

Utilização dos parâmetros físicos albedo e temperatura na identificação de áreas degradadas na Bacia do Rio Brígida –PE

Helio Leandro Lopes¹
Ana Lucia Bezerra Candeias²
Luciano José de Oliveira Accioly³
João Rodrigues Tavares Júnior⁴

^{1,2} Universidade Federal de Pernambuco – Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação - Depto de Eng. Cartográfica - DEPARTAMENTO
Avenida Acadêmico Hélio Ramos, s/n – Cidade Universitária – Recife/PE
lopesig@bol.com.br, analucia@ufpe.br

³ Embrapa Solos – Recife
oaccioly@yahoo.com.br

⁴ Universidade Federal de Pernambuco – Programa de Pós-Graduação em Geociências
rt@ufpe.br

Abstract. This paper apply biophysical parameters to estimate the degradation level and identify risks of desertification in Brigida River Basin - PE. In a first stage, parameters of albedo and temperature algorithms were inserted in LEGAL language (Spring 4.0). In order to determine the degradation status, TM image of 1987 and 2001 was used in this methodology. The area of Araripe is inside of Brigida River Basin, and it is known by the exploration of the gypsum that results an overload in the natural resources of the area, being important the monitoring of that process for techniques of remote sensing. In the current context it is necessary to integrate maintainable actions reconciling social programs, environmental and economical in Pernambuco, Brazil.

Keywords: desertification, remote sensing, temperature, albedo. desertificação, sensoriamento remoto, temperatura, albedo.

1. Introdução

A agenda 21, no seu capítulo 12, define desertificação como a degradação da terra nas regiões áridas, semi-áridas e sub-úmidas secas, resultante de vários fatores, entre eles as variações climáticas e as atividades humanas”. Entende-se a degradação da terra como a degradação dos solos e recursos hídricos, da vegetação e biodiversidade, e a redução da qualidade de vida das populações afetadas (Araújo et al., 2002).

Os estudos sobre indicadores do processo de desertificação são importantes e é fundamental que estejam entre as prioridades da pesquisa devendo subsidiar a tomada de decisões na esfera político-administrativa, dar condições para se estabelecer prioridades de ações quanto às medidas de prevenção, reabilitação e recuperação de terras degradadas e definir novas linhas de pesquisa (Araújo et al., 2002).

Rubio e Bochet (1998) afirmam que apesar da seriedade dos impactos ambientais e sócio-econômicos da desertificação, poucos esforços tem sido desenvolvidos para gerar técnicas de monitoramento e de diagnóstico na avaliação da situação e da tendência a desertificação.

Indicadores são integrados em informações sintéticas que podem prover dados em estágio inicial, situação e evolução de processos físicos, químicos, biológicos e antropogênicos na dinâmica de ecossistemas.

Durante décadas, o papel de técnicas espaciais no monitoramento e no mapeamento da desertificação tem sido examinado por muitos pesquisadores. Imagens multitemporais de satélites em conjunto com bases de dados locais e mapas têm sido usados para examinar a natureza, tendência e quantificação do processo de desertificação em diferentes ambientes. O delineamento e mapeamento de áreas afetadas são realizados para estabelecer uma base confiável para o monitoramento do processo de desertificação bem como estratégias adequadas para combatê-lo.

A Desertificação gera problemas sociais, econômicos e ambientais. A recuperação de áreas degradadas é demorada e dispendiosa. Diante desta realidade o programa da ONU para combate à desertificação ressalta a realização de pesquisas envolvendo técnicas espaciais utilizando parâmetros biofísicos, para acessar áreas sob risco de desertificação e em processo de desertificação.

A quantificação, avaliação de risco e monitoramento da desertificação podem ser dados a partir de parâmetros biofísicos (índices de vegetação) e físicos (albedo, temperatura, emissividade, dentre outros) obtidos em imagens orbitais. A avaliação de dados históricos da precipitação e da evapotranspiração podem também auxiliar nesta identificação bem como em sua quantificação.

