

Análise espacial do IVDN no estado da Paraíba baseado em séries de dados do sensor AVHRR/NOAA

Milena Pereira Dantas¹
Célia Campos Braga²
Gabrielle Bezerra Oliveira³
Leandro Fontes de Sousa⁴
Jonathan Castro Amanajás⁵

^{1,2,3,4,5}Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Rua Aprígio Veloso, 882, Bairro Universitário
CEP: 58429-900. Campina Grande – PB, Brasil

¹milena_hds@hotmail.com
²celia@dca.ufcg.edu.br
³gabrielle.121@hotmail.com
⁴fontes.leandro@yahoo.com.br
⁵jonathan.amanajas@hotmail.com

Abstract. The aim of this study is to make a comparative analysis of the spatial variability of the vegetation in the atypical year of 2007 and 2009 in the state of Paraíba, Brazil. It was used daily images from the sensor system AVHRR (Advance Very High Resolution Radiometer), installed on board the satellite NOAA (National Oceanic and Atmosphere Administration), during a period of seven years (2005-2011). The images were processed with the help of software ENVI (Environment for Visualizing Images). Upon daily images higher value of the NDVI from the month of each grid point, was calculated. Files were generated monthly and quarterly for all years. Quarter and annual thematic maps of the ones Index of Vegetation by Normalized Difference (NDVI) were elaborated for the seven years and dry years of 2007 and rainy of 2009. The analysis of the results of the average year show tha rainy quarter (apr-may-jun) were found higher values of the index, and the lowest were found on the last quarter (oct-nov-dec). As for dry year the NDVI was generally below average. And for the rainy year it was above average in all quarters. The study shows that the spatial variability of vegetation is directly related to rainfall patterns of Paraíba state. Therefore the NDVI could be considered a good indicator precipitation in a given region.

Palavras-chave: remote sensing, vegetation index, precipitation, índice de vegetação, precipitação, sensoriamento remoto, trimestral.

1. Introdução

A Biosfera é composta de uma série de elementos físico-químicos que favorecem ao desenvolvimento da vida. A natureza funciona como uma máquina perfeita onde cada um desses elementos desempenha sua função. Um ecossistema é constituído de fatores bióticos e abióticos, em que alterações provocadas nos ecossistemas bióticos podem interferir diretamente nos fatores abióticos e vice-versa. Por exemplo, o tipo de vegetação presente em uma determinada região, está diretamente associado ao tipo de clima e de solo (fatores abióticos) existentes na mesma. A retirada da vegetação de uma região pode ocasionar mudanças significativas no clima, agravando os processos erosivos que degradam o solo. Nesse contexto, o monitoramento da vegetação é de fundamental importância na preservação dos ecossistemas e da vida como um todo.

Séries de dados multitemporais obtidas através de sensoriamento remoto têm sido amplamente utilizadas em pesquisas direcionadas ao estudo do comportamento dinâmico da vegetação, tornando mais operacional o sistema de monitoramento da vegetação, principalmente em áreas extensas, tendo como apoio informações coletadas de satélites meteorológicos e

ambientais, tais como, Landsat/TM, AVHRR/NOAA, MODIS/Terra Aqua, ASTER, dentre outros.

Neste estudo, utilizaram-se os dados do sistema de sensores de alta resolução temporal AVHRR (*Advance Very High Resolution Radiometer*) instalados a bordo do satélite da série NOAA (*National Oceanic and Atmosphere Administration*), dado sua facilidade no processamento das imagens e capacidade de fazer o monitoramento da resposta espectral da vegetação de grandes áreas geográficas a partir das bandas do visível (VIS) e no infravermelho próximo (NIR), fornecendo informações da refletância da superfície vegetada e possibilitando identificar e mapear áreas de cobertura vegetada no globo terrestre (Parkinson, 1997).

