



Revista de Biologia e Ciências da Terra

ISSN: 1519-5228

revbiocieter@yahoo.com.br

Universidade Estadual da Paraíba

Brasil

de Sousa Nascimento, Robson; Barbosa de Brito, José Ivaldo; Medeiros de Souza, Maria do Socorro  
Avaliação de um Modelo de Vegetação Potencial para a Região Nordeste com Restrições Hídricas  
Revista de Biologia e Ciências da Terra, vol. 8, núm. 1, primer semestre, 2008, pp. 161-167  
Universidade Estadual da Paraíba  
Paraíba, Brasil

Available in: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50080118>

- How to cite
- Complete issue
- More information about this article
- Journal's homepage in redalyc.org

redalyc.org

Scientific Information System

Network of Scientific Journals from Latin America, the Caribbean, Spain and Portugal

Non-profit academic project, developed under the open access initiative

## **Avaliação de um Modelo de Vegetação Potencial para a Região Nordeste com Restrições Hídricas**

*Robson de Sousa Nascimento<sup>1\*</sup>, José Ivaldo Barbosa de Brito<sup>2</sup>, Maria do Socorro Medeiros de Souza<sup>1</sup>*

### **RESUMO**

O presente trabalho aplica o modelo de REY para calcular a vegetação potencial da região Nordeste do Brasil e, assim, verificar se esse modelo identifica os principais tipos de vegetação dessa região para capacidade de campo de 50mm, 100 mm e 200 mm. O método utilizado para calcular a taxa de Evapotranspiração (ET) é baseado na equação de Penman-Monteith. O modelo também inclui parâmetros fixados, e as variáveis altura da vegetação e índice de área foliar (IAF). De um modo geral, o modelo conseguiu reproduzir bem os biomas da região Nordeste do Brasil, principalmente a Caatinga e a Mata Atlântica.

**Palavras-chave:** Vegetação Potencial, Altura da Vegetação, IAF, Biomas

## **Evaluation of a Potential Vegetation Model for the Northeast Region of Brazil with Hydro Restrictions**

### **ABSTRACT**

The present work applies the model of REY to calculate the potential vegetation of the Northeast of Brazil and, thus, to verify if it model identifies the biomes of that region for capacity of field 50 mm, 100 mm and 200 mm. The method used to calculate the rate of Evapotranspiration (ET) is based on the equation of Penman-Monteith. The model also includes fixed parameters and the variables vegetation height and leaf area index (LAI). In general, the model provided a good representation of the biomes of the Northeast of Brazil, mainly the Caatinga and the Atlantic Forest.

**Keywords:** Potential Vegetation, Vegetation Height, LAI, Biomes

## **1 INTRODUÇÃO**

Há uma grande relação entre a distribuição dos tipos de vegetação e o clima. Essa relação é traduzida pelos modelos de vegetação potencial (MVP) que, para um dado clima, diagnosticam o bioma potencial, ou seja, o equilíbrio do bioma com o dado clima. É certo que podem existir diferenças entre a distribuição espacial dos tipos de vegetação potencial e natural, pois fatores como topografia, tipo de solo e ação antrópica, também influenciam a distribuição de vegetação. Em grande escala existe uma razoável correspondência entre a vegetação potencial e a natural, por esse motivo é que são

utilizados os MVP em estudos climáticos (Oyama & Nobre, 2002).

De acordo com Jensen et al. (2001) o uso eficiente de estudo da vegetação potencial em escalas regional e sub-regional, até o início de 1990, era limitado devido à falta de dados, tornando difícil a localização precisa e o arranjo espacial do ambiente de vegetação potencial. Entretanto, os avanços recentes em sensoriamento remoto, sistema de informação geográfica, modelos terrestres e interpolação climática facilitaram o mapeamento da vegetação potencial.

Sud et al. (1996) dizem que a vantagem dos Modelos de Circulação Geral (MCG) é que eles podem ser usados para fazer avaliação

baseada nos efeitos climáticos de possíveis alterações antropogênicas da biosfera. Os MCG possuem diferentes aplicações, como pode ser observado nos trabalhos de Osborne et al. (2004), Polcher & Laval (1994), Shafer et al. (2001), Biasutti et al. (2004) e, em escala regional, o trabalho de Heek et al. (2001).

Os MVP nos MCG têm sido aprimorados e difundidos para se obter uma melhor compreensão das respostas climáticas. Entretanto, é preciso saber que as previsões climáticas reais feitas por MCG precisam ser verificadas com observações de campo e satélite (Sud et al., 1996).

