



Nota Técnica

ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA DAS CIDADES DE SALGUEIRO, MIRANDIBA, CARNAUBEIRA DA PENHA E FLORESTA – LOCALIZADAS NO SEMI-ÁRIDO PERNAMBUCANO

NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX OF THE CITIES SALGUEIRO, MIRANDIBA, CARNAUBEIRAS DA PENHA AND FLORESTA - LOCATED IN THE SEMI-ARID PERNAMBUCANO

José Alegn Roberto Leite Fechine

Doutorando em Geografia - Universidade Federal de Pernambuco-UFPE

Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n

CEP 50.670-900, C.P- 7803, Recife/PE, Brasil

fechini02@yahoo.com.br

Josicleda Domiciano Galvêncio

Prof. Dr. do Programa de Pós-Graduação em Geografia

Universidade Federal de Pernambuco-UFPE

Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n

CEP 50.670-900, C.P- 7803, Recife/PE, Brasil

josicleda@ibest.com.br

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

RESUMO

Este artigo tem como objetivo mostrar os resultados do índice de vegetação calculado para as cidades de Salgueiro, Mirandiba, Carnaubeira da Penha e Floresta, localizadas no Semi-Árido pernambucano. Foi utilizada imagem do sensor ETM+ Landsat 7, correspondente à órbita/ponto 216/66, data de obtenção 23 de janeiro de 2003. O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) tem sido amplamente utilizado em várias aplicações operacionais, incluindo mapeamentos de vegetação, classificação do uso da terra, detecção de mudanças e monitoramento ambiental. O NDVI pode ser facilmente correlacionado a determinados parâmetros de vegetação, tais como fitomassa, área foliar, produtividade e atividade fotossintética, porcentagem de cobertura verde, entre outros. Trata-se de um índice muito simples, resultante da diferença entre a reflectância do infravermelho próximo (IVP) e reflectância do vermelho (V), dividida pela soma das duas reflectâncias, respectivamente.

Palavras-chave: Índice de vegetação; semi-árido; landsat 7, geoprocessamento

ABSTRACT

The aim of this paper is show some results of vegetation index calculated to the cities of Salgueiro, Mirandiba, Carnaubeiras da Penha and Floresta, located in the semi-arid of Pernambuco, Brazil. Was used images from sensor TM-Landsat 7, whose image is the orbit/point 216/66, date of obtaining January 23, 2003. The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) has been widely used in various operational applications, including mapping of vegetation, land use classification, detection and tracking of environment changes. The NDVI can be easily linked to certain parameters of vegetation such as phytomass, leaf area, productivity and photosynthetic activity, percentage of green cover, and others. This is a very simple index, resulting from the difference between the reflectance of the near infrared (NIR) and reflectance in the red (R), divided by the sum of the two reflectance respectively.

Keywords: vegetation index; semi-arid; landsat 7, geoprocessing



1. INTRODUÇÃO

O NDVI tem sido amplamente utilizado em estudos globais como um discriminador de vegetação, porque pode ser facilmente correlacionado a determinados parâmetros de vegetação, tais como fitomassa, área foliar, produtividade, atividade fotossintética, porcentagem de cobertura verde, entre outros (Elvidge e Chen, 1995). Dados de satélites obtidos a partir de índices de vegetação, tais como o NDVI, podem ser correlacionados com outros dados como, por exemplo, porcentagem de cobertura vegetal (Asrar *et al.*, 1989; Baret e Guyot, 1991). Este índice tem sido amplamente utilizado em várias aplicações operacionais, incluindo mapeamentos, classificação do uso da terra, detecção de mudanças e monitoramento ambiental (CIHLAR *et al.*, 1997; TUCKER, TOWNSHEND, e GOFF, 1985). É um importante parâmetro para muitos tipos de análise em diferentes níveis de abrangência como local, regional e global (PETERSON *et al.*, 1988). Trata-se de um índice muito simples, resultante da diferença entre a reflectância do infravermelho próximo (IVP) e reflectância do vermelho (V), dividida pela soma das duas reflectâncias respectivamente (TOWNSHEND *et al.*, 1994).

$$\text{NDVI} = (\text{IVP} - \text{V}) / (\text{IVP} + \text{V})$$

A equação é usada no cômputo do NDVI e é aplicada diretamente sobre cada par de pixel nas bandas do vermelho e infravermelho próximo, produzindo um valor pertencente ao intervalo $[-1, 1]$. Quanto mais próximo de 1, maior é a certeza de estar se tratando de um pixel de vegetação. Altos valores do índice indicam maior presença de vegetação. Portanto, para a imagem foi produzido o NDVI, mostrando os valores entre -1 (em preto) denotando a não-presença de vegetação e $+1$ (em branco) indicando a presença de vegetação.