O objetivo deste trabalho é aplicar parâmetros de temperatura e albedo na quantificação de processos de degradação na Bacia do Rio Brígida, localizada em Pernambuco, visando o diagnóstico e a distribuição do processo através de aplicação dos parâmetros em imagens Landsat TM, e acessar áreas sob risco de desertificação.

Este trabalho é apoiado pela FACEPE no projeto Uso de Parâmetros Físicos e Índice de Vegetação na Quantificação da Desertificação e Identificação de Risco no Semi-Árido Nordeste (PPP Edital MCT/CNPQ/CT INFRA/FACEPE, 2003).

1.1 Temperatura e Emissividade

O sensoriamento remoto, por seu enfoque espacial intrínseco e multitemporal pode suprir a longo prazo e longa escala observações necessárias para detectar desertificação. Tendências quanto à desertificação ou mudanças na superfície do solo pode ser detectada antecipadamente por monitoramento de vários parâmetros de superfície. Um parâmetro chave é a mudança diurna da Temperatura da Superfície (LST), que pode ser derivado de dados de satélite.

Devido a falta de conhecimento, a emissividade da superfície é frequentemente fixada como constante. Para áreas com pequena variação de emissividade esta aproximação é justificada [ex. para superfícies vegetadas em baixa variação de altura da superfície é tipicamente $\pm 0,01$, e causa erro na LST de $\pm 2K$ Shädlich et al. (2001)].

Segundo Goïta et al. (1997), tem-se que, geralmente, a emissividade da superfície aumenta com a densidade de cobertura vegetal.

Kerr et al. (1992) modificou o algoritmo *Split Window Technique* (SWT) para derivar temperatura da superfície com precisão melhor que 1,5K, para regiões áridas e semi-áridas. Alguns passos do algoritmo seguem aproximações empíricas. Para trabalhar sobre áreas com vegetação esparsa, o algoritmo leva em conta a fração do dossel derivado do NDVI.

French et al. (2000) discriminou diferença entre vegetação senescente e solo exposto, utilizando o infravermelho termal (8 - 12 μ m). Esta discriminação foi realizada pela computação

das emissividades da banda termal no algoritmo *temperature-emissivities separation*, e depois classificada as feições da superfície baseada no contraste espectral da emissividade. Quando conhecimento da amplitude da emissividade é combinado com índice de vegetação, tal como NDVI, a superfície pode ser classificada por um sistema ternário: solo exposto, vegetação verde, e vegetação em senescência. O benefício desta técnica é que predições do fluxo de calor pode ser baseado em uma representação mais acurada da superfície que outros realizados por esquemas de classificação da superfície no visível e infravermelho.

Segundo Bastiaanssen (2000), a temperatura é determinada pela inversão da equação de Planck:

$$T^{RAD} = \frac{1260}{\ln\left(\frac{61.6}{B_{TM6}(b,T)} + 1\right)} \quad (K) \quad (1)$$

Onde: $B_{TM6}(b,T)$: é a radiancia não corrigida na banda termal 6 em $mW/cm^2/sr/\mu m$.

A emissividade pode ser derivada por aproximação do NDVI pela seguinte equação Bastiaanssen (2000):

$$\varepsilon(8-14) = 1,009 + 0.047 \ln(NDVI) \quad (2)$$

onde ε representa a emissividade da superfície na amplitude de 8 a 14 μm para cultivos esparsos. Göita et al. (1997), formulou a seguinte equação para derivar a emissividade da superfície com imagens AVHRR:

$$\varepsilon_3 = 1 - \frac{L_3(T_3) - TISI_{3j} L_3(T_j)}{\frac{1}{\pi} E_{sun} \cos(\theta_s) + L_{ad3}} \quad (3)$$

onde: $L_3(T_3)$ = radiância termal; $TISI_{3j}$ = temperatura spectral; E_{sun} = irradiância solar; d = distância sol-terra; t_{d3} = transmitância espectral; θ = ângulo zenital solar; L_{ad3} = radiância atmosférica.

