

## TENDÊNCIA DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO NO ESTADO DA PARAÍBA

<sup>1</sup>PEDRO VIEIRA DE AZEVEDO, <sup>2</sup>LUCIMARY MOREIRA GOMES, <sup>3</sup>VICENTE DE PAULO RODRIGUES DA SILVA

<sup>1</sup>Eng. Agrônomo, Prof. Associado, UACA/CTRN/UFCG, Campina Grande-PB, Fone: (xx83) 3310 1199, [pvieira@dca.ufcg.edu.br](mailto:pvieira@dca.ufcg.edu.br).

<sup>2</sup>Meteorologista, Instituto de Gestão das Águas e Clima/Centro Estadual de Meteorologia da Bahia, Salvador – BA.

<sup>3</sup>Meteorologista, Prof. Adjunto, UACA/CTRN/UFCG, Campina grande – PB.

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de setembro de 2009 – GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções – Belo Horizonte – MG.

**RESUMO:** Dados mensais e anuais do índice de vegetação por diferença normalizada (IVDN), correspondentes ao período de 1982 a 1999 do estado da Paraíba foram utilizados na avaliação da tendência do Índice de vegetação em cada microrregião do estado da Paraíba. As tendências foram analisadas pelo teste de Mann-Kendall. Os resultados indicaram que: 1. o índice de vegetação apresentou comportamento correspondente ao da precipitação, com acréscimo pouco significativo nos municípios de Alhandra, Mamaguape, João Pessoa como era de se esperar para a microrregião do Litoral paraibano. Também houve um acréscimo não significativo do índice de vegetação nos municípios de Oivedos, Monteiro e Pombal. Foram identificados decréscimos significativos em núcleos isolados nos municípios de Picuí, Araçagi e Pilar, correspondentes ao índice de aridez mais acentuado. Para o resto do estado, o índice de vegetação apresentou tendência à redução não significativa. Em geral, o índice de vegetação apresentou uma taxa de decréscimo não significativo para todas as microrregiões, apenas com alguns núcleos isolados com tendência crescente não significativa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Microrregiões climáticas, teste de Mann-Kendall, níveis de significância.

## TENDENCY OF THE VEGETATION INDEX IN PARAÍBA STATE

**ABSTRACT:** Monthly and annual data of normalized difference vegetation index (NDVI) for the period from 1982 to 1999 at the Paraíba state were used for evaluating the tendency of the vegetation index for each state micro-region. The tendencies were analyzed by the Mann-Kendall test. The results indicated that: the vegetation index showed a time behavior corresponding to that of rainfall, with increases non significant in the localities of Alhandra, Mamaguape and João Pessoa as it was expected for the Coastal micro-region of Paraíba state; Also, there was a non significant increase of the vegetation index in the localities of Oivedos, Monteiro and Pombal; significant reduction of the vegetation index were observed in the localities of Picuí, Araçagi and Pilar corresponding to the highest values of the aridity index. For the other state micro-regions, the vegetation index showed non significant reduction tendency. In general, the vegetation index showed a non significant annual rection rate for all state micro-regions except for few isolated nucleus with non significant increasing rates.

**KEYWORDS:** Climatic micro-regions, Mann-Kendall test, significance levels.

## INTRODUÇÃO:

Vários estudos sobre processos de desertificação em áreas do Semi-Árido da região Nordeste têm sido desenvolvidos (Nimer, 1980; Ferreira et al., 1994; Sampaio et al., 1994; Vincent et al. (2005); Santos & Brito, 2007, entre outros). Entretanto, esses estudos deram pouca ênfase às variações climáticas e ao processo de realimentação clima-vegetação. Logo, estudos

visando avaliar o efeito da variabilidade climática sobre avanço e recuo do processo de desertificação no Semi-Árido brasileiro, devem ser desenvolvidos.

A variabilidade inter-anual da vegetação pode ser analisada também através do índice de vegetação por diferença normalizada (IVDN) - Braga et al. (2003). Em regiões áridas e semi-áridas, o IVDN é bem correlacionado com a cobertura vegetal, bem como com a biomassa e produtividade biológica da vegetação (Nicholson et al., 1998; Ha et al., 2001). Portanto, o IVDN pode ser usado para distinguir regiões de deserto, daquelas de pastagem, culturas e vegetação nativa de áreas semi-áridas, e ainda para saber se ocorreu um declínio sistemático na produtividade biológica. Entretanto, o IVDN, por si só, não é um indicador adequado de degradação de terras, uma vez que não envolve mudanças de composição de espécies, textura e fertilidade do solo. Apesar disso, Nicholson et al. (1998) usaram, satisfatoriamente, o IVDN para medir o grau de desertificação. O IVDN varia entre -1 a +1 e para superfícies com alguma vegetação varia de 0 a 1, já a água e nuvens o NDVI geralmente é menor que zero (Oliveira, 2007). Face ao exposto, o presente estudo objetivou a avaliação da tendência ao processo de desertificação em áreas do estado da Paraíba com base no comportamento temporal e espacial do índice de vegetação.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foram utilizados dados mensais e anuais do índice de vegetação ( $I_v$ ), representado pelo IVDN, para o período de 1982 a 1999. Os dados de IVDN, processados pelo GIMMS (Global Inventory Monitoring Studies) da NASA, são organizados por continente e as informações referentes aos oceanos são omitidas, resultando em uma imagem de IVDN de resolução espacial de 5,0 km x 5,0 km. Valores mensais, gerados a partir dos máximos valores do mês atribuído a cada ponto e utilizados como índice de vegetação.

