

CARACTERIZAÇÃO DA SUPERFÍCIE CONTINENTAL USANDO DADOS AVHRR/NOAA

Wilfrid SCHROEDER¹, José Ricardo de Almeida FRANÇA²

RESUMO

A utilização de imagens de satélite no estudo e monitoramento da superfície continental vem proporcionando uma grande melhoria na obtenção dos parâmetros relacionados a ela. Neste sentido, os índices de vegetação têm contribuído significativamente. Explorando seu potencial, este trabalho faz uma análise da performance dos índices de vegetação NDVI e GEMI na caracterização da superfície continental brasileira. Os resultados mostraram uma boa capacidade de identificação das diferentes comunidades vegetais observadas, porém para o monitoramento de grandes áreas, fica aparente a necessidade de inclusão de um segundo fator de distinção das classes, devido aos índices apresentarem valores semelhantes para comunidades vegetais geograficamente distintas.

PALAVRAS-CHAVE: Sensoriamento Remoto, Índices de Vegetação

INTRODUÇÃO

O crescente aumento da demanda de dados da superfície continental para fins de estudos relacionados ao balanço hídrico e energético vem gerando um esforço direcionado para a aplicação de técnicas mais eficientes de obtenção de parâmetros geofísicos, onde o sensoriamento remoto por satélites vem se destacando por seu potencial. A utilização desta informação na modelagem do tempo e clima possibilita uma representação da superfície com dados de seu estado e distribuição espacial da cobertura em tempo quase real.

Dentro deste contexto, os índices de vegetação derivados de imagens de satélite aparecem como um valioso incremento ao estudo da superfície continental. Diversos parâmetros como LAI (índice de área foliar), produção primária, evapotranspiração e emissividade espectral têm se mostrado estarem relacionados aos índices de vegetação (Carlson e Ripley, 1997, Prince e Goward, 1995, Nemani e Running, 1989, Griend e Owe, 1993)

Dentre estes, o NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)(Tucker, 1979) aparece como o mais amplamente utilizado nos trabalhos referentes ao estudo da superfície continental por

¹ Aluno de mestrado pela COPPE/IGEO - Departamento de Meteorologia da UFRJ

² Departamento de Meteorologia - UFRJ

Av. Brigadeiro Trompowsky, s/nº - Cidade Universitária - Rio de Janeiro - Cep: 21949-900

satélites (ex.: Townshend et al, 1987, Goward et al, 1991, Kogan, 1995). Explorando a diferença entre os padrões de reflexão de superfícies vegetadas e não vegetadas nas bandas espectrais do visível e infravermelho próximo, correspondentes aos canais 1 e 2 do sensor AVHRR, este índice irá identificar a presença de vegetação verde à superfície. Semelhantemente ao NDVI, um segundo índice de vegetação, o GEMI (Global Environment Monitoring Index)(Pinty e Verstraete, 1992), utiliza-se dos mesmos dois canais do sensor AVHRR, sendo este porém um índice com uma menor bibliografia a respeito, porém tendo apresentado resultados satisfatórios no estudo de caracterização da superfície continental africana (Flasse, 1993).

Utilizando-se da sensibilidade destes dois índices à presença de vegetação verde à superfície, este estudo visa uma avaliação da performance alcançada na caracterização da superfície através dos dados de satélite, determinando as respostas encontradas para diferentes tipos de superfície

MATERIAL E MÉTODOS

Para este estudo, foram trabalhados diversos grupos de imagens de resolução plena (1.1x1.1 km) do radiômetro AVHRR presente no satélite de órbita polar NOAA-14. Para se chegar aos valores dos índices relativos a superfícies como água, nuvens e superfície continental com os diferentes tipos de vegetação, foi feita uma seleção de imagens de onde eram extraídas áreas em que se identificavam pixels que caracterizassem adequadamente um tipo determinado de superfície.

As equações 1 e 2 ilustram as equações referentes ao índice NDVI e GEMI respectivamente.

