

Estudo da alteração da vegetação a partir do NDVI e do Albedo de Superfície na Bacia do Rio Garça-PE

João Antonio dos Santos Pereira¹
Caio Cesar Farias Dias¹
Luciana Mayla de Aquino França¹
Taynã Maria Pinto Lins¹
Mariana Soares dos Santos¹
Josiclêda Domiciano Galvêncio¹

¹Universidade Federal de Pernambuco – UFPE/DCG,
Av. Prof. Moraes Rego, 1235 – Cidade Universitária,
Cep: 50670-901, Recife/PE-Brasil.

antoniopereira.278@gmail.com; caio.cesarwow@hotmail.com; lucianamayla@hotmail.com;
tay-lins@hotmail.com; a_mari_ana@yahoo.com.br; josicleda@hotmail.com

Abstract

A worrying problem that has been identified in the world today is desertification. And in Brazil this manifests itself mainly in the northeastern region especially in the backcountry as it is in this space that are logged the lowest average rainfall and dry periods in the country's largest. With the recent increases of temperature and precipitation decrease, the backcountry becomes the region more vulnerable to major changes in land cover. So whether you need to track these changes, and the remote sensing has shown himself to be an excellent tool in regards to this monitoring. Through it become possible to identify the area's most sensitive to the elements space, transformers both physical and human, and assists in the process of planning and management of natural resources. In this study the parameters used to study these changes were the NDVI, which traces a profile of biomass, and the surface albedo, which calculates the amount of energy reflected back into the atmosphere after which this interacts with the elements present on the surface. These parameters were used for this analysis of Heron River basin, located on the border of São Francisco, interior of Pernambuco, with images from the years of 1989, 1997 and 2009, both from the month of September. And how results were obtained indices denoting that there has been a decrease in the biomass of the region, the area grew very thin vegetation, which consequently resulted in an increase of the albedo for across the pond, except a few areas that are part of the irrigated perimeter close to the River. It appears however that you need a management plan for the area of the caatinga, exclusively Brazilian biome has been greatly degraded in recent decades.

Palavras chave: Vegetation index, albedo, land cover, índice de vegetação, albedo, cobertura do solo.

1.Introdução

A desertificação é um grave problema enfrentado em muitas regiões em todo mundo. No Brasil este processo atinge a região nordeste, mais especificamente o seu interior, pois é lá que são registradas as menores médias de chuvas e os maiores períodos secos do país. Nesta região estão ocorrendo grandes alterações na cobertura vegetal. A vegetação presente é a caatinga, ou “mata branca”. Estudos de avaliação dos impactos das mudanças climáticas sobre a estabilidade dos biomas predominantes no Brasil indicam que o bioma caatinga está entre os mais vulneráveis num cenário de aumento das temperaturas globais, o que coloca a região nordeste do Brasil em estado especial de alerta (Nobre, 2011). Com o passar do tempo se faz cada vez mais necessário o estudo destas mudanças. O sensoriamento remoto permite a integração de informações e processos relativos às trocas, entre biosfera e atmosfera, de carbono, gases-traço, água e energia, através de uma ampla gama de escalas geográficas (Liberato, 2011). Pela aplicação das técnicas de sensoriamento remoto e o geoprocessamento se faz possível o estudo da detecção de mudanças nas respostas espectrais dos alvos de superfície e a avaliação dos recursos naturais, que são de relevância fundamental para o planejamento regional.

Qualquer alteração no perfil da cobertura do solo pode ser detectada pelo estudo termal da superfície devido às interações entre a mesma e a atmosfera. O saldo da radiação consegue discriminar os elementos da paisagem com bastante clareza, e um dos parâmetros desse saldo é o albedo de superfície. O albedo da superfície é realizado através do cálculo entre a radiação incidente e a que é devolvida para a atmosfera. O albedo da superfície é um parâmetro muito importante, pois o seu monitoramento global possibilita detectar alterações que venham a ocorrer em diversos biomas do nosso planeta, resultantes de processos naturais e/ou antropogênicos. Por essa razão, em alguns programas globais têm sido efetivadas a geração de imagens de satélite que propiciam a determinação do albedo e diferentes índices de vegetação, (Silva 2010).

