

ESTUDO DA VEGETAÇÃO POR SENSORIAMENTO REMOTO : COMPARAÇÃO ENTRE OS ÍNDICES NDVI E GEMI

WILFRID SCHROEDER¹ E JOSÉ RICARDO DE ALMEIDA FRANÇA*

UFRJ-IGEO-Departamento de Meteorologia
Av. Brigadeiro Trompowsky s/n - Cidade Universitária - 21949-900 Rio de Janeiro-Brasil

ABSTRACT

Satellite derived vegetation indices have been successfully used for monitoring the surface conditions and have a great potential on the modelling of the climate system. A comparison between two of these indices - NDVI and GEMI - is carried out for images over the Brazilian area and the preliminary results discussed.

1. INTRODUÇÃO

Os índices de vegetação derivados da aplicação de algoritmos às imagens de satélite vêm sendo amplamente utilizados no monitoramento das características das superfícies continentais (ex.: Townshend et al, 1987, Kogan, 1995), e ainda possuem um grande potencial para serem empregados no melhoramento das condições iniciais dos modelos de previsão de tempo e clima.

Dentre alguns tipos de índices, com formulações apresentando maior ou menor complexidade, o NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) (Goward e Markham, 1991) se destaca como o mais empregado nos estudos referentes ao estado e distribuição da vegetação, tanto a nível regional, com a utilização de imagens com resolução plena (LAC, Local Area Coverage), quanto para estudos globais, utilizando-se para isto imagens com resolução reduzida (GAC, Global Area Coverage). Mais recentemente, foi desenvolvido um novo índice - GEMI (Global Environment Monitoring Index) (Flasse, 1993) - com uma formulação mais complexa, porém utilizando os mesmos dois canais do sensor AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) dos quais faz uso o NDVI, e que mostrou resultados promissores no estudo de regiões áridas e semi-áridas do continente africano.

A fim de se determinar o índice que melhor resultado trará para o estudo da vegetação encontrada na região continental brasileira, buscou-se uma análise das características de cada um dos índices mencionados. Para se poder caracterizar um comportamento médio dos índices que fosse representativo da diversidade encontrada nas imagens que cobrem o Brasil, procurou-se variar os tipos de superfícies observadas e a época do ano, abrangendo as principais classes da vegetação e flutuações na quantidade de umidade disponível no ambiente.

2. METODOLOGIA E DADOS

A metodologia utilizada neste estudo consiste de traçar o comportamento dos dois índices, NDVI e GEMI, descritos matematicamente pelas equações 1 e 2 respectivamente, (Goward e Markham, 1991, Flasse, 1993), para os principais tipos de vegetação que ocorrem em território brasileiro, o que acarreta na necessidade de se observar diferentes regiões. Fazendo-se isto, tem-se por consequência a ocorrência de condições atmosféricas diversas, o que levou ao estudo da influência que esta apresenta sobre o produto final.

$$NDVI = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + \rho_1} \quad (1)$$

¹ Bolsista de Iniciação Científica, FAPERJ

* Grupo de Aplicações de Satélites Meteorológicos - UFRJ/CPTEC-INPE

$$GEMI = \eta(1 - 0,25\eta) - \frac{\rho_1 - 0,125}{1 - \rho_1} \quad (2a)$$

$$\eta = \frac{2(\rho_2^2 - \rho_1^2) + 1,5\rho_2 + 0,5\rho_1}{\rho_2 + \rho_1 + 0,5} \quad (2b)$$

Onde ρ_i é a reflectância nos canais 1 e 2.

Um número de imagens nos canais 1 e 2 do sensor AVHRR-NOAA-14, recebidas pela estação localizada no DSA-INPE-Cachoeira Paulista entre o período de julho/97 a maio/98, foram selecionadas de modo a se obter aquelas em que a ocorrência de nuvens fosse a menor possível, permitindo desta forma um melhor aproveitamento de seus dados. Especial cuidado se buscou nesta seleção, uma vez que limitou-se o aproveitamento dos dados de cada imagem à um ângulo de varredura de 25° , visando evitar os efeitos de distorção e aumento do caminho óptico envolvidos com o afastamento da posição nadir (Slater, 1980, Singh, 1985).

