e sobre o mesmo foi aplicada a operação de contraste NEGATIVO (Figura 1) que melhor discriminou a resposta espectral dos alvos na imagem para identificar as áreas degradadas.

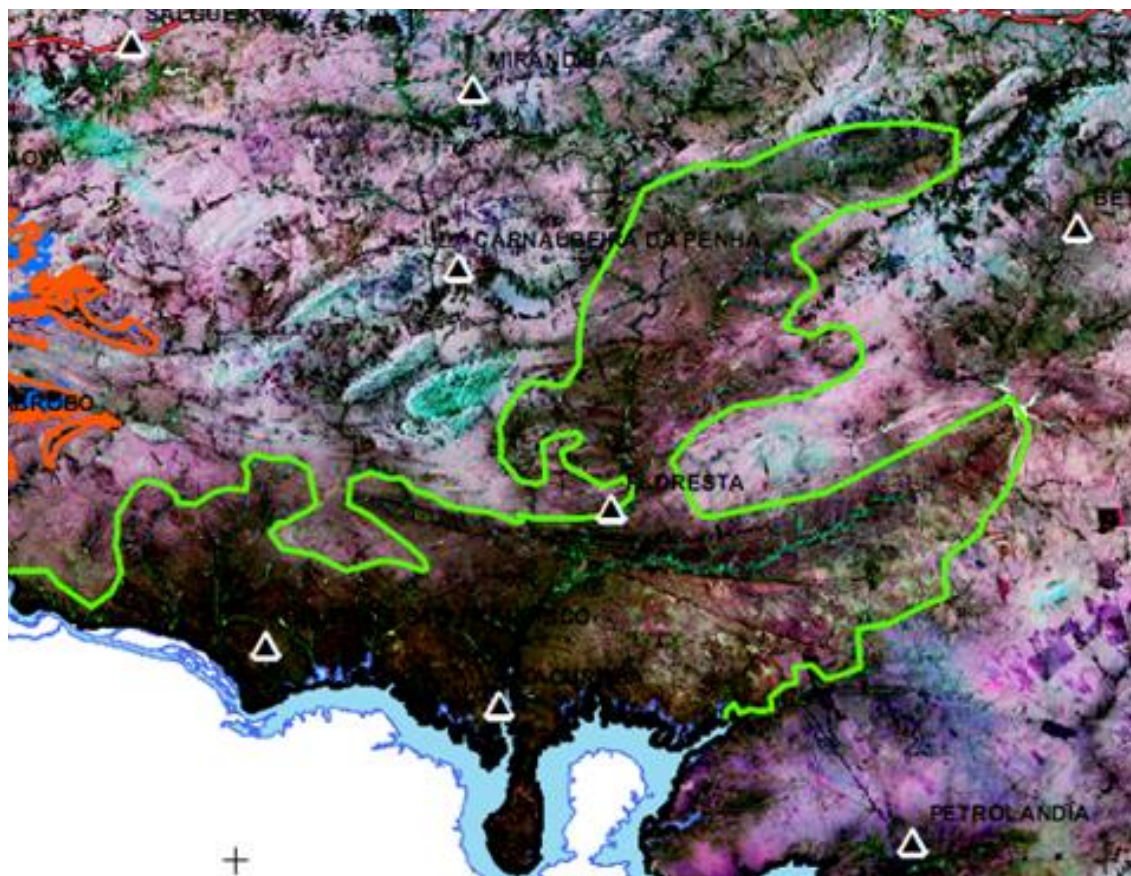


Figura 1. Parte do mosaico NEGATIVO/LANDSAT com a delimitação de áreas degradadas no semiárido de Pernambuco.

A alta refletividade espectral é característica de solos sob processo de degradação. De uma maneira geral, solos de textura arenosa tendem a ter maior refletância, devido à sua constituição mineralógica (rica em quartzo) e ao fato de geralmente apresentarem baixos teores de matéria orgânica, óxidos de ferro e menores teores de água (Stoner, 1979). Diferentemente acontece com solos argilosos, onde o teor de matéria orgânica é maior, absorvendo mais e refletindo pouca energia eletromagnética.

No semi-árido pernambucano a resposta espectral do solo vai depender dos atributos do solo. Em se tratando de solos arenosos, as imagens multiespectrais apresentam cores em tons de cinza claros. No caso de solos argilosos ou com maior quantidade de matéria orgânica, as imagens aparecem em tons de cinza escuros.