Associado a este parâmetro, temos o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), método que calcula a diferença entre os valores refletidos da banda do infravermelho próximo e da banda do vermelho, normalizada pela soma dos mesmos valores. Este índice está associado a parâmetros biofísicos da cobertura vegetal, como biomassa e índice de área foliar. (Ponzoni, 2007). Associando esses dois, podemos perceber como se dá a mudança no perfil da vegetação e como o uso da terra influencia no intercâmbio de energia entre a superfície e a atmosfera.

Diante do exposto, esses métodos foram aplicados na Bacia do Rio Garça, localizada no sertão do São Francisco, para analisar como está se dando ao longo dos últimos anos as alterações no espaço que interferem diretamente no meio ambiente, tendo em vista a fragilidade do local, pois, se trata de uma região seca com uma vegetação de caatinga onde qualquer forma errada de manejo e dos recursos naturais pode causar grandes danos ambientais.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Localização da área

A Bacia Hidrográfica do rio Garça abrange uma área de 4.094,10 km² no oeste do estado de Pernambuco, entre as coordenadas geográficas 08° 08' 48'' e 08° 48' 00'' de latitude sul, e 39° 41' 25'' e 40° 47' 35'' de longitude oeste. A bacia abrange os municípios inseridos nesta bacia são: Dormentes, Lagoa Grande, Santa Cruz, Santa Filomena e Santa Maria da Boa Vista.

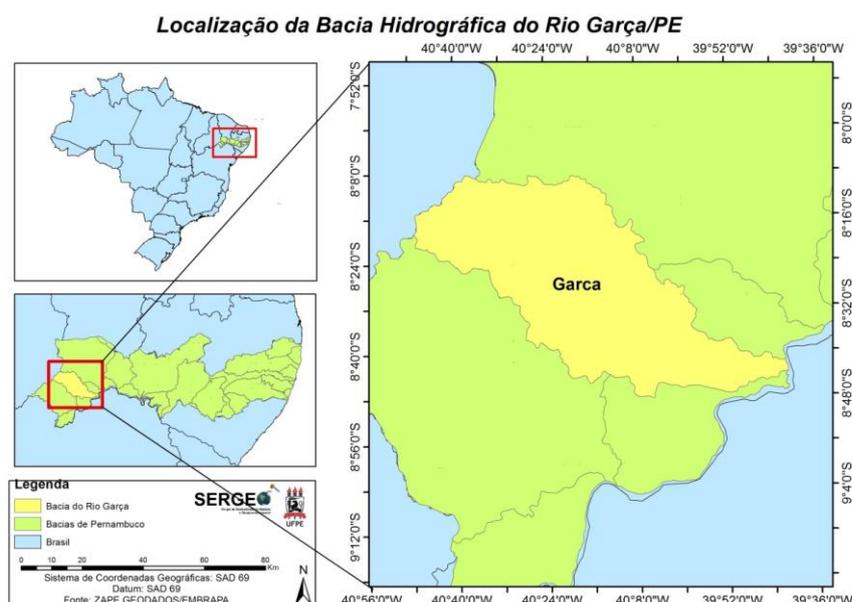


Figura 1: Localização da Bacia do Rio Garças – PE.

2.2 Aquisições dos dados e processamento das imagens

Neste estudo foram utilizadas imagens de satélite processadas através de softwares como o ERDAS IMAGINE 9.1 e ARCGIS 9.3 (ambas processadas sob a licença do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento – SERGEO do DCG/UFPE). Estas imagens advêm do satélite *Landsat 5* e sensor TM (*Thematic Mapper*) na órbita 217 e ponto 66 captadas nos dias 17/09/1989, 23/09/1997 e 24/09/2009. Obtidas por meio do site do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Para fazer o MDE (Modelo de Elevação Digital), necessário para se obter o albedo, foram utilizadas duas cenas SRTM intituladas SC-24-A e SC-24-B, também obtidas gratuitamente por meio do site da EMBRAPA, que posteriormente foram mosaicadas nas ferramentas Dataprep e mosaic images do Erdas.

