

**ESTIMATIVA DA FRAÇÃO VEGETAÇÃO NO LESTE DA BAHIA NO PERÍODO DE
1982 A 1999**

**ESTIMATION OF THE VEGETATION FRACTION IN THE EAST OF BAHIA DURING
THE PERIOD OF 1982 TO 1999**

Célia Campos Braga,¹ Daniel Gonçalves das Neves² e José Ivaldo Barbosa de Brito³

Resumo - O objetivo deste estudo é identificar regiões homogêneas do ponto de vista das características da refletividade da vegetação no leste da Bahia e calcular a fração vegetação dentro das áreas determinadas. Utilizaram-se séries temporais do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada obtidas dos sistemas de sensores AVHRR / NOAA com resolução espacial de 5Km x 5Km, para o período de 1982-1999. Empregou-se o método aglomerativo K-means de MacQueen para obter as regiões homogêneas. Determinou-se a fração vegetação média anual pela quantidade de pontos de grade de IVDN em cada região homogênea e a área total. Foram obtidas três regiões, com diferentes características de IVDN e fração vegetação média anual (F_{vegm}), a saber: região 1, com IVDN entre 0,32 e 0,45 e F_{vegm} 18,5%; região 2, IVDN entre 0,45 e 0,52 e F_{vegm} 43,6%; região 3, de IVDN entre 0,52 e 0,61 e F_{vegm} 37,8%. Os resultados da fração vegetação anual (F_{vega}), em dois anos da década de 1980, mostraram que ocorreu redução da F_{vega} da vegetação Caatinga e aumento da F_{vega} Agreste e Mata Atlântica. Na década de 1990 a situação não é a mesma, havendo redução da F_{vega} da região sub-litorânea (Agreste) e litorânea (Mata Atlântica) e aumento na área de vegetação Caatinga.

Palavras-chave: IVDN; Caatinga, Agreste, Mata Atlântica, variabilidade anual ou mensal

¹ Dra. Profa. Associado, Departamento de Ciências Atmosférica (DCA), Universidade Federal da Campina Grande (UFCG), Paraíba, E-mail: celia@dca.ufcg.edu.br.

² Aluno pós-graduação em Meteorologia da Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, bolsista CNPq.

³ Dr. Prof. Adjunto, departamento de Ciências Atmosféricas (DCA), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Paraíba, E-mail: Ivaldo@dca.ufcg.edu.br.

Abstract – The objective of this study is to identify the homogeneous areas according to the vegetation reflectivity, in the eastern part of Bahia state and vegetation fraction in the obtained areas. Time series of NDVI - Normalized Difference Vegetation Index obtained in the period of 1982-1999, with AVHRR / NOAA, were used. The K-means agglomerative method of MacQueen was used to obtain the homogeneous areas. The vegetation fraction was determined according to the amount of NDVI grid for each homogeneous and total area. Three areas with different characteristics of NDVI and vegetation means annual fractions (V_{fracm}) were obtained: area 1 with NDVI between 0.32 and 0.45 and V_{fracm} of 18.5%; area 2, with NDVI between 0.45 and 0.52 and V_{fracm} of 43.6%; and area 3, with NDVI between 0.52 and 0.61 and V_{fracm} of 37.8%. The vegetation annual fraction (V_{fraca}) obtained in two years within the 1980 decade showed a reduction of the V_{fraca} for the Caatinga area and an increase of the V_{fraca} in the Agreste, Mata Atlantic. During the 1990 decade the patterns were different, presenting a reduction of the V_{fraca} in the sub-coastal and coastal area and an increase in the Caatinga areas.

Key words: NDVI; Caatinga, Agreste, Mata Atlântica, annual or monthly variability

Introdução

Atualmente, dados do IVDN obtidos de sensoriamento remoto, têm sido de fundamental importância em pesquisas direcionadas ao estudo do comportamento da dinâmica da vegetação, tornando mais operacionais os sistemas de monitoramento da vegetação, principalmente de áreas extensas, que são alimentadas por informações coletadas remotamente de satélites meteorológicos e ambientais. Por meio da radiação refletida no infravermelho próximo (IV) e visível (VIS), oriunda dos sistemas de sensores AVHRR (Advance Very High Resolution Radiometer) do satélite NOAA (National Oceanic and Atmosphere Administration) e/ou TM/LADSAT, é possível fazer a distinção entre uma superfície vegetada e outros alvos da superfície, por exemplo areia, rochas, água etc, o que possibilita definir o mapeamento da vegetação tanto no âmbito regional como no global. O IVDN é estimado pela relação entre as duas reflectâncias, dos dois canais (IV e VIS). Para vegetação seca, o IVDN é baixo, mas é alto para vegetação em pleno vigor. Isto ocorre devido à

pigmentação da cor verde da vegetação sadia refletir mais no infravermelho próximo e menos no canal do visível, o que ocasiona altos valores para o IVDN (PARKINSON, 1997).

