

Mudanças na cobertura da terra e em parâmetros ambientais no município de Seropédica/RJ entre 1980 e 2010 a partir do uso do sensoriamento remoto

Luciana Viana Neves¹
Débora Querino da Silva¹
Andrews José de Lucena¹
Gustavo Mota de Sousa¹
Leonardo de Faria Peres²

¹ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ/IA/DEGEO
BR-465, Km 7 - 23890-000 – Seropédica – RJ, Brasil
{lucianaufrrjvn, deboraquerino94, gustavobond}@gmail.com, lucenageo@yahoo.com.br

² Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ/IGEO
Av. Athos da Silveira Ramos, 274. Prédio do Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza,
Bloco F, Ilha do Fundão. CEP: 21.941.916. Rio de Janeiro-RJ, Brasil
leonardo.peres@igeo.ufrj.br

Abstract. This paper studies the spatial transformations in the city of Seropédica in the metropolitan area of Rio de Janeiro, between the 1980s and 2000s from the analysis of the change in land cover, land surface temperature (LST), Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and the Index Built Area (IBI). Images from the Landsat platform are used and the results show a decrease in the area of vegetation and an increase in urban area proven by the increase in IBI rates and reduction in NDVI rates in the 2000s, which also shows an increase above 10°C in the LST.

Palavras-chave: Land Cover; Land surface temperature (LST); Normalized Difference Vegetation Index (NDVI); Index Built Area (IBI).

1. Introdução

O estado do Rio de Janeiro tem atravessado inúmeras transformações espaciais nos últimos 30 anos, oriundas dos investimentos em novos empreendimentos públicos e privados no interior e na região metropolitana. A região metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) é o espaço mais dinâmico do estado do Rio de Janeiro e conta com 21 municípios. Seropédica é um dos municípios mais recentes na composição metropolitana (Figura 1), se situa na Bacia do rio Guandu de grande riqueza mineral e se caracteriza por um perfil periférico, cidade dormitório do núcleo da metrópole (a cidade do Rio de Janeiro), mas proeminente por abrigar a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Incorpora uma urbanização tardia em meio a um espaço eminentemente rural em transformação, que ultrapassa mais de 80% no grau de urbanização (Ribeiro e O'Neill, 2012). Diante deste quadro, embora de urbanização recente e mais rarefeita, Seropédica enfrenta conflitos em torno do uso do solo, que envolve desde a conversão de suas terras agrícolas para uso urbano, a preservação dos seus areais e a permanência do novo aterro sanitário da cidade do Rio de Janeiro em seu território.

O sensoriamento remoto tem sido fundamental nos estudos e aplicações em ambientes urbanos. O progresso tecnológico tem aperfeiçoado a resolução espacial e radiométrica dos sensores, o que tem contribuído para o avanço de pesquisas relacionadas à observação dos recursos terrestres e do meio ambiente (Lucena et. al, 2013a).

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo mapear e analisar a temperatura, a vegetação e o grau de urbanização de Seropédica por meio do sensoriamento remoto a partir da Temperatura da Superfície Continental (TSC), do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e do Índice de Área Construída (IBI), levando em consideração o tipo de uso e cobertura da terra em duas décadas distintas, respectivamente, a década de 1980 e a década de 2000.

