

Utilização de técnicas de sensoriamento remoto na identificação de áreas sob risco de desertificação no estado de Pernambuco

Hernande Pereira da Silva⁽¹⁾
Mateus Rosas Ribeiro⁽²⁾
Izabel Cristina de Luna Galindo⁽³⁾
Hilo Douglas bezerra da Silva⁽⁴⁾
Arthur Lourenço de Melo⁽⁵⁾

^{1,2,3,4 e 5} Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE
Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos - CEP: 52171-900 – Recife-PE, Brasil

hernande@dtr.ufrpe.br
mateus.rosas@pq.cnpq.br
iclgalindo@uol.com.br
hilodbs@gmail.com
arthurlmelo@gmail.com

Abstract. The appearance of several problems of world-wide order, such as pollution and exhaustion of the natural resources, shortage of food and desertification, whose indication of solutions depends on quick and efficient ways of data collection and analysis results the utilization of remote sensing and geoprocessing are important technologies to obtain and analyze information of objects and/or phenomena which take place in the land surface. 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 Brazilian scientific community, allowing the implementation of actions towards the prevention of the desertification processes. 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 from 1975 to 2008. The images were georeferencing and processed digitally. 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: spectral behavior, degraded areas, negative image, comportamento espectral, áreas degradadas, imagem negativo.

1.Introdução

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. O sensoriamento remoto tem sido utilizado para o acompanhamento das secas (Nobre *et al.*, 1992) e para delimitar áreas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação (Soares *et al.*, 1992). Segundo Galindo (2007) pode-se afirmar que a maioria das características/atributos dos solos do semi-árido contribui para uma alta susceptibilidade à erosão.

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 semi-árida 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 classifiicando 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.

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.

2. Metodologia de Trabalho

2.1. Localização da Área de Estudo

A área de estudo (Figura 1) abrange o semi-árido do Estado de Pernambuco, na sua porção oeste, e uma pequena parte do agreste pernambucano, especificamente o município de Jataúba e circunvizinhança.

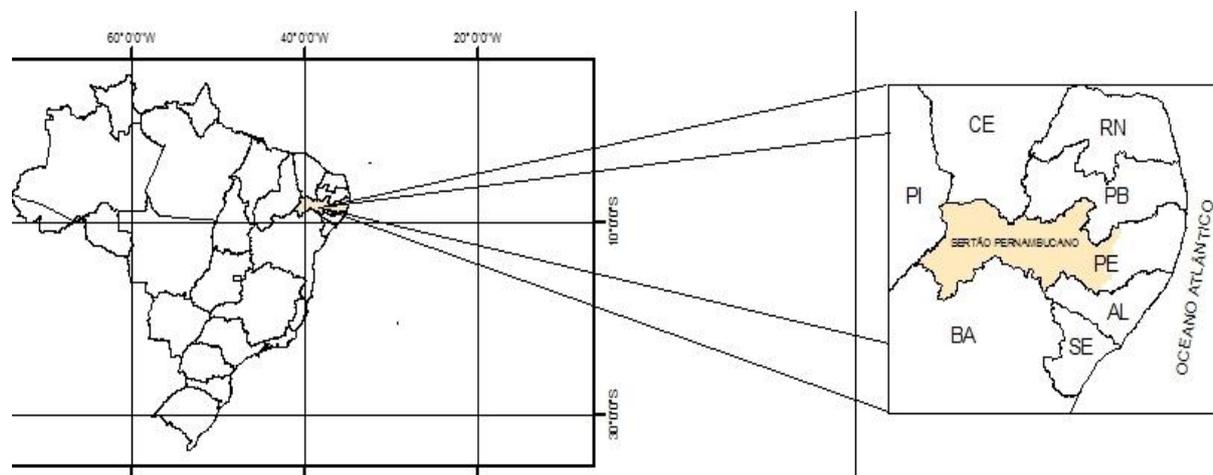


Figura 1. Localização da área de estudo, semi-árido de Pernambuco

2.2. Materiais e Métodos

Inicialmente foram adquiridas imagens dos satélites LANDSAT, sensores MSS, TM e ETM⁺, bandas 2, 3 e 4 referentes aos anos de 1976 a 2008. Estas imagens foram importadas para o SPRING 4.3.3 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 2) que melhor discriminou a resposta espectral dos alvos na imagem para identificar as áreas degradadas. Esta operação foi realizada no SPRING 4.3.3.