2.3 Calibração radiométrica

Consiste no cômputo da radiação espectral em cada banda ($L_{\lambda i}$), em que o número digital (ND) de cada pixel da imagem é convertido em radiância espectral monocromática (Oliveira, 2009). A equação utilizada é a proposta por Markham e Baker (1987) (Eq. 1):

$$L_{\lambda i} = a_i + \frac{b_i - a_i}{255} ND \quad (1)$$

Onde $L_{\lambda i}$ é a radiância de cada banda espectral, a representa o valor mínimo e b o valor máximo da radiância, o ND são os números digitais da imagem que podem variar de 0 a 255 e o i representa as bandas da imagem.

2.4 Reflectância

A reflectância (Equação 2) de cada banda (i) é definida como sendo a razão entre o fluxo de radiação solar refletido pela superfície e o fluxo de radiação solar global incidente, que é obtida com através da equação (Allen et al., 2002) citado por (Oliveira, 2010):

$$\rho_{\lambda i} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda i}}{K_{\lambda i} \cdot \cos Z \cdot d_r} \quad (2)$$

Onde $\rho_{\lambda i}$ é a reflectância, $L_{\lambda i}$ é a radiância da imagem, $K_{\lambda i}$ é a irradiância espectral solar de cada banda no topo da atmosfera, Z é o ângulo zenital solar e d_r é o inverso do quadrado da distância relativa Terra-Sol.

2.5 Albedo Planetário

O albedo planetário não corrigido (Eq. 3) é obtido através da soma das reflectâncias monocromáticas, sendo:

$$\alpha_{toa} = 0,254\rho_1 + 0,149\rho_2 + 0,147\rho_3 + 0,311\rho_4 + 0,103\rho_5 + 0,036\rho_7 \quad (3)$$

Onde de ρ_1 , ρ_2 , ρ_3 , ρ_4 , ρ_5 e ρ_7 são os albedos planetários das respectivas bandas, segundo (Tasumi, 2008).

2.6 Transmissividade Atmosférica

Em condições de céu claro, pode ser obtida por (Allen et al., 2002) (Eq. 4):

$$\tau_{sw} = 0,75 + 2.10^{-5} z \quad (4)$$

Onde Z corresponde a altitude de cada pixel (m). Devido à área apresentar uma grande variação de altitude se fez necessário à utilização de um Modelo Digital de Elevação (MDT) da área (Oliveira, 2008).

2.7 Albedo de Superfície

No SEBAL – *Surface Energy Balance algorithm for Land*, o albedo da superfície r_0 ou albedo corrigido devido aos efeitos atmosféricos, foi obtido através da expressão (Bastianssen, 1995; Morse et al., 2000; Allen et al., 2002 citados por Silva, 2005), aplicável a dias de céu claro, (Eq.5).

$$r_0 = \frac{r_p - a'}{b'} \quad (5)$$

Em que a' representa o albedo da atmosfera e b' corresponde ao quadrado da transmissividade atmosférica, (Silva, 2005).

2.8 NDVI

A partir do NDVI é possível determinar a densidade de fitomassa foliar fotossinteticamente ativa por unidade de área (quanto maior este índice de vegetação, mais densa é a fitomassa verde), (Melo, 2011).

$$NDVI = \frac{\rho_{iv} - \rho_v}{\rho_{iv} + \rho_v} \quad (6)$$

Nesta equação são consideradas apenas duas bandas da imagem, a banda 3 (vermelho) e a banda 4 (infravermelho próximo), pois são as que mais destacam a vegetação em relação aos outros componentes da paisagem. Neste caso o ρ_{iv} é a reflectância da banda 4 e ρ_v é a reflectância da banda 3, (Eq. 6).