Para Huete *et al.* (1985), a refletância do solo tem influência marcante na avaliação e caracterização de áreas vegetadas. O tipo de solo, bem como suas características, influenciam a refletância do dossel de algumas culturas, principalmente durante o período inicial de desenvolvimento, quando ocorre a maior porcentagem de solo exposto (Bauer *et al.*, 1981; Ahlrichs e Bauer, 1983).

A partir das características espectrais dos solos do semiárido de Pernambuco e dos critérios adotados na interpretação visual (forma, tamanho, textura, tonalidade, cor, padrão) das imagens, as áreas foram classificadas como área moderadamente degradada, área degradada e área gravemente degradada. Essa classificação das áreas foi definida a partir da leitura de pixels. Na imagem NEGATIVO/LANDSAT, os valores de níveis de cinza entre 0 e 128 foram classificados como áreas gravemente degradadas. Os valores de níveis de cinza entre 129 e 191 foram classificados como áreas degradadas. Os valores de níveis de cinza

entre 192 e 255 foram classificadas como áreas moderadamente degradadas. Ressalte-se que na imagem original, esses intervalos de níveis de cinza são o inverso. Ou seja, 129 a 255, 66 a 128 e 0 a 65, respectivamente. A partir dessa classificação foi possível gerar uma imagem NEGATIVO/LANDSAT das áreas degradadas.

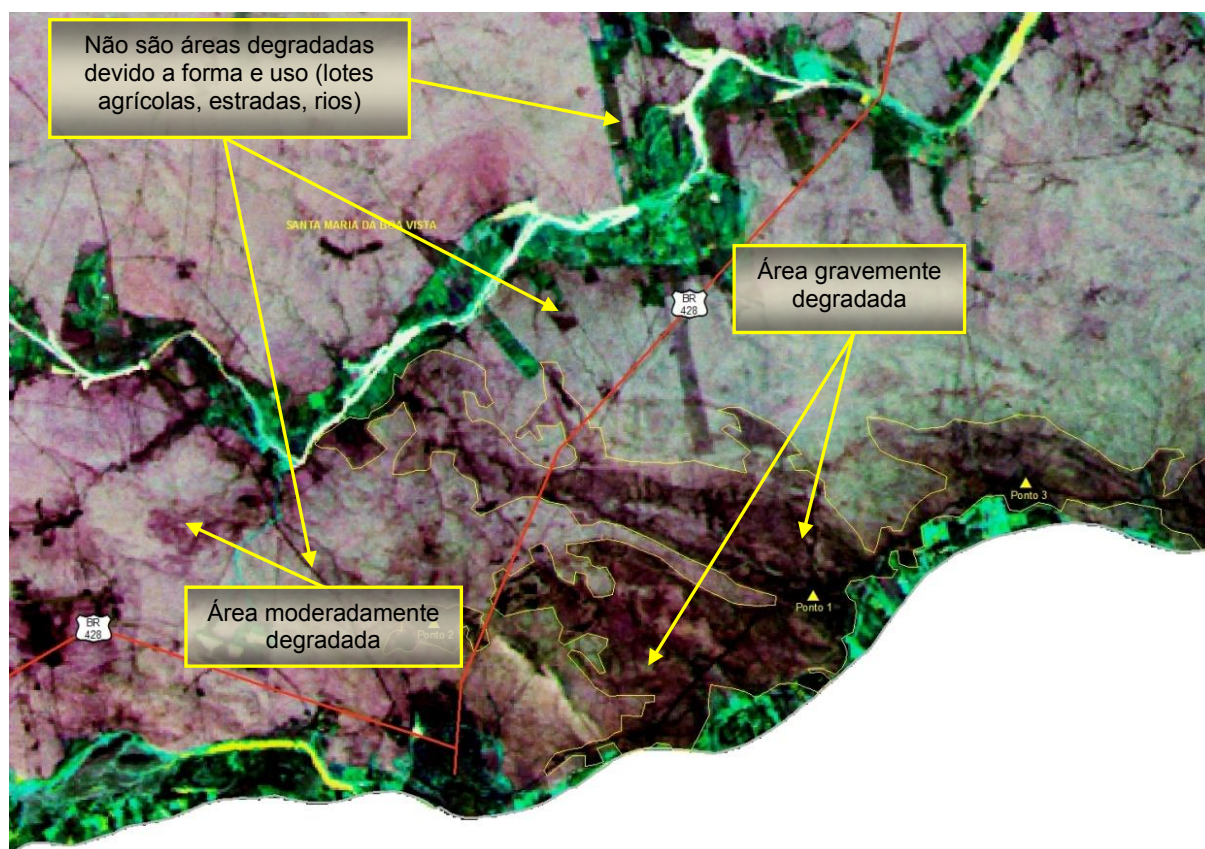
Em seguida, os dados foram exportados para o software ArcGIS 9.2, onde foi realizado o cruzamento das informações obtidas das áreas degradadas na imagem a partir do mosaico de imagens NEGATIVO/LANDSAT com os dados de vulnerabilidade de solos do semi-árido de Pernambuco.

