

Avaliação temporal da vegetação, albedo de superfície e temperatura de superfície no Distrito Federal, por meio de imagens orbitais de média resolução

Renata Cabral de Araújo Rafael¹
Daris Correia dos Santos¹
Jose Ivaldo Barbosa de Brito³
Carlos Antônio Costa dos Santos³

¹Pós-Graduada em Meteorologia; Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas-UFCG. (renatarafael_@hotmail.com; dariscorreia@gmail.com).

³ Professor, Doutor; Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas- UFCG. Centro de Previsão e Estudos Climáticos-CPTEC-GPC; (ivaldo@dca.ufcg.edu.br ;carlos@dca.ufcg.edu.br).

Abstract: The purpose of this study is analyse the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI), Leaf Area Index (LAI), surface albedo and surface temperature for the city Brasilia, Federal Distrito. The analysis was performed using Landsat satellite imagery - 5 provided by the National Institute for Space Research for the years 1985, 1994 and 2005. The results describe an increase in surface temperature due to process artificialization soil and variations in the albedo was clear the change in albedo of different periods, and the annual variation of albedo is a source of many factors, including variation in composition of the soil cover. The city of Brasília presents quite peculiar characteristics that come from being a planned city including as regards its location, and that over the years has been modified with the new trends of ownership and occupancy of their territorial space, Gomes (2011). The objective of this work is to obtain temporal assessment, the period between the years 1985 to 2005, vegetation cover, surface albedo and surface temperature in Brasilia no Distrito Federal, based on the quantification of the level of standards morphological that depend on geographic location and climatic conditions of the area imaged.

Keywords: surface temperature, surface albedo, vegetation.

1. Introdução

Os dados provenientes de sensoriamento remoto constituem uma ferramenta de grande valia na obtenção de informações necessárias ao manejo, gerenciamento e gestão de recursos naturais, tais como água, solo e vegetação (Batista& Almeida, 1998). Dados multitemporais obtidos do sensoriamento remoto de diferentes satélites meteorológicos e ambientais têm sido amplamente utilizados com diferentes finalidades (Gutman & Ignatov, 1998)

Um índice de vegetação resulta da combinação dos valores de refletância em dois ou mais intervalos de comprimento de onda, possuindo uma relação com a quantidade e o estado da vegetação em uma dada área da superfície terrestre. Em função disto, uma característica inerente aos índices de vegetação é a redução no volume dos dados a ser analisado, pois praticamente toda a informação referente à vegetação fica resumida a somente um valor numérico, Rizzi (2004).

Segundo Robinove et al. (1981) imagens de albedo podem ser derivadas diretamente de imagens digital do Landsat e uma sequência de imagens de albedo podem ser usadas para mostrar mudanças na superfície. As 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.

A cidade de Brasília apresenta características bastantes peculiares advindas do fato de ser uma cidade planejada inclusive no que se refere a sua localização, e que ao longo dos anos vem sendo modificada com a apropriação de novas tendências e ocupação de seu espaço territorial, Gomes (2011).

Assim, o objetivo deste trabalho é obter a avaliação temporal, no período compreendido entre os anos de 1985 à 2005, da cobertura vegetal, albedo da superfície e temperatura de

superfície na cidade de Brasília no Distrito Federal, a partir da quantificação do nível de padrões morfológicos que dependem da localização geográfica e das condições climáticas da área imageada.

2. Metodologia de trabalho

2.1 Localização da área em estudo

O ponto central da cidade de Brasília localiza-se a 15°47'38''S e 47°52'58''W a uma altitude de 1094 metros acima do nível do mar no chamado Planalto Central. Em Brasília, tem-se o clima tropical de altitude, com um verão úmido e chuvoso e um inverno seco e relativamente frio. A temperatura média anual é de cerca de 21°C, podendo chegar aos 29,7°C de média das máximas em setembro, e aos 12,5°C de média das mínimas nas madrugadas de inverno em julho. A temperatura, porém, varia de forma significativa nas áreas menos urbanizadas, onde a média das mínimas de inverno cai para cerca de 10°C a 5°C. A umidade relativa do ar é de aproximadamente 70%, podendo chegar aos 20% ou menos durante o inverno e início da primavera.

