

Relação entre o IAF e eventos de El Nino e La Nina na microrregião de Mossoró- RN

Relationship between the IAF and events of El Nino and La Nina in microregion Mossoró-RN

Francisco das Chagas Araújo do Nascimento¹ e Fabiane Regina da Cunha Dantas Araújo¹

RESUMO – Este trabalho teve como objetivo fazer uma avaliação detalhada do IAF em parte da região Oeste Potiguar nos anos de 1994 a 2009, obtidos pelo sensor Landsat 5 e relacioná-los com os fenômenos de El Nino e La Nina. Utilizou-se 6 imagens do Mapeador Temático do satélite LANDSAT-5 processadas pelo ERDAS IMAGINE em uma série tri anual de 1994 a 2009, em seguida relacionou-se com os eventos de El nino e La Nina ocorridos na região nesse período. A área de estudo esta situada na Microrregião de Mossoró pertencente a Mesoregião Oeste do Rio Grande do Norte. Os resultados mostraram que o ano 1994 apresentou a maior média do índice de área foliar dentre os estudados e que esse valor caiu até o ano de 2006, sendo 2003 o período de menor IAF da série e presença de El nino moderado. No ano de 2009 teve-se um crescimento no IAF, período em que houve a ocorrência de La Nina forte.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto, Landsat 5, Urbanização

SUMMARY - This study aimed to make a detailed of the IAF in part of the western of Potiguar in the years 1994 to 2009, obtained by the sensor Landsat 5 and relate and relate them to the phenomena of El Nino and La Nina. We used the 6 images of Thematic Mapper of satellite Landsat-5 processed by ERDAS IMAGINE in a serious tri annual from 1994 to 2009, then was related to the events of El Nino and La Nina occurred in the region during this period. The study area is situated in Microregion Mossoró belonging to Mesoregion west of Rio Grande do Norte. The results showed that the year 1994 had the highest average leaf area index among those studied and that this value fell by the year 2006, and 2003, the period of lowest LAI series and the presence of moderate El nino. In 2009 had to grow in the IAF, during which there was the occurrence of La Nina strength.

Keywords: Remote sensing, Landsat 5, Urbanization

¹Universidade Federal Rural do Semiárido – Ufersa, Av. Francisco Mota, 572, Costa e Silva, Mossoró – RN, francisofisica@ufersa.edu.br, fabiane@ufersa.edu.br

INTRODUÇÃO

Os dados de sensoriamento remoto têm sido de fundamental importância em pesquisas direcionadas ao estudo do comportamento dinâmico da vegetação. Tal abordagem procura tornar mais operacional o sistema de monitoramento da evolução espacial e temporal das mudanças na cobertura da superfície terrestre, sendo uma ferramenta de grande importância para a obtenção de informações necessárias ao manejo, gerenciamento e gestão de recursos naturais, tais como água, solo e vegetação (BATISTA & ALMEIDA, 1998). Para determinar-se e avaliar-se valores do Índice de Área Foliar (IAF) o sensoriamento remoto têm-se mostrado um meio eficaz. No entanto, ao estudar-se o IAF em uma determinada região, outros fatores devem ser considerados como causa ou consequência, dentre eles destacamos aqui os fenômenos El Niño e La Niña, um vez que teoricamente esses fenômenos podem influenciar na precipitação e com isso alterar o IAF.

O índice de Área foliar (IAF) é uma variável biofísica, definida como total de área foliar por área de superfície do terreno (WATSON, 1947), sendo a principal variável de entrada descritora da vegetação (RUNNING & COUGHLAN, 1988; TIKTAK & GRINSVEN, 1995) e está diretamente relacionada com a evapotranspiração (ROSENBERG et al., 1983; LANG & MCMURTRIE, 1992), o IAF também está diretamente relacionado com a capacidade de interceptação da chuva pelo dossel (KERGOAT, 1998; DIJK & BRUIJNZEEL, 2001).

O El Niño Oscilação Sul (ENOS) é um fenômeno de grande escala caracterizado por anomalias no padrão de temperatura da superfície do Oceano Pacífico Tropical que ocorrem de forma simultânea com anomalias no padrão de pressão atmosférica nas Regiões de Darwin (Austrália) e Taiti. A fase quente do fenômeno (El Niño) é caracterizada pela elevação da temperatura das águas da região oriental do Oceano Pacífico acima da média da região, juntamente com ocorrência de pressões atmosféricas abaixo da normal no Taiti e acima da normal em Darwin (Austrália). Na fase fria (La Niña) o comportamento das componentes oceânica e atmosférica é inverso (GRANTZ, 1991; TRENBERTH, 1991; FONTANA & BERLATO, 1997).