Para o processamento do NDVI utilizou-se o algoritmo padrão onde são consideradas as bandas 3 e 4 do satélite Landsat 7, ou seja, as faixas do espectro eletromagnético correspondentes ao vermelho visível (V) e do infravermelho próximo (IVP), respectivamente.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se, para o estudo, uma imagem obtida pelo satélite Landsat 7, composta de oito bandas espectrais, cujas características são apresentadas no Quadro 1; essa imagem corresponde à passagem do ETM+ - Landsat 7, cuja órbita/ponto é 216/66 - data de obtenção é 23 de janeiro de 2003. Os dados de ângulo de elevação (e), ângulo zenital solar (z), dia do ano (dda), distância Terra-Sol (d) e irradiância solar total (E1), referentes à imagem em questão, são apresentados a seguir:

Quadro 1 - dados da Imagem - Sensor Etm+, Órbita/Ponto 216/66, de 23 de Janeiro de 2003.

Sensor	ETM+
Data da imagem	12/1/2003
Dia do ano	12
Ângulo de elevação solar (graus)	5,61E+01
Ângulo zenital (radianos)	0,592075023
Cosseno do ângulo zenital	0,829784429
PI	3,141592654
Dmax	255
Distância Terra-Sol	0,983418
PI * d2	3,038270314
Órbita	216
Ponto	66
Latitude Norte: - 7.72467	Longitude Oeste: - 39.31040
Latitude Sul: - 9.62865	Longitude Leste: - 37.94550
Ângulo Nadir	0
Azimuth Sol	116.399
Elevação do Sol	56.0766



Para a órbita/ponto e data em questão, o sensor operou em alto ganho nas bandas de 1 a 3, 5 e 7; e em baixo ganho somente na banda 4. O Quadro 2 mostra os parâmetros utilizados para calcular a reflectância para essa imagem específica.

Quadro 2 - Parâmetros do Sensor, Irradiância Solar Média e Ganho do Sensor para a Imagem do Sensor Etm+, Órbita/Ponto 216/66, de 23 de Janeiro de 2003.

Banda ETM+	Lmin W/(m ² ×sr×μm)	Lmax W/(m ² ×sr×μm)	E W/(m ² ×μm)	Ganho
1	-6,2	191,6	1969	Alto
2	-6,4	196,5	1840	Alto
3	-5	152,9	1551	Alto
4	-5,1	241,1	1044	Baixo
5	-1	31,06	225,7	Alto
7	-0,35	10,8	82,07	Alto

2.1 CALIBRAÇÃO RADIOMÉTRICA

A radiância espectral de cada banda (L_{λ_i}) representa a energia solar refletida por cada pixel por unidade de área, de tempo, de ângulo sólido e de comprimento de onda, medida a nível do satélite Landsat (aproximadamente 705 km de altura), para as bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7; para a banda 6, essa radiância representa a energia emitida por cada pixel e pode ser obtida pela equação 1 (Markham e Baker, 1987), em que a e b são as radiâncias espectrais mínima e máxima ($W m^{-2} sr^{-1} mm^{-1}$), detectadas pelo TM - Landsat 5, cujos valores constam na Tabela 1; ND é a intensidade do pixel (número inteiro compreendido entre 0 e 255, inclusive) e i corresponde às bandas (1, 2, ... e 7) do TM - Landsat 7.

$$L_{\lambda_i} = a_i + \frac{b_i - a_i}{255} ND \quad (2)$$

2.3 ÍNDICES DE VEGETAÇÃO: NDVI

O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN) foi obtido através da razão entre a diferença das refletividades do infravermelho próximo (r_{IV}) e do vermelho (r_V) e a soma entre elas (Tucker, 1979 apud Tasumi, 2003):

$$NDVI = \frac{(\rho_{INV} - \rho_{VER})}{(\rho_{INV} + \rho_{VER})} \quad (3)$$

em que r_{IV} e r_V correspondem, respectivamente, às refletividades das bandas 4 e 3 do ETM+ - Landsat 7. O NDVI é um indicador da quantidade e da condição da vegetação verde da área e seus valores variam de -1 a +1.