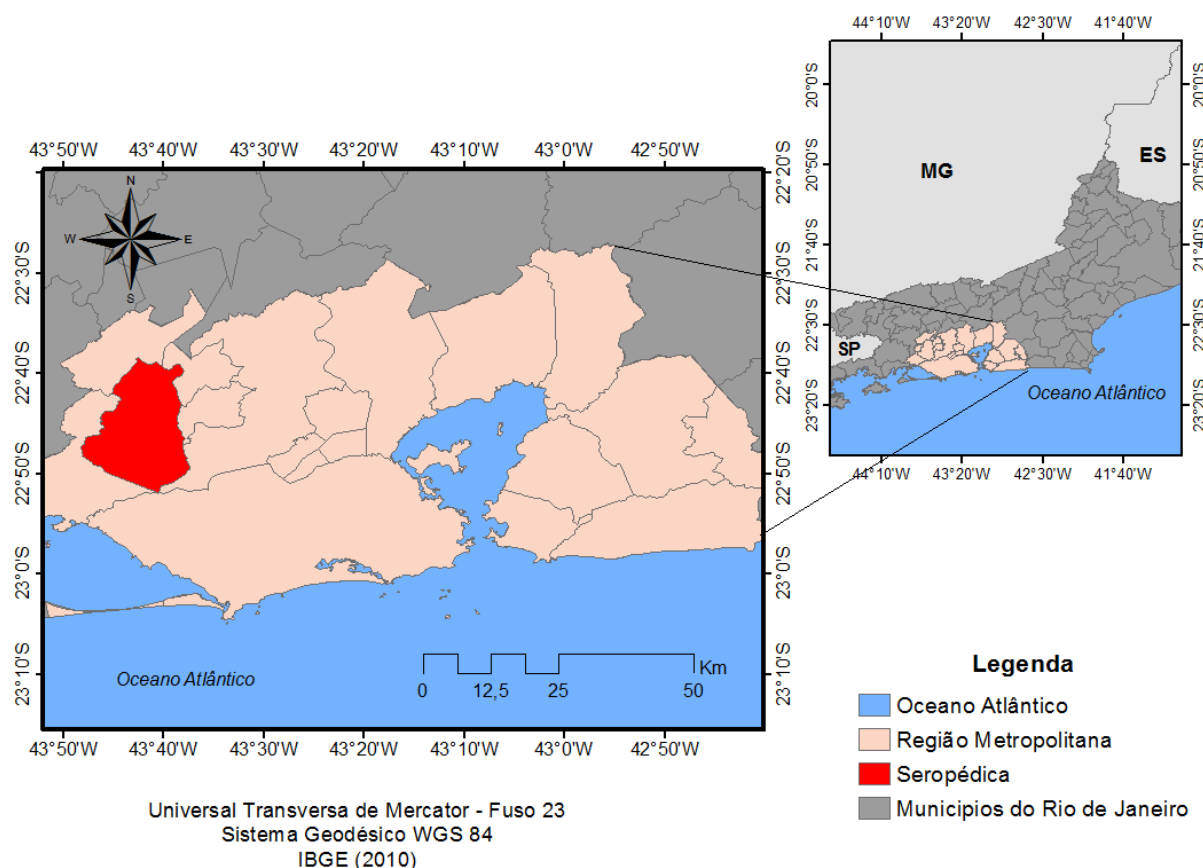


Figura 1. Localização do município de Seropédica na região metropolitana do Rio de Janeiro.

2. Metodologia

Um grupo de 63 imagens do satélite Landsat- 5 e 7, situadas na órbita-ponto 217-76 que corresponde a área de Seropédica, no período matutino, foram adquiridas. As imagens foram processadas e georreferenciadas no código computacional ENVI 5.0 e ArcGIS 10.1. Após o processamento e georeferenciamento, foi realizada a correção radiométrica com base nas equações e constantes de calibração presentes nos trabalhos de Chander et al. (2009) como parte do pré-processamento dos dados. Com suporte no trabalho de França e Cracknell (1995), foram adotadas três técnicas de mascaramento de nuvens: a) técnica com base em limiar do valor da reflectância na banda 3; b) técnica com base em limiar do valor de temperatura de brilho na banda 6; c) técnica da razão entre as bandas 4 e 3.

Em seguida, elaborou-se um mapa de cobertura da terra, no qual as classes utilizadas foram vegetação, corpos hídricos, área urbana e área rural (ou urbano de baixa densidade). Realizou-se uma classificação supervisionada por *Maximum Likelihood* (máxima verossimilhança), que se baseia no pressuposto de que cada classe espectral pode ser descrita a partir de amostras fornecidas pelo analista. Logo, foi feita uma seleção de amostras, que segundo Novo (2010) configura-se em um processo de treinamento do algoritmo para que este crie a classe, sobre as quais atuarão as regras de decisão para alocação de todos os pixels da cena em suas respectivas classes espectrais. No software ENVI foi utilizado o comando classificação por *Maximum Likelihood*.

