

INTERLIGAÇÃO ENTRE ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DERIVADO DO SATÉLITE NOAA E PRECIPITAÇÕES NO ESTADO DA PARAÍBA

IZABELLY CARVALHO DA COSTA
CÉLIA CAMPOS BRAGA
MARIA LUCIENE DIAS DE MELO
EYRES DIANA VENTURA

UFCG – Universidade Federal De Campina Grande
Caixa Postal 10041 - Campina Grande – PB – Brasil
izabellycarvalho@zipmail.com.br
célia@dca.ufpb.br

Abstract. Results of a study of interannual correlations between NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) and rainfall in the Paraíba state during the period 1981-99 are presented in this paper. The NDVI data was obtained from high resolution sensors of the satellites (NOAA). Factorial Analysis in Principal Components Technique was used to identify common spatial factors of NDVI and rainfall. The results indicate a strong correlation between the NDVI and rainfall in the Paraíba state of Brazil.

Keywords: vegetation index, correlations, precipitation.

1. Introdução

A Paraíba está situada entre os paralelos de 6°2'24''S a 8°18'36''S e meridianos de 34°49'48''W a 38°46'12''W, é caracterizada em sua maior parte como semi-árida, com temperatura média de que varia de 22°C à 26°C e precipitação média anual superior a 1600 mm no litoral, inferior a 400mm no Cariri e Curimataú e superior a 800mm no Sertão.

A cobertura vegetal da Paraíba é caracterizada por diversos padrões morfológicos que dependem da localização geográfica e das condições climáticas. Atlas Geográfico da Paraíba (1985).

Uma maneira de analisar o comportamento da vegetação é através de dados de satélites meteorológicos. O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN) é obtido pela combinação das radiações refletidas na banda do visível (VIS) e do infravermelho próximo (IV), a partir de dados do sistema de sensores AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) do satélite NOAA (National Oceanic and Atmosphere Administration).

Nos últimos anos inúmeros trabalhos tem sido desenvolvido utilizando dados do IVDN obtidos de imagens AVHRR/NOAA com diferentes finalidades. Nicholson & Farrar (1994) estudaram a variabilidade temporal do IVDN para regiões semi-áridas da África, Huete et al. (1997) para diferentes tipos de vegetação do globo, Batista et al. (1993) para a região Amazônica, Almeida (1997) para o cerrado brasileiro e Braga (2000) para o Nordeste do Brasil.

O objetivo deste trabalho foi fazer uma análise de correlações cruzada entre o IVDN e as precipitações no Estado da Paraíba a partir dos escores espaciais destes parâmetros, visando encontrar uma relação entre o índice de vegetação e a variabilidade interanual das precipitações.

2. Material e Metodologia

2.1. Dados

2.1.1. Dados do IVDN derivados do AVHRR/NOAA

Os dados mensais do índice de vegetação que foi utilizado neste estudo correspondem ao período de 1982 a 1999 e foram cedidos pela divisão de sensoriamento remoto do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), com resolução espacial de 7,6km x 7,6km, obtidos pela relação:

$$IVDN = (I - R) / (I + R)$$

onde, **I** é a reflectância no infravermelho próximo e **R**, é a reflectância no visível.

2.1.2. Dados da Vegetação

Para identificação da cobertura da vegetação da Paraíba foi utilizado o mapa geográfico do Estado com seus tipos morfológicos da vegetação. Atlas Geográfico do Estado da Paraíba (1985) Figura 1.

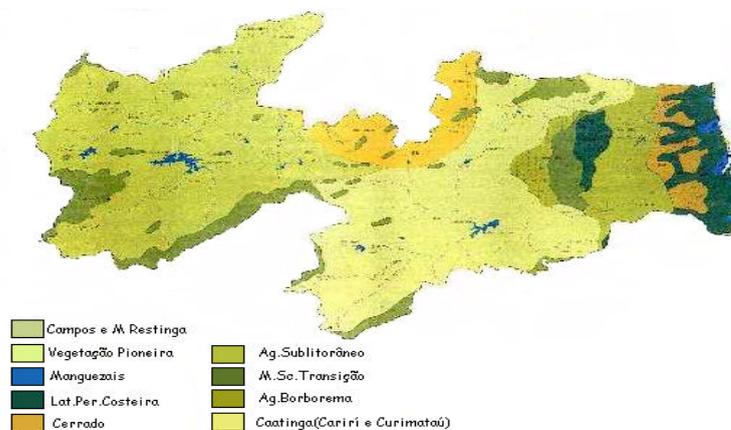


Figura 1 - Distribuição espacial da vegetação no Estado da Paraíba (fonte: Atlas Geográfico do Estado da Paraíba 1985).