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme se observa na figura 1, a área A, está localizado a cidade de Salgueiro. Tal área tem baixo índice de refletância nas bandas 3 e 4, na ordem de 0,073; à medida que se distancia do centro do círculo o índice apresenta um ganho 0,282 e passar a ser de 0,355 indicando que nesta área ocorre a presença de caatinga arbustiva desenvolvida. No círculo B, tem-se a cidade de Mirandiba, no centro do círculo observa-se baixo índice de refletância nas bandas 3 e 4 em torno de 0,058, à medida que nos distanciamos do centro do círculo, este índice é aumentado para 0,420 indicando a presença de vegetação de caatinga desenvolvida. No círculo C tem-se a cidade de Carnaubeira da Penha com índices de refletância bastante altos, pois nesta área constata-se índices de refletância em torno 0,550 indicando presença de vegetação de caatinga fechada e bem desenvolvida, nota-se também uma área elevada mais ao sul, onde a vegetação se encontra bem preservada. No círculo D tem-se a cidade Floresta com baixo índice de refletância nas bandas 3 e 4 em torno de 0,145, denotando uma vegetação de caatinga pouco desenvolvida e espaçada.

As setas vermelhas indicam os picos de refletância nas bandas 3 e 4, girando em torno de 0,120 a 0,520 denotando a presença de vegetação de caatinga espaçada a fechada respectivamente.

Nas áreas mais escuras, têm-se baixos índices de refletância, indicando solo exposto, bastante erodido, segundo análises de campo.

Também pode-se observar dois corpos hídricos indicados pelas setas azuis, nesta área ocorre uma grande absorbância da radiação eletromagnética nas bandas 3 e 4, chegando a índices negativos em torno de -0,20, indicando água sem poluição, porém com uma baixa lamina d'água, pois se trata de um clima semi-árido, onde os índices de precipitação são baixos na ordem de 400 a 800 mm/ano.

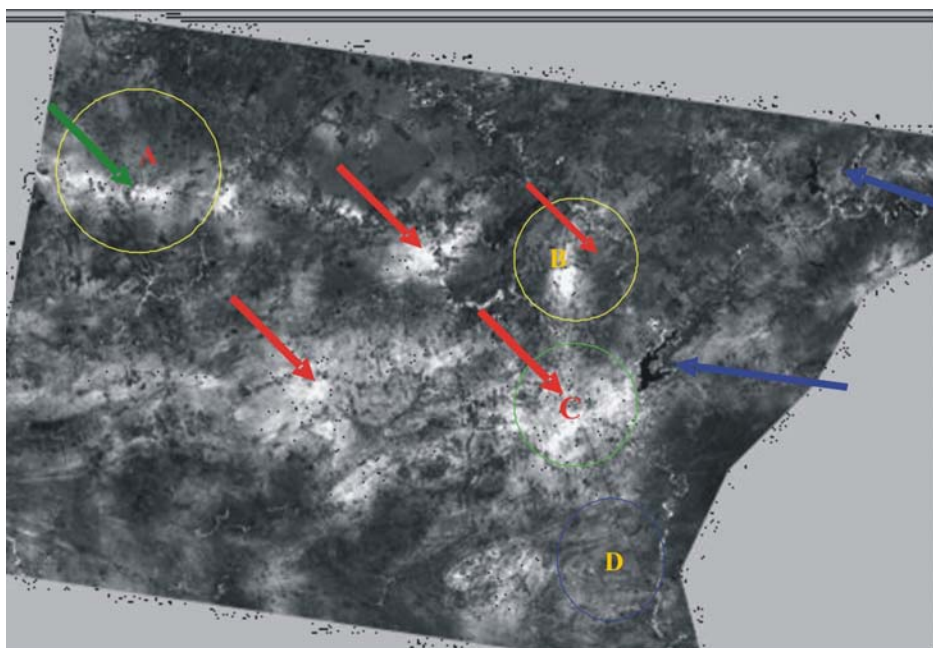


Figura 1 - NDVI das cidades de Salgueiro, Mirandiba, Carnaubeira da Penha e Floresta, localizadas no semi-árido pernambucano, imagem Landsat 7 ETM+, data 23/01/2003. A, B, C e D (Cidades de Salgueiro, Mirandiba, Carnaubeira da Penha e Floresta, respectivamente). **Fonte:** INPE, 2003