Foram calculadas a temperatura da superfície continental (TSC), o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) e o índice de área construída (IBI), conforme metodologia extraída de Lucena et al (2013b).

A TSC foi estimada utilizando a banda 6 do Landsat com base em diferentes parametrizações (Qin et al., 2001; Souza e Silva, 2005), onde a correção atmosférica é realizada utilizando-se dados medidos de estações meteorológicas na RMRJ. A TSC estimada é resultado da combinação entre a temperatura de brilho na banda 6 e um fator de correção que leva em conta a influência atmosférica e a emissividade da superfície no sinal registrado pelo instrumento a bordo do satélite. A emissividade foi obtida a partir do índice de vegetação de diferença normalizada (NDVI) de acordo com Van de Griend e Owe (1993).

O NDVI (Rouse et al., 1974) é baseado na diferença entre a máxima absorção de radiação na região do vermelho, devido à presença de pigmentos como a clorofila, e a máxima reflexão de radiação na região do infravermelho-próximo, devido à estrutura celular da folha. Seus valores variam entre $-1,0$ e $+1,0$, sendo os valores positivos, próximos a $+1,0$, típicos de área com floresta ou vida vegetal abundante. O IBI (Xu, 2008) identifica automaticamente áreas construídas em imagens de satélite e se distingue dos índices convencionais por utilizar índices temáticos derivados de dados de satélite em vez de usar diretamente as bandas originais dos sensores. Com base em três componentes do ecossistema urbano, vegetação, água e área construída, três índices temáticos foram selecionados para representar essas principais componentes da paisagem urbana, respectivamente: o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), o índice de água por diferença normalizada modificada (MNDWI) e o índice de áreas construídas por diferença normalizada (NDBI).

Finalmente, grupos de imagens foram combinados gerando uma única imagem por década, utilizando o critério da composição de máximo valor (CMV). Desse modo, uma única imagem formada pela composição de 9 imagens representaram a década de 1980, enquanto, para a década de 2000, a composição deu-se por 54 imagens. O método da CMV seleciona o píxel com maior valor ao longo da série temporal para a composição final, eliminando os píxeis contaminados, com valores menores, ainda que aplicados o mascaramento de nuvens e a correção atmosférica.

3. Resultados e Discussão

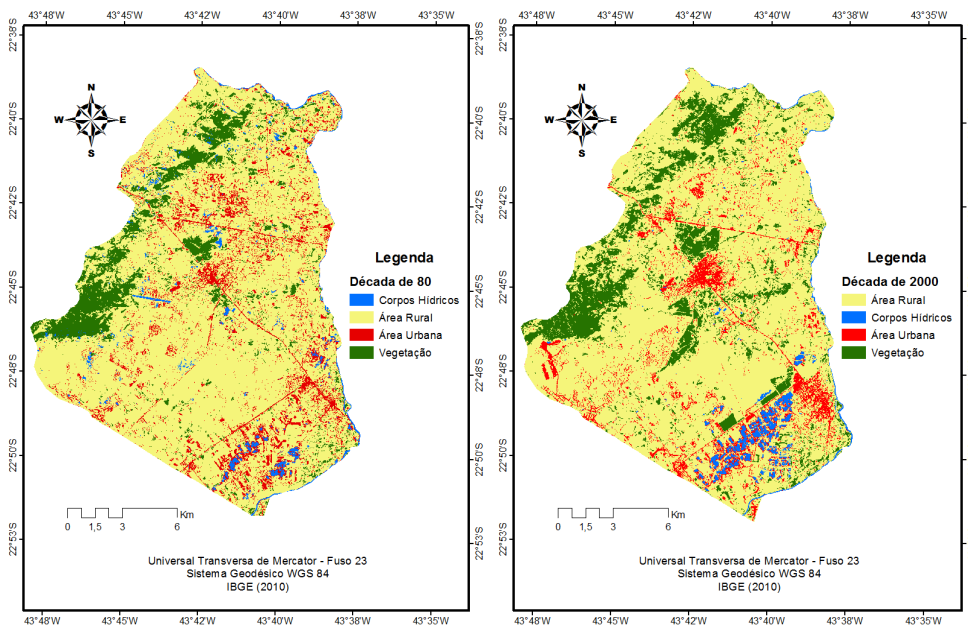
Os resultados revelam a possível mudança da cobertura da terra e seus efeitos sobre a temperatura, a vegetação e alteração na área construída em Seropédica.