Estudos demonstraram que séries espaciais e temporais de IVDN, em diferentes regiões do globo, têm sido utilizadas para identificação e classificação de vegetação terrestre, estimativas da produção primária da vegetação, caracterização da dinâmica da vegetação, resposta da vegetação às precipitações, alerta de secas, dentre outros.

NICHOLSON & FARRAR (1994) fizeram um estudo no Sahel, na África, para investigar a variabilidade espacial e temporal de IVDN e sua relação direta com a chuva e a umidade do solo. A investigação mostrou uma relação linear entre chuva e IVDN, desde que a chuva não ultrapasse 500 mm / ano ou 50-100 mm / mês. Acima desses limites, a eficiência do aumento da vegetação com respeito à chuva é mais influenciada pelo solo do que pela comunidade de vegetação presente. LIU & KOGAN (1996) usaram o Índice de Condição Geográfica (ICV) para diferenciar a variação regional de IVDN, devido à contribuição geográfica e ao impacto nas secas regionais no período de julho de 1985 a junho de 1992, numa área de cobertura compreendida entre as latitudes 11°N e 39°S e longitude de 35°W e 81°W. Os resultados mostraram que o IVDN é uma ferramenta poderosa para o estudo da variabilidade climática em grande escala, enquanto o ICV é mais eficiente em escala regional.

Dados do IVDN, derivados das informações do sensor AVHRR do satélite NOAA, foram utilizados por GUTMAN & IGNATOV (1998) para produzir dados mensais de fração vegetação e Índice de Área Foliar (IAF). Os resultados preliminares da incorporação dos mapas de fração vegetação nos modelos numéricos de previsão do tempo regional e global do National Center for Environmental Prediction (NCEP) mostraram uma melhora significativa na previsão dos fluxos à superfície.

BRAGA et al. (2003) fizeram uso de dados do IVDN do AVHRR / NOAA e precipitação pluvial para determinar o tempo de resposta da vegetação às precipitações em regiões homogêneas na região Nordeste. Os resultados mostraram que na Caatinga os maiores valores do IVDN ocorrem com defasagem temporal de um mês, após a maior precipitação pluvial, enquanto que, para os demais tipos de cobertura, a defasagem é de dois meses. Dados da fração de cobertura vegetada, estimada a partir do IVDN do AVHRR/NOAA, foram introduzidos por MELO (2003) no modelo Regional Atmospheric Modeling System (RAMS) para analisar a influencia da cobertura vegetada sobre o fluxo de calor sensível e latente na superfície da região Nordeste do Brasil. A autora

verificou que as informações introduzidas no modelo RAMS melhoraram o desempenho da previsão do total diário de precipitação pluviométrica.

WESSELS et al. (2004) compararam a sazonalidade obtida do IVDN do AVHRR / NOAA para identificar a quantidade de áreas degradadas e não degradadas, mapeadas pelo NCL (National Land Cover), usando a imagem de TM – LANDSAT para o mesmo tipo de solo e clima no Norte da África do Sul. Os resultados mostraram que a resistência e a estabilidade da vegetação em ambos não sofreram forte alteração para áreas degradadas e não degradadas.

É importante mencionar que o volume de informações pontuais do IVDN no leste da Bahia é enorme, dificultando uma análise mais realista da fração vegetação. Então, para diminuir o volume de dados de pontos de grade de IVDN na região, determinaram-se inicialmente Grupos homogêneos, usando técnicas de agrupamentos. O procedimento das técnicas de agrupamentos tem sido utilizado com frequência em pesquisas climáticas, quando se trabalha com grandes amostras, a exemplo de CEBALLOS & BRAGA (1995) que determinaram regiões homogêneas de radiação global com o auxílio de técnica de agrupamento hierárquico no estado da Paraíba. Também GONG & RICHMAN (1995) aplicaram várias técnicas da análise de agrupamentos a dados de precipitação pluvial na região central e leste da América do Norte, objetivando fazer uma comparação entre eles. De acordo com os autores dos métodos de agrupamentos testados, os de Ward e K-means alcançaram melhores níveis de precisão. Logo, optamos por de K-means, por apresentar melhor coerência espacial dos Grupos obtidos.

Neste sentido, considerando a importância da preservação das espécies vegetais nativas e da diversidade biológica que compõem o ecossistema do leste da Bahia, o objetivo desse estudo é estimar a F_{veg_m} e F_{vega} em regiões Homogêneas de IVDN e avaliar se ocorreu diminuição ou aumento da fração vegetação nas décadas de 1980 e 1990.

