

ESTIMATIVA DA PRECIPITAÇÃO ATRAVÉS DOS ÍNDICES DE VEGETAÇÃO DO  
SATÉLITE NOAA

Eduardo D. ASSAD (1)  
Alberto SETZER (2)  
Lucimar MOREIRA (1)

- (1) EMBRAPA-CPAC Caixa Postal 70.0023 CEP 73.301  
Planaltina - DF - Brasil
- (2) INPE Caixa Postal 515 CEP 12201 São José dos Campos  
São Paulo - Brasil

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido no Estado de Minas Gerais. Para tanto utilizou-se 70 imagens do satélite NOAA. Cada imagem contendo o maior índice de vegetação observado no intervalo de 1 semana. Os anos de estudo foram 1982/1983, período de setembro a março, 1983/1984, período de setembro a março. Após a navegação das imagens, os índices de vegetação foram extraídos sobre a região representativa de 89 estações pluviométricas do Estado e posteriormente estabeleceu-se as correlações entre o índice de vegetação e as alturas pluviométricas. Os resultados preliminares encontrados indicam que os índices de vegetação respondem a variação de biomassa, aproximadamente 1 semana após o registro das alturas pluviométricas; a boa correlação ( $r=0.74$ ) obtida entre os índices de vegetação e a precipitação, indicam que mapas semanais, quinzenais e mensais de isoietas podem ser elaborados através das imagens do satélite NOAA.

ABSTRACT

The present paper was conducted in the state of Minas Gerais, Seventy images of the satellite NOAA were used. Each image contains the highest index of vegetation observed in the interval of one week. The study was undertaken in 1982/1983, from september to march, and 1983/1984, from september to march. After obtaining the images, the vegetation indices were extracted over the representative region of 89 "pluviometric" stations of the State and afterwards the correlation between the vegetation "indices and the" pluviometry were established. Preliminary results indicate that the vegetation indices respond to the variation of biomass, approximately one week after registration of the rainfall events. Good correlation ( $r=0,74$ ) obtained between the vegetation indices and the precipitation, indicate that weekly, bimonthly and monthly maps of isoietas can be elaborated through images of the satellite NOAA.

Introdução:

O índice de vegetação obtido pelas medidas do captor AVHRR-NOAA, é calculado a partir das relações entre os canais do espectro visível e infra-vermelho próximo. A janela espectral do canal visível corresponde aos comprimentos de onda de 580 a 680 nm, e do canal infra-vermelho próximo aos comprimentos de onda de 730 a 1100 nm. As curvas de

resposta espectral destes canais são similares as bandas 5 e 7 do satélite de observação da terra LANDSAT-MSS. Existe na literatura um grande número de índices de vegetação, onde as janelas espectrais em questão são utilizadas para estabelecer relações entre biomassa e índice de vegetação (TUCKER, 1979), solos e índice de vegetação

(JACKSON et al 1983), índice de vegetação e índice foliar (PERRY et LAUTENSCHLAGER 1984). Uma rápida revisão dos diversos índices de vegetação pode ser encontrada no trabalho de BARIOU et al (1985). No caso específico do satélite NOAA, dois índices são rotineiramente calculados (NOAA, 1985), a partir do captor AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer), desde 1982. Trata-se do índice de vegetação simples IV, e do índice de vegetação normalizado NVI, determinados segundo as equações:

$$VI = C2 - C1$$

$$NVI = C2 - C1 / C2 + C1$$

onde C1 corresponde a banda do visível e C2 corresponde a banda do infra-vermelho próximo. Observa-se maior preferência pela utilização dos NVI principalmente visando monitoramento global (ASSAD 1987, TUCKER e SELLERS 1986, TOWSHEND et al 1987), sobretudo porque o NVI compensa parcialmente as interferências de mudanças de iluminação, relevo e visadas. A presença de nuvens e água, em função de sua reflectância característica nas janelas espectrais dos NVI, normalmente são traduzidas por valores baixos ou negativos. Rochas e solos possuem reflectâncias similares nas duas janelas e o NVI é próximo de zero. A cobertura vegetal responde com valores do NVI variando de 0.1 a 0.6, conforme a sua arquitetura, densidade e umidade.