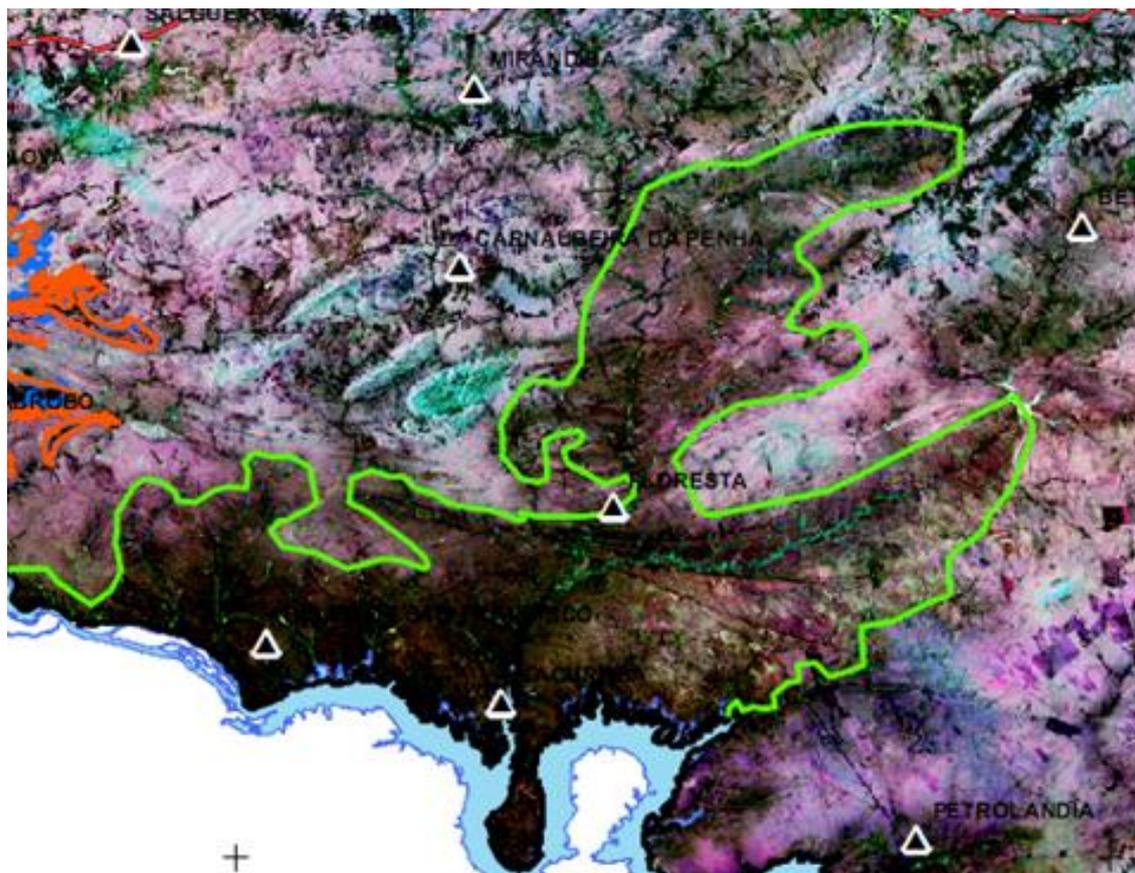


Figura 2. Parte do mosaico NEGATIVO/LANDSAT com a delimitação de áreas degradadas no semiárido de Pernambuco.

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 semi-árido 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 Discussões

Também pelos mesmos critérios citados e considerando a variação tonal nas áreas delimitadas, a Figura 3 apresenta áreas moderadamente degradadas e áreas 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.