French et al. (2000) discriminou diferença entre vegetação senescente e solo exposto, utilizando o infravermelho termal (8 - 12 μm). Esta discriminação foi realizada pela computação das emissividades da banda termal no algoritmo *temperature-emissivities separation*, e depois classificada as feições da superfície baseada no contraste espectral da emissividade. Quando conhecimento da amplitude da emissividade é combinado com índice de vegetação, tal como NDVI, a superfície pode ser classificada por um sistema ternário: solo exposto, vegetação verde, e vegetação em senescência. O benefício desta técnica é que predições do fluxo de calor pode ser baseado em uma representação mais acurada da superfície que outros realizados por esquemas de classificação da superfície no visível e infravermelho.

1.2 Albedo

Accioly, et al. (2001), estudou as mudanças no albedo no núcleo de desertificação do Seridó através de imagens Landsat TM e verificou que o albedo aumentou em áreas ocupadas

principalmente por solos Bruno Não-Cálcicos, Litólicos e em áreas onde há predominância de afloramentos de rochas. Os solos Bruno Não-Cálcicos e Litólicos são reconhecidamente mais susceptíveis à erosão. No caso dos solos Litólicos a hipótese mais provável é a de que esse aumento esteja associado à exploração da lenha em áreas que no passado eram mantidas preservadas.

Segundo Robinove et al. (1981) imagens albedo podem ser derivadas diretamente de imagens digital do Landsat e uma seqüência de imagens albedo podem ser usadas para mostrar mudanças na superfície. Mudanças podem ser mapeadas em um nível de percentagem selecionada, para mostrar a localização, o padrão, quantidade, e direção (aumento ou diminuição) na mudança do albedo.

Áreas analisadas por Robinove et al. (1981) mostraram que aumento no albedo é primeiramente devido ao solo exposto, e diminuição no albedo é primeiramente devido ao aumento da umidade do solo e aumento na densidade da vegetação.

Estudos apresentados na Assembléia Geral da ONU (2001) relatam a utilidade no uso de dados de satélite para estimar albedo da superfície, emissividade da superfície, temperatura da superfície e parâmetros físicos relacionados. Algoritmos têm sido usados para estimar o albedo da superfície por utilização eficaz de dados de informações de satélite.

A redução da cobertura vegetal também aumenta o albedo, que é a reflectância das propriedades da superfície do solo. Sobre circunstâncias específicas, o aumento no albedo reduz a precipitação local, intensificando o processo de desertificação. Logo, a vegetação é um fator principal na desertificação. Sua perda promove a desertificação, e a desertificação impede sua regeneração (Convention to Combat Desertification, UN, 1998).

Segundo Bastiaanssen (2000), uma formula para calcular o albedo da superfície é:

$$r_o = \frac{r_p - r_a}{\tau_{sw}^2} \quad (4)$$

onde: r_p : albedo no topo da atmosfera; r_a : albedo da atmosfera; τ_{sw} : transmitância atmosférica.

2. Materiais e Métodos

A área de estudo compreende os municípios inseridos na Bacia do Rio da Brigida, localizada no Sertão do Estado de Pernambuco, com nascente na Chapada do Araripe e Foz no Rio São Francisco e área de 14366 Km². Na Bacia esta inserido a área total de 6 Municípios (**Tabela 1 e Figura 1**). Outros municípios com parte de seus territórios inseridos na Bacia são: Cabrobó, Exu, Moreilândia, Orocó, Parnamirim, St^a Maria da Boa Vista, St^a Cruz, St^a Filomena e Serrita.

Para avaliação inicial do estado da degradação serão utilizados os algoritmos do Albedo e Temperatura, descritos nas seções 1.1 e 1.2. A partir dos resultados desses parâmetros serão geradas as imagens da diferença do Albedo e da Temperatura.

Foram utilizadas imagens TM-5 em períodos diferentes 1987 e 2001, sendo em período seco, da órbita 217 e pontos 65 e 66, onde foram georreferenciadas em UTM, SAD 69, e realizado o mosaico. **A Figura 2** mostra um dos mosaicos gerados da área estudada.