O índice normalizado, fornecido pela NOAA, é um índice com frequência semanal, em parte pouco influenciado pelos efeitos perturbadores da atmosfera, e possui uma resolução de 20km x 20km. A evolução temporal dos índices durante a estação chuvosa apresenta a forma teórica, representada pela figura 1.

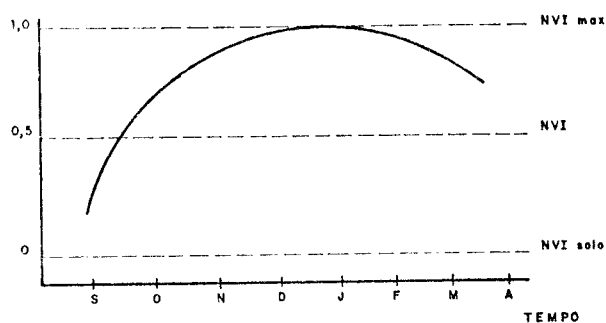


Figura 1 - Evolução teórica dos índices de vegetação durante a estação chuvosa.

O crescimento da curva corresponde ao desenvolvimento da vegetação, enquanto que a parte decrescente traduz o ressecamento da vegetação no fim do ciclo. Independentemente das flutuações que traduzem as variações em alimentação hídrica durante a estação chuvosa, a figura 1 apresentada pode caracterizar-se de um lado pela duração e persistência do NVI acima de um valor correspondente ao índice normalizado de um solo nu (NVI=0), e de outro lado ao nível máximo do NVI. O primeiro parâmetro estando relacionado com a duração da "estação de vegetação" e o segundo com a taxa média de cobertura vegetal máxima.

Estas duas informações podem ser integradas num índice global, médio da estação, o que potencialmente representa a variação de biomassa em relação ao nível de evapotranspiração real ETR, segundo os resultados observados por JUSTICE et al. (1985), analisados por SEGUIN (1986). Essa linha de pesquisa parece interessante, apesar das baixas correlações encontradas por VALERIANO e PEREIRA (1988) entre índices de vegetação e fitomassa do cerrado.

Partindo deste princípio, parece então lógico, num primeiro tempo, estabelecer as relações entre os índices de vegetação globais (GVI) e as alturas pluviométricas acumuladas durante a estação chuvosa. Sendo assim, os principais objetivos preliminarmente alcançados neste trabalho visaram:

- verificar a resposta do NVI e atividade da vegetação;
- estabelecer correlação entre os GVI e a precipitação medida em estações pluviométricas no solo.

#### Material e Métodos

Para desenvolvimento deste trabalho foram utilizadas imagens "índice de vegetação" do satélite NOAA, com frequência semanal, onde os efeitos atmosféricos foram atenuados pelo registro do maior índice de vegetação obtido no período (7 dias). As imagens correspondem ao período de setembro a março de 1982/1983 (31 imagens) e de setembro a março de 1983/1984 (26 imagens). Em alguns intervalos de 7 dias as imagens não estavam disponíveis, em função dos inevitáveis problemas, seja de forte cobertura de nuvens, seja de não registro das imagens no período. As estações pluviométricas no solo foram identificadas a partir de uma malha de 0.5° de latitude e longitude, e dentro de cada elemento da malha, sempre que existente, uma estação foi retida. A figura 2 mostra a distribuição

ção espacial das 255 estações selecionadas, a partir da malha de 0.5°. Os resultados apresentados referem-se a 86 estações, sendo que para as demais as análises estão sendo feitas.