Em anos de El Niño, observa-se um decréscimo bastante significativo nos índices pluviométricos em quase todo o estado do Rio Grande do Norte, ficando os valores registrados nestes anos inferiores à média climatológica. Outro elemento meteorológico influenciado é a temperatura do ar, que sofre um acréscimo em torno de 0,2 graus centígrados no Litoral, podendo chegar a até 0,4 no interior do estado. Em anos de La Niña sua atuação provoca alterações contrárias ao EN no clima da região Nordeste e particularmente no semiárido. Em anos, que este fenômeno torna-se evidente, a estação chuvosa começa mais cedo e registra-se um aumento bastante

significativo nos índices pluviométricos. Há um decréscimo nas médias de temperatura, em torno de 0,4 graus centígrados, e nos valores médios mensais da insolação (PEREIRA, 2011).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é fazer uma avaliação detalhada do IAF em parte da região Oeste Potiguar nos anos de 1994 a 2009, obtidos pelo sensor Landsat 5 e relacioná-los com os fenômenos El Niño e La Niña.

MATERIAL E MÉTODOS

Trabalhou-se aqui com os satélites da série LANDSAT que foi assim chamado para enfatizar sua utilidade sobre o Sensoriamento Remoto de Recursos Naturais Terrestres. Estes satélites possuem grande potencial para o mapeamento de áreas queimadas, pois seus dados de fina resolução espacial podem ser utilizados em diversos estudos para a classificação e a interpretação da cobertura terrestre, além da distinção entre áreas queimadas e não-queimadas. Possui resolução espacial de 30m e a área imageada é uma faixa de 185 km, recortada em cenas de 185 x 170 km. É do tipo heliosíncrono, quase polar, permitindo assim uma cobertura completa da Terra entre 81°N e 81°S (ENGESAT 2012). Está a uma altura de 705 km com velocidade equivalente a 7,7 km/seg e seu ciclo orbital é de 16 dias.

O sensor TM a bordo do satélite LANDSAT - 5 opera em sete bandas espectrais, sendo três na região do visível (0,45 – 0,52 µm; 0,52 – 0,60 µm; 0,63 – 0,69 µm), três na região do infravermelho refletido (0,76 – 0,79 µm; 1,55 – 1,75 µm; 2,08 – 2,35 µm) e uma na região termal (10,4 – 12,5 µm) (MOREIRA, 2005).

Neste estudo utilizou-se 6 imagens do Mapeador Temático do satélite LANDSAT-5 compostas de sete canais adquirida junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, reamostradas para 1 km de resolução espacial a partir da média dos pixels, entre as latitudes (5 06 20.38 S e 5 15 37.39 S) e longitudes (37 15 42.26 W e 37 26 05.20 W). Essa área corresponde a órbita 216 e ponto 64 para os dias 06 de julho de 1994, 14 de julho de 1997, 06 de julho de 2000, 15 de julho de 2003, 23 de julho de 2007 e 31 de julho 2009.

A região de estudo compreende uma área de aproximadamente 2.110,207 km² situada na Microrregião de Mossoró pertencente a Mesorregião Oeste do Rio Grande do Norte. A região tem clima quente e seco, tipo estepe, com estação chuvosa no verão atrasando-se para o outono de acordo com a classificação climática de Köppen. A área em destaque compreende à região estudada e vizinhanças localizada na área delimitada de acordo com a figura 1.

O processamento das imagens TM/LANDSAT foi desenvolvido através da ferramenta Model Maker do software ERDAS Image. Utilizou-se as seguintes etapas do SEBAL.