Foram plotados conjuntos de dados e traçados cortes nas imagens referentes a áreas sobre superfícies conhecidas com base em um mapa de vegetação e, quando disponível, em imagens Landsat. Para o estudo da influência atmosférica e das condições de iluminação, foi necessário primeiramente se fazer o registro de imagens a fim de sobrepô-las.

A figura 1 a seguir apresenta o esquema para obtenção de cada índice, que foi desenvolvido em linguagem C, seguindo a seqüência de correção radiométrica com coeficientes de transformação ("intercept" e "slope") atualizados mensalmente, e o cálculo da reflectância como função do ângulo zenital solar e da excentricidade da órbita terrestre (Vogt, 1992, França, 1994):

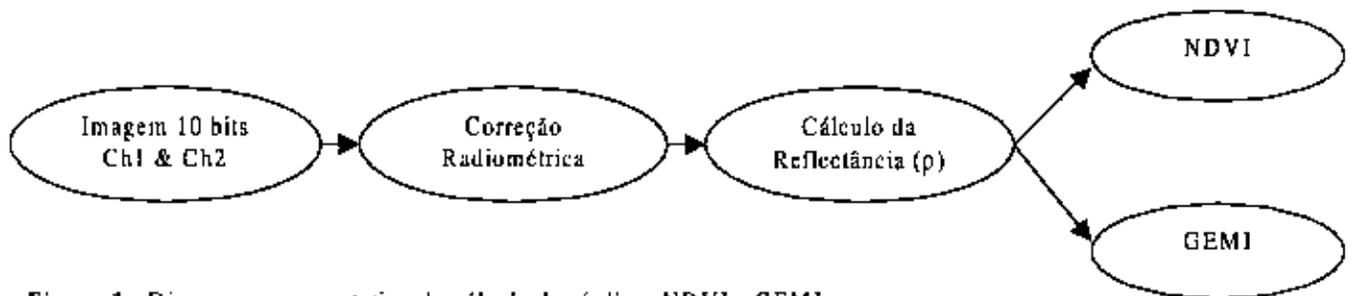


Figura 1 : Diagrama representativo do cálculo dos índices NDVI e GEMI.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A característica primária que se buscou determinar consiste na capacidade dos dois índices em distinguir entre os três tipos de elementos encontrados na imagem AVHRR que são : superfície continental, superfície aquática e nuvens. A figura 2 apresenta uma distribuição típica dos valores dos índices para estas superfícies. Observa-se que no NDVI a separação entre superfície continental e aquática é mais efetiva em relação ao GEMI. Já a separação entre solo e nuvens finas ocorre 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 3, áreas com vegetações bem definidas foram identificadas nas imagens e plotadas conjuntamente. Selecionou-se 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 evidenciam uma razoável 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 4, 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. Para isto, 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 GEMI (fig. 4a) apresenta variações menos pronunciadas do que o NDVI (fig. 4b), resultando numa maior concordância entre as medidas, independente das variações atmosféricas e de iluminação. A figura 5 apresenta imagens para parte da região sudeste do Brasil. Em ambas as imagens, tem-se uma boa caracterização dos diferentes tipos de vegetação (de acordo com classificação do IBAMA). A imagem GEMI (fig.5a) representa adequadamente a região, enquanto na imagem NDVI (fig.5b), nota-se uma depreciação dos valores para as áreas de baixa cobertura vegetal, mostrando uma tendência à contaminação de seus valores pelo forte sinal do solo.

4. CONCLUSÃO

Até agora, os resultados têm mostrado um quadro mais positivo para o índice GEMI, quando comparado ao NDVI. Uma boa distinção entre as classes principais, aliado a um comportamento bem definido na separação das sub-classes vegetais e a uma menor flutuação em função das condições de observação, levam a crer que este índice pode ser aplicado a região brasileira, gerando bons resultados com isto.

Trabalhos estão sendo desenvolvidos a fim de se estudar os índices sobre séries temporais longas de dados, possibilitando assim uma maior representatividade e ao mesmo tempo uma avaliação da resposta de cada um para as variações sazonais apresentadas pela vegetação.

5. AGRADECIMENTOS

Nossos sinceros agradecimentos à Fundação Universitária José Bonifácio (FUJB) e ao CNPq pelo apoio dado a este trabalho, à FAPERJ, à DSA-INPE, ao grupo de aplicações de satélites meteorológicos do CPTEC-INPE, e a todos que direta ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento deste estudo.