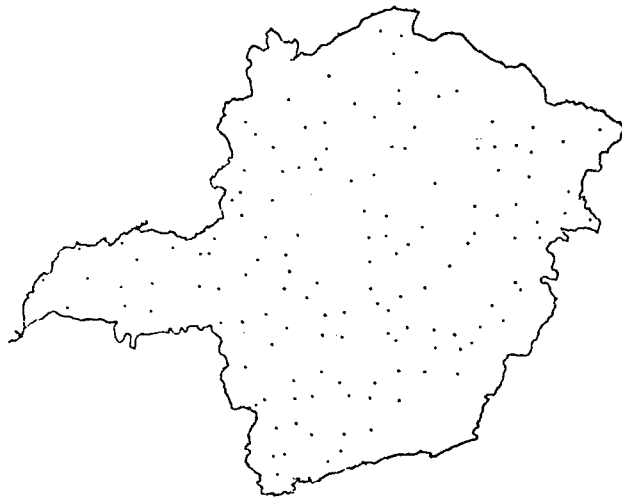


Figura 2 - Distribuição espacial das estações pluviométricas selecionadas no Estado de Minas Gerais.

Os índices de vegetação, codificados entre 0 e 256, foram transformados em valores reais segundo a equação:

$$IV = (636 - 2.8549 * COUNT) / 1000$$

O menor valor observado foi de -0.093, medido na superfície do mar e o maior foi de 0.683, medido na Amazonia. As imagens foram adaptadas para navegação e leitura de pixel para o sistema I-100 do INPE, e os valores do NVI foram extraviados a partir de uma janela de 60 km x 60 km, composta de 9 pixels de 20 km x 20 im. Os valores dos NVIs, extremamente baixos foram eliminados, pois mesmo após o registro do maior índice de vegetação semanal, a forte presença de nuvens alterou significativamente o sinal. Os valores dos NVIs registrados correspondem as medições feitas as 14:30 hora local.

Para cada conjunto de medidas, os NVIs foram transformados em GVIs, a partir do cálculo da média dos NVIs na estação chuvosa. Posteriormente os valores dos GVIs foram comparados as alturas pluviométricas em cada estação.

### Resultados e discussão

São apresentadas quatro figuras, onde diferentes variações dos NVIs ocorrem em função da precipitação registrada. No caso da figura 3, estação de São Gonçalo, sudoeste mineiro, ano de 1983/1984, a variação semanal do NVI, aproxima-se da curva teórica esperada. Alguns efeitos, possivelmente relacio-

nados com a presença de nuvens aparecem principalmente nos períodos 16 e 18, o que em termos de valores absolutos, provocam uma redução de 20 a 30 unidades no NVI. Observa-se também que após período de forte precipitação, o NVI aumenta no período seguinte, o que parece lógico, considerando que este seria o tempo necessário para a cobertura vegetal absorver a água disponível e aumentar sua atividade fotossintética e evapotranspirativa.

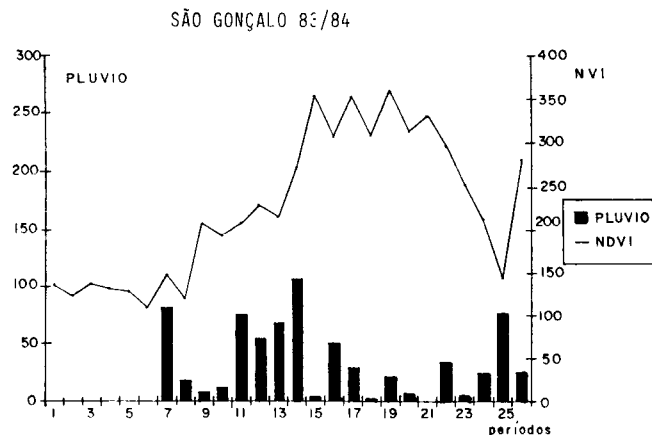


Figura 3 - Variação do NVI e da precipitação para estação de São Gonçalo, Minas Gerais, ano 1983/1984.

A análise da figura 4, estação de Iturama, triângulo mineiro, ano de 1983/1984, apresenta a mesma configuração, mas com menores diferenças entre os valores máximos e mínimos do NVI. Esta redução pode ser explicada por dois motivos:

- forte presença de nuvens, o que é verificado nos períodos 2, 3, 4, 8, 11 e 13;
- diferença acentuada na cobertura vegetal com relação a estação de São Gonçalo (maior presença de pastagens cultivadas).