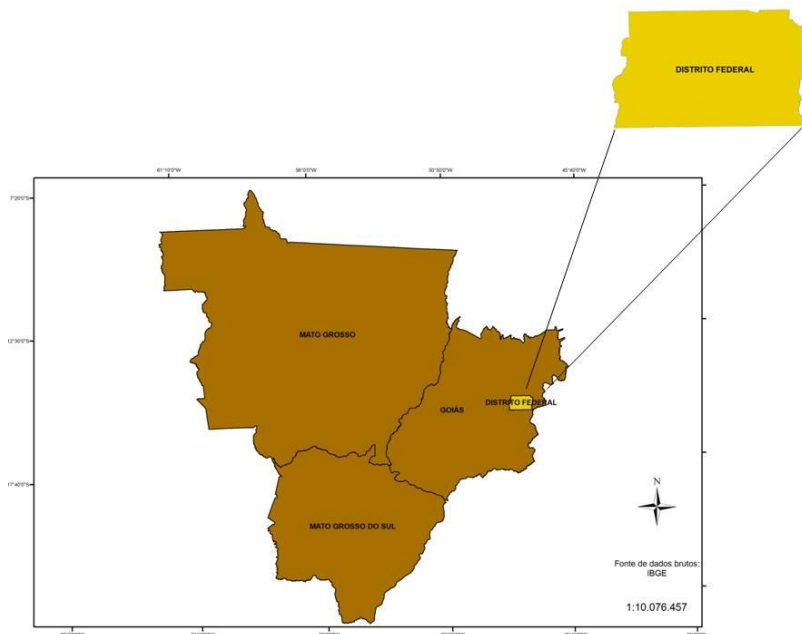


Figura 1: Localização do Distrito Federal no centro-oeste do país

2.2 Metodologia

Para a realização deste trabalho foram utilizadas três imagens do satélite Landsat 5, sensor TM (*Thematic Mapper*), com resolução de 30m, na órbita 221, ponto 71; Das seguintes datas: 26 de março de 1985, 06 de maio de 1994 e 04 de maio de 2005 foram adquiridas junto ao site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. As imagens foram selecionadas mediante o fato de apresentarem uma pequena cobertura de nuvens e pela proximidade da época do ano.

Após a obtenção do albedo planetário fez-se o cômputo do albedo da superfície ou albedo corrigido para os efeitos atmosféricos α , pela Eq (1).

$$\alpha = \frac{\alpha_{toa} - \alpha_{p} \tau_{sw}}{\tau_{sw}} \quad (1)$$

onde α_{toa} é o albedo planetário, α_{p} é a radiação solar refletida pela atmosfera, que varia entre 0,025 e 0,04, mas para o modelo SEBAL é recomendado o uso do valor de 0,03, com base em Bastiaanssen (2000) e τ_{sw} é a transmissividade atmosférica:

$$\tau_{sw} = 0,75 + 2 * 10^{-5} * z \quad (2)$$

O albedo da Superfície representa a razão entre a radiação solar refletida pela radiação solar incidente na superfície. O Índice de Vegetação Por Diferença Normalizada (NDVI) é obtido através da diferença entre a refletância das bandas do infravermelho próximo e do visível, dividida pela soma das mesmas. Os valores do índice situam-se entre -1.0 e +1.0, Lozano-Garcia et al. (1995). Os Índices de vegetação (NDVI, SAVI, LAI) (indicativo das condições, da densidade e porte da vegetação) são obtidos através das seguintes equações:

$$NDVI = \frac{p4-p3}{p4+p3} \quad (3)$$

$$SAVI = (1 + L)p4 - \frac{p3}{L+p4+p3} \quad (4)$$

L = 0,5 (Huete, 1988); L = 0,1 (Tasumi, 2003; Bezerra, 2006)

$$LAI = -\ln\left(\frac{0,69-IVAS}{0,59}\right) \quad (5)$$

Representa a razão entre a área total de todas as folhas contidas em dado pixel, pela área do pixel.