6. BIBLIOGRAFIA

- Flasse, S., 1993 "Extracting Quantitative Information from Satellite Data : Empirical and Physical Approaches". CEC-JRC-IRSA, 199 pp.
- França, J.R.A., 1994 "Teledetection Satellitaire des Feux de Vegetation en Region Intertropicale - Application a L'Estimation des Flux des Composés en Trace Emis dans L'Atmosphere". Thèse du Doctorat de L'Université Paul Sabatier, Toulouse, France 215 pp.
- Goward, S.N., Markham, B., 1991 "Normalized Difference Vegetation Index Measurements from the Advanced Very High Resolution Radiometer". Remote Sensing of Environment, 35, 257-277.
- Kogan, F.N., 1995 "Application of Vegetation Index and Brightness Temperature for Drought Detection". Adv. Space Res., vol.15, no 11, pp 91-100.
- Slater, P.N., 1980 "Remote Sensing, Optics and Optical Systems". Addison-Wesley Pub. Co., 193-224.
- Singh, S.M., 1985: "Atmospheric Corrections for Remote Sensing". Proceedings of a Remote Sensing Workshop, Published by the Dep. of Geography, University of Nottingham, 131-137.
- Towshend, J.R.G., Justice, 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.
- Vogt, J., 1992 "Characterizing the Spatio-Temporal Variability of Surface Parameters from NOAA AVHRR Data". CEC-JRC-IRSA, 263 pp.

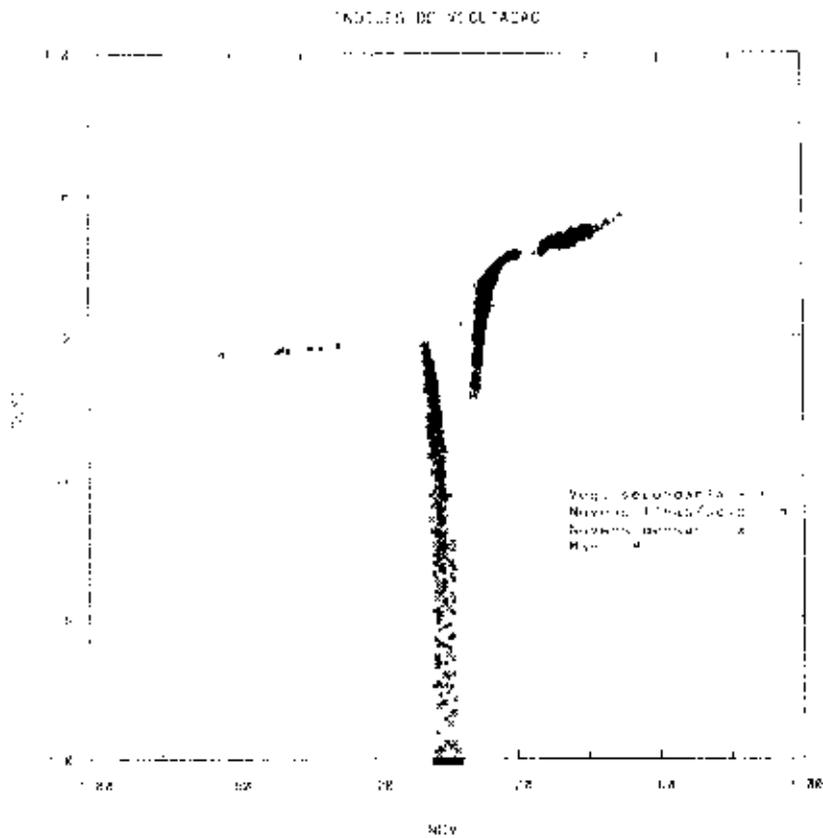


Figura 2 : Distribuição dos principais tipos de superfície encontradas na imagem AVHRR.