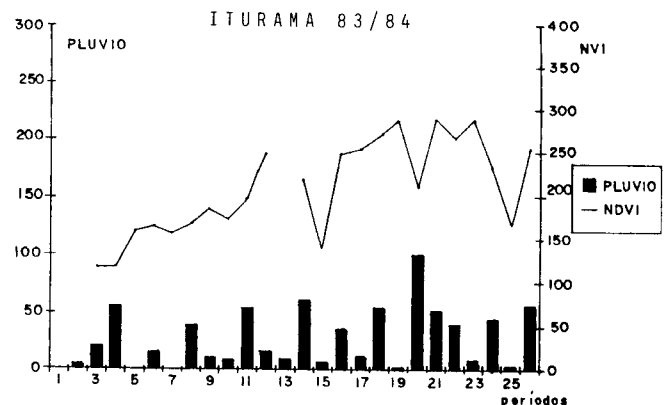


Figura 4 - Variação do NVI e a precipitação para estação de Iturama, Minas Gerais, ano 1983/1984.

A Análise da figura 5, estação de São Miguel do Anta, zona da mata de Minas Gerais, mostra grandes oscilações no valor do NVI, o que também pode ser explicado por dois motivos:

- Forte cobertura de nuvens, presença de brumas e cerração;
- Relevo fortemente acidentado, provocando alterações no sinal captado.

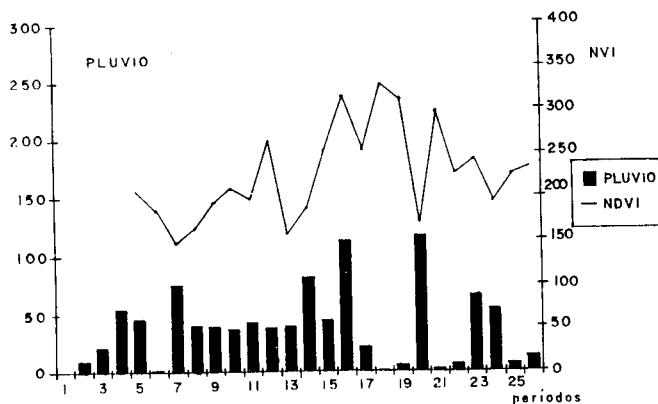


Figura 5 - Variação do NVI e a precipitação para estação de São Miguel do Anta, Minas Gerais, 1983/1984.

Finalmente a figura 6 mostra a relação encontrada entre os GVIs e a precipitação a nível do solo. O coeficiente de correlação encontrado ( $r=0.77$ ), significativo a 0.1%, e bastante razoável, considerando o tempo de aquisição de imagens e tamanho do pixel. Este resultado mostra a relação entre a umidade de superfície e os índices de vegetação, neste caso em escala regional o que, resolvidos alguns problemas de ordem tecnológica, podem ser de grande auxílio para o monitoramento pluviométrico, extremamente importante para as culturas de sequeiro.

RELAÇÃO ENTRE OS GVIs E A PRECIPITAÇÃO, Estado de Minas Gerais 1982/1983 e 1983/1984

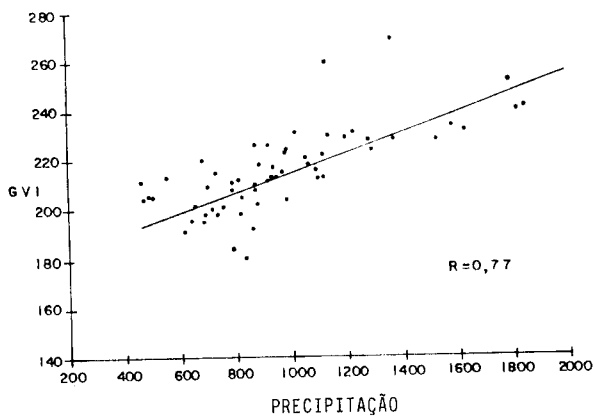


Figura 6 - Relação entre os GVIs e a precipitação para 84 estações pluviométricas no estado de Minas Gerais.