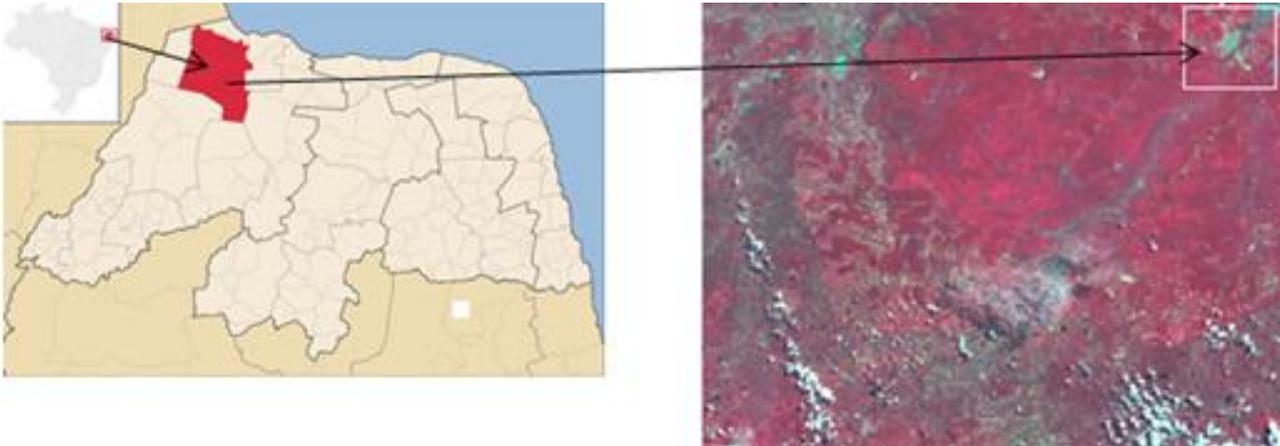


Figura 1 - Localização da Microrregião de Mossoró pertencente à Mesorregião Oeste do Rio Grande do Norte. Fonte: Map data ©2012, Map link e TM/LANDSAT, Adaptado pelos autores

Radiância Espectral – Etapa 1

O cálculo da radiância espectral de cada banda ($L_{\lambda i}$), ou seja, efetivação da Calibração Radiométrica, na qual o número digital (ND) de cada pixel da imagem é convertido em radiância espectral monocromática representa a energia solar refletida por cada pixel, por unidade de área, de tempo, de ângulo sólido e de comprimento de onda.

Para as bandas refletivas do LANDSAT 5 que são os canais 1, 2, 3, 4, 5 e 7 a calibração foi feita pela equação proposta por Markham & Baker (1987):

$$L_{\lambda i} = a_i + \frac{b_i - a_i}{255} ND \quad (Eq. 1)$$

em que a e b são as radiâncias espectrais mínimas e máximas ($Wm - 2sr - 1\mu m - 1$), ND é a intensidade do pixel (número inteiro digital de 0 a 255) e i corresponde aos canais (1, 2, ..., 7) do satélite LANDSAT 5 – TM. As imagens foram processadas com auxílio do software ERDAS Imagine em todas as etapas indicadas.

Refletância – Etapa 2

A etapa 2 representa o cálculo da refletância monocromática de cada banda ($\rho_{\lambda i}$), definida como sendo a razão entre o fluxo de radiação refletida e o fluxo de radiação incidente.

Foi utilizada para obtenção da refletância das imagens LANDSAT a equação de Allen et al. (2002) dada por:

$$\rho_{\lambda i} = \frac{\pi L_{\lambda i}}{k_{\lambda i} \cdot \cos Z \cdot d_r} \quad (Eq. 2)$$

em que $L_{\lambda i}$ é a radiância espectral de cada banda, $k_{\lambda i}$ é a irradiância solar espectral de cada banda no topo da atmosfera ($Wm - 2sr - 1\mu m - 1$), Z é o ângulo zenital solar e d_r é o quadrado da razão entre a distância

média Terra-Sol (r_0) e a distância Terra-Sol (r) em dado dia do ano (DJA).

Índice de Área Foliar (IAF) - Etapa 3

O IAF é definido como sendo a razão entre a área foliar de toda a vegetação por unidade de área utilizada por essa vegetação. O IAF é um indicador da biomassa de cada pixel da imagem e foi calculado, nesta etapa, pela equação empírica de Allen et al. (2002):

$$IAF = \frac{\ln \frac{0,69 - SAVI}{0,59}}{0,91} \quad (Eq. 3)$$

em que o $SAVI$ é o Índice de Vegetação

Ajustado para os Efeitos do Solo que será determinado pela expressão de Huete (1988):

$$SAVI = \frac{(1 + L)(\rho_{IV} \rho_V)}{(L + \rho_{IV} + \rho_V)} \quad (Eq. 4)$$

em que $L = 0,5$, para o LANDSAT.