Tabela 1. Dados dos Municípios pertencentes a Bacia do Rio da Brígida

| Municípios | Área (Km ²) | População | Latitude | Longitude | Altitude (m) |
|------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| Araripina | 1914,40 | 70.592 | 07°34'34" | 40°29'54" | 622 |
| Bodocó | 1.604,90 | 31.712 | 07°46'42" | 39°56'28" | 443 |
| Granito | 519,70 | 6.104 | 07°52'04" | 39°36'53" | 447 |
| Ipubi | 972,10 | 23.210 | 07°39'07" | 40°08'56" | 535 |
| Ouricuri | 2383,90 | 56.623 | 07°52'57" | 40°04'54" | 451 |
| Trindade | 229,30 | 21.919 | 07°45'43" | 40°16'04" | 518 |

Fonte: Embrapa Solos (2001)

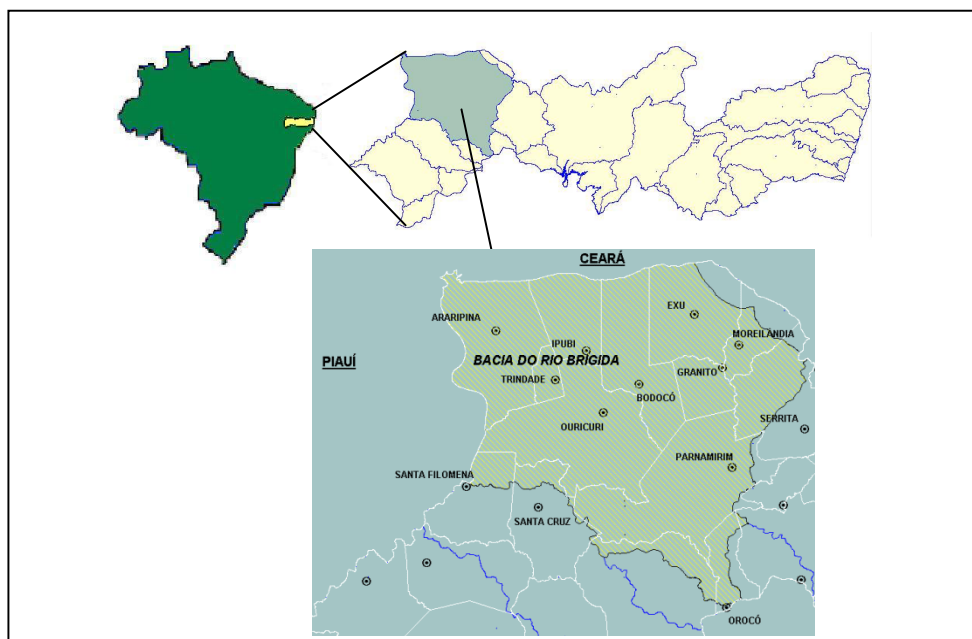


Figura 1. Bacia do Rio Brígida com localização dos municípios, e localização da Bacia no Estado de Pernambuco. Fonte: Embrapa Solos (2001).

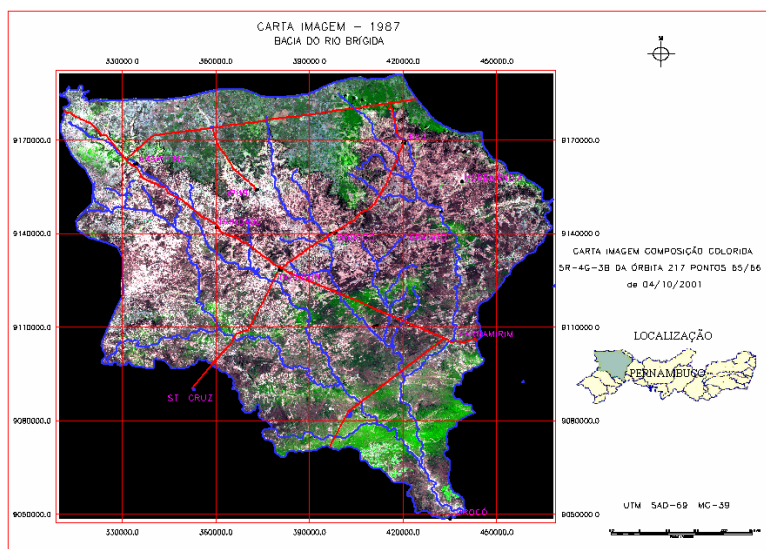


Figura 2. Landsat 5, composição RGB 321, data 04/10/2001. Drenagem e rodovias.