Dessa forma foi possível relacionar características/atributos dos solos suscetíveis aos processos de desertificação verificados em campo por Galindo (2007) com o comportamento espectral desses solos observados no mosaico de imagens NEGATIVO/LANDSAT.

Áreas ocupadas principalmente por Planossolos, Luvisolos e Neossolos Litólicos e em áreas onde há predominância de afloramentos de rocha são reconhecidamente mais susceptíveis aos processos erosivos.

### 3. Resultados e Discussão

Também pelos mesmos critérios citados e considerando a variação tonal nas áreas delimitadas, a Figura 2 apresenta áreas moderadamente degradadas e áreas gravemente degradadas. A interpretação visual dos alvos com tons escuros na imagem NEGATIVO requer cuidado por parte do fotointérprete para não confundir com feições de uso e ocupação antrópico ou mesmo natural.



**Figura 2.** Feições espectrais em áreas moderadamente degradada e áreas gravemente degradadas no município de Santa Maria da Boa Vista delimitadas no mosaico NEGATIVO/LANDSAT do sertão de Pernambuco.

### **Análise Estatística**

Visando avaliar a relação entre as respostas espectrais e os atributos dos solos relacionando o comportamento espectral à suscetibilidade dos solos aos processos de degradação, foi realizada a análise de regressão.

#### **Área moderadamente degradada**

$$Y_1 = - 123,319 + 0,907X + \varepsilon$$

$R^2 = 0,85$  (Explica a variação do nível de cinza nas áreas moderadamente degradadas em 85%).

#### **Área degradada**

$$Y_2 = - 27,033 + 0,910X + \varepsilon$$

$R^2 = 0,82$  (Explica a variação do nível de cinza nas áreas degradadas em 82%).

#### **Área gravemente degradada**

$$Y_3 = 99,611 + 0,738X + \varepsilon$$

$R^2 = 0,95$  (Explica a variação do nível de cinza nas áreas gravemente degradadas em 95%).

Considerando as áreas degradadas identificadas na imagem mosaico NEGATIVO/LANDSAT e a vulnerabilidade dos solos do semiárido de Pernambuco, foi possível identificar áreas com solos susceptíveis a degradação para dar suporte na elaboração do mapa de risco de desertificação de Pernambuco.

O mapa de risco de desertificação (Figura 3) do estado de Pernambuco foi gerado a partir da classificação espectral (moderadamente degradada, degradada e muito degradada) dada as áreas no mosaico NEGATIVO/LANDSAT. Observou-se que as áreas classificadas como gravemente degradadas estão nas regiões dos municípios de Floresta, Belém do São Francisco, Cabrobó, Santa Maria da Boa Vista e adjacentes. Essas áreas são ocupadas por solos susceptíveis à desertificação, e continuamente estão sob fortes processos de degradação. E são ocupadas predominantemente por Luvisolos, Planossolos e Neossolos Litólicos.

Neste mapa, as áreas hachuradas em amarelo correspondem ao grupo de solos susceptíveis aos processos de desertificação (Luvisolos, Planossolos e Neossolos Litólicos).

As áreas hachuradas em azul, vermelho e verde são áreas que foram visitadas através de trabalhos de campo, Galindo (2007).

Foi possível observar e associar o comportamento espectral dos solos susceptíveis aos processo de desertificação do sertão pernambucano a cor e tonalidade características dessa área.