Depois de executadas as etapas anteriores, foi feita uma comparação entre os anos de ocorrências dos fenômenos El Niño (EN), La Niña (LN) e neutros (NE) (anos nos quais não ocorreu nenhum dos dois fenômenos). Os dados foram obtidos junto ao Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, CPTEC (2012) e ao Instituto de Pesquisas Espaciais, INPE, adotando-se aqui apenas os das categorias forte e moderado de acordo com a tabela.

Os fenômenos iniciam-se entre maio e junho do respectivo ano e atingem seus picos em dezembro e janeiro do ano seguinte, (PEREIRA, V. C et al. 2011). Como as chuvas ocorrem na região geralmente nos meses de fevereiro a maio, utilizou-se aqui o ano final da ocorrência do fenômeno (Quadro 1).

Quadro 1 - Anos de ocorrência de El niño e La niña e suas intensidades (IFC), de 1994 a 2009.

El nino		La niña	
1993 a 1994	Forte	1999-2000	Moderado
1995 a 1996	Moderado	2001-2002	Moderado
1998 a 1999	Moderado	2008-2009	Forte
2003 a 2004	Moderado		

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área estudada esta representada na figura 2, em composição colorida das bandas 3 e 4 do Landsat 5 – TM. As áreas com maior vegetação estão apresentadas nas cores verde claro e escuro, variando respectivamente de 0,5 a 1,0 e ≥ 1 . As áreas onde a vegetação é menos intensa são mostradas em cor bege, estas variam de 0,1 a 0,2,

enquanto que as de tons marrom apresentam valores de vegetação que variam, de maior que 0,2 a 0,5.

Verifica-se que as áreas em tons beges e marrom estão mais concentradas nas zonas urbanizadas e proximidades, enquanto que as de tons verdes claros e escuros apresentam-se em sua maior parte na região externa a ela, sugerindo que à medida que a urbanização avança reduz-se o IAF naquela área.