3. Resultados

Diversos modelos serão desenvolvidos na Linguagem LEGAL (SPRING), para posterior cruzamento dos dados e identificação de graus de degradação e riscos à desertificação.

A **figura 3** mostra resultados da espacialização da temperatura para os anos de 1987 e 2001 em forma de imagem. Para a imagem de 2001 obteve uma temperatura máxima de 320,5 °K e mínima de 299,8 °K (vegetação tipo SE4); para a imagem de 1987 obteve uma temperatura máxima de 306,0 °K e mínima de 293,3 °K (vegetação tipo SE4).

Na **figura 4(a)** temos a imagem da diferença da temperatura, onde variou de 0,86 a 20,8 ° K (diferenças maiores e menores estão relacionadas à nuvens e sombras). No município de Exu a variação de temperatura aumentou de 16,2 °K de cobertura vegetal para solo exposto. Em (b) temos a imagem 5R4G3B de 2001 com a grade da temperatura sobreposta.

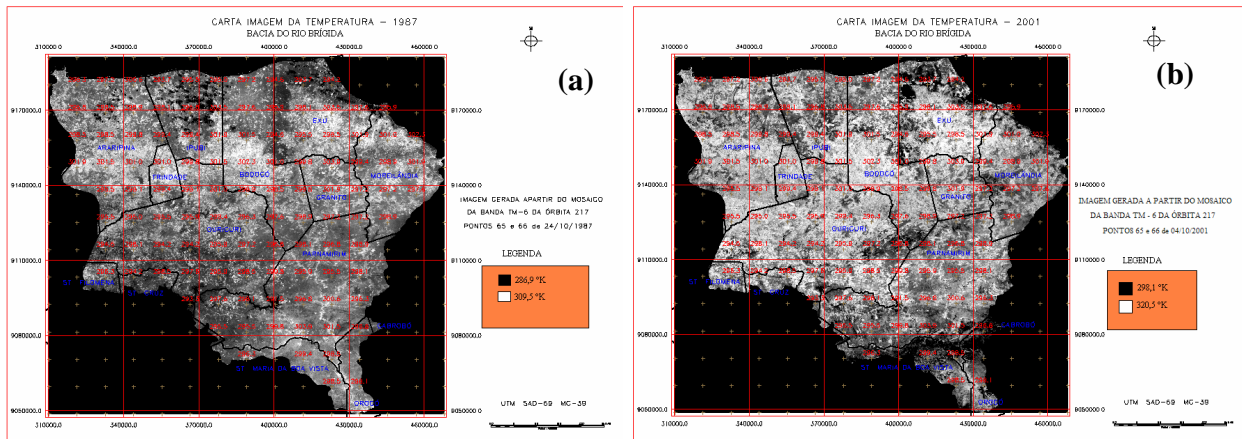


Figura 3. Imagem da temperatura da superfície em radiância não corrigida – (a) 24/10/1987 e (b) 04/10/2001, gerados pela modelagem dos algoritmos na linguagem LEGAL no programa Spring 2004.