Material e Métodos

Os dados mensais do IVDN utilizados neste estudo, correspondentes ao período de 1982 a 1999, foram cedidos pela Divisão de Sensoriamento Remoto (DSM) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Esses dados são extraídos do canal 1, visível (VIS), e 2, infravermelho próximo (IV) do sensor AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) dos satélites meteorológicos da série NOAA 7-9-11 e 14 (National Oceanic and Atmosphere Administration), convertidos em unidades de reflectâncias, usando a calibração pré-vôo fornecida pela NOAA.

O cálculo do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN) é definido pela

proporção:

$$IVDN = \frac{(IV - VIS)}{(IV + VIS)} \quad (1)$$

onde IV é a medida da refletância na banda espectral do infravermelho próximo (0,725- 1,10 μm); e VIS é a medida da reflectância na banda espectral, do visível (0,58 – 0,68μm). Esses dados têm composições mensais com resolução espacial de 30,25 Km², perfazendo um total de 3334 pontos distribuídos no leste da Bahia, de acordo com a Figura 1. Os espaços não preenchidos correspondem a valores de IVDN negativos ou zeros excluídos no processamento das imagens.

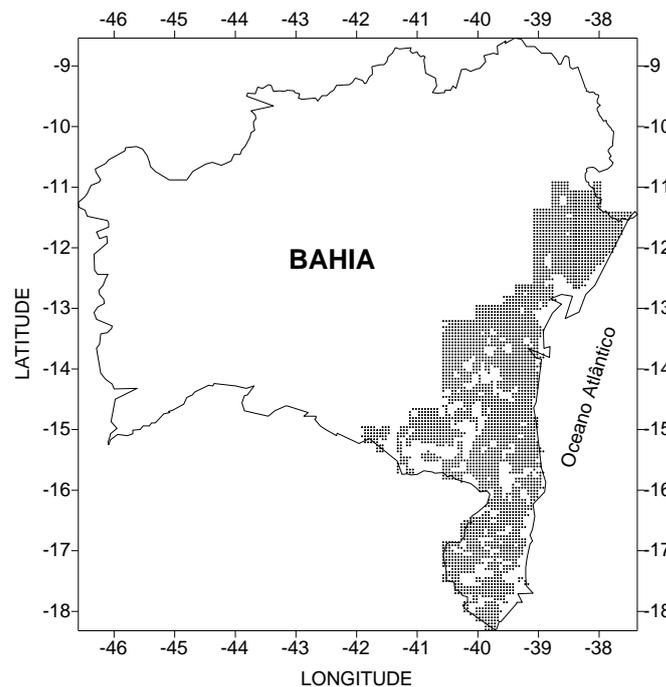


Figura 1. Distribuição espacial média dos 3334 pontos de grade de IVDN no leste da Bahia.

Mapa dos totais médios anuais da precipitação pluvial foi utilizado para auxiliar a análise do IVDN na região leste da Bahia (Figura 2). Os dados de precipitação pluvial estão disponíveis no Departamento de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Campina Grande. A identificação da cobertura da vegetação da área em estudo teve como base o mapa de vegetação da Bahia (SEI, 2005) (Figura 3).

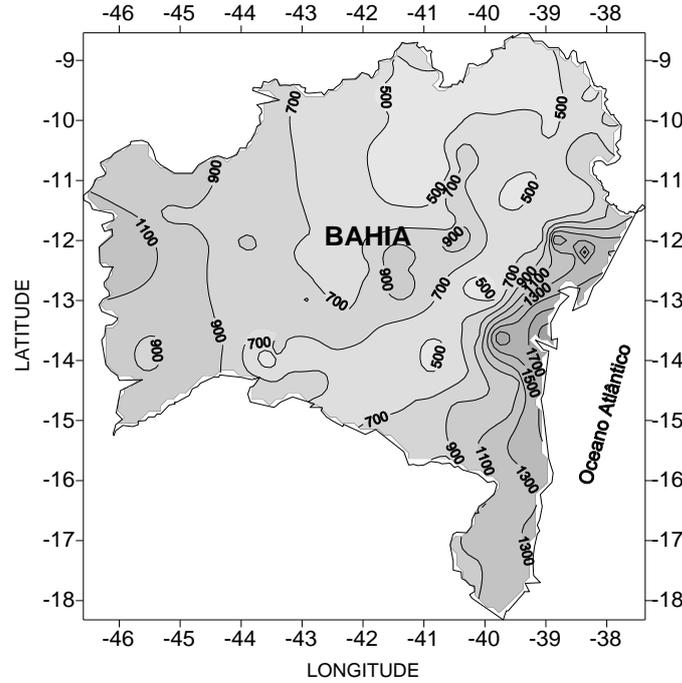


Figura 2. Distribuição espacial dos totais médios anuais da precipitação pluvial no estado da Bahia.