Para a obtenção da temperatura de superfície por meio de sensoriamento remoto, há de se levar em consideração fatores como a interferência atmosférica e a emissividade da superfície Ferreira (2004).

$$Ts = \frac{K2}{\ln\left(\frac{\epsilon NBK1}{L\lambda 6} + 1\right)} \quad (6)$$

onde,

$$K1 = 607,76Wm^{-2} sr \mu m$$

$$K2 = 1260,56Wm^{-2} sr \mu m$$

3. Resultados e discussões

As imagens de NDVI geradas apresentam-se em níveis de tons de cinza, o que permite identificar a resposta espectral de diferentes coberturas da superfície terrestre como corpos d'água, áreas de cultivos, áreas urbanas, áreas com e sem vegetação e a drenagem. Nas cartas de imagem do índice NDVI os corpos d'água aparecem em preto, os maiores valores de NDVI observados foram 0,52 (1985), 0,54 (1994) e 0,87 (2005) que correspondem às características de uma vegetação densa, em pleno desenvolvimento e em boas condições hídricas. O NDVI foi máximo na área vegetada e negativo sobre corpos d' água. As figuras 2, 3 e 4 correspondem as imagens do NDVI para o Distrito Federal.



Figura 2: Configuração espacial do NDVI para o ano 1985

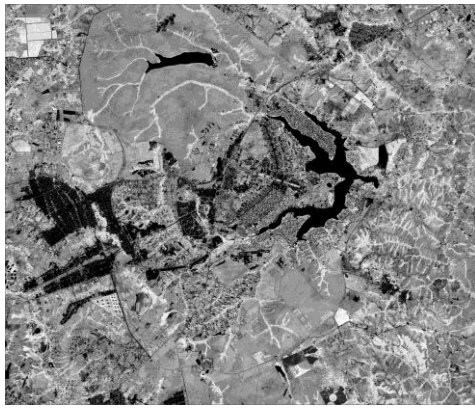


Figura 3: Configuração espacial do NDVI para o ano de 1994.

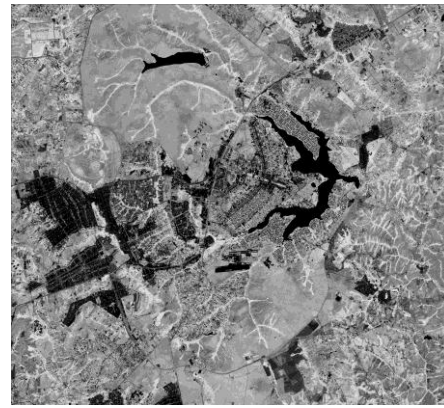


Figura 4: Configuração espacial do NDVI para o ano de 2005.

O SAVI (Índice de Vegetação Ajustada ao Solo) é um índice que busca diminuir a influência da resposta espectral do solo, mediante a inclusão de um fator de ajuste (L) que é variável com o grau de fechamento do dossel, permitindo uma melhora na interpretação das variáveis da vegetação.

De acordo com as imagens de SAVI os valores mínimos correspondem principalmente a territórios artificializados (área urbana). Os valores de SAVI acima de 0,41 correspondem principalmente a matas ciliares. Essa classe sofreu uma diminuição na imagem de 1994 em relação às outras duas imagens. Os valores de SAVI tendem a diminuir em áreas artificializadas e com vegetação mais aberta, sofrendo mais efeitos do solo exposto (Oliveira, 2009; Machado et al., 2009; Giongo et al., 2007). Os valores mínimos de SAVI são devidos as alterações de uso e ocupação do solo entre 1985 e 1994, onde se constata uma alteração do uso e ocupação do solo. Entre 1994 e 2005 verificou-se um aumento na vegetação que para ser justificado precisa-se de estudo mais aprofundado. Na tabela 1 podemos observar todos os valores de SAVI e nas Figuras 5, 6 e 7 a configuração espacial para os anos de 1985, 1994 e 2005, respectivamente.

Tabela 1: Distribuição dos valores mínimos e máximos de SAVI

	SAVI mínimo	SAVI máximo
Março de 1985	0,05	0,45
Mai de 1994	0,037	0,41
Mai de 2005	0,02	0,46



Figura 5: Configuração espacial do SAVI no Distrito Federal para o ano de 1985.



Figura 6: Configuração espacial do SAVI No Distrito Federal para 1994

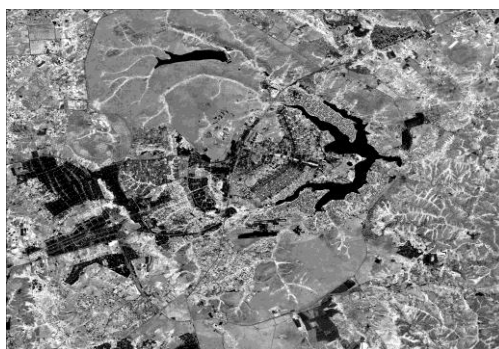


Figura 7: Configuração espacial do SAVI no Distrito Federal para 2005

O Índice de Área Foliar (LAI) é uma importante variável biofísica da vegetação usada em vários modelos de produção primária através de escalas e modelos globais de clima, hidrologia, biogeoquímica e ecologia. O Índice de Área Foliar (IAF) é uma medida de cobertura vegetal importante, por causa da importância das folhas nas trocas de massa e energia no sistema solo-planta-atmosfera (Caruzzo & Rocha, 2000).