2.1.3. Dados de Precipitação

Foram utilizados dados mensais da precipitação de estações meteorológicas e postos pluviométricos distribuídas no Estado da Paraíba, cujo os períodos coincidem com a série de dados dos índices de vegetação (1982-1999). Esses dados se encontram disponíveis no Departamento de Ciências Atmosféricas (DCA) do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande.

2.2. Metodologia

Os dados de IVDN utilizados neste estudo são composições temporais mensais selecionadas para o Estado da Paraíba de 1982-1999, as quais foram extraídas das imagens do IVDN dos dados AVHRR/NOAA, com resolução de 7,6 x 7,6 km², com padrão Global Area Coverage (GAC) do arquivo GIMMS. Os níveis de cinza dos canais 1 e 2 do sensor AVHRR são convertidos em unidades de reflectância, usando a calibração pré-vôo fornecida pela NOAA, Batista et al. (1993). Para minimizar os efeitos atmosféricos tais como: nuvens, vapor d'água, aerossóis que reduzem o contraste entre as reflectância do visível e do infravermelho próximo, são utilizadas as imagens mosaico, cujo o máximo valor do IVDN é observado para o período de um mês, Gutman (1991).

No nosso estudo os valores médios de IVDN foram obtidos dentro da resolução espacial de 22,8 x 22,8 km².

Com as médias anuais do IVDN para o período de 1982-99, organizou-se um arquivo disposto sob forma de matriz. O mesmo procedimento foi empregado para os totais anuais da precipitação do mesmo período. Em seguida foi empregada a técnica estatística da Análise Fatorial por Componentes Principais (CP), Wilks (1995), Richaman (1986) para a obtenção dos fatores comuns temporais espaciais do IVDN e precipitações na região. A partir das CP's do IVDN e precipitações foram feitas as correlações cruzadas, XII CBMet (Foz do Iguaçu, 2002).

3. Resultado e Discussão

3.1. Variabilidade Interanual do Índice de Vegetação

O primeiro fator comum espacial rotacionado do índice de vegetação que explica 80,5% da variância total apresenta correlações positivas em toda a região, que variam de 0,2 na parte leste e superiores a 0,6 na região central atingindo os máximos no noroeste do Estado. A série temporal associada a este primeiro fator apresenta contribuições máximas superiores a 1 nos anos de 85, 89 e 95 e mínimos inferiores a -1 nos anos de 82, 83, 92, 93 e 98 (Figura 5). Este fator evidencia que tanto para anos chuvosos como para anos com pouca chuva, no interior do estado o índice se comporta conforme a disponibilidade da precipitação.

O segundo fator comum espacial rotacionado do IVDN que explica 8,4% da variância total apresenta correlações positivas em toda a região, com valores superiores a 0,7 na porção leste da Paraíba. No interior as correlações apresentam seus mínimos inferiores a 0,3. Analisando a série temporal deste fator, observam-se máximos em 86 e 92 e mínimos em 93 e 98. Os anos de 86 e 92 choveu em torno da média, não provocando mudanças no desenvolvimento da vegetação. Em 93, 98 os mínimos ocorreram por causa do El Niño.

A distribuição espacial do terceiro fator comum do índice que representa 2,7% da variância total, é complexo, destacando-se apenas dois pequenos núcleos com correlações superiores a 0,6 no nordeste do Estado (região do Brejo). A série temporal deste fator apresenta mínimos em 94 e máximo em 99. Este fator mostra que embora tenha chovido em 94 o índice de vegetação decresceu no leste. O máximo em 99 evidencia que apesar de ter sido um ano seco, para a região do Brejo a vegetação manteve-se verde.