**Índice de vegetação:** O índice de vegetação ( $I_v$ ) foi obtido pela expressão:

$$I_v = \frac{(\rho_{IV} - \rho_V)}{(\rho_{IV} + \rho_V)} \quad (1)$$

em que  $\rho_{IV}$  é a refletância na banda espectral do infravermelho próximo (0,725 - 1,10  $\mu\text{m}$ ) e  $\rho_V$  é a refletância na banda espectral do visível (0,58 - 0,68  $\mu\text{m}$ ). Os dados remotos do  $I_v$  utilizados neste estudo, são composições selecionadas para o Nordeste do Brasil.

**Teste de Mann-Kendall:** As tendências temporais anuais de  $I_v$  foram analisadas através do teste de Mann-Kendall (Mann, 1945; Kendall, 1975), através da estatística  $S$  dada por:

$$S = \sum_{i=2}^n \sum_{j=1}^{i-1} \text{sin al}(x_i - x_j) \quad (2)$$

em que o  $\text{sin al}(x_i - x_j)$  é obtido da seguinte forma: -1 para  $x_i - x_j < 0$ , 0 para  $x_i - x_j = 0$ , 1 para  $x_i - x_j > 0$ . A estatística  $S$  tende à normalidade, com média e variância dadas por:

$$E[S] = 0, \text{Var}(S) = \frac{1}{18} [n(n-1)(2n+5)], \quad (3)$$

em que  $n$  é o tamanho da série temporal. O teste estatístico  $Z$  é dado por:

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{se } S > 0 \\ 0 & \text{se } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{se } S < 0 \end{cases} \quad (4)$$

O valor de Z indica uma tendência crescente ou decrescente se positivo ou negativo, respectivamente. Para um nível de significância ( $p$ ), é rejeitada a hipótese nula se o valor absoluto de Z é maior que  $Z_{1-\alpha/2}$ . Foram aplicados os níveis de significância:  $\alpha = 0,01$  e  $0,05$ .

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os dados foram analisados, preliminarmente, para locais representativos de cada Microrregião do estado da Paraíba (Tabela 1):

**Microrregião do Litoral:** Para a microrregião do Litoral apresenta-se a avaliação do município de Alhandra. Nesse município, o índice de vegetação apresentou uma tendência positiva não significativa (0,492), indicando um aumento não significativo da vegetação, ao longo do período analisado.

**Microrregião do Agreste:** Para a microrregião do Agreste apresenta-se a avaliação do município de Campina Grande. Nesse município, o índice de vegetação (Iv) apresentou uma tendência decrescente não significativa (-0,340), indicando um decréscimo de 0,031, ao longo do período analisado.

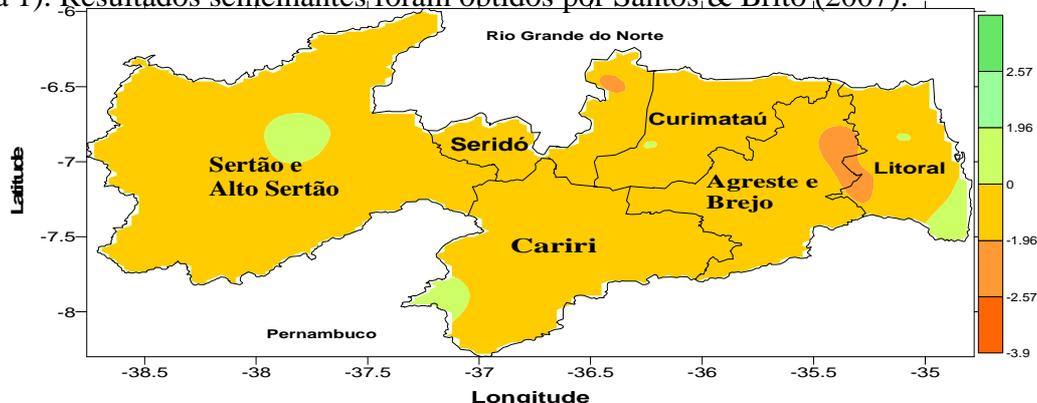
**Microrregião do Curimataú:** Para a microrregião do Curimataú apresenta-se a avaliação do município de Pedra Lavrada. Nesse município, o índice de vegetação (Iv) apresentou uma tendência decrescente não significativa (-0,568), indicando um decréscimo de 0,032, ao longo do período analisado.