$$NDVI = \frac{r_2 - r_1}{r_2 + r_1} \quad (1)$$

$$GEMI = h(1 - 0.25h) - \frac{r_1 - 0.125}{1 - r_1} \quad (2a)$$

$$h = \frac{2(r_2^2 - r_1^2) + 1.5r_2 + 0.5r_1}{r_2 + r_1 + 0.5} \quad (2b)$$

Onde r_i é a reflectância espectral nos canais 1 e 2 do sensor AVHRR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise da distinção de diferentes classes de superfície (figura 1a), o NDVI mostrou uma separação entre superfície continental e aquática mais efetiva em relação ao GEMI. Já a separação entre solo e nuvens finas ocorreu de forma mais favorável no índice GEMI, havendo uma

sobreposição dos valores para o NDVI. Neste ponto, a característica do GEMI é mais positiva, pois quando se estuda a superfície continental uma boa discriminação dos pixels de nuvens é fundamental, enquanto a distinção da superfície aquática pode ser contornada pois seus limites são em sua maioria conhecidos e pouco variam. Na figura 1b, foram selecionadas nas imagens três tipos distintos de vegetação com diferentes graus de presença de verde, variando de um mais intenso (floresta ombrófila aberta), passando por um moderado (cerrado, vegetação secundária) a um menos intenso (caatinga, sertão árido). Nesta figura, observa-se uma boa separação nos dois índices. Para o NDVI, observa-se uma forte separação entre o tipo intermediário e o mais intenso, assim como valores do cerrado deslocados para a esquerda. Estas duas características sugerem uma influência do sinal do solo sobre o valor do índice de modo a depreciá-lo. No GEMI, observa-se a formação de discretos patamares entre as sub-classes, e uma variação gradual do mais intenso para o menos. Na figura 2, apresentam-se cortes traçados sobre duas imagens previamente registradas de modo a fazer com que suas coordenadas linha x coluna coincidam. Desta maneira, foi traçado um corte sobre a mesma região nas duas imagens e os valores dos índices comparados. Com isto, selecionando-se duas imagens separadas de poucos dias na data de aquisição, sem a presença de nebulosidade visível, possibilitou-se uma análise dos efeitos da variação das condições de observação sobre os índices. Os valores dos índices extraídos das duas passagens foram subtraídos e, como a separação temporal entre as duas imagens é pequena, esperava-se uma pequena variação resultante. Desta forma, nota-se que a curva correspondente ao índice GEMI (fig. 2a) apresenta variações menos pronunciadas do que o NDVI (fig. 2b), resultando em uma maior concordância entre as medidas, independente das variações atmosféricas e de iluminação. A figura 3 ilustra as respostas dos índices para duas superfícies com baixa (3a) e alta (3b) presença de verde. Os dois índices mostraram respostas bastante semelhantes para as duas superfícies. As figuras 4 e 5 ilustram a imagem GEMI e NDVI, respectivamente, onde se nota uma forte concordância com o mapa de vegetação do IBAMA (figura 6) para a mesma área observada.

CONCLUSÃO

As diferentes análises realizadas sugerem um grande potencial de utilização dos índices de vegetação para o monitoramento da superfície continental. A capacidade de distinção de comunidades vegetais pode ser uma grande ferramenta para estudos ambientais e de ocupação da terra, permitindo uma definição de ambas distribuições espacial e temporal dos tipos de vegetação existentes. Todavia, quando se estuda grandes áreas, alguma dificuldade pode surgir na interpretação dos resultados. Esta afirmação decorre do fato de os índices apresentarem valores semelhantes para comunidades vegetais geograficamente distintas. Desta forma, fica implícito à

aplicação dos índices para grandes áreas a utilização de um segundo parâmetro, como por exemplo a temperatura, na tentativa de se obter uma classificação que consiga distinguir comunidades vegetais com assinaturas espectrais semelhantes mas que possuam comportamentos distintos ditados pela climatologia local.

BIBLIOGRAFIA

- Carlson, T.N., Ripley, D.A., 1997:"On the Relation Between NDVI, Fractional Vegetation Cover, and Leaf Area Index". *Remote Sens. Environment*, 62:241-252.
- Flasse, S., 1993:"Extracting Quantitative Information from Satellite Data: Empirical and Physical Approaches". CEC-JRC-IRSA,199pp.
- Goward, S.N., Markham, B., Dye, D.G., Dulaney, W. and Yang, J., 1991:'Normalized Difference Vegetation Index Measurements from the Advanced Very High Resolution Radiometer". *Remote Sens. Environment*, 35, 257-277.
- Griend, A.A.V., Owe, M., 1993:"On the Relationship Between Thermal Emissivity and the Normalized Difference Vegetation Index for Natural Surfaces". *Int. J. Remote Sensing*, vol. 14,no. 6, 1119-1131.
- Kogan, F.N., 1995:"Application of Vegetation Index and Brightness Temperature for Drought Detection". *Adv. Space Res.*, vol. 15,no 11,pp 91-100.
- Nemani, R.R., Running, S., 1989:"Estimation of Regional Surface Resistance to Evapotranspiration from NDVI and Thermal-IR AVHRR Data". *J. of Applied Meteorology*, vol. 28, 276-284.
- Pinty, B. and Verstraete, M.M., 1992: "GEMI: A Non-Linear Index to Monitor Global Vegetation from Satellites". *Vegetatio*, 101:15-20.
- Prince, S. D., Goward, S. N., 1995:"Global Primary Production: a Remote Sensing Approach". *J. of Biogeography*, 22, 815-835.
- Townshend, J.R.G, Justici, C.O., Kalb, V., 1987:"Characterization and Classification of South American Landcover Types Using Satellite Data". *Int. J. Remote Sensing*, vol. 8, no 8, 1189-1207.
- Tucker, C.J.,1979:"Red and Photographic Infrared Linear combinations for Monitoring Vegetation". *Remote Sens. Environment*, 8:127-150.