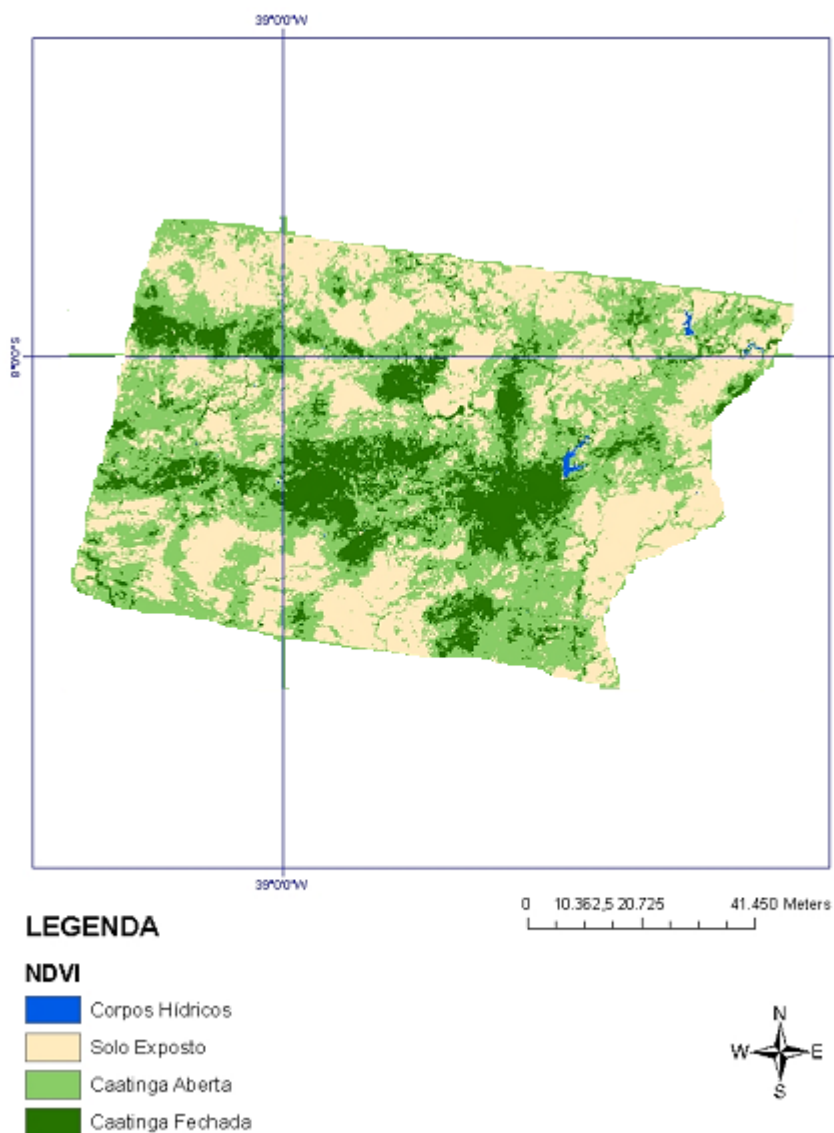


Figura 2 - A, B, C, D, E (Cidades de Salgueiro, Mirandiba, Carnaubeira da Penha, Floresta e área elevada (Serra), respectivamente) e F, G (corpos d'água). **Fonte:** Fechine, 2008.

Analisando-se a Figura 2, observa-se as áreas A, B, C e D (Cidades de Salgueiro, Mirandiba, Carnaubeira da Penha e Floresta) respectivamente; tem-se índices de vegetação em torno de 60% cuja cobertura vegetal é composta por caatinga arbustiva fechada, com exceção da cidade de Floresta, onde o índice cai para 40% segundo dados estatísticos gerados na análise do NDVI. Nas áreas C e E, observa-se também um percentual elevado com vegetação de Caatinga arbustiva, fechada e bem preservada.