3.1. Cobertura da terra

A cobertura da terra nas duas décadas estudadas foi analisada através de quatro parâmetros. São eles: vegetação, corpos hídricos, área rural e área urbana. Esses parâmetros tiveram sua dinâmica significativamente alterada desde a emancipação do município em 1995, visto que Seropédica teve sua economia movimentada e ganhou obras de infraestrutura, assim como o incremento do comércio local.

Devido à generalização das classes, o programa fez algumas confusões e não respondeu com êxito a cobertura almejada. Dessa forma, áreas com cobertura urbana foram omitidas e solos expostos foram interpretados como área urbana. Entretanto, os índices NDVI e IBI que serão vistos mais adiante, auxiliam na apreensão das áreas alteradas tanto pelo índice de vegetação como pelo índice de construção.

A vegetação, conforme pode ser vista nas figuras 2 e 3, teve uma redução principalmente na parte central do mapa. Porém, em parte deste mesmo centro e na parte sul surgem focos de vegetação que na década de 80 não existiam. Inclusive a vegetação ao sul do mapa está relacionada ao plantio de eucalipto. Em ambos os mapas observa-se a degradação ambiental causada pela extração de areia dos extensos areais de Seropédica, sendo que na década de 2000 a mesma teve uma rápida expansão. Quanto à área rural, foi reduzida sua dimensão em resposta ao crescimento dos demais parâmetros.

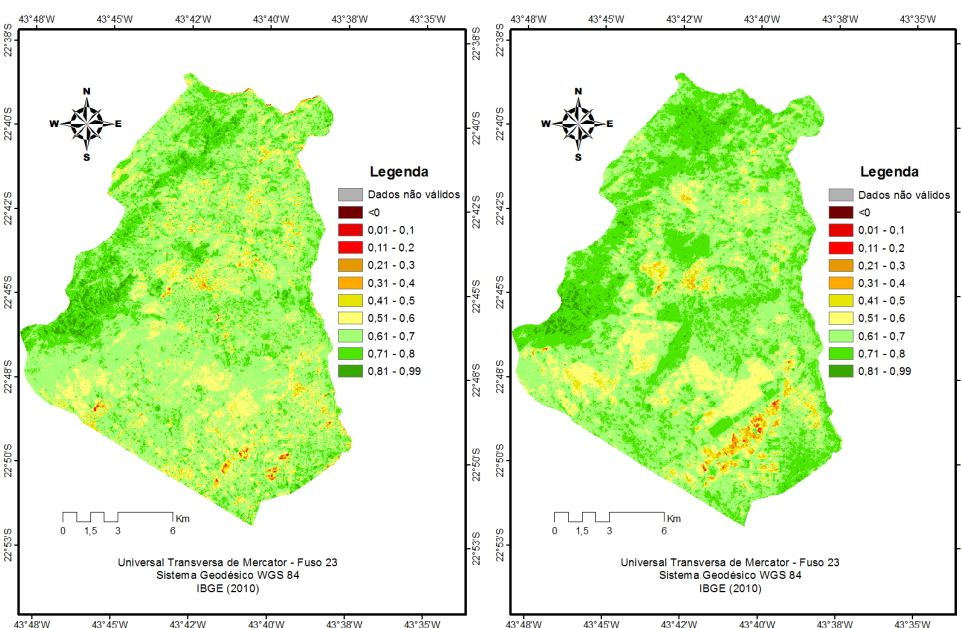


Figuras 2 e 3: Cobertura da Terra na década de 1980 (à direita) e 2000 (à esquerda).