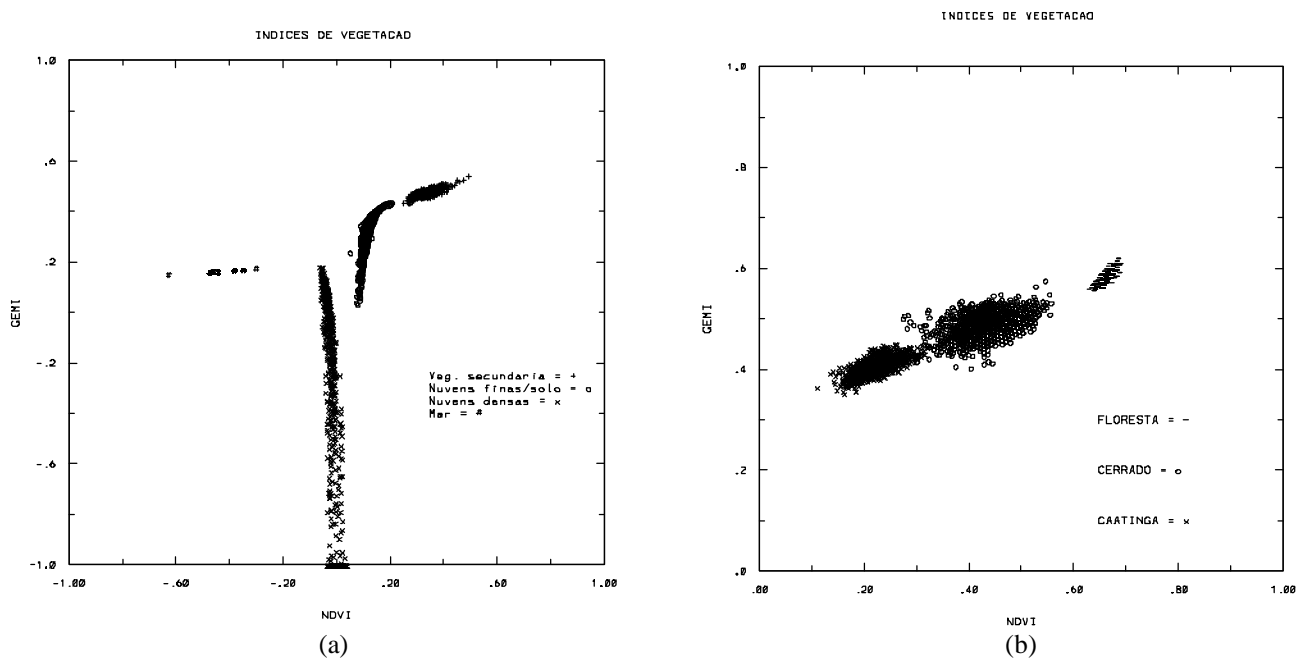


Figura 1: Separação entre diferentes classes de superfícies (a) e entre subclasses vegetais (b).