3. Resultados e discussão

No período em estudo, nota-se uma diminuição da vegetação aberta e um claro aumento da vegetação rala no índice de NDVI, (Figura 2). Esta mudança se deve principalmente a fatores climáticos como as quedas nas taxas de precipitação e uma maior concentração dessas chuvas em pequenas partes do ano e aumento das temperaturas. Neste cenário de variações climáticas, na qual estão intensificando as condições que propiciam alterações ambientais. Mas também é notável que neste espaço de tempo a intervenção humana na região aumentou, tanto por meio da agricultura como também da pecuária. Principalmente nas áreas mais próximas ao Rio Garça, existem importantes vinhedos no perímetro irrigado, além de outras frutas. Destaca-se também a agricultura de subsistência que produz feijão e plantios de mamona, sorgo entre outros. Os alvos atualmente tendem a se diferenciar cada vez mais, tendo em vista que as áreas irrigadas se localizam próximo ao rio (ao centro da figura 2), e as outras áreas se reservarão à agricultura de subsistência, esta que conta com menos recursos hídricos que aos empregados aos grandes plantios. A pecuária também exerce influência nesta alteração, pois principalmente a caprinocultura gera pressão sobre a já frágil vegetação do semiárido.

A área da bacia que se verifica maior aumento da vegetação rala foi nas áreas mais altas e no centro da bacia, nos municípios de Santa Cruz, Santa Filomena e Dormentes.

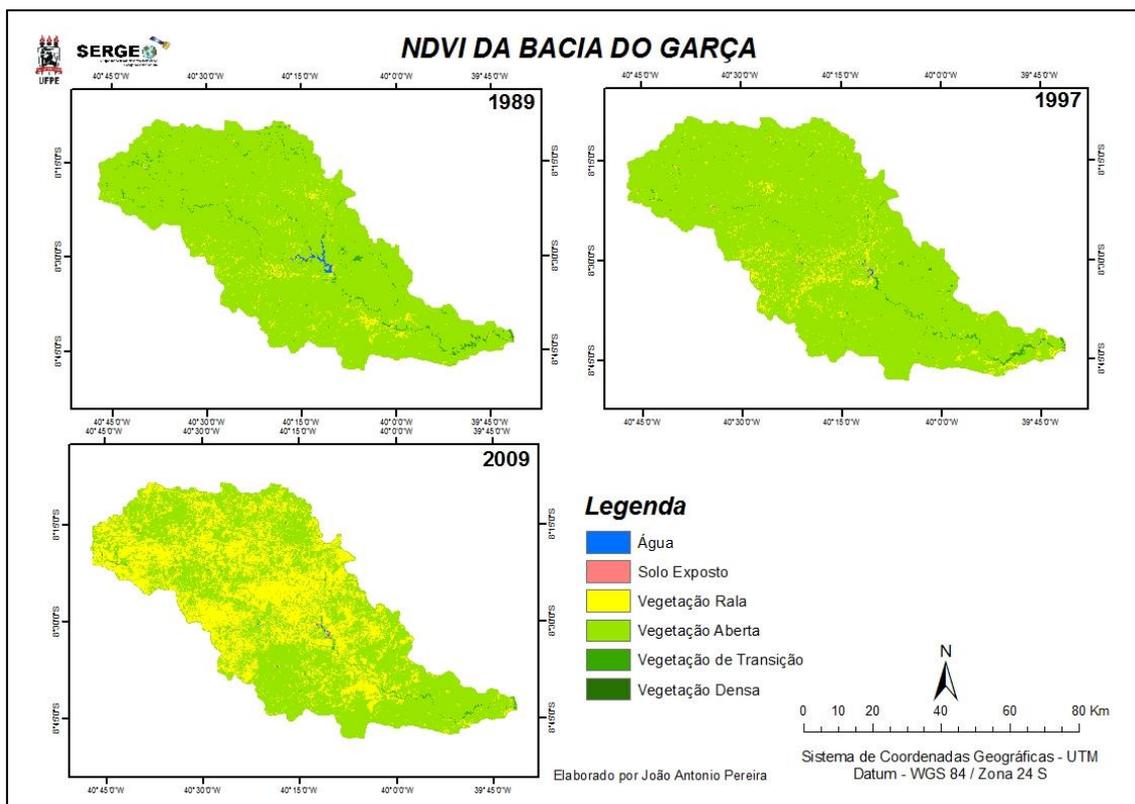


Figura 2: NDVI da bacia do Rio Garças para setembro de 1989, 1997 e 2009.