Determinaram-se as regiões homogêneas do índice de vegetação, obtidas através do método de Agrupamento de K-means de MacQueen CAILIEZ (1976), GONG & RICHMAN (1995). Na análise de Agrupamento, todos os processos de fusão dos dados são similares, começando pela determinação da matriz de distância entre os indivíduos. A distância utilizada para medir a similaridade ou dissimilaridade entre os indivíduos S_i e S_j (ponto de IVDN) é a distancia euclidiana expressada por:

$$d(s_i, s_j) = \left[\sum_{q=1}^p P_i (S_{iq} - S_{jq})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

em que S_i e S_j são pontos de um espaço vetorial I_p ; S_{iq} representa os valores anuais de cada ponto de grade IVDN nos locais S_i e S_j ; e P_i é o peso associado a cada indivíduo.

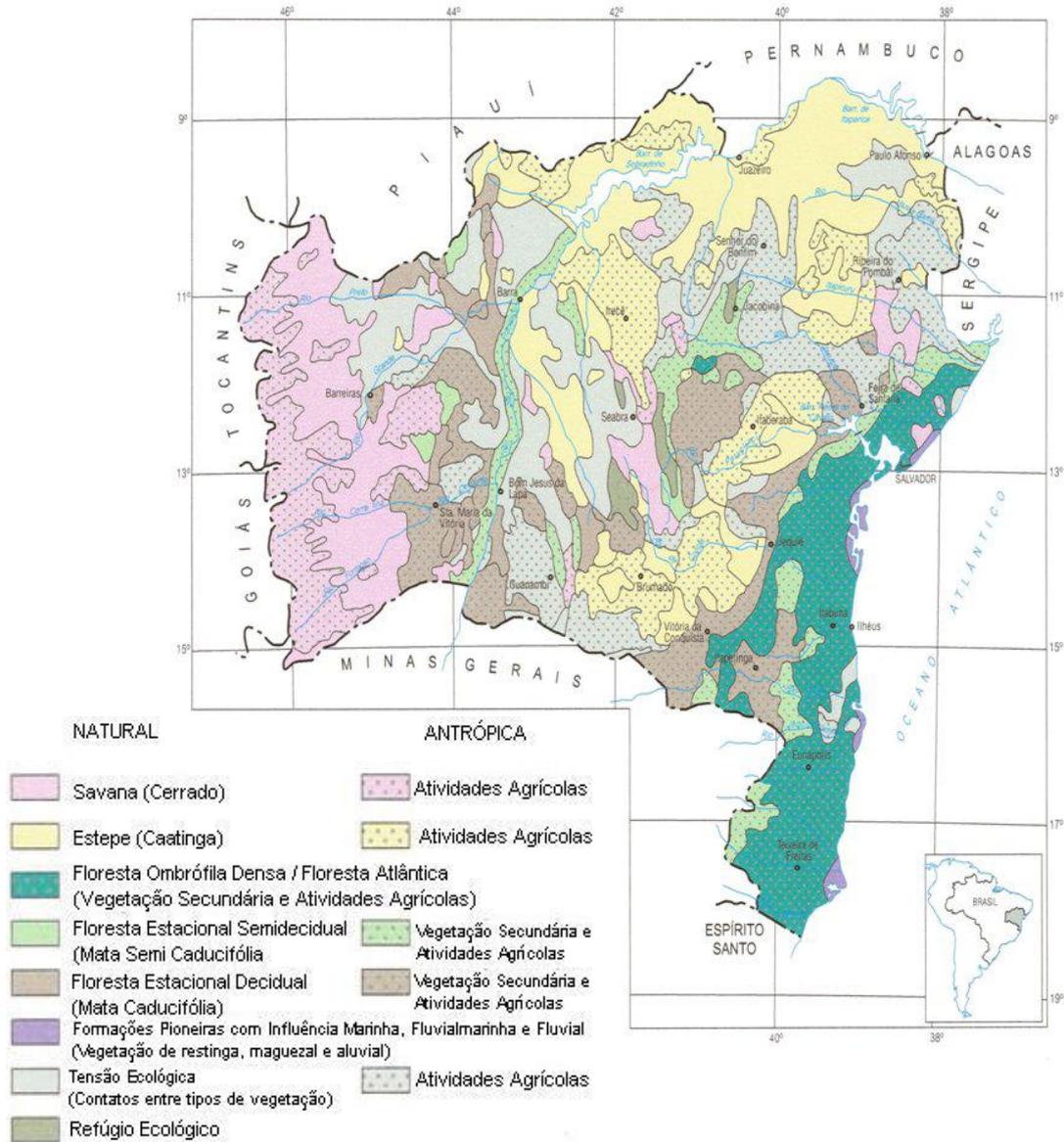


Figura 3. Mapa dos principais tipos de vegetação Bahia. Fonte: SEI (2005)

Empregou-se o método de Agrupamento K-means de MacQueen, que apresentou rápida convergência, mesmo para um número grande de dados. O algoritmo do método consiste nas seguintes etapas:

- 1- Especificar os pontos de grade IVDN (indivíduos), que servirão de centros de gravidade iniciais;

2- Calcular a distância Euclidiana (d_{ij}) entre os indivíduos e os centros de gravidade e alocar cada indivíduo no centro mais próximos da partição inicial;

3- Recalcular os novos centros das classes pela fórmula:

$$Y_{mj} = \frac{1}{N_m} \sum_{i=1}^{N_m} X_{ij} \quad (j=1,2,\dots,p; m=1,2,\dots,k) \quad (3)$$

onde N_m representa o número de indivíduos atribuídos para as m classes; e Y_{mj} são as coordenadas do m -ésimo centro das classes.