Há uma forte relação entre o clima e a vegetação, que é demonstrada nos processos de trocas de energia entre vegetação-atmosfera (Kelliher et al., 1995). Os processos de trocas de energia entre vegetação e atmosfera constituem um fator importante para o clima local, visto que determinam a quantidade de água essa demanda.

O clima na Região Nordeste do Brasil (NEB) apresenta uma grande variabilidade climática, ou seja, alternância entre períodos de secas severas, em alguns anos (1941/44, 1992/93, 1997/98), e de chuvas intensas, em outros (1974/75, 1985/86).

Conhecendo a relação clima-vegetação e as condições climáticas do NEB, este estudo propôs estimar a altura da vegetação potencial e o Índice de Área Foliar (IAF) para a região NEB usando o modelo de Evapotranspiração Potencial de Vegetação Potencial de Rey (1999), e verificar se o modelo representou bem os biomas, considerando a quantidade de água armazenada pelo solo (50 mm, 100 mm, 200 mm e 300 mm), tendo em vista que o trabalho de Nascimento & Brito (2007) trata da resposta do presente modelo quando toda a água precipitada é utilizada para o crescimento da planta. Dessa forma, são inseridas no modelo as variáveis climáticas dessa região, para, a partir daí, discutir se o modelo representa os diversos tipos de vegetação dessa região, a saber: Mata Atlântica, Hiléia Baiana, Floresta Estacional Perinifólia, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semi-decidual, Caatinga, Cerrado, Cerradão, conforme classificação do Atlas Nacional do Brasil (1985).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

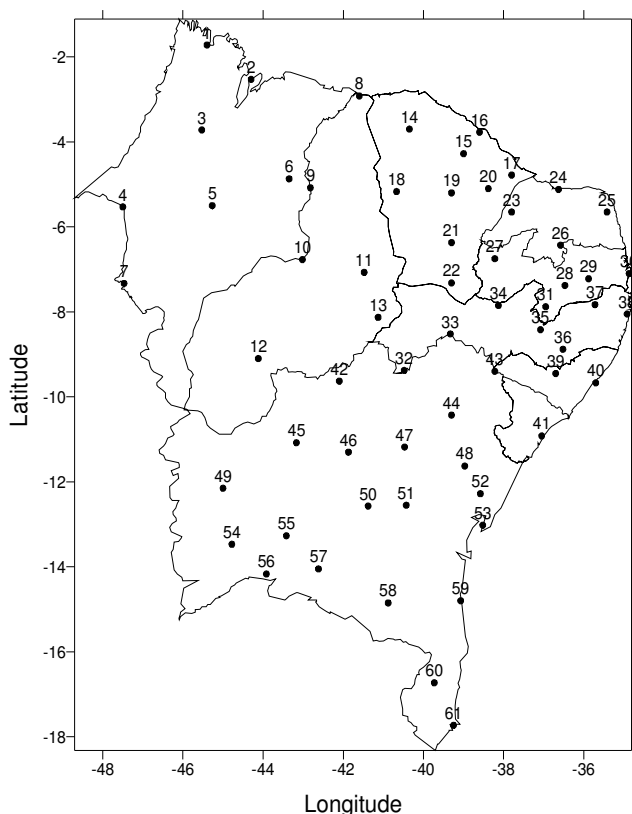
### 2.1 Material

Os dados coletados das estações meteorológicas da região NEB foram obtidos das “Normais Climatológicas” do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (1992). Como os dados das Normais Climatológicas não forneciam valores para a velocidade do vento, esses dados foram obtidos junto à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG); que não dispunha de dados para todas as localidades descritas nas Normais Climatológicas, o que levou à exclusão de algumas cidades no cálculo da altura da vegetação.

Também foram utilizados dados pluviométricos da SUDENE (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste), disponíveis no Departamento de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Campina Grande.

Os dados fornecidos pela estação de São João do Cariri foram de apenas 9 anos de coleta, visto que a mesma foi implantada recentemente. Em determinados anos esses dados não foram computados, e em outros, algumas medidas, em alguns meses, deixaram de serem feitas.

Entretanto, foram utilizados dados de 61 estações distribuídas por todo o nordeste, conforme mostra a Figura 1. Os códigos representam as cidades pelas quais as estações estão distribuídas, a relação das cidades correspondente a cada código está presente no trabalho de Nascimento & Brito (2007).



**Figura 1** - Distribuição espacial das estações climatológicas do NEB usadas no presente trabalho.

## 2.2 Métodos

Para estimar o IAF e a altura da vegetação potencial no modelo proposto, inicialmente é atribuído o valor de 0,2 ao IAF na equação da evapotranspiração de referência de Penman-Monteith-FAO. Com este valor é calculada a altura da vegetação e a evapotranspiração (ET). O escoamento foi obtido utilizando o método do balanço hídrico de Thornthwaite & Matter (1957), usando como capacidade de campo 50 mm, 100 mm e 200 mm. Para cada um destes valores de capacidade de campo foram obtidas diferentes quantidades de água disponível. Portanto, foram feitas três simulações de IAF e altura da vegetação potencial.