Este processo de diminuição da densidade da vegetação relacionada a possíveis condições climáticas, gera uma resposta no albedo da região. Com o passar do tempo, os alvos foram gradativamente apresentando valores cada vez maiores de energia refletida que volta para a atmosfera, (Figura 3). Ao passo em que se acentuam as temperaturas, isso se refletirá diretamente na vegetação nativa, onde a mesma é obrigada a utilizar mais água do ambiente. Uma vez que a água nessa região é escassa, a vegetação irá sofrer para realizar as suas funções biológicas. A área em estudo sofre com o desmatamento, principalmente para uso da madeira, e os recursos para a irrigação se concentram em poucas áreas. O resultado foi um claro aumento geral do albedo na região, salvo no caso das áreas irrigadas. Com a retirada da vegetação, os fluxos de energia sofreram mudanças significativas, deixando o ambiente mais árido e isso implicará numa maior possibilidade de aparecer sérios problemas ambientais como a desertificação. Problema esse que ocorre em algumas localidades do Nordeste Brasileiro, devido à décadas de exploração e uso irracional de recursos naturais nesses ambientes.

O albedo sofre ação direta das condições climáticas, se chove os valores de albedo podem mudar. Ele também é modulado pela densidade e rugosidade, ou seja, quanto mais úmido, quanto mais rugosa e quanto mais densa for a vegetação, menor será o valor do albedo, e quanto menor o valor do albedo mais energia o ambiente estará absorvendo. Nos casos da vegetação esta energia é usada para a evapotranspiração, aquecendo o ar e o solo.