3.2 NDVI

O NDVI é um adequado parâmetro para acompanhar as áreas que vêm reduzindo ou ampliando sua vegetação e contrapor com áreas que estão sendo urbanizadas e apresentando mudança na temperatura.

Analisando os mapas das figuras 4 e 5 percebe-se que a década de 2000 apresentou uma grande redução da área verde na parte que vai do sul a oeste do mapa e também na parte central do mesmo. As cores dos mapas estão variando desde uma tonalidade de verde escuro ao marrom. Os focos em vermelho, laranja e amarelo que apresentam valores bem próximos a -1 são bem marcantes a sudeste do mapa que corresponde aos areais e ao centro que remete a área urbana do município. Sendo que em 2000 houve um aumento destas tonalidades.



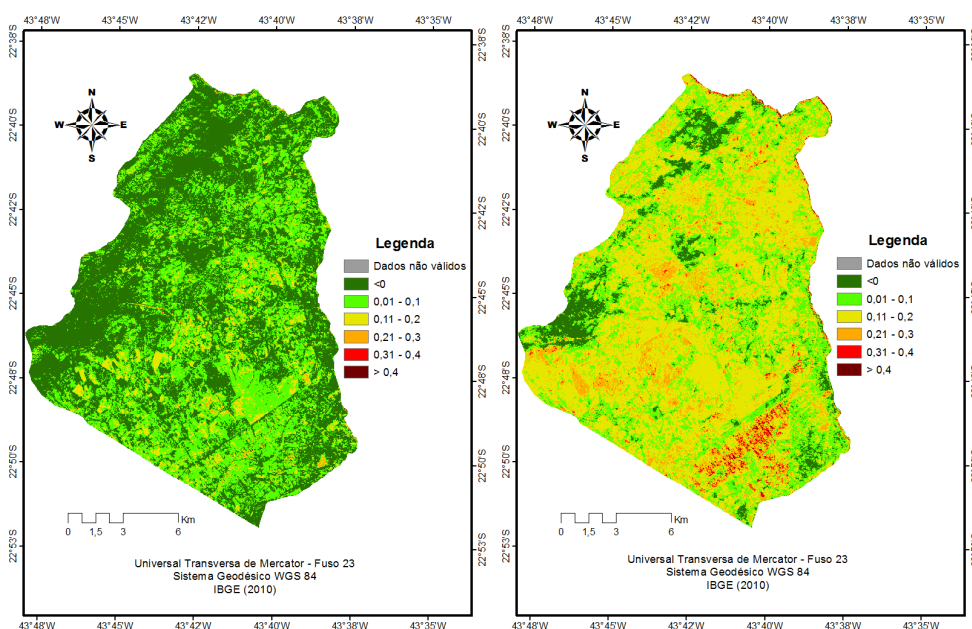
Figuras 4 e 5: NDVI na década de 1980 (à direita) e 2000 (à esquerda).

Este índice comprovou que houve um regresso da vegetação mais densa (em verde escuro) de oeste a noroeste do mapa percebido quando se comparam as duas décadas analisadas. Intensificou-se a tonalidade amarela em pontos do mapa que correspondem a solos expostos (à sudoeste, por exemplo) e a áreas construídas. O vermelho tem grande destaque em 2000 no espaço correspondente aos areais por serem extensas áreas de solo exposto com acúmulo de alumínio na água.