A utilização de imagens digitais de satélite, especialmente em estudos ambientais voltados para interpretação e caracterização da variabilidade de diferentes tipos de vegetação e totais sazonais de precipitação, foi discutida por vários autores, a exemplo de: Srivastava et al. (1997), Ha et al. (2001), Braga et al. (2003), Wessels et al. (2004), Braga et al. (2006), Soares (2008) e Braga et al. (2009).

Gutman e Ignatov (1998) utilizaram dados mensais do IVDN para produzir fração da vegetação e incorporaram em modelos numéricos de previsão de tempo e clima, identificando melhorias significativas nos fluxos de superfície. Dantas (2008) realizou um estudo comparativo entre imagens do Landsat 5 – TM e AVHRR/NOAA para estimar o índice de área foliar e albedo sobre diferentes alvos na região de Quixeré, no estado do Ceará, encontrando para alguns alvos desta região correlações significativas entre os parâmetros medidos e estimados.

Araújo et al. (2009) utilizaram dados do IVDN do Landsat 5 – TM para avaliar possíveis impactos ambientais na Chapada do Araripe – CE. Os resultados evidenciaram que algumas áreas sofreram processo de degradação ambiental e outras apresentaram sinais de recuperação. Sousa et al. (2010) e Sousa et al. (2011) fizeram o monitoramento da vegetação para o estado da Paraíba através de imagens obtidas do AVHRR/NOAA e concluíram que o IVDN retratou fielmente o regime pluviométrico da região, especialmente nas áreas onde predomina a vegetação Caatinga, que responde rapidamente as alterações de umidade do solo.

Recentemente, Lima Nascimento (2012) utilizou dados dos sistemas de sensor MODIS instalado a bordo dos satélites Água e Terra para determinar vários parâmetros meteorológicos, e obter o balanço de radiação instantânea e diária na bacia hidrográfica do baixo Jaguaribe-CE. A autora encontrou erros entre os valores medidos e estimados para o saldo de radiação instantâneo e diário dentro da faixa aceitável quando comparados com a literatura.

Com base nas diversas aplicabilidades do sensoriamento remoto, bem como do estudo do índice de vegetação, o objetivo desse trabalho é fazer uma comparação entre a variabilidade da vegetação trimestral médio anual de sete anos com um ano seco (2007) e um chuvoso (2009) no estado da Paraíba, para compreender melhor a evolução da vegetação nativa durante os anos em questão.

2. Metodologia

O NOAA carrega a bordo o sensor AVHRR, constituído de um radiômetro multiespectral acoplado a um sistema de varredura transversal à trajetória do satélite, que fornece imagens em vários canais no visível e no infravermelho com resolução espacial no nadir de 1,1 km (*pixel* = 1 km x 1 km) e orbita a Terra a uma altitude de 844 km (Alves Moreira, 2005). Foram utilizados dados do sistema de sensores AVHRR do satélite NOAA-16 e 18 para os anos de 2005 a 2011. Esses dados são provenientes dos canais 1 e 2 (visível e infravermelho próximo) e são convertidos em unidades de refletância processados e de calibrados com o auxílio do software ENVI (*Environment for Visualizing Images*). Também se utilizou dados totais mensais de

precipitação para auxiliar na análise do IVDN. Estes dados são de estações climatológicas e postos pluviométricos do Estado da Paraíba (Figura 1), e encontram-se disponíveis no site da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA, 2012.