A região de cor verde claro representa 40% de vegetação composta por caatinga aberta e espaçada.

Mais ao Norte e ao Sul de cor amarela-claro tem-se solos expostos e erodidos bastante lixiviados e alguns campos de culturas, segundo dados estatísticos gerados na análise do NDVI.

Observam-se também dois corpos d'água na estação de seca (janeiro) nas áreas F e G.

Através da reflectância da banda 3 (vermelho), pode-se distinguir a diferenciação entre espécies vegetais, áreas urbanas, uso do solo e agricultura. Também pode-se inferir áreas de solos expostos, áreas (X, H e Z), com altos valores de reflectância e baixos valores na reflectância da vegetação, áreas (A, B, C e D). As águas permanecem com valores relativos de reflectância, área (F), que em alguns momentos chega a ser confundida com solos (figura 3).

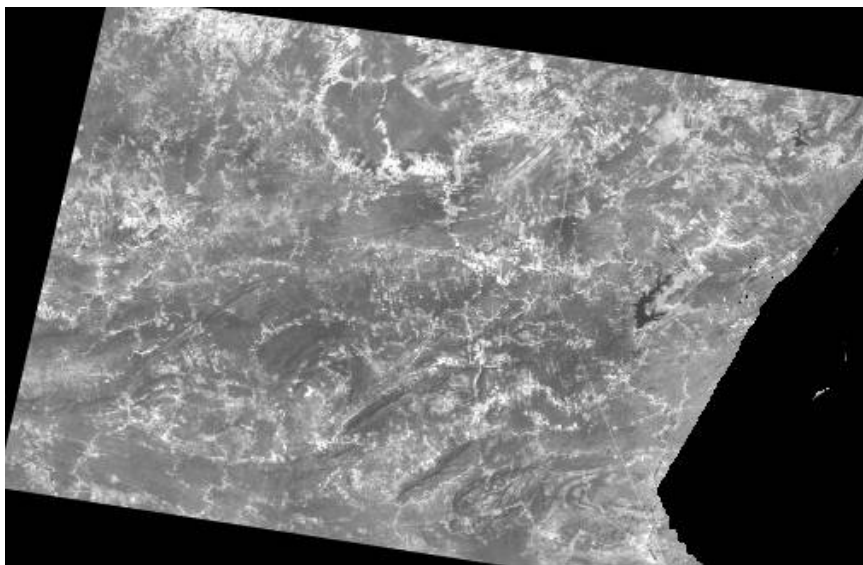


Figura 3 - A, B, C e D (Cidades de Salgueiro, Mirandiba, Carnaubeira da Penha, Floresta respectivamente), X, H e Z (solos expostos) e F (corpo d'gua). **Fonte:** INPE, 2003

Finalmente, a Figura 4 que representa a refletância da banda 4 (infravermelho próximo) pode-se distinguir delineamento de corpos d'água, realizar mapeamento geomorfológico, mapeamento de queimadas, áreas úmidas, agricultura, vegetao entre outras informaes.

A imagem apresenta aumento nos valores de refletância da vegetao juntamente com os valores de solos arenosos, chegando a serem confundidos, onde as áreas mais brancas compreendem solo sem vegetao, áreas (X, H e Z) e as áreas de cor um pouco mais escura são as que possuem vegetao, áreas (A, B e C).

A gua do rio com valores menores permanece com material em suspensão, apresentando tonalidades mais escuras e permitindo fácil identificao em relao aos outros alvos, áreas (F e G).