4 - Calcular as distâncias de cada indivíduo x_i com todos k centros. Se a condição for satisfeita, o próximo centro (y_m) não é aquele (x_i) da classe; então, reagrupar os indivíduos na classe mais próxima y_j e atualizar o novo centro das classes que perdeu ou ganhou indivíduos, ou seja;

$$\frac{N_m}{N_m + 1} \sum_{l=1}^p (X_{il} - Y_{ml})^2 - \frac{N_j}{N_j - 1} \sum_{l=1}^p (X_{il} - Y_{jl})^2 > 0 \quad (4)$$

5 - Repetir a etapa 4 até que a convergência ou estabilização das classes seja alcançada; isto é, continuar até completar o ciclo e que os membros de cada partição não sejam alterados (GONG & RICHMAN,1995).

Inicialmente determinou-se a fração vegetação média anual ($F_{veg\ m}$) em cada região homogênea dos diferentes tipos de vegetação. Em seguida, calculou-se a fração vegetação anual (F_{vega}) para cada um dos quatro anos selecionados, quais sejam: 1986, 1989, 1995 e 1996. Esses anos foram escolhidos por estarem próximo á média climatológica da precipitação pluvial da região e por não terem tido anos anteriores não secos, que pudessem mascarar o desenvolvimento da vegetação.

A fração vegetação média anual ($F_{veg\ m}$) foi calculada pela razão entre a média da quantidade de pontos de IVDN em cada região homogênea no período estudado e a quantidade total de pontos de IVDN na área estudada, pela seguinte expressão:

$$F_{veg\ m} = \frac{\sum_i^n N_i}{N_t} \quad (5)$$

onde N_i é o número total de ponto de grade de cada Grupo; e N_t é o número total de pontos de IVDN na área selecionada.

Em seguida, em cada região homogênea, para cada ano selecionado, determinou-se a F_{vega} , utilizando o mesmo procedimento descrito acima, ou seja:

$$F_{vega} = \frac{\sum_i^n N_i}{N_t} \quad (6)$$

em que N_i é o número de pontos de grade de IVDN de cada Grupo e ano em questão; e N_t é o número total de pontos de grade de IVDN da área selecionada (total) do ano.

Resultados e Discussão

A Figura 4 apresenta as três sub-regiões homogêneas obtidas pelo método de agrupamento de K-means (GONG & RICHAMAN,1995), aplicado aos valores médios anuais do IVDN. Os diferentes tipos de vegetação inseridos em cada região foram estimados através dos valores de IVDN e de conhecimento prévio da distribuição espacial da cobertura vegetal da região leste, obtidos no mapa de vegetação do Estado da Bahia (Figura 3). Para cada região homogênea dos diferentes tipos de vegetação, estimou-se a fração vegetação média anual (F_{vegm}).

Na Figura 4, o **Grupo 1** (cor laranja) representa 18,5% da F_{vegm} , com IVDN variando entre 0,32 e 0,45. A vegetação predominante nesta sub-região é Floresta Decídua e Semidecídua (Agreste) e Caatinga, apresentando menor variabilidade com desvio padrão anual do IVDN de 0,032, em 1985 e 1997, e maior de 0,063 em 1993, conforme pode ser observado na Figura 5a. De acordo com a literatura (BRITO e BRAGA, 2002) no ano 1985 e 1997, às chuvas neste setor da Bahia foram superiores as médias climatológicas, favorecendo o desenvolvimento da vegetação e, conseqüentemente, elevando o IVDN. Por outro lado em 1993, ano seco, ou seja, com chuva abaixo da média climatológica, o IVDN apresentou o menor valor anual.