Analisando as imagens pode-se observar que elas apresentam LAI bem baixo, em quase toda a região, com variação de 0,71 a 0,92. Os maiores valores do LAI variou de 0,71 em 1994 a 0,92 em 2005 e são cobertas por matas vegetação nativa. Os resultados obtidos através das imagens no Landsat 5 na região estudada estão coerentes com os encontrados na literatura para diferentes tipos de cultura e solo (HUETE, 1988, FIDELES et al. 2005). Todos os valores de LAI estão discriminados na Tabela 2 e as configurações espaciais para os anos de 1985, 1994 e 2005 são mostradas nas Figuras 8, 9 e 10, respectivamente.

Tabela 2: Distribuição dos valores máximos de IAF.

	LAI máximo
Março de 1985	0,86
Maió de 1994	0,71
Maió de 2005	0,92

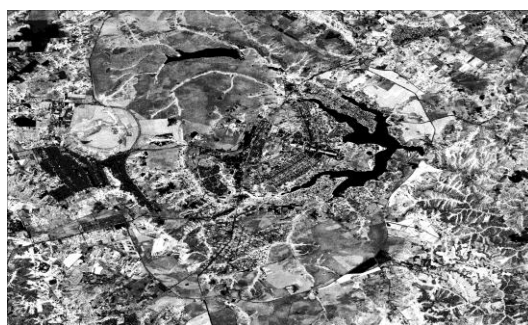


Figura 8: Configuração espacial do LAI para o ano de 1985.

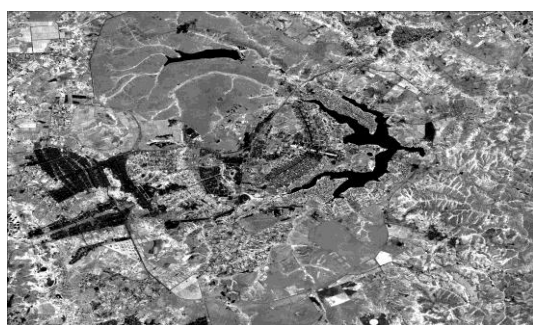


Figura 9: Configuração espacial do LAI para o ano de 1994

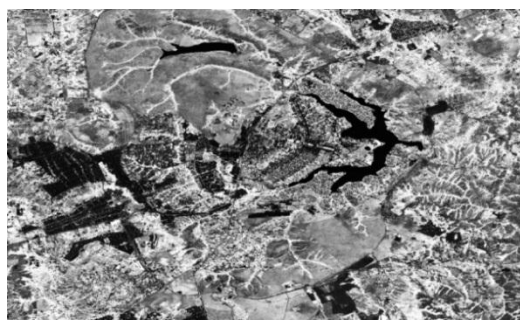


Figura 10: Configuração espacial do LAI para o ano de 2005

Entre as propriedades físicas dos corpos, destaca-se o albedo, comumente dado em porcentagem, que se caracteriza pela capacidade que os corpos apresentam de refletirem a radiação solar que sobre eles incidem. O albedo varia de acordo com a cor e constituição que o corpo apresenta.

Sabendo-se que o albedo varia de acordo com o ciclo da cultura e atinge valor máximo durante o maior índice de área foliar e que aumenta com a latitude foram determinados através de imagens Landsat 5 os valores médios correspondentes aos albedos durante os anos de 1985, 1994 e 2005, considerando o estágio inicial e reprodutivo da área foliar.

A cidade de Brasília possui sua área matas ciliares, cerrado composto por árvores distorcidas e pequenos arbustos e campos onde predominam as gramíneas.