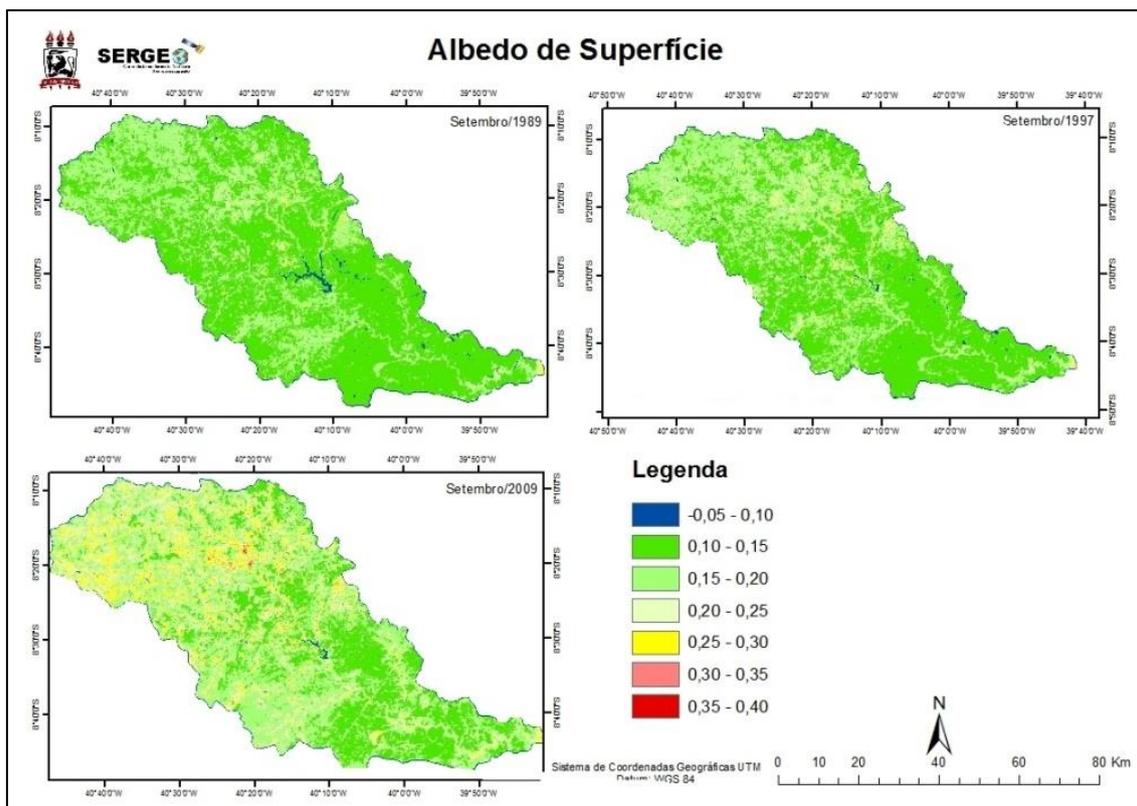


Figura 3: Albedo de Superfície da Bacia do Rio Garça.

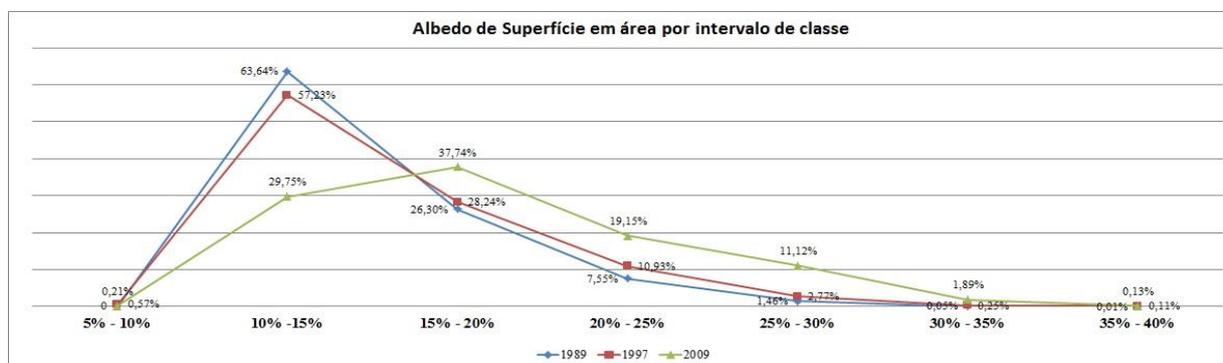


Figura 4: Classes do Albedo na Bacia do Rio Garça.

Ao se analisar a figura 4, é notável a diminuição da área com albedo entre 5% e 15%, os quais denotam uma vegetação e solo com uma boa presença de água em sua estrutura. No período estudado o albedo da região teve considerável aumento entre 15% e 25%, valores que já se tratam de uma vegetação e solo já razoavelmente secos. Valores que variam entre 25% e 40% são as classes mais preocupantes e tem aumentado, já que nestas a presença de água é mínima, o que comprova que ao passar do tempo, a vegetação está cada vez mais sob estresse hídrico.

4. Conclusões

No período estudado houve uma diminuição da biomassa da vegetação devido à soma de fatores naturais e antrópicos o que pode ser comprovado tanto pelo NDVI quanto pelo albedo de superfície. Todas as classes que são representadas pelo albedo acima de 15% obteve um aumento considerável. Esta diminuição da densidade da vegetação pode gerar um processo de

desertificação, pois características como estas associadas à salinização do solo, mineração de gipsita entre outros fatores fizeram com que Cabrobó, também município do sertão pernambucano desenvolvesse um foco de desertificação. Logo, conclui-se que as técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento são bastante eficazes no que toca a análise das condições naturais, e que por meio delas é possível detectar áreas sob vulnerabilidade natural, para melhor planejamento do uso dos recursos destinados ao combate à degradação do solo. Se não forem aplicadas algumas práticas de manejo sustentável em relação ao solo e a vegetação, poderá se agravar ainda mais o processo de desertificação que já ocorre em algumas áreas do sertão nordestino.