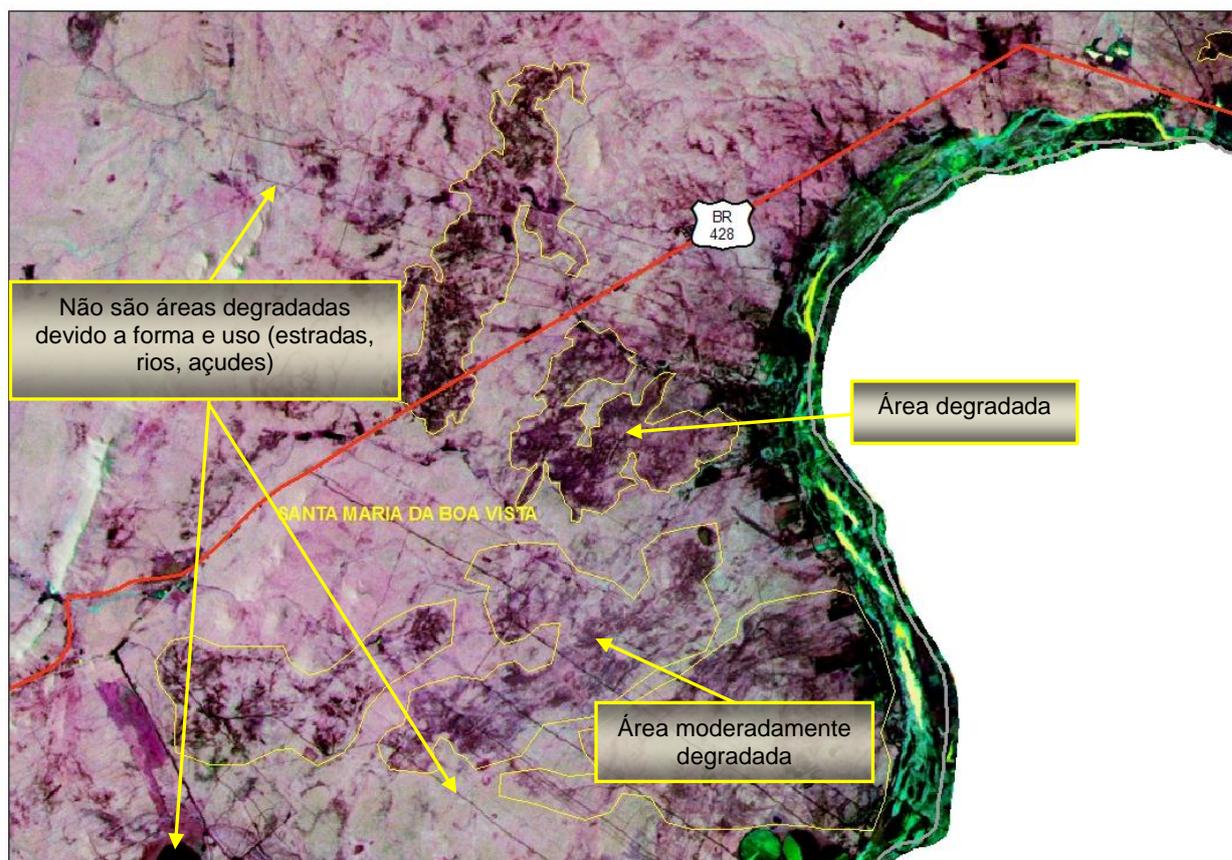


Figura 3. Áreas moderadamente degradadas e áreas degradadas no município de Santa Maria da Boa Vista delimitadas no mosaico de imagens NEGATIVO/LANDSAT do semi-árido de Pernambuco.

Através da ferramenta leitura de pixels do SPRING 4.3.3 foi possível verificar o valor de nível de cinza para pontos dentro das áreas estudadas. Os valores dos pontos P1, P2 e P3 apresentados a seguir, correspondem aos valores dos pixels presentes na imagem original, independente da escala de visualização da imagem na tela. Os valores de níveis de cinza de pixels lidos são em áreas vetorizadas correspondentes as áreas degradadas identificadas nas imagens NEGATIVO/LANDSAT do semi-árido de Pernambuco (Figura 4).

Ponto P1: Imagem NEGATIVO/LANDSAT

Longitude = o 39:46:49.670 Latitude = s 08:46:55.642
X = 414162.5 m Y = 9029143.2 m e Col: 6090 Lin: 5864

Banda 4					Banda 3					Banda 2				
179	204	208	168	197	220	224	219	214	231	231	229	229	233	233
224	229	233	222	224	224	214	206	225	221	211	214	229	222	218
228	214	236	219	206	194	190	203	230	214	206	216	198	191	211
211	209	208	209	206	197	194	209	211	202	216	227	198	198	216
209	214	230	201	206	204	212	220	232	217	227	233	209	218	226

Ponto P2: Imagem NEGATIVO/LANDSAT

Longitude = o 39:49:37.061 Latitude = s 08:47:7.912
X = 409049.1 m Y = 9028755.4 m e Col: 5911 Lin: 5878

Banda 4					Banda 3					Banda 2				
191	191	198	191	198	206	208	193	186	209	190	190	182	186	193
191	191	187	194	179	211	193	199	188	195	193	186	167	182	197
179	175	175	191	170	206	204	209	211	214	193	186	182	186	193
191	175	187	201	191	213	209	204	206	209	186	190	193	200	203
194	187	194	206	216	222	193	195	211	216	193	177	167	193	217

Ponto P3: Imagem NEGATIVO/LANDSAT

Longitude = o 39:45:15.753 Latitude = s 08:46:5.897
X = 417028.9 m Y = 9030676.8 m e Col: 6191 Lin: 5811