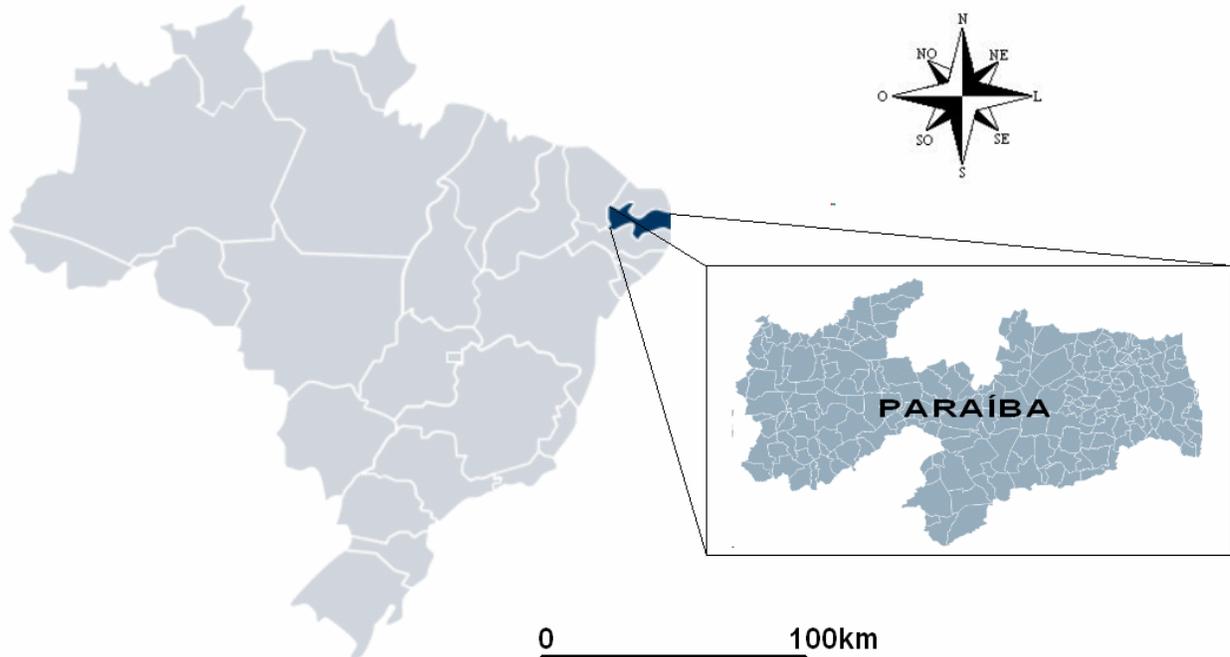


Figura 1: Posição geográfica do estado da Paraíba.

As imagens do AVHRR/NOAA foram obtidas diretamente do NOAA com resolução espacial de 4 km. Depois do tratamento das imagens, foram calculados os IVDN para a relação entre as refletâncias do canal visível e infravermelho próximo. Logo, o índice de vegetação por diferença normalizada, é determinado pela proporção (Equação 1):

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

Em que **IV** e **VIS** são as medidas da refletância nas bandas espectrais do infravermelho próximo (0,725 – 1,10 μm) e do visível (0,58 – 0,68 μm). Calculou-se o IVDN para cada dia do mês, obtendo uma matriz de dados e, em seguida, foi utilizado um programa computacional para selecionar o maior valor do IVDN para cada ponto de grade em cada mês e local. Assim, gerou-se um novo arquivo correspondente aos dias do mês com maior valor de IVDN. Este procedimento visa minimizar os efeitos atmosféricos tais como: contaminação por nuvens, vapor d'água, aerossóis que reduzem o contraste entre as refletâncias entre o visível e infravermelho próximo (Guttman, 1991). A partir desses arquivos confeccionaram-se mapas mensais, trimestrais e anuais do IVDN para o Estado da Paraíba. Para auxiliar a análise espacial mensal da vegetação fez-se mapas mensais chuva para os anos estudados.

3. Resultados e Discussão

As figuras 2a a 2d representam os mapas temáticos da média trimestral do índice de vegetação de 2005 a 2011. As figuras 3a a 3d e 4a a 4d representam, respectivamente, a média trimestral do IVDN do ano seco (2007) e chuvoso (2009). A variabilidade média trimestral jan-fev-mar aponta os que os valores de IVDN são mais elevados, superiores a 0,4, na parte leste do