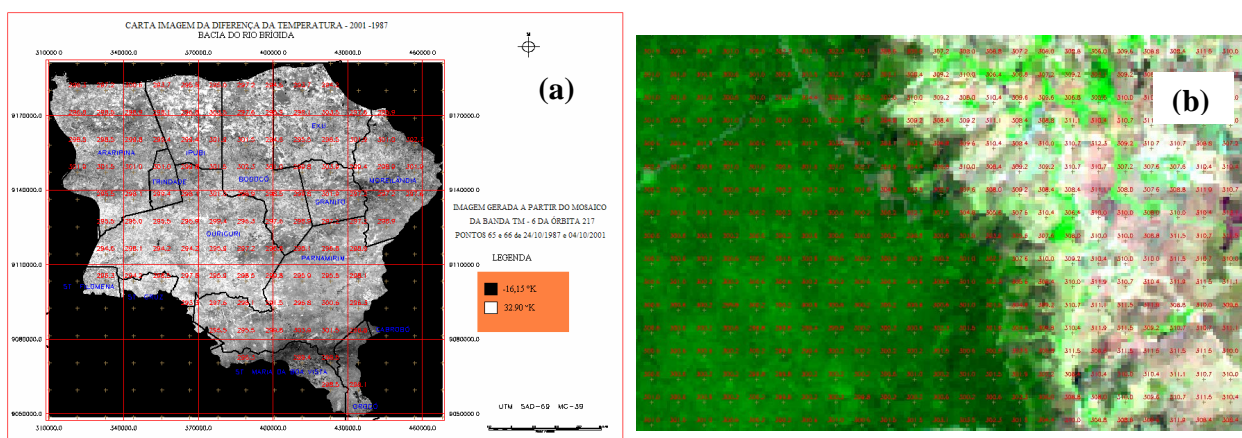


Figura 4. (a) Imagem da diferença de temperatura entre os anos de 2001 e 1987. (b) Grade da temperatura e composição 5R4G3B, ano 2001. Em verde vegetação tipo SE4 (299,8 °K) e em tom claro solo exposto e agricultura de sequeiro (310 °K).

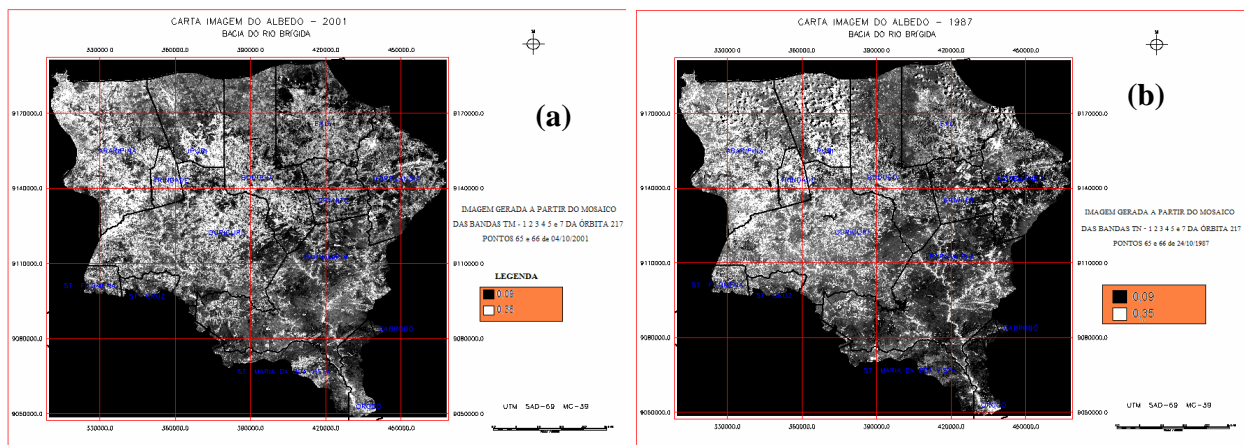


Figura 5. Imagens albedo. (a) 2001, (b) 1987.

A **figura 5(a)** temos a imagem albedo para o ano 2001 onde temos o maior valor de 0,33 e menor de 0,087 (para vegetação tipo SE4). Em (b) o maior valor é 0,28 e menor de 0,082.

A realização da diferença do albedo mostrou que na maior parte da bacia houve um aumento de até 5 %, em pequenos locais houve um aumento entre 5 e 10 %, e em outra pequena parte houve uma pequena redução. Mapa da diferença do Albedo realizado a partir das imagens 1987 e 2001 é mostrado na **figura 6**.