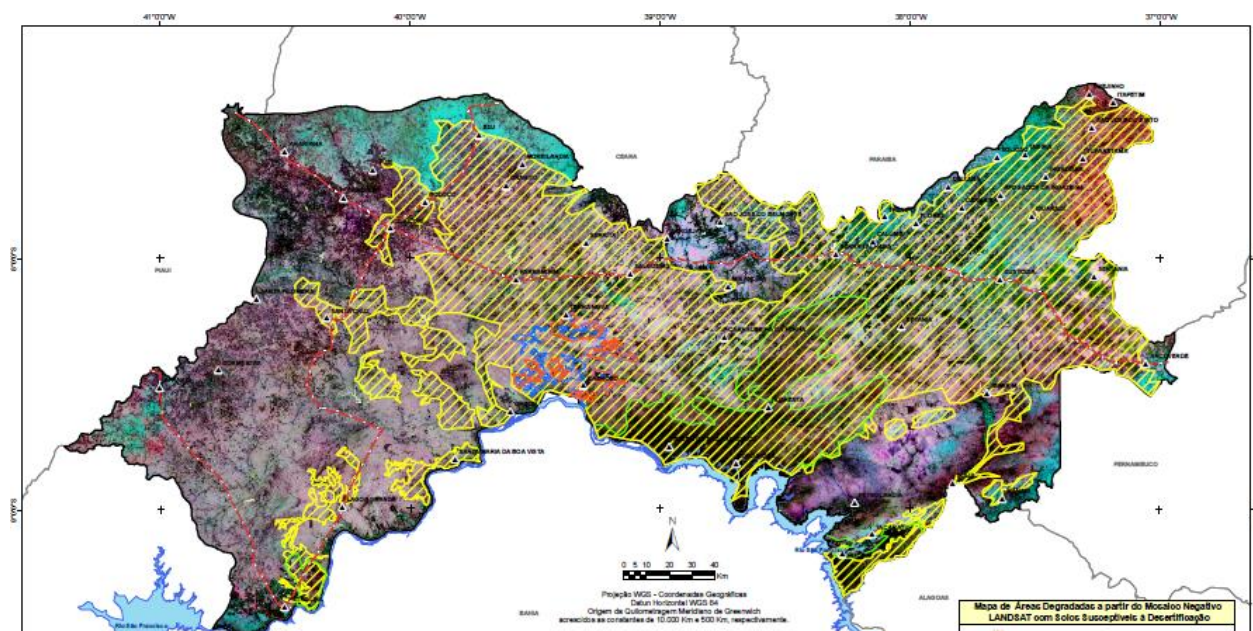


Figura 3. Mapa de risco de desertificação do estado de Pernambuco gerado a partir da classificação espectral do mosaico de imagens LANDSAT.

#### 4. Conclusões

Considerando que solos sob processos erosivos normalmente apresentam elevado albedo, o que torna a imagem “carregada” de brilho dificultando a discriminação dos alvos, a aplicação da operação de contraste NEGATIVO permitiu discriminar melhor digitalmente as áreas de interesse, do que outras operações de contraste testadas. As imagens NEGATIVO discriminaram bem as feições digitais relativas aos processos de degradação do solo, permitindo a classificação das áreas em moderadamente degradada, degradada e gravemente degradada.

Os atributos dos Luvisolos e Planossolos contribuem para uma alta refletância espectral. São solos rasos com pouco grau de desenvolvimento pedogenético, mudança textural abrupta, mal drenados, com baixa infiltração, predominância de horizontes superficiais pouco espessos, textura arenosa ou média, reduzido teor de matéria orgânica, alto nível de dispersão e estrutura pouco desenvolvida em superfície. Apresentam também, em sua composição presença de minerais de alta refletância espectral como o quartzo.

As características espectrais resultantes da metodologia aplicada nas imagens NEGATIVO/LANDSAT levam a conclusão que as áreas classificadas como moderadamente degradadas, degradadas e gravemente degradadas são áreas predominantemente ocupadas por Luvisolos, Planossolos e Neossolos Litólicos.

#### Agradecimentos

Agradecemos ao Programa de Pós-graduação em Ciências do Solo do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, onde foi desenvolvida a pesquisa como parte da Tese de Doutorado do primeiro autor, ao GEOSERE (Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto) da UFRPE e ao IFPE - Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia de Pernambuco.