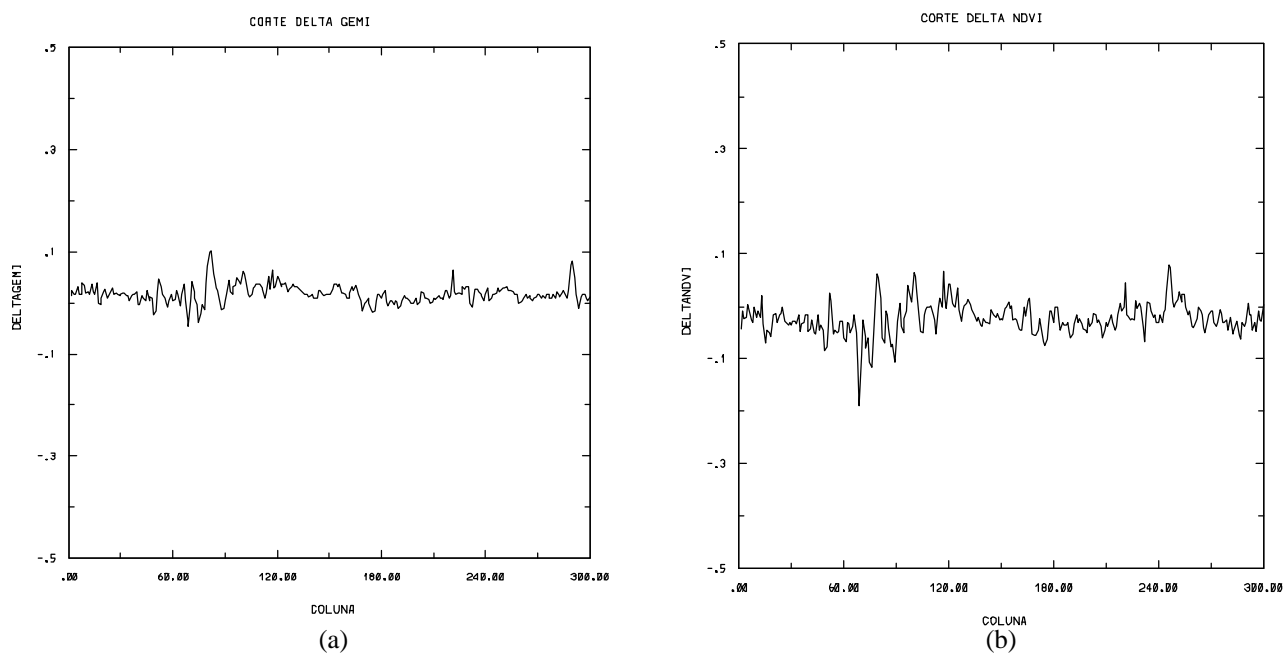


Figura 2: Variação dos índices GEMI (a) e NDVI (b) devido a fatores não relacionados à superfície.

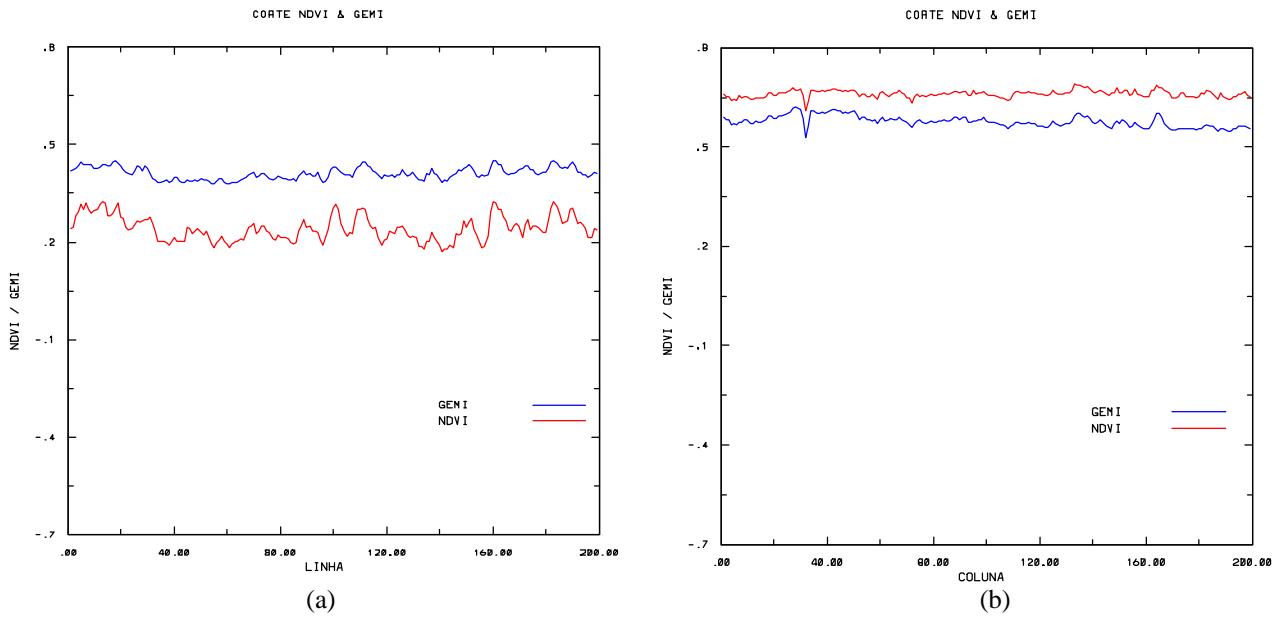


Figura 3 : Sensibilidade dos índices GEMI e NDVI a variações de superfícies com pouca presença de verde (caatinga)(a) e com alta presença de verde (floresta ombrófila aberta)(b).