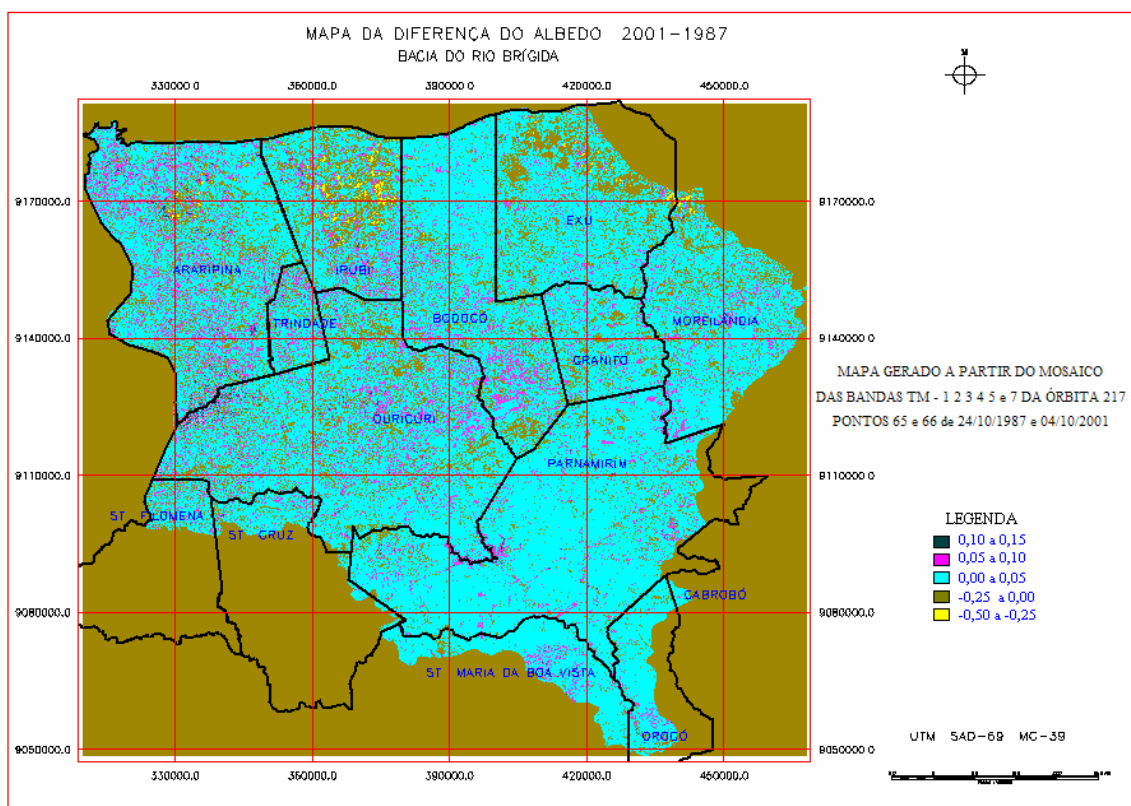


Figura 6. Mapa da diferença do Albedo realizado a partir das imagens 1987 e 2001.

4. Conclusão

A avaliação da magnitude e da tendência da desertificação tem dependido principalmente, do uso de mapas, de pesquisas antigas, de relatórios de campo e fotografias aéreas. Estes esforços são frequentemente dificultados devido à ampla área envolvida, às dificuldades de acesso e o tempo e custo despendido. O uso do sensoriamento Remoto e de parâmetros biofísicos discutidos aqui neste trabalho podem auxiliar como indicadores de degradação do ecossistema. Tem-se um aumento considerável da temperatura na bacia que pode está associado ao desmatamento. O aumento da temperatura da superfície afeta a microfauna do solo, que é responsável pela decomposição da matéria orgânica e aeração do solo.