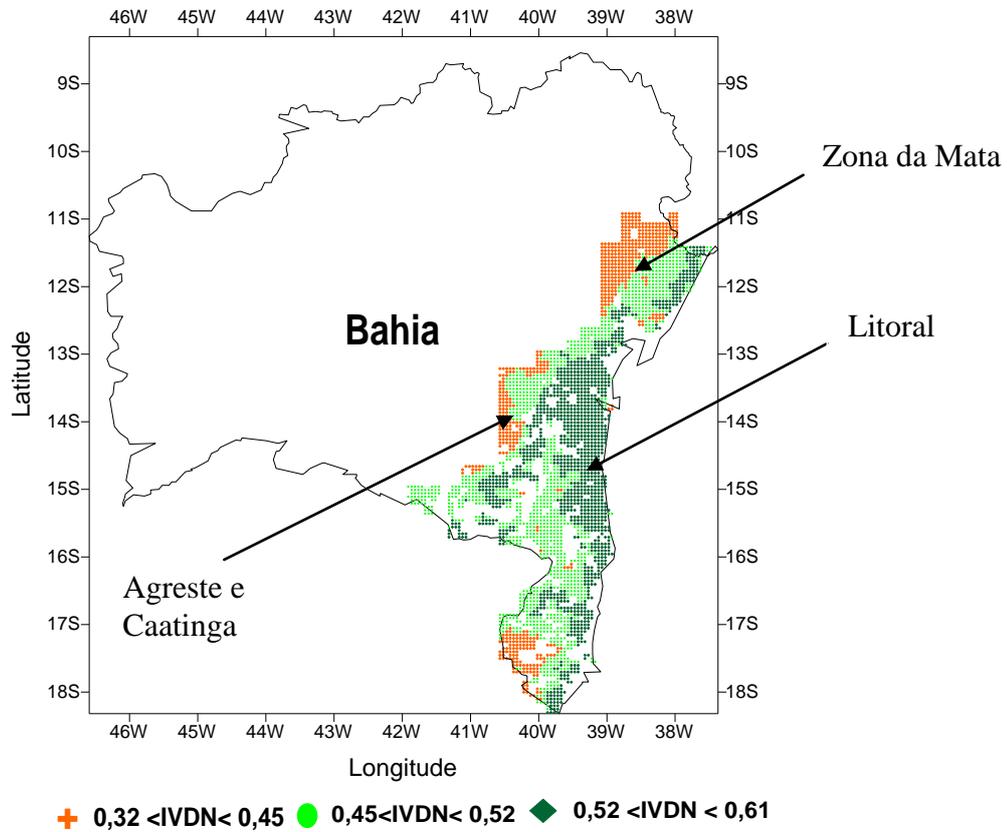


Figura 4. Regiões homogêneas do INDV no leste da Bahia utilizando o modelo de Agrupamento de K-means.

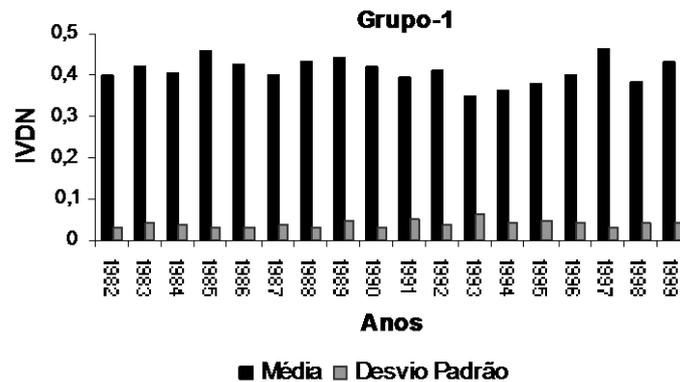


Figura 5a. Variabilidade anual média e desvio padrão do INDV do Grupo 1 no leste da Bahia.

O **Grupo 2** (verde claro) Zona da Mata e penetrando um pouco para o interior da região leste da Bahia (Figura 4), correspondente a 43,6% da F_{veg_m} apresenta INDV variando entre 0,45 e 0,52. Nesta sub-região, a vegetação predominante natural é Floresta Estacional Decidual e

Semidecidual (Agreste) e Vegetação Secundária (Figura 3). O máximo médio do IVDN de 0,52 e desvio padrão de 0,031 foram registrados em 1985 e o menor de 0,44 e desvio padrão de 0,034, em 1994. O ano de 1994 foi antecedido pelo ano seco de 1993 e, mesmo chovendo mais em 1994, as chuvas não foram suficientes para vegetação retornar seu pleno desenvolvimento, diminuindo, portanto, os valores o IVDN neste ano (Figura 5b).

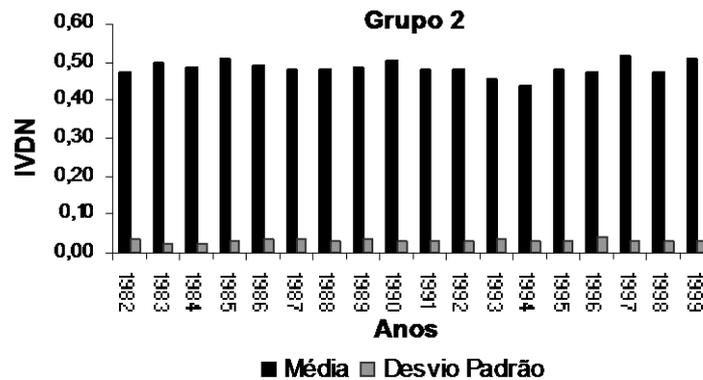


Figura 5b. Variabilidade média anual e desvio padrão do IVDN para o Grupo 2 no leste da Bahia.