## Conclusão:

Os resultados preliminares da relação entre os GVIs e a precipitação obtidos para a região de Minas Gerais, a partir dos dados de satélite NOAA, abrem um campo promissor, referente ao monitoramento agroclimático e comportamento de biomassa. Em termos qualitativos, os índices de vegetação representam bem a mudança de comportamento da vegetação, função da alimentação hídrica. De maneira geral observou-se para 84 estações no solo, o aumento do NVI uma semana após o registro de chuvas, e uma queda, uma a três semanas após a ausência ou redução drástica da precipitação. A boa correlação encontrada entre os totais pluviométricos no período (outubro a março) e o índice de vegetação global GVI, obtido através da média dos NVIs no período, indica que mapas de isoietas podem ser obtidos. Entretanto, mesmo tratando-se dos máximos valores registrados dos índices de vegetação no período de 7 dias, o problema relativo a cobertura de nuvens, foi encontrado, praticamente para todas as estações. Nas regiões com relevo acidentado, verificou-se também maior oscilação nos valores do NVI. Tratam-se de problemas que podem evidentemente ser resolvidos ou atenuados, na medida em que for possível usar as imagens NOAA em plena resolução ou imagens LAC (Local Area Coverage) cuja resolução no solo é de 1 km x 1 km. A segunda etapa deste trabalho objetiva principalmente: Aumentar os pontos de comparação no solo; verificar se a correlação encontrada se mantém para as 255 estações, pelo menos no mesmo nível; elaborar mapas de isovalores através da equação de regressão estabelecida.

## Agradecimentos:

Os autores agradecem ao Dr. SEGUIN da estação de bioclimatologia do INRA de Avignon na França, pela cessão das imagens NOAA e ao PRONI/Ministério da Irrigação pela cessão dos dados pluviométricos diários. Este trabalho está sendo financiado pelo CNPq/MCT.

## Bibliografia:

- ASSAD, E. Utilization des Satellites Meteorologiques pour le suivi agroclimatique des cultures en zone sahelienne. Cas du Senegal. These de Doctorat, Univesité de Montpellier, Montpellier France. 258 p. 1987.

BARIANO, R; LECAMUS, D; LE HENAFF, F;  
Indices de vegetation. Dossiers de  
Télédetection. Centre Regional de  
Télédetection, Université de Rennes  
II Haute Bretagne. 121 p. 1985

JACKSON, R.D.; SLATER P.N.; PINTER Jr.  
Discrimination of growth and water  
stress in wheat by various  
vegetation indices through clear  
and turbid atmospheres. Rem. Sensi.  
of Envi., 13(3): 187-208. 1983.

JUSTICE, C.O.; TOWNSHEND, J.R.G.;  
HOLBEN, B.N. TUCKER, C.J. Analysis  
of the phenology of global  
vegetation using meteorological  
satellite data. Int. J. of Rem. Sens.  
6(8):1271-1381. 1986.

NOAA - Global Vegetation Index user  
Guide. NOAA/SDSD Washington, EUA.  
12p. 1985.

PERRY, C.R.; LAUTENSCHLAGER, L.F.  
Functional equivalence of spectral  
vegetation indices.  
Rem. Sens. Envir. 14:169-182, 1984

TOWNSHEND, J.R.G.; JUSTICE, C.O.; KALB,  
V. Characterization and  
classification of south american  
land cover types using satellites  
data. Int. J. of Rem. Sensing  
8(8):1189-1207. 1987.

TUCKER, C.J. Red and photographic  
infrared linear combinations for  
monitoring vegetations. Rem. Sens.  
Env. 8(2):127-150. 1979.

TUCKER, C.J.; SELLERS, P.J. Satellite  
remote sensing of primary production  
Int. J. of Rem. Sensing  
7(11):1395-141. 1986.

VALERIANO, D.M., PEREIRA, M.D.B. Corre  
lação de Fitomassa de Cerrado com  
índices vegetativos calculados com  
dados obtidos pelos Sistemas MSS-  
Tri/Landsat. Projeto EMBRAPA Nº  
026.85.003/2. INPE-MCT/Deptº de Eco  
logia - USP. 85p. 1988.