Agradecimentos

Os autores querem deixar aqui expresso seus agradecimentos aos membros integrantes do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento – SERGEO, e ao CNPQ pelo apoio financeiro a estrutura do laboratório SERGEO, através do projeto do Programa Ecológico de Longa Duração-PELD, processo número 558074/2009-0.

Referências bibliográficas

4.1 Artigo em periódico

Liberato, A. M., **Estimativa do albedo e índice de área foliar na Amazônia.** Revista Brasileira de Geografia Física, UFPE, 01 (2011) 022-032, Recife, PE

Melo, E. T., Sales, M. C. L., Oliveira, J. G. B.; **Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para análise da degradação ambiental da microbacia hidrográfica do Riacho dos Cavalos, Crateús-CE.** O Espaço Geográfico em Análise, Revista do Departamento e Programa de Pós-Graduação - Mestrado e Doutorado em Geografia da Universidade Federal do Paraná apoio Especialização em Análise Ambiental - DGEORG – UFPR. RA'EGA 23 (2011), p. 520-533. Curitiba – UFPR.

Nobre, P. **Mudanças Climáticas e Desertificação: os desafios para o estado brasileiro. Desertificação e Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro.** INSA- Instituto Nacional do Semiárido. Modulo 1, ISBN: 978-85-64265-02-8, Campina Grande-PB, 2011.

Oliveira, T. H., Galvêncio, J. D.; **Caracterização ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó – PE usando sensoriamento remoto termal.** Revista Brasileira de Geografia Física, UFPE, Vol.1, n.02 set/dez 2008, 30-49. Recife, PE.

Oliveira, T. H., Machado, C. C. C., Santos, J. S., Galvêncio, J. D., Pimentel, R. M. M., Silva, B. B., **Índice de umidade (NDWI) e Análise espaço-temporal do albedo da superfície da Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó – PE.** Revista Brasileira de Geografia Física, UFPE, 03 (2010) 55-69. Recife, PE.

Silva, B. B., Lopes, G. M., Azevedo, P. V., **Determinação do albedo de áreas irrigadas com base em imagens LANDSAT 5-TM.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 13, nº 2, p. 11-21, 2005.

Silva, B.; Mendonça, R.; Silva, S.; Ferreira, R.. **Mapeamento do albedo de áreas heterogêneas do estado do ceará com imagens tm - landsat 5.** Revista de Geografia (Recife), América do Norte, 2520 01 2010.

Tasumi, M., Allen, R. G., Trezza, R.; **At-Surface Reflectance and Albedo from Satellite for Operational Calculation of Land Surface Energy Balance.** Journal of Hydrologic Engineering. February 2008.

4.2 Livro

Jensen, J.R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres.** São José dos Campos: Parêntese, 2009. 604 p.

Ponzoni, F. J.; Shimabukuro, Y. E. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação**, São José dos Campos, SP: A. Silva Vieira Ed. p.111-118, 2007.

5.3 Dissertação/ Tese

Araújo, L., Sousa, F., Moraes Neto, J., Souto, J., & Reinaldo, L. 2009 Jul 15. **Bacias Hidrográficas E Impactos Ambientais**. *Qualitas Revista Eletrônica* [Online] 8:1. Disponível: <http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/view/399>.

4.3 Eventos

Lopes, P. M. O.; Valeriano, D. M.; **Validação do albedo da superfície terrestre obtido dos dados do sensor MODIS em regiões montanhosas**. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 2805-2812.

Santos, R. M., Lima, J. E. F. W., Eid, N. J.; Koide, S., Silva, E. S., Brito, R. S.; **Avaliação preliminar do uso do modelo SEBAL para a estimativa da distribuição espacial da evapotranspiração de uma área do Cerrado**. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 3541-3548.

Santos, V. V., Nicácio, R. M., Gonzaga, E. P.; **Caracterização espaço-temporal do NDVI e do albedo da superfície na bacia hidrográfica do rio Ipanema**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.1517.

4.4 Relatório Técnico

ZAPE digital. **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.

4.5 Exemplos de Internet

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em: 12 de setembro de 2012.