estado (sertão) influenciado pelo início do período chuvoso. Na região central, neste trimestre as chuvas são escassas refletindo no IVDN baixo. No trimestre seguinte abril-maio-junho, começa as chuvas na região central e leste (Figura 2b). Observa-se que neste trimestre a vegetação está em seu estágio de desenvolvimento pleno (índice mais elevado), mesmo com o decréscimo das chuvas no oeste (AESAs, 2012). A partir de julho a estiagem começa no oeste, entretanto no setor leste elas perduram até final de agosto. Por esta razão, é em média no trimestre jul-ago-set que o vigor da vegetação é notado. No litoral observa-se índice bem baixo, isto está associado a região alagada do mangue onde a reflectância do infravermelho é baixa, diminuindo a diferença entre IV e VIS. No último trimestre, o IVDN decresce em todo o estado, atingindo valores inferiores a 0,2 na região mais semi-árida do estado (Cariri, Curimataú) (Figura 2d). Consta-se, porém, que o índice de vegetação está diretamente relacionado com a ocorrência de chuva, consequentemente época chuvosa maiores índices e vice-versa (AESAs, 2012).

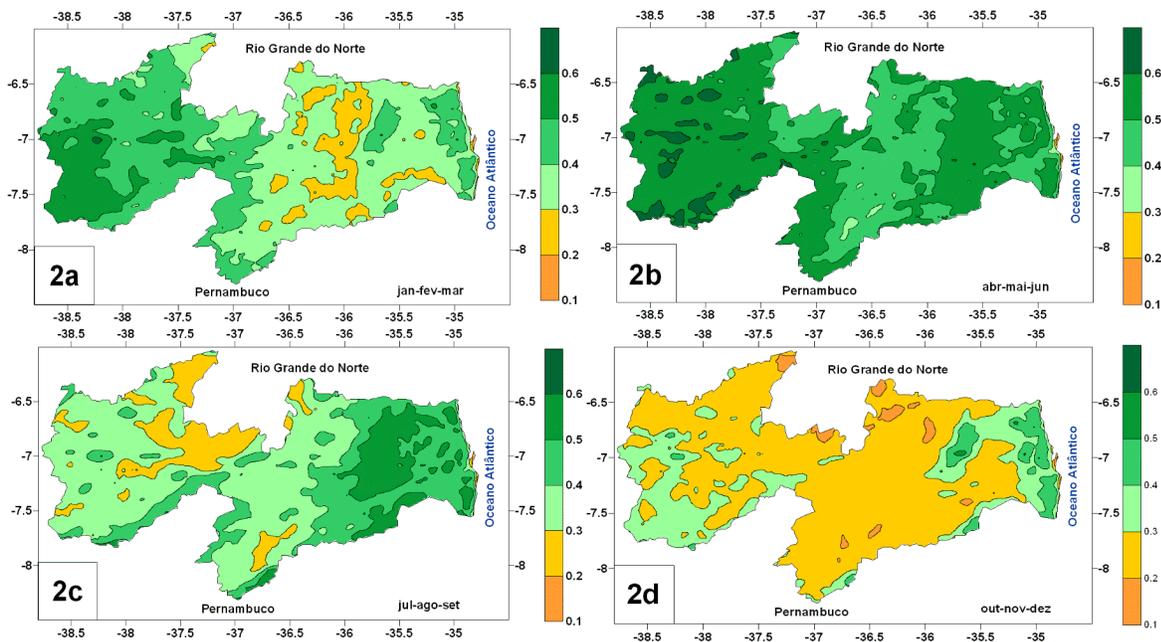


Figura 2a - 2d: Média trimestral do IVDN na Paraíba no período de 2005-2011.

A seguir serão mostrados os mapas temáticos para o ano seco de 2007 e chuvoso de 2009. As Figuras 3a a 3d ilustram a variabilidade espacial do índice de vegetação para os quatro trimestres. No primeiro trimestre (Figura 3a), observa-se que os maiores valores de IVDN se verifica no Sertão do estado, devido às chuvas ocorridas nessa região, chuvas essas provocadas principalmente pela influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que atua na região nesta época do ano. Para este trimestre o mapa temático se assemelha com média do primeiro trimestre do período (Figura 2a). No segundo trimestre (Figura 3b), o comportamento da vegetação se assemelha a média (Figura 2b), entretanto na região central verifica-se índice na região do Cariri com núcleos inferiores a 0,2, o que não foi observa no mapa médio. Nos trimestres seguintes (jul-ago-set e out-nov-dez), o índice de vegetação continuou decrescendo drasticamente em todo estado principalmente da região central até o Sertão, onde a vegetação predominante é caatinga. Observa-se que até no leste as chuvas foram bem menores no segundo semestre (AESAs, 2007), com índice mais elevado na Zona da Mata devido a vegetação de grande porte que se mantém verde o ano todo.