Na parte oeste da bacia houve albedo de 0,32, que é uma área explorada pela mineração. Posteriormente será estudados a temperatura e o albedo em relação à classificação vegetal, analisando a precipitação.

A metodologia aqui adotada gerou um mapa da diferença de Albedo realizado a partir das imagens 1987 e 2001. Em uma análise futura, deseja-se trabalhar com o uso do solo, como também associação com dados altimétricos, solos e litologia na identificação das áreas de risco.

5. Bibliografia

Accioly, JLO; Oliveira, MAJ; Silva, FHBB; Burgos, M. Avaliação de Mudanças no Albedo do Núcleo de Desertificação do Seridó através de Imagens do Landsat TM. Anais X SBRS, Foz do Iguaçu, 2001.

Araújo, A.; Santos, MFA.; Meunier, I.; Rodal, MJ. Desertificação e Seca – Contribuição da Ciência e Tecnologia para a sustentabilidade do Semi-árido do Nordeste do Brasil, Recife, 2002. 63p.

Ali, J. and Mirza M. I. Space Technology In The Mapping Of Desertification In Pakistan. **Adv. Space Res.** v. 13, n. 11, p. 103-106, 1993.

Bastiaanssen, W. & Bakker, M. Use of satellite data in agricultural water management. EMBRAPA semi-árido. 2000.

Collado, A. D.; Chuviecow, E.; Camarasaw, A. Satellite remote sensing analysis to monitor desertification processes in the crop-rangeland boundary of Argentina. **Remote Sensing of Environment**, v65, p. 255–266, 2002.

Comission Nacional de Anonas Aridas, Secretaria de Desarrollo Social-SEDES, Plan de Accion para Combater la Desertificacion em Mexico (PACD-MEXICO), primera edición, Saltillo, Coahuila – México, 1994. 160p.

French, A. N.; Schmugge, T. J.; Kustas, W. P. **Discrimination of Senescent Vegetation Using Thermal Emissivity Contrast**. *Remote Sensing of Environment*. v. 74, p. 249–254. 2000.

Ghosh, T. K. Environmental impacts Analysis of desertification through remote sensing and land based information system. **Journal of Arid environments**. v. 25, p. 141-150. 1993.

Goita, K.; Royer, A.; Bussièeres, N. **Characterization of Land Surface Thermal Structure From Noaa-Avhrr Data Over A Northern Ecosystem**. *Remote Sensing of Environment*. 60:282-298. 1997.

Kerr, Y. H.; Lagouarde, J. P.; Imbernon, J. Accurate Land Surface Temperature Retrieval from AVHRR Data with Use of an Improved Split Window Algorithm. **Remote Sensing of Environment**. v. 41, p. 197-209. 1992.

Okin, G. S.; Murray, B.; Schlesinger W. H. Degradation of sandy arid shrubland environments: observations, process modelling, and management implications. **Journal of Arid Environments**. v. 47, p. 123–144. 2001.

Prince, S.D. 2 Spatial and Temporal Scales for Detection of Desertification. Geography Department, University of Maryland, 2002.

<http://www.geog.umd.edu/news/dahlem.pdf>

Robinove, C. J.; Chavez, P. S.; Gehring, D.; Holmgren, R. Arid Land Monitoring Using Landsat Albedo Difference Images. **Remote Sensing of Environment**. v. 11, p. 133-156. 1981.

Rubio, J. L. and Bochet, E. Desertification indicators as diagnosis criteria for desertification risk assessment in Europe. **Journal of Arid Environments**. v. 39, p. 113-120. 1998.

Schädlich, S.; Göttsche, F. M.; Olesen, F.S. Influence of Land Surface Parameters and Atmosphere on METEOSAT Brightness Temperatures and Generation of Land Surface Temperature Maps by Temporally and Spatially Interpolating Atmospheric Correction. **Remote Sensing of environment**. v. 75, p. 39-46. 2001.

Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco/Fernando Barreto Rodrigues e Silva [et al.]. Recife: Embrapa Solos - Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento - UEP Recife; Governo do Estado de Pernambuco (Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária), 2001. CD-ROM.