3.3 IBI

Observando os mapas das figuras 6 e 7 pode-se ter mais clareza do nível de alteração que o município de Seropédica passou da década de 80 até a década de 2000. É perceptível uma intensa redução da área verde que corresponde a valores próximos e menores a zero e uma expansão da área amarela, laranja e vermelha que corresponde a valores próximos a 1.

Este índice elevou-se na área correspondente aos areais e ao longo do mapa, destacando também as áreas mais alaranjadas no centro e a sudoeste do município onde houve maior concentração urbana e consequentemente uma expansão de áreas construídas.

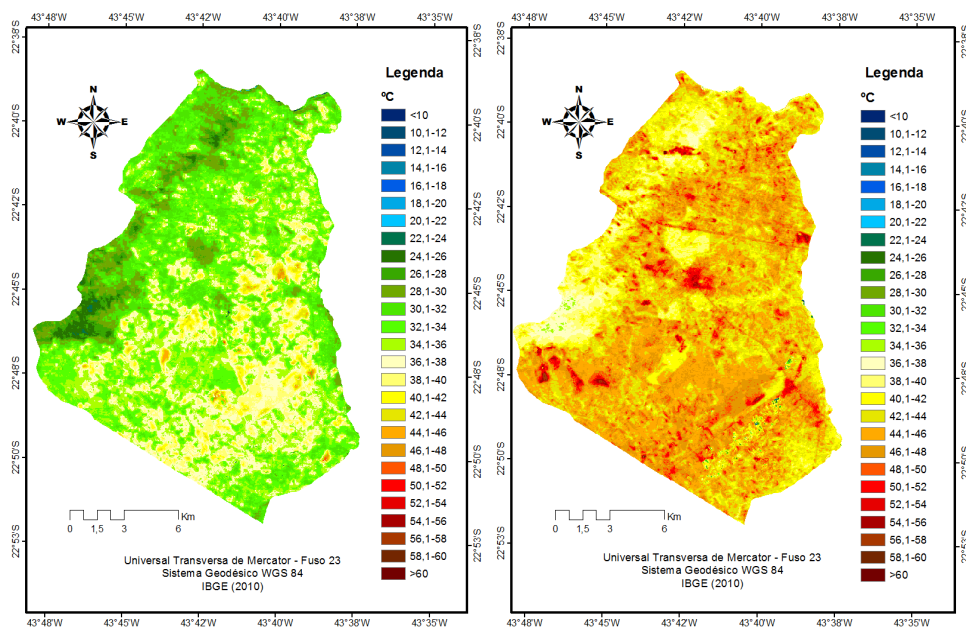


Figuras 6 e 7: IBI na década de 1980 (à direita) e 2000 (à esquerda).

3.4. TSC

Por fim, a TSC foi mapeada e está presente nas figuras 8 e 9 com uma legenda que varia de dois em dois graus. A temperatura média no município na década de 2000 variou, em média, entre 48° C a 52° C com focos isolados de 54° C a 60° C. Sendo que na década de 80 a temperatura era em torno de 32° C a 36° C com uma porção menor do território com temperatura superior a esses valores. Além da presença de áreas com temperatura em torno de 24° C a 30° C.

Este índice vem comprovar o que foi apresentado pelos dois anteriores. Nesta perspectiva, onde houve uma expansão populacional, de área construída provocou um aumento da temperatura que antes era amenizada pela vegetação presente no município. Sendo assim, as áreas que mais foram afetadas pelo aumento da temperatura se encontram principalmente no centro, no sul, no sudoeste e sudeste. Diferente da década de 80 que há presença de muitas áreas verdes que expressam uma temperatura mais baixa, no mapa da década de 2000 apresenta uma discreta área com esta tonalidade a oeste.



Figuras 8 e 9: TSC na década de 1980 (à direita) e 2000 (à esquerda).