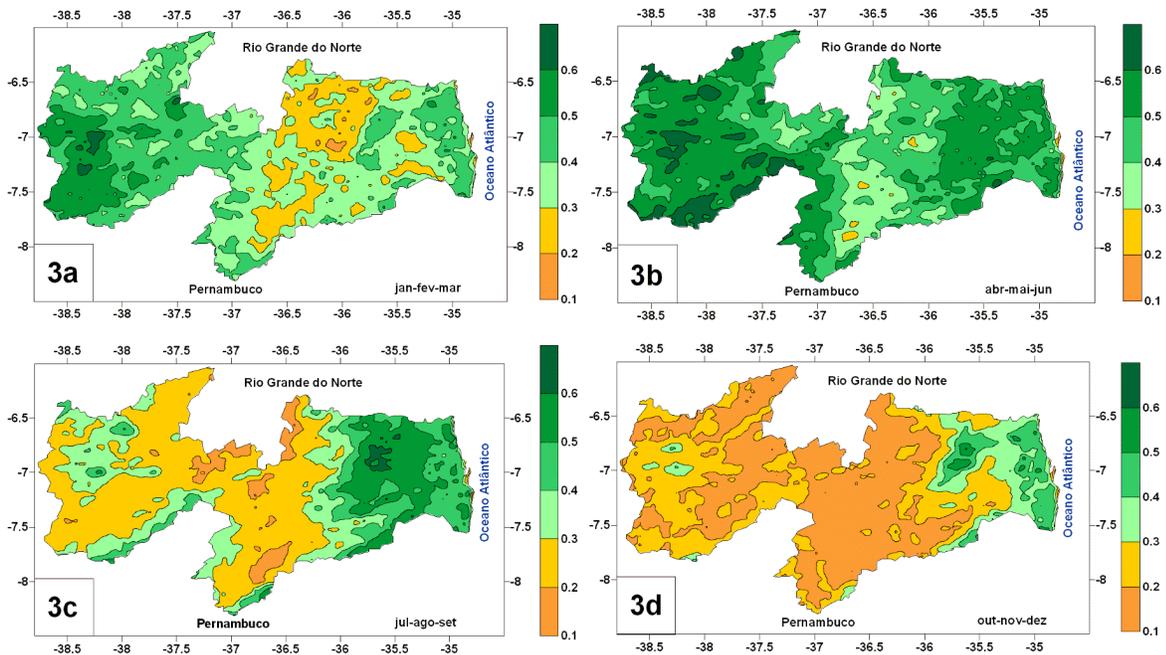


Figura 3a – 3d. Variabilidade espacial da média trimestral do IVDN na Paraíba para o ano de 2007.