## Referências Bibliográficas

Ahlrichs, J. S.; Bauer, M. E. Relation of agronomic and multispectral reflectance characteristics of spring wheat canopies. **Agronomy Journal**, v. 75, p. 987-993, 1983

Bauer, M. E.; Daughtry, C. S. T.; Vanderbilt, V. C. Spectral –agronomic relationships of maize, soybean, and wheat canopies. In: Proc. Int. Colloquium on Spectral Signatures of Objects in Remote Sensing, Avignon, 1981. **proceeding**... 1981, p. 261-272.

Ferreira, D.G.; Melo, H.P.; Neto, F.R.R.; Nascimento, P.J.S.; Rodrigues, V. Avaliação do quadro da desertificação no Nordeste do Brasil: diagnósticos e perspectivas. **Anais da Conferência Nacional da Desertificação**, Fortaleza, 1994. Brasília, Fundação Esquel Brasil. p.7-55. 1994.

Galindo, I. C. L. Relação solo-vegetação em áreas sob processo de desertificação no estado de Pernambuco. Tese de Doutorado em Ciência do Solo. UFRPE. 255 p. 2007.

Huete, A. R.; Jackson, R. D.; Post, D. F. Spectral Response of a Plant Canopy with Different Soil Background. **Remote Sensing of Environment**, v. 17, p. 37-53, 1985.

Nobre, C. A.; Massambani, O.; LIU, W. T. **Variabilidade climática na região semi-árida do Brasil e monitoramento de secas através de satélite**. In: Conferência Internacional sobre Impactos de Variações Climáticas e Desenvolvimento Sustentável em Regiões Semi-Áridas – ICID, 1992, Fortaleza/CE. Anais. Fortaleza: ICID, 1992. p.3159-3195.

Rodrigues, V.; Matallo Júnior, H.; Linhares, M.C.; Galvão, A.L.C.; Gorgônio, A.S. **Avaliação do quadro de desertificação no Nordeste do Brasil: diagnóstico e perspectivas**. In Gomes, G.M.; Souza, H.R.; Magalhães, A.R. Desenvolvimento sustentável no Nordeste. Brasília, IPEA. 1995.

Sá, I.B.; Riché, G.R.; Fotius, G.A. Degradação ambiental e reabilitação no trópico semi-árido brasileiro. **Anais da Conferência Nacional da Desertificação**, Fortaleza, 1994. Brasília, Fundação Grupo Esquel Brasil. p.310-331. 1994.

Sampaio, E. V. S. B.; Sampaio, Y. Documento 1. **Desertificação: conceitos, causas, conseqüências e mensuração in Avaliação de Tecnologias Atuais e Alternativas em Áreas em Processo de Desertificação no Semi-árido Nordestino Brasileiro**. FINEP. Recife. 2002.

Soares, A.M.L.; Leite, F.R.B.; Lemos, J. de J.S.; Martins, M.L.R.; Mayorga, R.D.; Oliveira, V.P.V. de. Áreas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação no estado do Ceará – Brasil. In: Conferência Internacional sobre Impactos de Variações Climáticas e Desenvolvimento Sustentável em Regiões Semi-Áridas – ICID, 1992, Fortaleza/CE. **Anais**. Fortaleza: ICID, 1992. p.1-24.

Sobrinho, J. V. **Identificação de processo de desertificação no polígono das secas do Nordeste brasileiro**. Recife, SEMA/SUDENE, Departamento de Desenvolvimento Local, Divisão de Saneamento Geral, 1978.

Stoner, E.R. **Physicochemical, site and bi-directional reflectance factor characteristics of uniformly moist soils**. 1979. 132p. Thesis (PhD in Soil Science) - Purdue University. 1979.

Thornes, J.B. Vegetation cover as a control on the impact of global climate change at the regional and local scales: models and their data requirements. In: ENNE, G.; PETER, D.; POTTIER, D. (Eds.). **Desertification Convention: data and information requirements for interdisciplinary research**. European Commission, 2001. 374p.

Torrico, E.M. Uso atual e perspectiva de uso potencial sustentável dos recursos naturais renováveis do nordeste. Brasília, Projeto Áridas. 211p. **Uma estratégia de desenvolvimento sustentável para o Nordeste**. 1994.