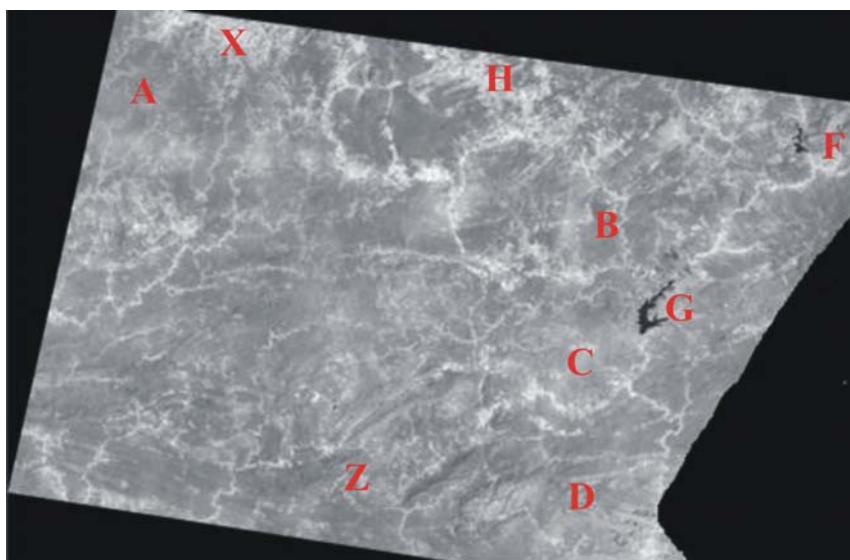


Figura 4 - A, B, C e D (Cidades de Salgueiro, Mirandiba, Carnaubeira da Penha, Floresta respectivamente), X, H e Z (solos expostos) e F e G (corpos d'gua). **Fonte:** INPE, 2003



4. CONCLUSÕES

Em resumo, o NDVI é um método eficaz para análise da vegetação. Além disso, observa-se que também existe uma forte contribuição da atmosfera na reflectância planetária associada à vegetação e solo. Sendo assim, a correção atmosférica é fundamental para melhor classificação temática de superfícies do globo, ou seja, melhor discriminação entre os recursos naturais da Terra. O NDVI das cidades Salgueiro, Mirandiba, Carnaubeira a Penha e Floresta, localizadas no semi-árido pernambucano teve uma boa reposta, pois mostrou em detalhes os diferentes alvos da região em estudo, mostrando que esta técnica é eficaz e que detalha as diferenças espectrais dos diferentes alvos.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allen, R.; Bastiaanssen, W.; Waters, R.; Tasumi, M.; Trezza, R. 2002. Surface energy balance algorithms for land (SEBAL), Idaho implementation - Advanced training and users manual, version 1.0, p. 97.

Asrar, G., Myneni, R. B. E Kanemasu, E. T. 1989. Estimation of plant canopy attributes from spectral reflectance measurements, Chap. 7. In G. Asrar (Ed.), Theory and applications of optical remote sensing, p. 252–296.

Baret, F. & Guyot, G. 1991. Potential and limits of vegetation indices for LAI and APAR assessment. Remote Sensing of Environment, v. 35, p. 161- 173.

Cihlar, J., Tcherednichenko, I., Latifovic, R., Li, Z. & Chen, J. 1997. Impact of variable atmospheric water vapor content on AVHRR data corrections over land. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. v. 39, p. 173– 180.

Elvidge, C. D.; Chen, Z. 1995. Comparison of broadband and narrow-band red and near-infrared vegetation indices. Remote Sensing of Environment, v. 54, (1), p. 38-48.

Iqbal, M. 1983. An introduction to solar radiation. Library of Congress Cataloging in Publication Data. Canada: Academic Press, p. 408.

Markham, B. L.; Barker, L. L. 1987. Thematic mapper bandpass solar exoatmospherical irradiances. International Journal of Remote Sensing, v. 8, n.3, p.517-523.

Peterson, D. L., Aber, J. D., Matson, P. A., Card, D. H., Swanberg, N., Wessman, C. & Spanner, M. 1988. Remote sensing of forest canopy and leaf biochemical contents. Remote Sensing of Environment, p. 24, 85 - 108.

Silva, B. B.; Lopes, G. M.; Azevedo, P. V. 2005. Balanço de radiação em áreas irrigadas utilizando imagens Landsat 5 - TM. Revista Brasileira de Meteorologia, v.20, n.2, p.243-252.

Tasumi, M. 2003. Progress in operational estimation of regional evapotranspiration using satellite imagery. Idaho: University of Idaho, p. 378.

Townshend, J. R. G.; Justice, C. O.; Skole, D. 1994. The 1 km resolution global data set: needs of the International Geosphere Biosphere Programme. International Journal of Remote Sensing. v. 15, p. 3417-3441.

Tucker, C. J., Townshend, J. R. G., & Goff, T. E. 1985. African land-cover classification using satellite data. Science, v. 227, p. 369–375.