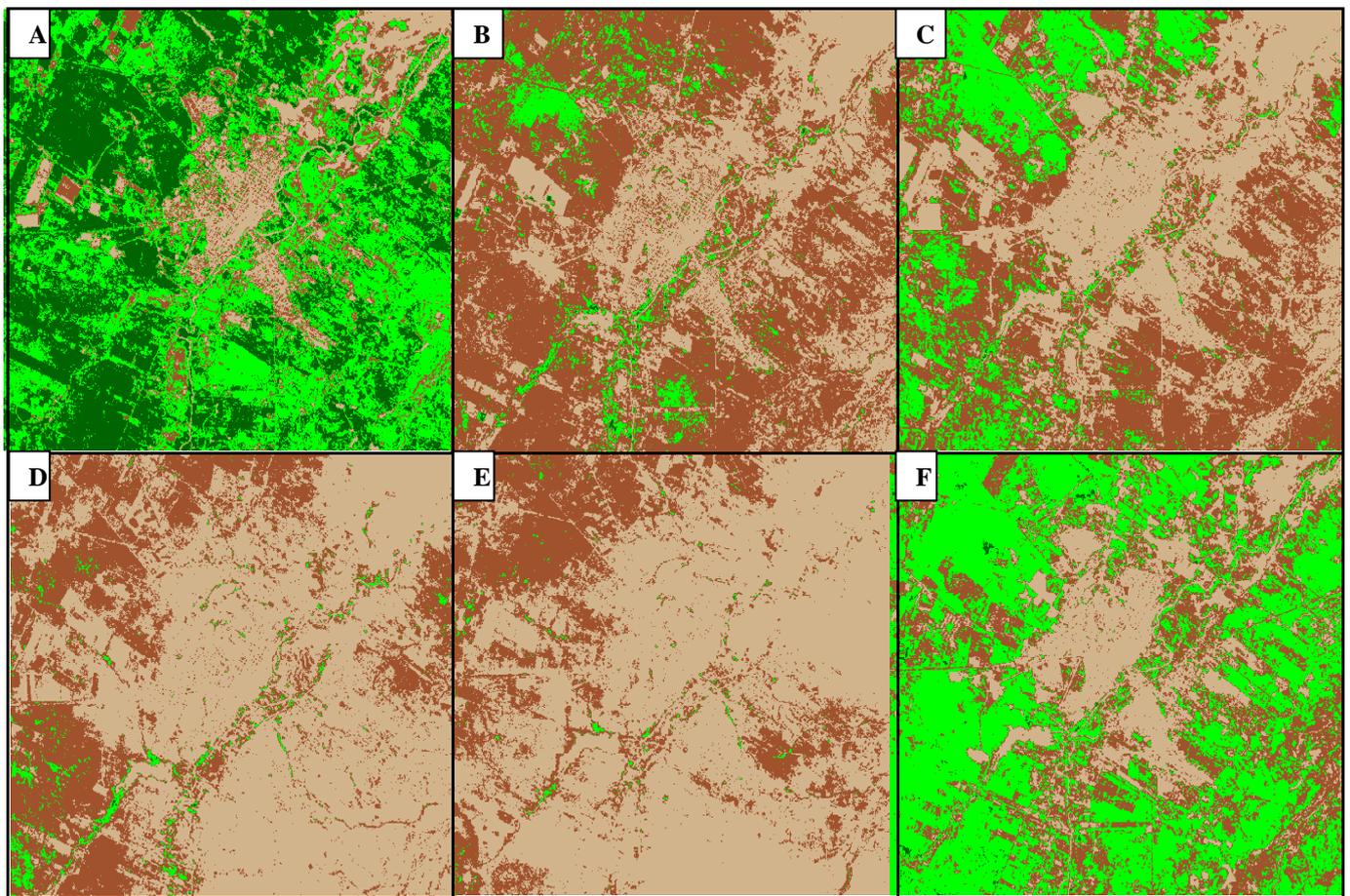


Figura 2 - Distribuição Espacial do IAF, onde os dias correspondentes são: a) 06 de julho de 1994; b) 14 de julho de 1997; c) 06 de julho de 2000; d) 15 de julho de 2003; e) 23 de julho de 2006 e f) 31 de julho de 2009

Depois de feito o devido tratamento nas imagens chegou-se aos resultados citados a seguir.

O quadro 2 mostra como foi o comportamento do IAF médio para os dias estudados. Os resultados mostraram que o ano de 1994 (Figura 2A) apresentou a

maior média do índice de área foliar dentre os estudados, sendo que, as áreas em tons de verde apresentam-se em quantidade bem maior que a parte em tons de bege e marrom. Observou-se que neste mesmo ano a ocorrência de El nino foi forte, porém a área urbana era bem menor

que nos anos seguintes. Como a urbanização era menos evidente que nos anos que sucederam o El Niño não diminuiu tanto o IAF na região. Sugerindo que a ação humana não intensificou tanto os efeitos deste fenômeno sobre a área foliada. Da figura 2B verifica-se que no ano de 1997 houve um acréscimo na área urbanizada e mesmo sem a ocorrência de El Niño forte o IAF médio reduziu-se

a um terço do verificado em 1994. Neste ano, teve-se domínio das áreas em tons bege e marrom sobre as cores verde. Comparando a média do IAF em 1994 e 1997, conforme Quadro 2, vê-se que, houve uma redução considerável, sendo esta a maior diminuição na média do IAF na série estudada.

Quadro 2 - Média espacial do IAF para os dias selecionados.

Imagem Landsat/TM	Dia Juliano	IAF (Médio) SEBAL
06/07/1994	187	0,928
14/07/1997	195	0,300
06/07/2000	187	0,368
15/07/2003	194	0,250
23/07/2006	204	0,218
31/07/2009	212	0,535

Com ausência de El Niño e presença de La Niña moderada evidenciou-se em 2000 (figura 2C), um pequeno aumento na média do IAF quando comparado à média vista em 1997, onde mesmo com a predominância das áreas em cores marrom e bege evidenciou um pequeno aumento das partes verdes. No entanto, quando comparado a 1994 esta média de IAF ficou muito abaixo. Analisando a figura 2D, em 2003 ano da ocorrência de El Niño moderado a média voltou a cair atingindo o segundo menor valor da série conforme quadro 2. Três anos depois (figura 2E) ocorreu uma nova diminuição no IAF apesar da ausência de El Niño, observa-se que as áreas em tons verdes praticamente não existem, predominando quase que de forma absoluta as outras cores. Foi exatamente neste ano (2006), dentro o período estudado, que ocorreu a menor média no índice do IAF.