O **Grupo 3** (verde escuro) compreende 37,8% $F_{veg_{m}}$, que se estende por todo litoral da Bahia (Figura 4). Apresenta IVDN variando de 0,52 a 0,61 e, média anual do período de 0,56. A Figura 5c mostra a variabilidade média anual do IVDN no período de 1982-1999 e seus respectivos desvios padrões. O máximo médio de 0,58 e desvio padrão de 0,028 se observam no ano 1990; o mínimo médio de 0,49 e desvio de 0,02 foram registrados em 1994. Pode-se observar que este Grupo apresentou pouca variabilidade anual do IVDN. Isto se deve ao fato da vegetação predominante nesta área ser mais densa e mais vigorosa, ou seja, do tipo Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica). Ressalta-se que, nesta área, foram encontrados os maiores valores do IVDN, pois os mesmos estão relacionados com a regularidade das chuvas e tipo de vegetação, no litoral leste da Bahia (Figura 4). Valores semelhantes da ordem de 0,6 foram encontrados HUETE et al. 1997, para Floresta Tropical densa e DESSAY et al. 2000, para região Amazônica brasileira.

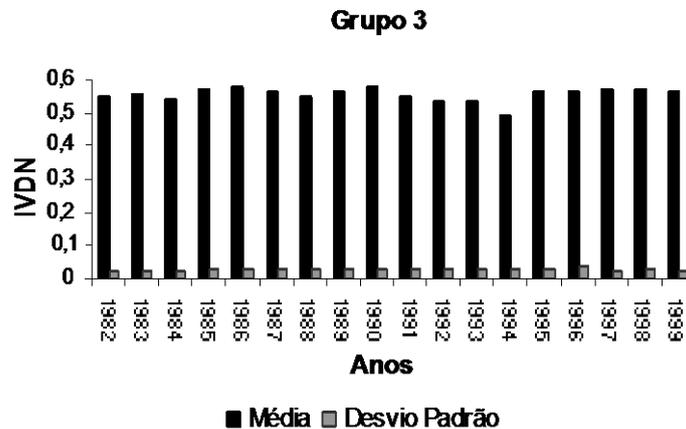


Figura 5c. Variabilidade média anual e desvio padrão do IVDN para o Grupo 3 no leste da Bahia.

A evolução ou diminuição da cobertura vegetal nos anos selecionados de 1986, 1989, 1995 e 1996 foi calculada pela quantidade de vegetação que ocupa a área de cada Grupo homogêneo do ano selecionado e quantidade total de pontos da área estudada. Estes anos foram escolhidos com base na série histórica, ou seja, anos em que as precipitações pluviais foram em torno da média, e que os anos anteriores aos mesmos também não tenham sido secos para não mascarar o desenvolvimento da vegetação.

Na Tabela 1 estão mostrados a F_{vega} estimada em cada Grupo dos quatro anos selecionados. Pode-se notar que na década de 1980 houve uma diminuição de 3% na F_{vega} do Grupo 1 de 1985 para 1986 e um aumento da F_{vega} dos Grupos 2 e 3, significando que houve expansão da área ocupada pela vegetação da Floresta Decidual e Semidecidual (Agreste) e Mata Atlântica.

Na década de 1990, observa-se redução de 2,4% da F_{vega} do Grupo 3 de 1995 para 1996 e aumento 2,2% da área do Grupo 1. Para o Grupo 2, não se verificou alteração significativa da F_{vega} . Na década de 1990 a magnitude do IVDN foi menor que na década de 1980, conforme os dados da Tabela 1. O cálculo da F_{vega} para década de 1990 indicou indícios de redução da vegetação região próxima do litoral baiano. Em síntese, pode-se observar que os Grupos 2 e 3 apresentaram pouca variabilidade anual do IVDN, o que se deve ao fato da vegetação nesta área ser mais densa e chuvas mais regulares, enquanto que no Grupo 1, onde a vegetação predominante é a Floresta Decidual / Semidecidual (Agreste) e Caatinga, os IVDN são mais baixos e com maiores variabilidades anuais (Figuras 5a). Salienta-se, porém, que este estudo foi baseado apenas na quantidade da fração vegetação média anual (1982 a 1999) e anual (1986,1989, 1995 e 1996) obtida em cada ponto de

grade de IVDN (5,5 km x 5,5 km) e distribuição espacial dos totais médios de precipitação pluvial (média histórica) na região leste da Bahia. Neste estudo não se fez distinção das áreas de atividades agrícolas, tendo em vista a baixa resolução espacial das informações do satélite utilizado na pesquisa. Estudos climatológicos mostraram que, na década de 1990, as chuvas na região Nordeste foram abaixo da média histórica (BRITO e BRAGA, 2002), reduzindo, portanto, os valores do índice de vegetação.