**Microrregião do Cariri:** Para a microrregião do Cariri avaliou-se o município de Soledade. Nesse município, o índice de vegetação (Iv) apresentou tendência decrescente não significativa (-0,530), indicando um decréscimo de 0,024, ao longo do período analisado.

**Microrregião do Seridó:** Para a microrregião do Seridó avaliou-se o município de Patos. Nesse município, o índice de vegetação (Iv) apresentou uma tendência decrescente não significativa (-0,340), indicando um decréscimo de 0,027, ao longo do período analisado.

**Microrregião do Sertão e Alto Sertão:** Para a microrregião do Sertão e Alto Sertão avaliou-se o município de Cajazeiras. Nesse município, o índice de vegetação (Iv) apresentou-se constante, ou seja, sem qualquer tendência ao longo do período analisado.

Em geral, o índice de vegetação apresentou comportamento correspondente ao da precipitação, com aumento pouco significativo nos municípios de Alhandra, Mamaguape, João Pessoa como era de se esperar para a microrregião do Litoral paraibano. Também houve um aumento não significativo do índice de vegetação nos municípios de Olivedos, Monteiro e Pombal. Foram, ainda, identificados reduções significativas do (Iv) em núcleos isolados nos municípios de Picuí, Araçagi e Pilar, correspondentes ao índice de aridez mais acentuado. Para o resto do estado, o índice de vegetação apresentou tendência à redução não significativa (Figura 1). Resultados semelhantes foram obtidos por Santos, & Brito, (2007).



**Figura 1.** Distribuição espacial da estatística Z do teste de Mann-Kendall para o índice de vegetação anual no estado da Paraíba. Os valores positivos ou negativos de  $1,96 < Z < 2,57$  são estatisticamente significativos ao nível de 5% probabilidade e os valores positivos ou negativos de  $Z > 2,57$  são estatisticamente significativos ao nível de 1% de probabilidade.

**Tabela 1** – Variação dos valores críticos da tendência ( $Z_{crit}$ ) e da amplitude da variação média ( $\Delta$ ) do índice de vegetação ( $I_{VA}$ ) para as microrregiões do estado da Paraíba.

MICRORREGIÕES	LAT	LONG	ALT (m)	$Z_{crit}$ ( $I_{VA}$ )	$\Delta I_{VA}$
<b>Litoral</b>					
Alhandra	07°26'	34°55'	49	0,492	0,004
João Pessoa	07°10'	34°87'	6,7	0,037	0,008
Sapé	07°06'	35°14'	125	-2,007	-0,071
Mamanguape	06°50'	35°07'	54	0,189	0,0003
Mataraca	06°36'	35°03'	35	-1,552	-0,044
Santa Rita	07°08'	35°59'	16	-0,492	-0,019
Pilar	07°26'	35°26'	689	-2,159	-0,074
<b>Agreste e Brejo</b>					
Areia	6° 58'	35°42'	445	-0,719	-0,016
Araçagi	06°51'	35°22'	170	-2,537	-0,093
Campina Grande	07°12'	35°51'	508	-0,340	-0,031
Caiçara	06°37'	35°28'	185	-1,325	-0,036
Itabaiana	07°19'	35°19'	45	-1,212	-0,040
<b>Curimataú</b>					
Araruna	06°31'	35°44'	580	-1,022	-0,038
Oliveiros	06°54'	36°15'	545	0,113	0,013
Cuité	06°22'	36°09'	620	-0,568	-0,032
Soledade	07°04'	36°22'	560	-1,893	-0,097
<b>Cariri</b>					
Monteiro	07°88'	37°12'	599	0,227	0,008
S. Jose dos Cordeiros	07°39'	36°08'	640	-0,568	-0,012
Serra Branca	07°48'	36°56'	493	-0,946	-0,035
São João do Tigre	08°08'	36°48'	557	-0,530	-0,024
Sumé	07°66'	36°52'	532	-1,780	-0,083
<b>Seridó</b>					
Picuí	06°31'	36°22'	450	-2,159	-0,074
Pedra Lavrada	06°45'	36°28'	525	-0,871	-0,079
Santa Luzia	06°52'	36°56'	290	-0,492	-0,039
São Mamede	06°55'	37°06'	270	-0,340	-0,027
<b>Sertão e Alto Sertão</b>					
Antenor Navarro	06°44'	38°27'	240	-	-
Aguiar	07°05'	38°11'	280	-0,189	-0,010
Bonito de Santa Fé	07°19'	38°31'	275	-0,265	-0,029
Cajazeiras	06°53'	38°34'	291	0	0
Catolé do Rocha	06°21'	37°45'	250	-1,780	-0,087
Conceição	07°33'	38°31'	370	-0,492	-0,019
Condado	06°54'	37°37'	260	-0,189	-0,008
Desterro	07°17'	37°06'	590	-0,189	-0,013
Imaculada	07°23'	37°30'	750	-0,643	-0,032
Malta	06°54'	37°32'	340	-0,189	-0,008
Patos	07°01'	37°17'	250	-0,340	-0,002
Pombal	06°46'	37°49'	178	0,492	0,013
São Gonçalo/Souza	06°50'	38°19'	235	-0,530	-0,024
São José da Lagoa Tapada	06°56'	38°10'	260	-0,568	-0,012
São José de Piranhas	07°07'	38°30'	300	-1,174	-0,045
Teixeira	07°13'	37°16'	770	-0,265	-0,005