No ano de 1985 os valores de albedo variaram de 8% a 21% que corresponde a superfícies de savana e gramíneas. No ano de 1994 o albedo variou de 4% a 19% que indica a presença de campos e área urbanizada. Em 2005 os valores variaram de 7% a 24% que corresponde a superfícies de matas ciliares, savanas e cidades. Foi transparente a alteração no albedo de diferentes períodos, sendo que a variação anual do albedo é fonte de diversos fatores, dentre eles a variação na composição da cobertura. O albedo médio para as cartas foi maior nas cartas onde se verifica maior presença de classes de cor cinza em tons mais claros. Estes valores encontrados estão próximos aos resultados encontrados por Rodrigues et al., (2009), na bacia do Rio Trussu, CE, cujos albedos variaram de 10 a 15 %, para superfície vegetal, de 3 a 10 % para corpos hídricos e de 28 a 29 % para solos desnudados.



Figura 11: Configuração espacial do albedo de superfície para o ano de 1985



Figura 12: Configuração espacial do albedo de superfície para o ano de 1994.

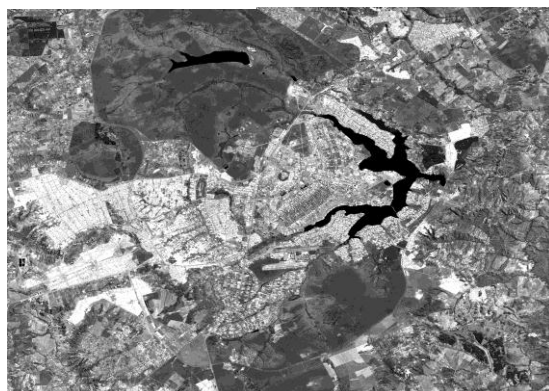


Figura 13: Configuração espacial do albedo de superfície para o ano de 2005.

As imagens de temperatura de superfície mostram os resultados da espacialização da temperatura para os anos de 1985, 1994 e 2005 em forma de imagem. Para a imagem de 1985

a temperatura máxima foi de 298,72 K (25,57 °C) e a mínima de 293,88 K (20,73°C) para a imagem de 1994 a temperatura máxima foi de 300,21 K (27,06°C) e a mínima de 294,89 K (21,74 °C) e para o ano de 2005 a temperatura máxima foi de 302,93 K (29,78°C) e a mínima de 290,56 K (17,41°C). A diferença da temperatura máxima e mínima durante os 20 anos variaram respectivamente de 4,06 °C e 3,32°C. Na área de estudo a variação de temperatura aumentou no decorrer dos anos devido a modificações no espaço urbano onde as áreas com temperaturas mais baixas representam os corpos hídricos e as maiores foram observadas na área urbana e em solo descoberto. A diversidade da altitude, relevo e vegetação atribui uma complexa variabilidade climática das temperaturas, variando de áreas com baixa altitude que registram temperaturas altas e áreas altas que registram temperaturas baixas.

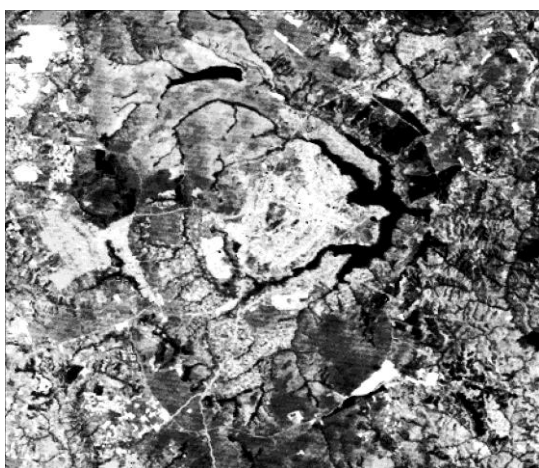


Figura 14: Configuração espacial da temperatura de superfície para o ano de 1985.



Figura 15: Configuração espacial da temperatura de superfície para o ano de 1994.

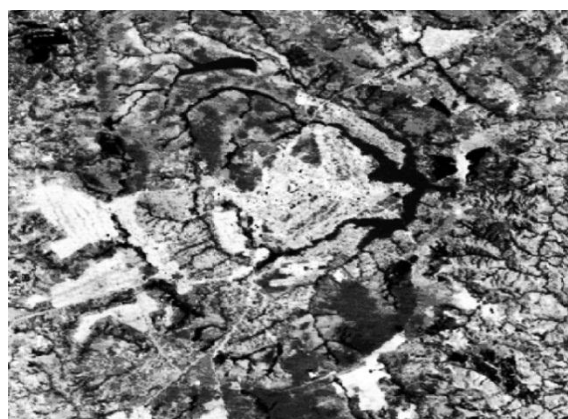


Figura 16: Configuração espacial da temperatura de superfície para o ano de 2005.