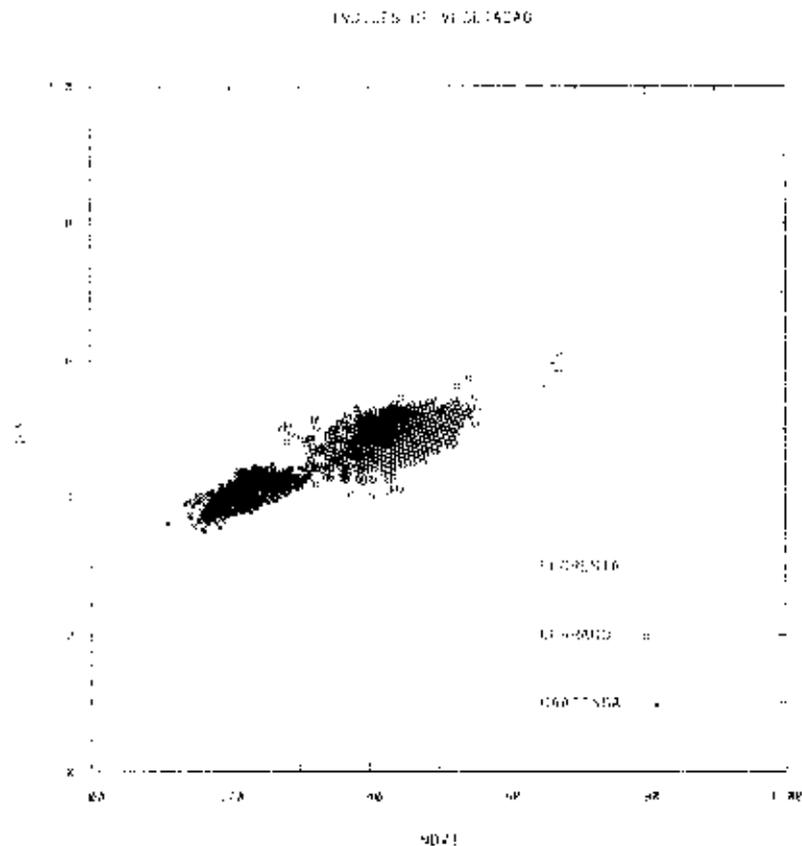


Figura 3 : Separação proporcionada pelos índices para três tipos de vegetação típica brasileira, com diferentes graus de presença de verde.

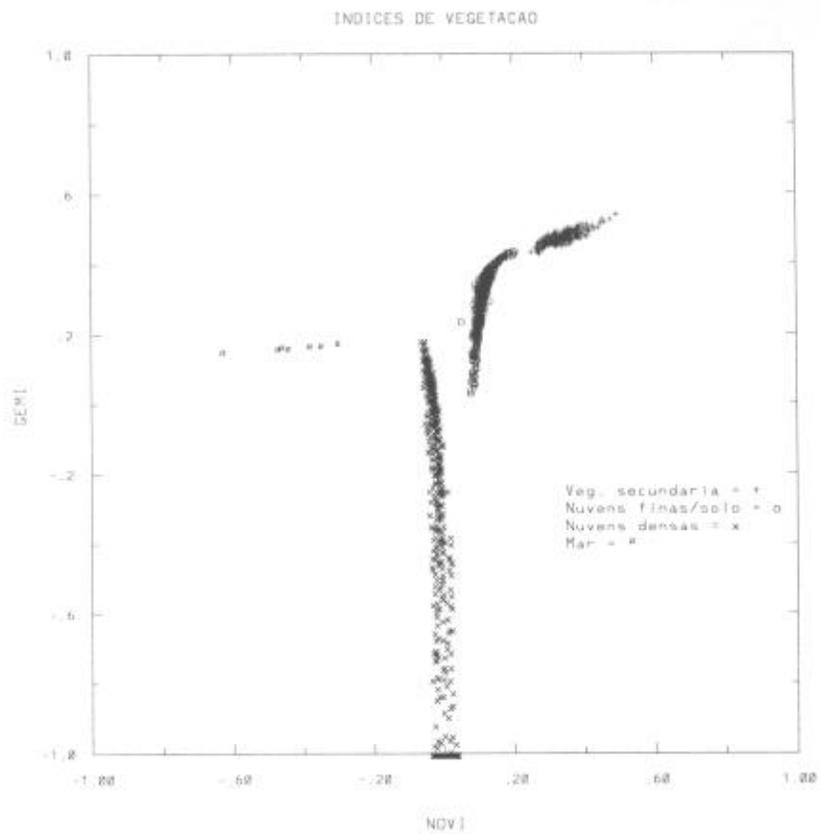


Figura 2 : Distribuição dos principais tipos de superfície encontradas na imagem AVHRR.