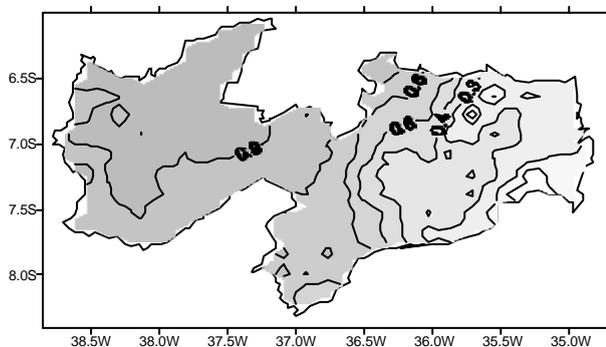


Figura 2 – Distribuição espacial do 1º fator rotacionado do IVDN (80,5%).

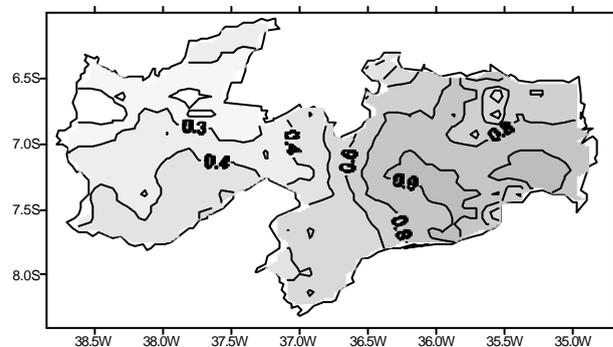


Figura 3 – Distribuição espacial do 2º fator rotacionado do IVDN (8,4%).

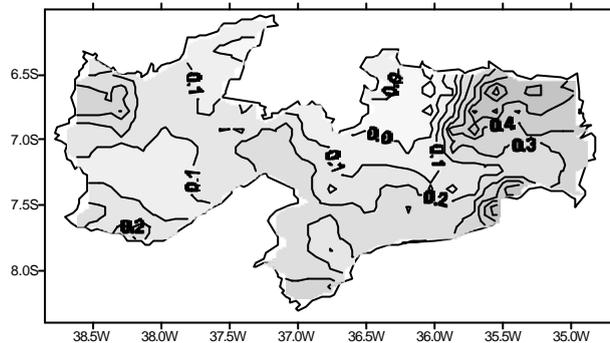


Figura 4 – Distribuição espacial do 3º fator rotacionado do IVDN (2,7%).

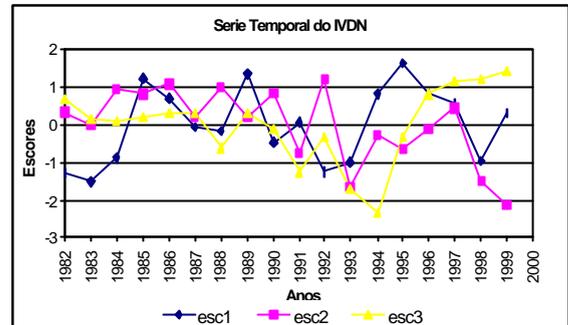


Figura 5 – Série Temporal do IVDN.

3.2. Variabilidade Interanual da Precipitação

Os cinco primeiros fatores comuns espaciais que explicam 89,4% da variância interanual da precipitação foram retidos pelo critério mínimo dos autovalores, ou seja, $\lambda > 1$, Garayalde (1986). Embora tenhamos selecionado os cinco primeiros fatores apresentaremos os resultados mais detalhados dos três primeiros que explicam 83% da variância total (Figura 9). O primeiro fator comum espacial que explica 75,2% da variância, apresenta altas correlações positivas superiores a 0,7 na região oeste do Estado, no restante da região são ainda significativas variando entre 0,4 a 0,6 (Figura 6). A série temporal deste fator (Figura 9) apresenta escores máximo superior a 3 para o ano de 85, significando que neste ano houve acréscimo considerável das chuvas em toda região.

O padrão espacial do segundo fator da precipitação apresenta correlações positivas com valores superiores a 0,7 na região leste do Estado, observa-se também um núcleo superior a 0,8 no Brejo (Figura 7). A série temporal correspondente a este fator mostra seus valores mais elevados nos anos de 86, 92 e 94, e os valores mais baixos nos anos de 93 e 99 (Figura 8).

A distribuição espacial do terceiro fator apresenta correlações homogêneas por toda região. Na série temporal deste, observa-se um máximo em 89, destacando o fenômeno de La Niña. Os mínimos observado nos anos de 97, 98 e 99 estão relacionados aos anos secos de El Niño, os mesmos foram indicados por outros fatores. Na séries temporal do quarto fator comum observa-se máximos em 84 e 88, e a série temporal do quinto fator destaca que em 96 choveu menos no leste da Paraíba. Esses anos foram considerados normais (em torno da média) dispensando maiores comentários.