4. Conclusões

A metodologia proposta para as calibrações atmosféricas, foi consistente para as imagens utilizadas e para os produtos gerados a partir das mesmas. Foi possível determinar os índices de vegetação (IVAS, NDVI e IAF), a temperatura de superfície e o albedo de superfície em toda a área de estudo com resultados muito consistentes com outros autores. O aumento da temperatura de superfície pode ser associado a diversos fatores, como a interferência humana face a urbanização da cidade, a pavimentação asfáltica, tais alterações podem afetar diretamente o clima local da área em estudo.

Referências bibliográficas

- Bastiaanssen, W. G. M. **Sebal based sensible and latent heat fluxes in the irrigated Gediz Basin, Turkey.** Journal of Hidrology, v.229, p.87-100, 2000.
- BATISTA, G. T; ALMEIDA, E. S. **Índice de Vegetação versus precipitação na Amazônia.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9., Santos, 1998. Anais... INPE, 1998. CD-ROM.
- CARUZZO, A.; ROCHA, H.R. **Estimativa do índice de área foliar (IAF) em regiões de pastagem e floresta com um método indireto (gap fraction) durante o experimento AMC/LBA.** In: Anais do XI Congresso Brasileiro de Meteorologia, Editora, Rio de Janeiro. p. 2478-2485, 2000.
- Climatempo. Disponível em:<<http://www.climatempo.com.br/>>. Acesso em 01 de novembro de 2012.
- Ferreira, Nelson Jesus. **Aplicações ambientais brasileiras dos satélites noaa e tiros-n.** São paulo: Oficina de Textos, 2004.
- FIDELES, J.F; NÓBREGA, J.Q; RAO, T.V.R; BELTRÃO, N.E.M. **Monitoramento de área foliar e biomassa do feijoeiro usando índice de vegetação por diferença normalizada.** Rev. Bras. Agrometeorologia, v. 13, n.2, p.212-218, 2005
- Giongo, P.R., Moura, G.B.A., Rêgo, P.L., Medeiros, S.R.R. 2007, **Índices de vegetação NDVI, SAVI e IAF estimados com imagens Landsat 5 –TM.** VII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão, Recife.
- HUETE, A.R. **A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI).** Remote Sensing of Environment. v. 25, p.295-309, 1988.
- JACKSON, R. D. & HUETE, A. R. **Interpreting vegetation indices.** Preventive veterinary Medicine, 11 185-200. Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, 1991.
- Lozano-Garcia, D. F.; Fernández, R. N.; Gallo, K. P.; Johansen, C. J., 1995, Monitoring the 1988 severe drought in Indiana, U.S.A using AVHRR data. *International Journal of Remote Sensing*, 16, 1327-1340.
- GOMES, L.C.F. **Dinâmica da temperatura da superfície em resposta às alterações na cobertura e uso do solo utilizando técnicas de sensoriamento remoto.** 2011. 75 p. (UFCG-528.2-CDU/043). Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 2011
- GUTMAN, G.; IGNATOV, A. **The derivation of the green vegetation fraction from NOAA/AVHRR data for use in numerical weather prediction models.** International Journal. Remote Sensing. v.19, n.8, 1533-1543, 1998.
- Machado, C., Oliveira, T.H., Galvêncio, J.D. 2009, **Variação do IVAS e da Temperatura à superfície na bacia hidrográfica do rio Capibaribe – PE utilizando imagens do satélite Landsat 5 TM**, XII Congresso Nordestino de Ecologia, Gravatá.
- Oliveira, T.H. 2009. **Balanco de Radiação da bacia hidrográfica do Rio Moxotó-PE através de imagens TM Landsat-5 e ETM+ Landsat 7.** Monografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Rizzi, R. **Geotecnologias em um sistema de estimativa da produção de soja: estudo de caso no Rio Grande do Sul.** Tese de Doutorado do Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, INPE, São José dos Campos.
- 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.
- RODRIGUES, J. O. **Uso da terra e a resposta hidrossedimentológica em pequenas bacias hidrográficas semiáridas.** 2009. 129f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.