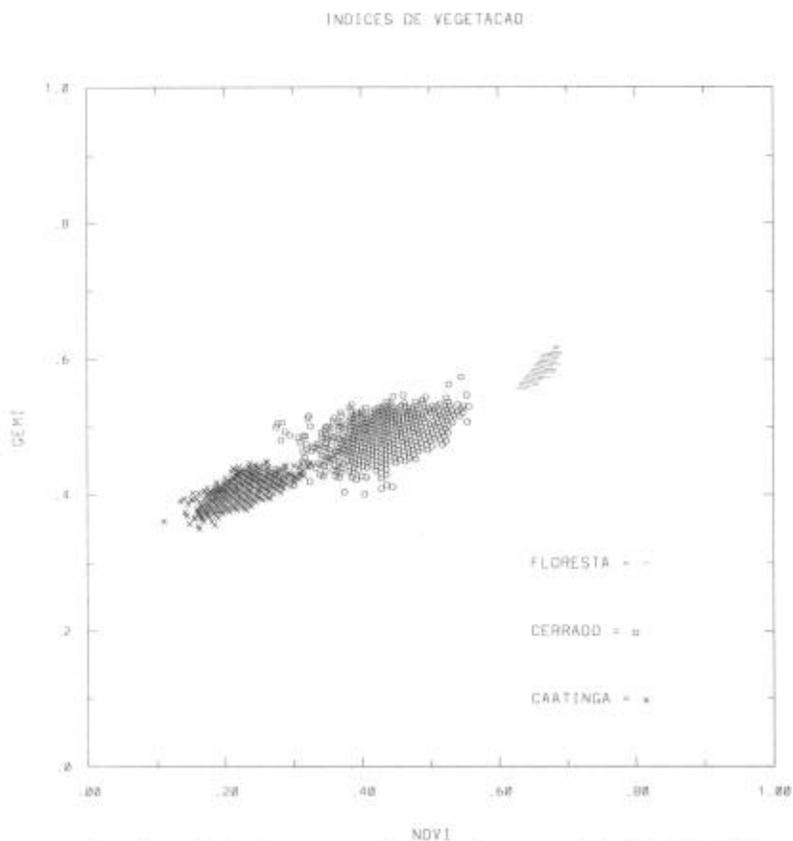


Figura 3 : Separação proporcionada pelos índices para três tipos de vegetação típica brasileira, com diferentes graus de presença de verde.

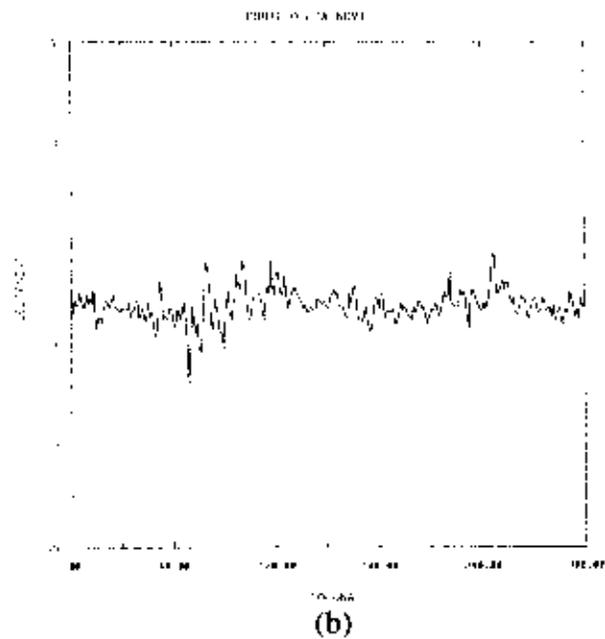
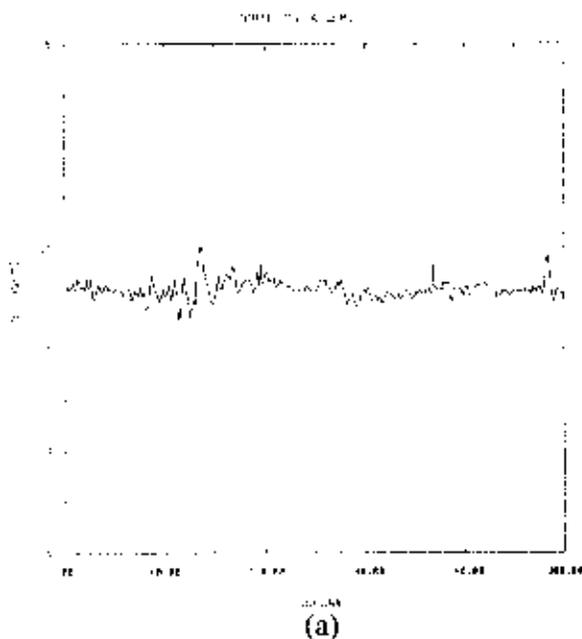
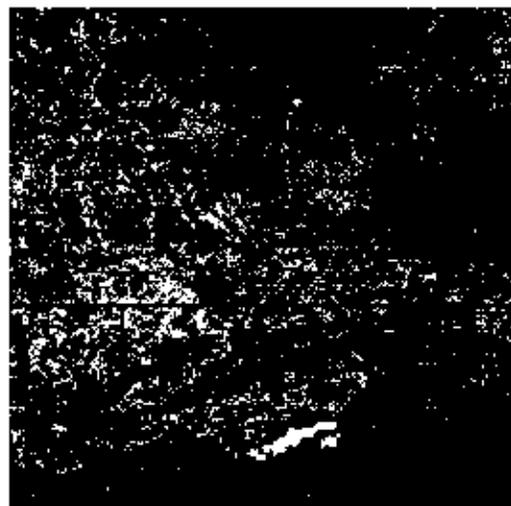