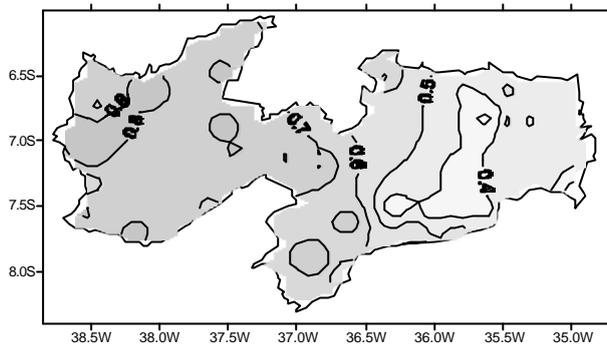


Figura 6 – Distribuição espacial do 1º fator da precipitação (75,2%).

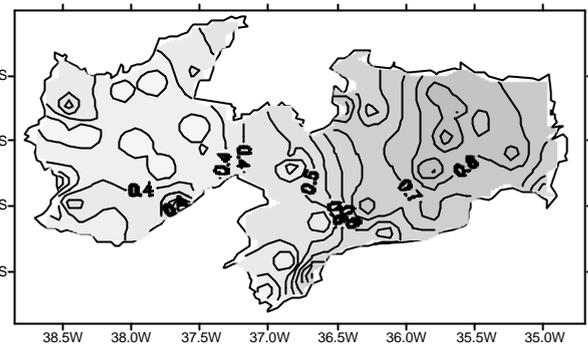


Figura 7 – Distribuição espacial do 2º fator da precipitação (7,2%).

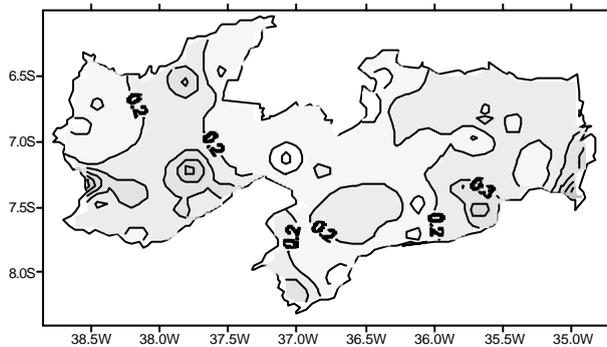


Figura 8 – Distribuição espacial do 3º fator da precipitação (3,03%).

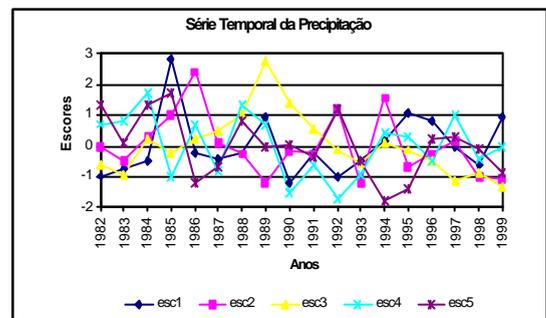


Figura 9 – Série temporal da precipitação.

3.3. Correlações Cruzadas entre o IVDN e as Precipitações

A tabela 1 ilustra a matriz de correlações cruzadas anuais entre as CP's das precipitações e do IVDN no período de 1982-1999. Como podemos observar o fator do IVDN (IVDN1) que explica 80,5% da variância tem correlação alta de 0,77 com o primeiro fator da precipitação (Prec1) que explica 75,2% da variância total. A análise cruzada destes dois fatores mostram que as anomalias dos anos extremos estão em fase, ou seja, quando o ano é muito seco o IVDN decresce e quando o ano é chuvoso o índice aumenta em toda região. O segundo fator do IVDN (IVDN2) apresentou correlação da ordem de 0,7 com o segundo fator da precipitação (Prec2), e mostra particularidades de alguns anos específico, tais como, 86 e 94 que choveram bem em toda Paraíba, com exceção de uma pequena faixa no litoral, onde o índice decresceu um pouco em 94. Este fator também especifica que em 92 apesar do ano ter sido considerado seco, na região do Brejo e litoral a precipitação foi mais elevada. Como indicado na tabela 1, os demais fatores apresentaram correlações insignificantes, dispensando comentários. Esses resultados estão em concordância com os obtidos para região Nordeste XII CBMet (Foz do Iguaçu, 2002).