4. Conclusões

A partir do mapa de cobertura da terra conjugados a TSC e aos índices de vegetação (NDVI) e de ambiente construído (IBI) pode-se constatar que o município de Seropédica passou por severa transformação entre as três últimas décadas, intensificada a partir da emancipação do município. Considerada uma cidade universitária, a presença da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) motivou a vinda de milhares de pessoas de diferentes cidades e estados brasileiros, e até mesmo de outros países, havendo uma expansão estrutural mal organizada para acolher essas pessoas. Aliam-se a este perfil, as disputas em torno do uso do solo, que tem gerado conflitos de natureza ambiental, como a exploração dos areais e aquíferos e a logística e protestos em torno do aterro sanitário da cidade que atende a RMRJ.

Os índices NDVI, IBI e a TSC foram fundamentais para mapear as transformações espaciais e puderam dar uma maior precisão aos resultados, visto que, o mapa de cobertura da terra não foi muito preciso. Acredita-se que algumas confusões feitas pelo classificador do software ENVI ocorrem por conta da quantidade de classes de cobertura terra, uma vez que foram selecionadas apenas quatro e, também em virtude da dificuldade em obter amostras in loco para confirmação das classes de uso. Esta situação poderá ser resolvida a posteriori com a utilização de mais classificadores do software ou de outros, agregando mais ferramentas. Entretanto, esta não foi uma preocupação crucial do trabalho, visto que foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto para inferir no mapa informações de áreas vegetadas e construídas e a temperatura, que são reflexo dos usos e cobertura da terra.

O sensoriamento remoto se confirma como uma ferramenta eficaz para os estudos ambientais na detecção das transformações no espaço e no tempo e na organização espacial do uso da terra de regiões com porte metropolitano, como é o caso da RMRJ.

5. Referências Bibliográficas

Chander, G., Markhan, B., L., Helder, D. L., Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. *Remote Sensing of Environment*, v.113, p.893–903, 2009.

França, G. B., Cracknell, A. P., A simple cloud masking approach using NOAA AVHRR daytime data for tropical areas. *International Journal of Remote Sensing*, v.16, p.1697–1705, 1995.

Lucena, A.J., Rotunno Filho, O. C., Peres, L.F., França, J.R.A., Algorithms implementation for land surface temperature estimation based on Landsat data as an indicator of urban heat island. In: Joint Urban Remote Sensing Event (JURSE). São Paulo/SP, Brasil. Anais. p. 262-266, 2013b.

Lucena, A.J., Rotunno Filho, O.C., França, J.R.A., Peres, L.F., Xavier, L.N.R., Urban climate and clues of heat island events in the metropolitan area of Rio de Janeiro, Theoretical Applied Climatology, vol. 111, p. 497-511, 2013a.

Novo, E.M.L.M. Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações. 4ª edição. São Paulo: Blucher, 2010.

Qin, Z., Kamieli, A., Berliner, P., A mono-window algorithm for retrieving land surface temperature from Landsat TM data and its application to the Israel-Egypt border region. International Journal of Remote Sensing, v.22, p.3719–3746, 2001.

Ribeiro, M.A e O'Neil, M.M.V.C. Contrastes entre a metrópole e o interior fluminense a partir da dinâmica populacional. Geo UERJ, v.14, nº. 23, v. 1, p. 262-301, 2012.

Rouse, J.W.JR., Haas, R.H., Deering, D.W., Schell, J.A., Harlan, J.C. Monitoring the Vernal Advancement and retrogradation (Green Wave Effect) of Natural vegetation. NASA/GSFC. Type III Final Report, Greenbelt, MD, 1974, 371p.

Souza, J. D., Silva, B. B., Correção atmosférica para temperatura da superfície obtida com imagem TM: Landsat 5. Revista Brasileira de Geofísica, v.23, p.349-358, 2005.

Van de Griend, A. A., Owe, M., On the relationship between thermal emissivity and the normalized difference vegetation index for natural surfaces. International Journal of Remote Sensing, v.14, p.1119–1131, 1993.

Xu, H. A new index for delineating built-up land features in satellite imagery. International Journal of Remote Sensing, vol. 29, no 14, p. 4269- 4276, 2008.