Para o ano chuvoso de 2009 (Figura 4a a 4d), os índices de vegetação do primeiro trimestre (Figura 4a) são similares a média dos anos (Figura 2a). Observa-se que no Sertão paraibano o IVDN é superior a 0,4. Na região central, que compreende a mesorregião da serra da Borborema (Agreste) Brito e Braga (2006), são encontrados os menores índices. Contudo, o índice do trimestre (jan-fev-mar) deste é superior à média dos anos. No segundo trimestre (Figura 4b), o comportamento da vegetação se assemelha a média, porém os valores do índice superaram a média ($IVDN > 0,5$) em quase todo o estado, principalmente no Sertão e Agreste paraibano. No trimestre seguinte (Figura 4c), há uma diminuição lenta do IVDN do Sertão a Região Central provocado pelo fim do período chuvoso na região (AESAs, 2012). Do Agreste ao Litoral os valores continuam elevados, superiores a 0,6 na região do Brejo (Brito e Braga 2006). Os índices de vegetação do Sertão ao Agreste são análogos ao IVDN médio trimestral dos anos. Percebe-se ainda que a vegetação continua verde em quase todo o estado, com exceção de pequenos núcleos no extremo central norte, divisa com Rio Grande do Norte. No último trimestre, devido a estiagem o índice de vegetação decresce dentro da normalidade do estado (Figura 4d). Análise dos anos atípicos e médio mostra uma relação acentuada entre a vegetação e as chuvas na região como todo.

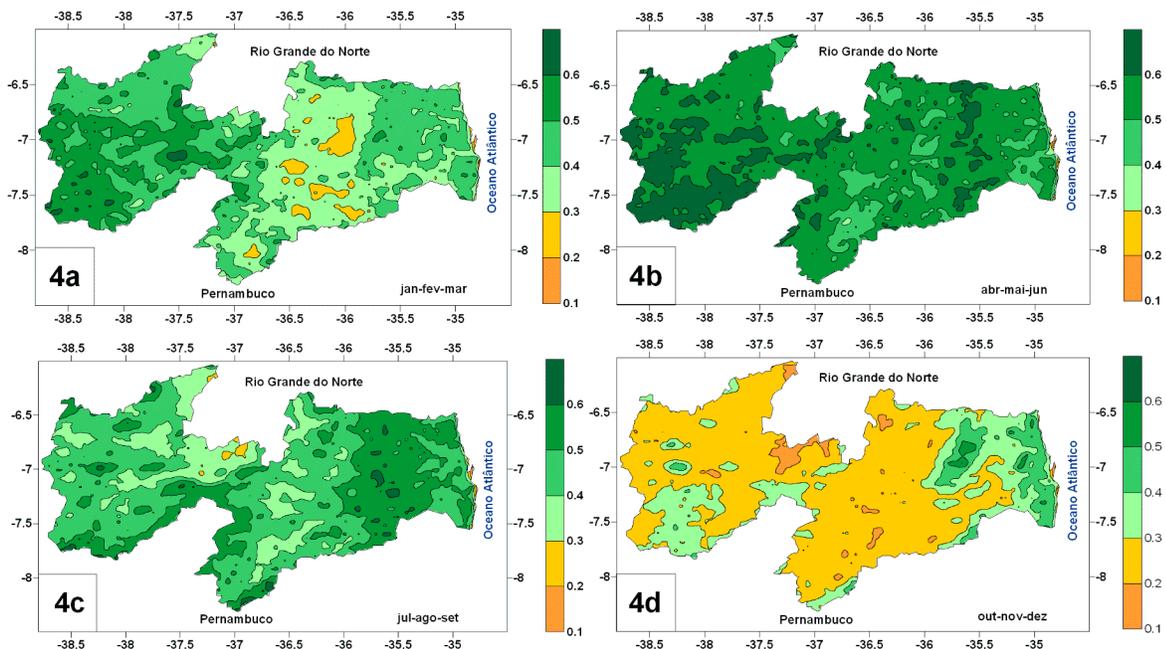


Figura 4a – 4d: Média trimestral do IVDN na Paraíba para o ano de 2009.

4. Conclusões

Tendo como base os mapas temáticos da variabilidade trimestral do índice de vegetação no estado da Paraíba, conclui-se que os índices de vegetação variam de acordo com a ocorrência de chuva, ou seja, um trimestre seco/chuvoso ocasiona uma diminuição/aumento no IVDN. No litoral, em 2007, apesar de índices pluviométricos baixos em determinadas épocas do ano, não foi observado grande oscilação na zona da mata (próximo ao litoral), devido o regime de chuva e tipo de vegetação na região. No ano chuvoso de 2009, o índice de vegetação apresentou valores superiores a média principalmente no brejo e sertão dos anos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão de bolsa de iniciação científica.