	IVDN 1	IVDN 2	IVDN 3	Prec 1	Prec 2	Prec 3	Prec 4	Prec 5
IVDN 1	1,000							
IVDN 2	0,000	1,000						
IVDN 3	0,000	0,000	1,000					
Prec 1	0,771	-0,050	0,144	1,000				
Prec 2	0,127	0,698	-0,184	0,054	1,000			
Prec 3	0,316	0,382	-0,359	-0,020	0,083	1,000		
Prec 4	-0,102	0,364	0,262	0,060	-0,066	0,080	1,000	
Prec 5	-0,131	0,248	-0,340	-0,084	0,431	-0,029	0,072	1,000

Tabela 1 – Correlação cruzada entre o IVDN e a precipitação.

4. CONCLUSÃO

Diante da análise conjunta do IVDN e das precipitações podemos concluir que para os anos extremos os índices estão em fase com as precipitações, ou seja, quando um cresce o outro também cresce.

O primeiro fator do IVDN que explica 80,5% da variância tem alta correlação ($r=0,77$) com o primeiro fator da precipitação que explica 72,5% da variância total, e está associado com as anomalias dos anos extremos. O segundo fator do IVDN que explica 8,4% da variância tem correlação significativa de 0,70 com o segundo da precipitação que explica 7,2% da variância, mostrando particularidades de alguns anos específicos, tais como: 94 que foi um ano chuvoso em todo o Estado e o índice foi menor no Litoral e Brejo, isso podendo estar relacionado com os tipos de cobertura vegetal dessas regiões, e em 99 que foi um ano seco em todo o Estado e no Brejo a vegetação não apresentou mudanças significativas, neste ano choveu menos, porém foi melhor distribuída no Brejo.

REFERÊNCIAS

Atlas Geográfico Do Estado Da Paraíba. Secretária da Educação- Governo do Estado da Paraíba. UFPB. Grafset – p.100, 1985. João Pessoa.

Almeida, S. A. O. *Determinação de redução de umidade superficial na região dos cerrados com imagens AVHRR/NOAA e precipitação pluviométrica*. Brasília, 1997. 316p. Tese de Doutorado em Ecologia. Universidade de Brasília.

Batista,G.T; Shimabukuro,Y.E e Larence, W. T. Monitoramento da cobertura florestal através de índice de vegetação do NOAA-AVHRR. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 7 . Curitiba, maio 10-14, 1993. São José Campos INPE. *Anais*, 2: 30-37, 1993.

Braga, C. C *Inter-Relações entre Padrões de Índice de Vegetação e de pluviometria no Nordeste do Brasil*. Campina Grande, 2000. 124p. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal da Paraíba.

Braga, C. C; De Brito, J. I. B.; Sansigolo, C. A. Correlações cruzadas entre IVDN e precipitações para o período de 1981-1990 no Nordeste do Brasil. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 12., Foz do Iguaçu, agos. 2002. CD-Room. Paraná 2002.

Garayalde, E.J.G., Da Silva, M.G.A., Tavares, A. de Sá. Classificação meso-climática da região sul do Brasil pela análise de Componentes Principais. In: *Congresso Interamericano De Meteorologia, 1, Congresso Brasileiro De Meteorologia*, 1986, Brasília. *Anais...*, v.1, p.119-124, 1986.

Gutman, G. G. Vegetation Indices from AVHRR: Update and Future Prospects. *Remote Sensing Environment*. 35: 121-136,1991.

Huete, A.R.; Liu, H.Q.; Batchily, K. and Van Leeuwen. A comparison of vegetation indice over a global set of TM images for EOS-MODIS. *Remote Sensing Environment*. 59:440-451, 1997.

Nicholason, S.E and Farrar, T.J. The Influence of Soil Type or the Relationships Between IVDN, Rainfall and Soil Moisture in Semiarid Bostswana. *Remote Sensing Environmet*. 50: 107-120.1994

Richaman, M. B. Review article ratation of principal components. *Journal of climatology*.6: 293 -335.1986.

Wilks, S.D. *Statistical methods in the atmospheric sciences*. London, Academic Press. 464p. 1995.