Figura 4 : Corte de imagem relativo a diferença entre os valores dos índices, GEMI (a) e NDVI (b), de duas passagens (05/07/97 e 13/07/97) sobre a mesma região.



| | |
|--------|-------------|
| Água | 0.32 - 0.36 |
| Nuvens | 0.36 - 0.40 |
| | 0.40 - 0.44 |
| | 0.44 - 0.48 |
| | 0.48 - 0.52 |
| | 0.52 - 0.56 |
| | 0.56 - 0.60 |
| | > 0.60 |

(a)



| | |
|--------|-------------|
| Água | 0.08 - 0.16 |
| Nuvens | 0.16 - 0.24 |
| | 0.24 - 0.32 |
| | 0.32 - 0.40 |
| | 0.40 - 0.48 |
| | 0.48 - 0.56 |
| | 0.56 - 0.64 |
| | > 0.64 |

(b)

Figura 5 : Imagem GEMI (a) e NDVI (b) referente a passagem do dia 09/08/97. Na área continental, os tons variam do vermelho escuro ao verde escuro, correspondendo respectivamente aos limites inferiores e superiores dos valores encontrados para cada índice na referida imagem.

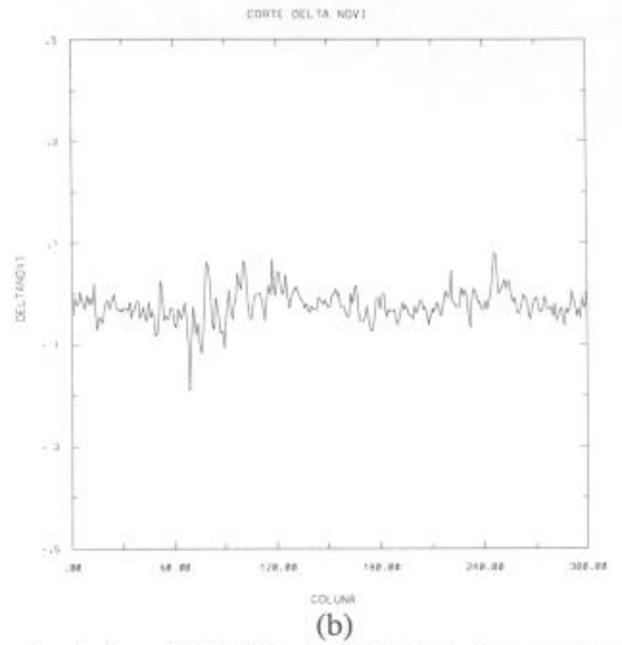
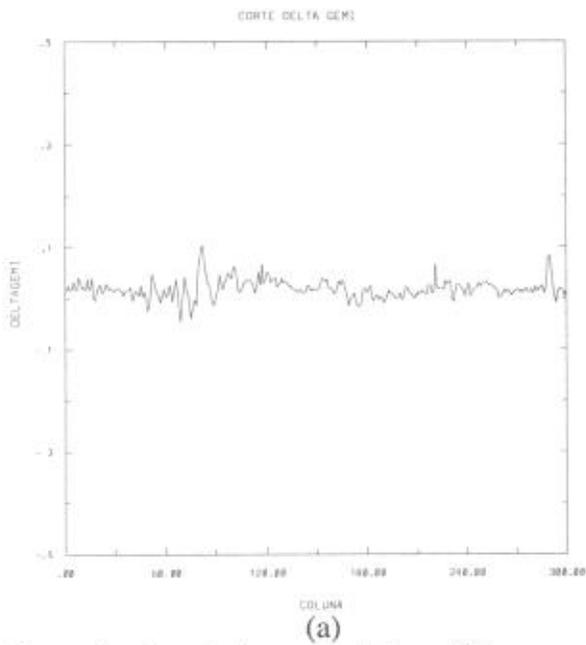
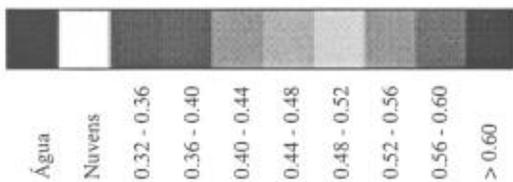
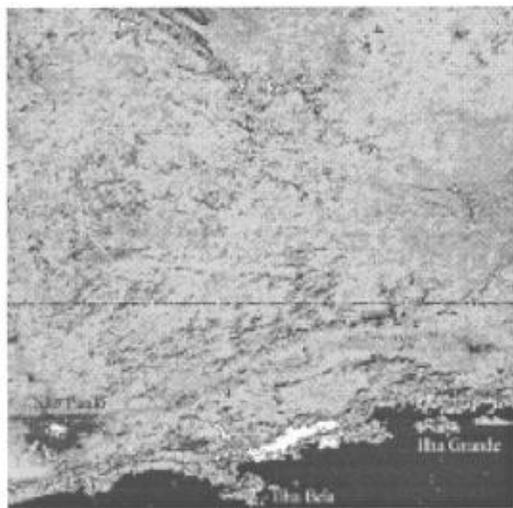
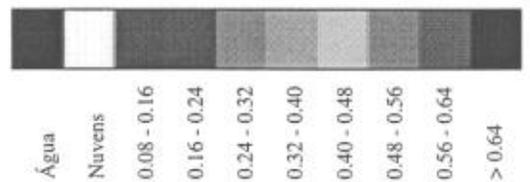
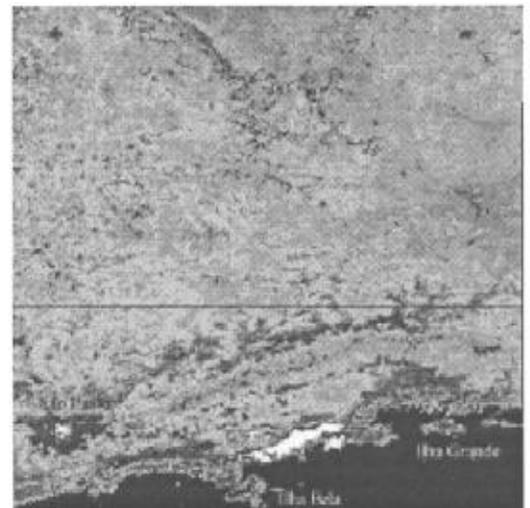


Figura 4 : Corte de imagem relativo a diferença entre os valores dos índices, GEMI (a) e NDVI (b), de duas passagens (05/07/97 e 13/07/97) sobre a mesma região.



(a)



(b)

Figura 5 : Imagem GEMI (a) e NDVI (b) referente a passagem do dia 09/08/97. Na área continental, os tons variam do vermelho escuro ao verde escuro, correspondendo respectivamente aos limites inferiores e superiores dos valores encontrados para cada índice na referida imagem.