Banda 4					Banda 3					Banda 2				
183	194	207	204	198	195	210	207	209	201	173	182	190	190	186
216	209	214	209	201	224	227	215	223	210	201	190	197	190	182
232	224	222	209	207	229	226	227	223	203	221	214	206	194	186
222	222	222	219	209	223	224	225	220	217	214	212	212	201	197
212	209	216	216	207	218	217	210	199	197	204	201	201	197	186

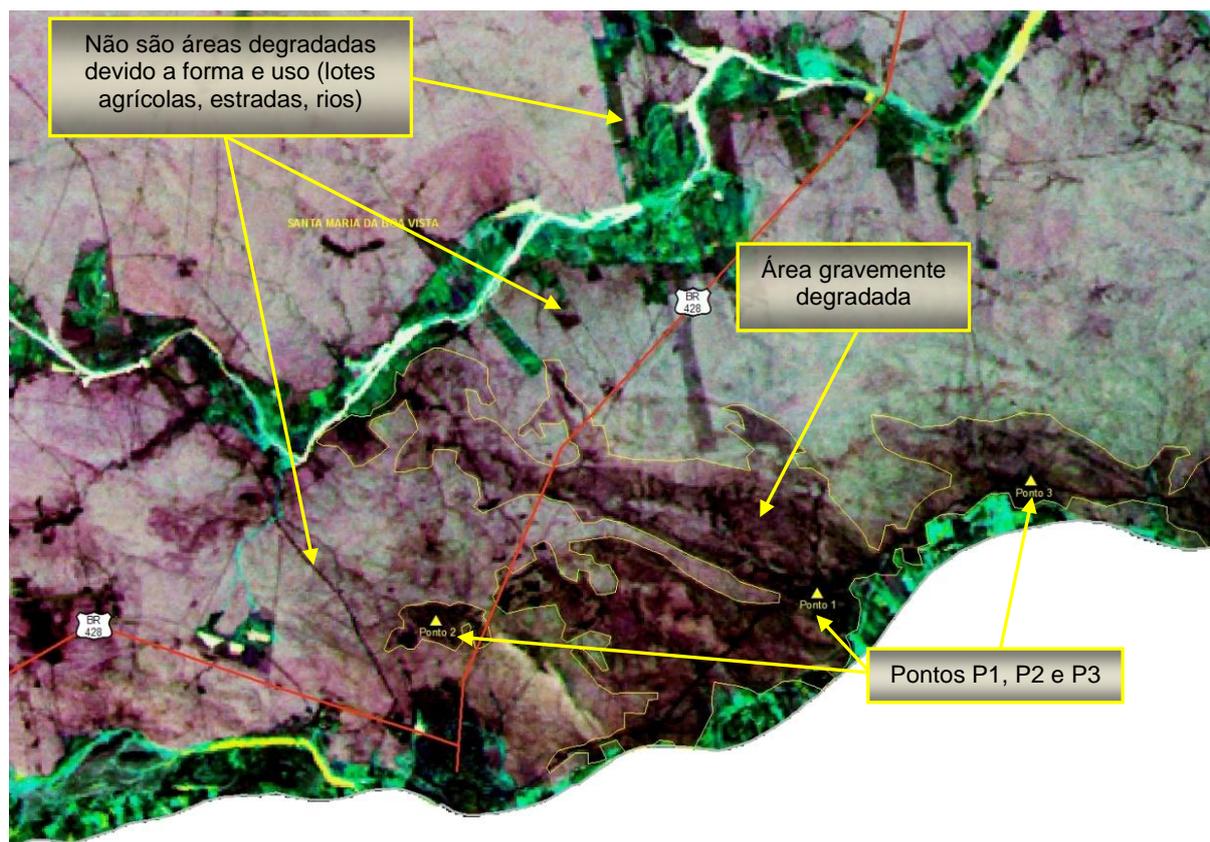


Figura 4. Pontos P1, P2 e P3 em áreas gravemente degradadas no município de Santa Maria da Boa Vista delimitadas no mosaico NEGATIVO/LANDSAT do sertão de Pernambuco.

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 semi-árido 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 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 suscetíveis à desertificação, e continuamente estão sob fortes processos de degradação. E são ocupadas predominantemente ocupadas por Luvisolos, Planossolos e Neossolos Litólicos.

4. Conclusões e Recomendações

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.

Internet

Divisão de Processamento de Imagens (DPI) – Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas (SPRING). Disponível em:
<<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/index.html>>. Acesso em: 04.set.2008.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) – Monitoramento por Satélite. Disponível em:
<<http://www.sat.cnpm.embrapa.br/satelite/landsat.html>>. Acesso em: 04.set.2008.