Tabela 1. Percentuais da F_{vega} e variabilidade do IVDN nos três Grupos homogêneos nos anos selecionados de 1986, 1989, 1995 e 1996 no leste da Bahia.

Ano	Grupo 1 0,32 < IVDN < 0,49	Grupo 2 0,49 < IVDN < 0,55	Grupo 3 0,55 < IVDN < 0,67
F_{vega} (1986)	35,7%	29,8%	34,4%
F_{vega} (1989)	32,7%	32,7%	34,6%
Ano	(0,27 < IVDN < 0,47)	(0,47 < IVDN < 0,54)	(0,54 < IVDN < 0,64)
F_{vega} (1995)	32,9%	31,8%	35,3%
F_{vega} (1996)	35,1%	32,0%	32,9%

Conclusão

A classificação do IVDN em três sub-regiões homogêneas (Grupos) no leste da Bahia, usando o método aglomerativo de K-means, leva a concluir que nem sempre os valores máximos e mínimos médios anuais do IVDN coincidem nos mesmos anos nas diferentes sub-regiões. Os menores IVDN observados na região foram no ano 1993 no Grupo 1, e, em 1994, para os Grupos 2 e 3. Ou seja, na faixa mais próxima à costa, em 1993, o IVDN não foi fortemente influenciado pelos baixos índices pluviométricos. A maior variabilidade interanual da dinâmica da vegetação foi detectada no Grupo 1, devido à presença de áreas de vegetação Caatingada. Também pode ser concluído que, na década de 1980, houve uma redução da F_{vega} Caatinga e Floresta Decidual e um aumento da F_{vega} da Mata Atlântica na área sub-litorânea e litorânea, enquanto, na década de 1990, ocorreu uma redução da F_{vega} na região do litoral e aumento da F_{vega} Caatinga e Agreste.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro concedido para o desenvolvimento da pesquisa.

Referências Bibliográficas

BRAGA, C. C.; et al. Tempo de resposta da vegetação às variabilidades sazonais da precipitação no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.11, n.1, p.149-157, 2003.

BRITO, J.I.B.; BRAGA, C. C. Variabilidade interanual do escoamento superficial e da infiltração de água no solo no Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12., 2002, Foz de Iguaçu, PR. **Anais...**, Foz de Iguaçu: Sociedade Brasileira de Meteorologia / Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002. CDROM .

CAILLIEZ, F.; PAGES, J.P. **Introduction a L'Analyses des Données**. Paris: Societe de Mathematiques Appliquees, 1976, 616p.

CEBALLOS, J.C.; BRAGA, C. C. Missing data assessment in a solarimetric network. **International Journal of Climatology**, v.12, n.3, p.325-340, 1995.

DESSAY, N. et al. Relações entre a vegetação e a cobertura de nuvens a partir dos dados NDVI/NOAA AVHRR GAC e ISCCP no Brasil para o período de 1984-1993. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...**, Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia / Universidade Estadual do Rio de Janeiro, 2000. CDROM.

GONG, X.; RICHMAN, M.B. On the application of cluster analysis to growing season precipitation data in North America East of the Rockies. **Journal of Climate**, v.8, p. 897-924, 1995.

GUTMAN, G.; IGNATOV, A. The derivation of the green vegetation fraction from AVHRR/NOAA data for in numerical weather prediction models. **International Journal Remote Sensing**, v.19, n. 8, p.1533-1543, 1998.

HUETE, A. R. et al. A comparison of vegetation indice over a global set of TM images for EOS-MODIS. **Remote Sensing Environment**, v.59, p. 440-451, 1997.

LIU, W.T.H.; KOGAN, F.N. Monitoring regional drought using the Vegetation Condition Index. **International Journal of Remote Sensing**, v.17, n.14, p. 2761-2782, 1996.

MELO, M. L. D.de. **Efeito da vegetação em Simulações Numéricas com o Modelo RAMS**. Campina Grande: UFCG, 2003. 108p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia).Universidade Federal de Campina Grande – PB.

NICHOLSON, S. E.; FARRAR, T.J. The influence of soil type or the relationships between NDVI, rainfall and soil moisture in semiarid Botswana. **Remote Sensing. Environment.** v.50, p.107-120, 1994.

PARKINSON, C. L. “**Earth from above**”. University Sciences Books, Sansalito,1997. Land vegetation, p.107-111.

SEI - SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. www.sei.ba.gov.br/geoambientais/carta_vegetação) acesso em: 20 / 09/ 2005.

WESSELS, K.J. et al. Assessing the effects of human-induced land degradation in the former homelands of northern South Africa with a 1 km AVHRR NDVI time-series. **Remote Sensing of Environment.** v. 91, p. 47-67, 2004.