Referências Bibliográficas

AESA-Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Monitoramento. Disponível em: <<http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/monitoramentoClimatologiaPeriodoChuvoso.do?metodo=exibirAnosAnteriores>>. Acesso em 18.set.2012.

Araújo, A. L; Braga C.C. e Silva, B.B. Variação do NDVI na Chapada do Araripe com dados do Landsat 5 –TM. In: III SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CLIMATOLOGIA., 2009. Canelas – RS. **Anais** v.1, CDROM.

Moreira, M.A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. Universidade de Viçosa: Editora UFRV, 3ª edição, 2005. 320p.

Nascimento-Lima, G.S. **Obtenção do saldo de radiação no estado do Ceará utilizando imagens MODIS**. 2012. 86p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Campina Grande, PB. 2008.

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

Braga, C. C.; Soares, F. R.; Dantas, F. R. C.; Barbieri, L. F. P. Determinação do albedo e índice de área foliar usando o sensor TM/LANDSAT 5. In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2009, Natal. **Anais...** Natal: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, Brasil, 2009. p. 935-942.

Srivastava, S.K.; Jayraman, V.; Nageswara Rao, P.P.; Manikiam, B.; Chandrasekhar, M. G. Interlinkages of NOAA/AVHRR derived integrated IVDN to seasonal precipitation and transpiration in dryland tropics. **International Journal of Remote Sensing, Dundee,UK**, v.18, n.14, p. 2931-2952, 1997.

Ha, K.; Oh, H; Kim, K. Inter – Annual and Intra – Annual Variabilities of NDVI, LAI and T_s Estimated by AVHRR in Korea. Korea Journal of Estimated by AVHRR in Korea. **Korea Journal of Remote Sensing**, 2, 111-119. 2001.

Braga, C.C.; Brito, J.I.B.; Sansigolo, C.A e RAO; T. V. R. Tempo de resposta da vegetação às variabilidades sazonais da precipitação no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria-RS, v.11, n.1, p. 149-157, 2003.

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

Braga, C. C.; Neves, G. D; Brito, J. I. B. Estimativa da fração vegetação no leste da Bahia no período de 1982 a 1999. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Piracicaba-SP, v.14, n.3, p.252-260, 2006.

Soares, F. R.; Braga, C. C. Monitoramento mensal do IVDN no estado da Paraíba usando imagens do AVHRR/NOAA. In: V Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina, 2008, Campina Grande. **Anais**, v.1. CDROM.

Dantas, C. R. F. **Estudo Comparativo de Parâmetros da Vegetação Sobre Diferentes Alvos Utilizando Dados do AVHRR e TM**. Campina Grande: UFCG, 2008.54p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Universidade Federal de Campina Grande-PB.

Araujo, A. L; Braga C.C. e Silva , B.B. Variação do NDVI na Chapada do Araripe com dados do Landsat 5 –TM. In: III Simpósio Internacional de Climatologia, 2009, Canelas – RS. **Anais** v.1, CDROM

Sousa, L. F. ; Braga, C. C. ; Barbieri, L. F. P. Monitoramento Mensal do IVDN no estado da Paraíba Usando Imagens do AVHRR/NOAA de julho de 2009 a junho de 2010 In: VII Congresso de Iniciação Científica da UFCG, 2010, Campina Grande. **Anais**, v. 1. CDROM

Wessels, K. J.; Prince, S. D.; Frost, P. E.; Zil, D. van. **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.

Sousa, L. F. ; Braga, C. C. ; Silva, F. P. . Monitoramento Mensal Da Variabilidade Da Vegetação no estado da Paraíba Usando Imagens do AVHRR / NOAA: Período de 2010/2011. In: VIII Congresso de Iniciação Científica da UFCG, 2011, Campina Grande. Encontro Unificado de Iniciação Científica e Extensão. Campina Grande: UFCG, 2011. **Anais** v. 1. CDROM