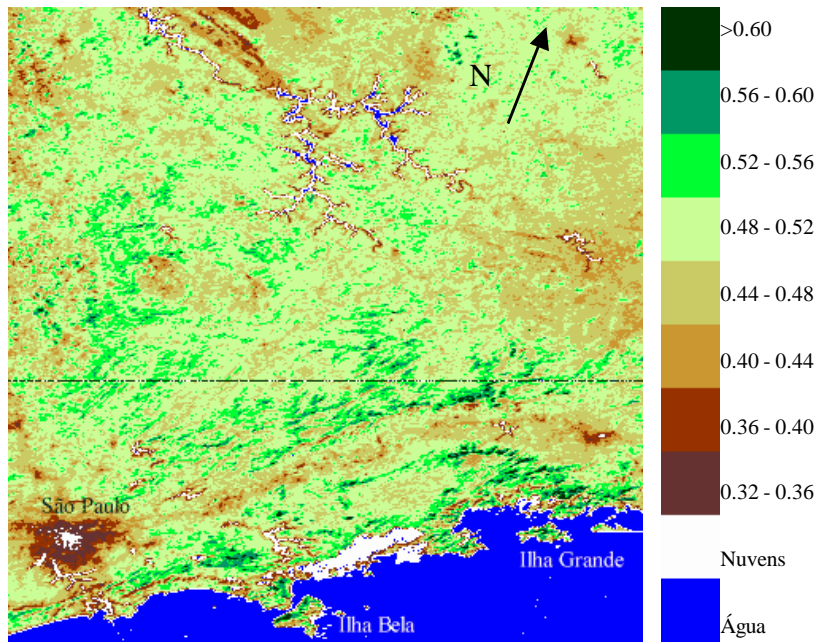


Figura 4 : Imagem GEMI (09/08/97 17:28h local) com seus valores escalonados em tons coloridos representando o verde observado pelo índice.

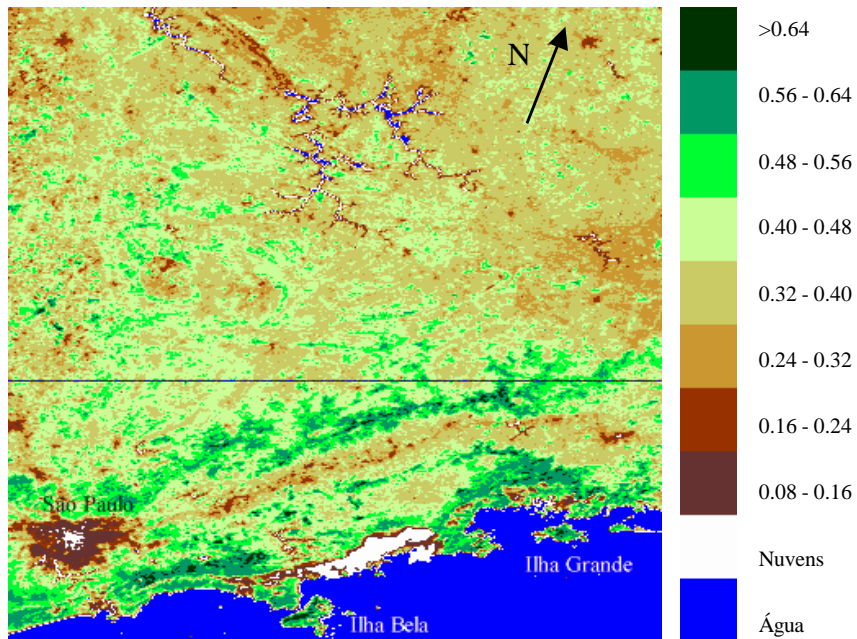


Figura 5 : Imagem NDVI (08/08/97 17:28h local) com seus valores escalonados em tons coloridos representando o verde observado pelo índice.



Figura 6 : Mapa setorializado de vegetação do IBAMA. Os letras identificam as seguintes classes de vegetação: D , F , M e S- vegetação secundária e atividades agrícolas, sendo originariamente floresta ombrófila densa, floresta estacional semidecidual, floresta ombrófila mista e savana respectivamente; Dm - floresta ombrófila densa montana; Ds - floresta ombrófila densa submontana; Db - floresta ombrófila densa de terras baixas; Sg - savana gramíneo lenhosa; SN - mescla de savana e floresta estacional; SO - mescla de savana e floresta ombrófila; OM - mescla de floresta ombrófila densa e mista; NM - mescla de floresta estacional e floresta ombrófila mista.