**Conclusões:** A análise da tendência do índice de vegetação nas microrregiões do estado da Paraíba permite concluir que:

1. De um modo geral, o índice de vegetação apresentou comportamento correspondente ao da precipitação, com acréscimo pouco significativo nos municípios de Alhandra, Mamaguape, João Pessoa como era de se esperar para a microrregião do Litoral paraibano. Também houve um acréscimo não significativo do índice de vegetação nos municípios de Olivedos, Monteiro e Pombal. Foram identificados decréscimos significativos em núcleos isolados nos municípios de Picuí, Araçagi e Pilar, correspondentes ao índice de aridez mais acentuado.

2. Para o período analisado (1982 a 1999), o índice de vegetação, no geral, apresentou uma taxa de decréscimo não significativo para todas as microrregiões e alguns núcleos isolados com tendência crescente não significativa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERREIRA, D.G.; MELO, H.P.; NETO, F.R.R.; NASCIMENTO, P.J.S. do. A desertificação no Nordeste do Brasil: Diagnóstico e perspectiva. IN: **Conferência Nacional e Seminário Latino-Americano da Desertificação**, Fortaleza, 7 a 11 de março de 1994. ESQUEL – PNUD – GOVERNO DO CEARÁ – BNB: Fortaleza, 1994, 56p.

KENDALL, M. G. **Rank Correlation Methods**. London: Charles Griffin, 1975, 120 p.

MANN, H. B. Nonparametric tests against trend. **Econometrica**, v.13, p.245 - 259, 1945.

NIMER, E. Subsídio ao Plano de Ação Mundial para Combater a Desertificação – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). **Revista Brasileira de Geografia**, v. 42, n. 3, p. 612-637, 1980.

OLIVEIRA, A. D. S. R. de. (et al.) Análise preliminar do IVDN e da temperatura da superfície na mesorregião Leste do estado de Alagoas, utilizando imagens do satélite TM/LANDSAT 5 – **XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia** – Aracaju SE, Julho de 2007.

SANTOS, C.A.C. & BRITO, J.I.B. Análise de índices de detecção das mudanças climáticas para o semi-árido do Brasil e suas relações com TSM e IVDN. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.22, n.3, p.303-312, 2007.

SAMPAIO, E.V.S.B.; SOUTO, A.; RODAL, M.J.N; CASTRO, A.A.J.F.; HAZIN,C. Caatingas e cerrados do NE – Biodiversidade e ação antrópica. IN: **Conferência Nacional e Seminário Latino-Americano da Desertificação**, Fortaleza, 7 a 11 de março de 1994. ESQUEL – PNUD – Governo do Ceará – BNB: Fortaleza, 1994, 15p.

VINCENT, L. A.; PETERSON, T.C.; BARROS, V.R.; MARINO, M.B.; RUSTICUCCI, M.; CARRASCO, G.; RAMIREZ, E.; ALVES, L.M.; AMBRIZZI, T.; BERLATO, M.A.; GRIMM, A.M.; MARENGO, J.A.; MOLION, L.; MONCUNIL, D.F.; REBELLO, E.; ANUNCIACÃO, Y.M.T.; QUINTANA, J.; SANTOS, J.L.; BAEZ, J.; CORONEL, G.; GARCIA, V.J.; TREBEJO, I.; BIDEGAIN, M.; HAYLOCK, M.R.; KAROLY, D.J. Observed trends in indices of daily temperature extremes in South America 1960-2000. **Journal of Climate**, v.18, p.5011-5023, 2005.