Por fim, no último ano da série estudada, 2009 (figura 2F), teve-se ocorrência de La Niña forte, o único com esse evento, e essa média aumentou consideravelmente, atingindo o segundo maior valor da série. Isso é facilmente verificado na figura 2f, onde a maior parte encontra-se na faixa $\geq 0,5$. Aqui se teve um maior equilíbrio nas cores registradas. Sugere-se assim que a intensificação das chuvas no final do ano anterior e início do ano em questão foram fundamentais a esse avanço na média do IAF.

CONCLUSÕES

Concluiu-se que para a série tri anual estudada, houve diminuição do IAF de 1994 a 2006, atingindo em 2003, ano de El Niño e 2006, as menores médias do IAF, porém em 2009 esse valor aumentou, isso pode estar atrelado ao fato de neste último ano ter sido período de La Niña forte, evidenciando-se assim, que em ano de El Niño e La Niña forte existe influência no Índice de área foliar na região.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R.; TASUMI, M.; TREZZA, R. SEBAL (Surface Energy Balance Algorithms for Land) – Advanced Training and Users Manual – Idaho Implementation, version 1.0, 2002.
- BATISTA, G. T; ALMEIDA, S. E. Índice de Vegetação versus precipitação na Amazônia. IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos, setembro, 1998.
- CPTEC. Monitoramento e previsão do fenômeno El-Niño e La-Niña. 2012. Disponível em: www.cptec.inpe.br/enos. Acesso em: 25 de set. 2012.
- DIJK, A.I.J.M.; BRUIJNZEEL, L.A. Modelling rainfall interception by vegetation of variable density using an adapted analytical model. Part 2 - Model validation for a tropical upland mixed cropping system. *Journal of Hydrology, Amsterdam*, v.247, p.239-62, 2001.
- ENGESAT - Landsat 5 TM - Ficha Técnica Resumida. Disponível em: www.engesat.com.br. Acesso em: 30 de novembro de 2012.
- FONTANA, D.C.; BERLATO, M.A. Influência do El Niño Oscilação Sul sobre a precipitação do Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.5, n.1, p.127-132, 1997.
- GRANTZ, M.H. Introduction. In: GLANTZ, M.H., RICHARD, W.K., NICLHOLLS, N. Teleconnection linking worldwide climate anomalies. New York; Cambridge University, 1991. p 1-12.
- HUETE, A.R. A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI). *Remote Sensing of Environment*. Vol. 25, p.295-309, 1988.

- KERGOAT, L. A model for hydrological equilibrium of leaf area index on a global scale. *Journal of Hydrology*, Amsterdam, v.212-13, p.268–86, 1998.
- LANG, A.R.G; MCMURTRIE, R.E. Total leaf areas of single trees of *Eucalyptus grandis* estimated from transmittances of the sun's beam. *Agricultural and Forest Meteorology*, Amsterdam, v.58, p.79-92, 1992.
- MARKHAM, B. L. & BARKER, J. B. Thematic mapper band pass solar exoatmospherical irradiances. *International Journal of Remote Sensing*, v. 8, n. 3, p. 517-523, 1987.
- Map data ©2012, Map link Disponível em: < www.google.com.br/imgres >. Acesso em: 20 de novembro de 2012.
- MOREIRA, M. A. Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação. 3ª Ed. atual. ampl. – Viçosa: Ed. UFV, 180p. 2005.
- PEREIRA, V.C. Influência dos Eventos EL NIÑO e LA NIÑA na Precipitação Pluviométrica de Mossoró-RN.
- ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.12; 2011.
- ROSENBERG, N.J.; BLAD, B.L.; VERMA, S.B. *Microclimate: the biological environment*. Washington: John Wiley, 1983. 459 p.
- RUNNING, S.W.; COUGHLAN, J.C. A general model of forest ecosystem processes for regional applications. I - Hydrological balance, canopy gas exchange and primary production processes. *Ecological Modelling*, Amsterdam, v.42, p.125-54, 1988.
- TIKTAK, A.; GRINSVEN, H.J.M. van. Review of sixteen forest-soil-atmosphere models. *Ecological Modelling*, Amsterdam, v.83, p.35-53, 1995.
- TRENBERTH, K.E. General Characteristics of El Niño Southern Oscillation In: GLANTZ, M.H., RICHARD, W.K., NICLHOLLS, N. Teleconnection linking worldwide climate anomalies. New York, Cambridge University. p. 13 – 42, 1991.
- WATSON, D.J. Comparative physiological studies on growth of field crops. I - Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. *Annals of Botany*, London, v.11, p.41-76, 1947.