Na realidade, no balanço hídrico de Thornthwaite & Matter (1957) obtém-se o valor do excedente hídrico, e, em geral, o escoamento é tomado como sendo a metade do excedente, e a outra metade é considerada como infiltração para as camadas mais profundas do solo. Entretanto, para camadas mais profundas Zektser & Loaiciga (1993) descreveram que apenas de 10 a 15% de água precipitada é infiltrada no solo. Para este trabalho foi usado o valor de 13%, ou seja, se o escoamento era superior a 13% da água precipitada (água

infiltrada), o escoamento total (o que restou) é calculado pela diferença entre o excedente e a água infiltrada; entretanto, se o escoamento era inferior a 13% da água precipitada (água infiltrada), o escoamento total é calculado pela diferença entre o excedente hídrico e o escoamento.

Verifica-se se o valor encontrado da Evapotranspiração Potencial (ETP) é aproximadamente igual à quantidade de água disponível (total de precipitação pluvial anual menos o escoamento total), se não, é adicionado o valor de 0,1 ao IAF e repetem-se os cálculos. Este procedimento é repetido várias vezes até encontrar uma ETP aproximadamente igual à quantidade de água disponível. O valor obtido do IAF e da altura da vegetação são ditos ser da vegetação potencial, que foi plotado com o auxílio do Surfer.

Observa-se, na Figura 1, que, de um modo geral, há uma boa distribuição espacial das estações em quase todo NEB, com exceção do nordeste, oeste e sul do Maranhão; centro-leste, sudeste e sul do Piauí.

A altura da vegetação em metros,  $A_v$ , é dada por (Rey, 1999):

$$A_v = 58,46(1 - e^{(-0,05 \times \text{IAF})}) \text{ (m)}$$

onde IAF é o índice de área foliar.

De acordo com Rey (1999) a equação de Penman-Monteith permite o cálculo da ETP usando variáveis meteorológicas determinadas pelo clima (Penman, 1948) e características intrínsecas da vegetação, assim como resistência aerodinâmica e resistência da superfície foliar (Monteith, 1965) e pode ser expressa pela equação:

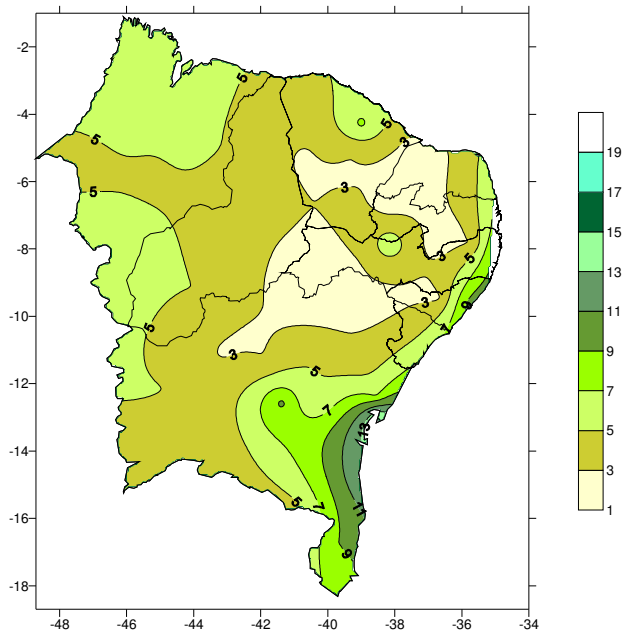
$$ETP = \frac{1}{\lambda} \left[ \frac{\Delta(R_n + G) + 0,0864 \rho_a c_p \frac{D}{r_a}}{\Delta + \gamma(1 + \frac{r_d}{r_a})} \right] \text{ (mm.dia}^{-1}\text{)}$$

onde  $\lambda$  ( $2,5 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ) é o calor latente de evaporação da água,  $\Delta$  ( $\text{kPa.K}^{-1}$ ) é o gradiente da curva de saturação do vapor d'água como uma função da temperatura do ar,  $R_n$  ( $\text{MJ.m}^{-2}\text{dia}^{-1}$ ) é o saldo de radiação,  $G$  ( $\text{MJ.m}^{-2}\text{dia}^{-1}$ ) é o fluxo vertical de calor do solo, que neste estudo foi considerado nulo,  $\rho_a$  ( $\text{kg.m}^{-3}$ ) a

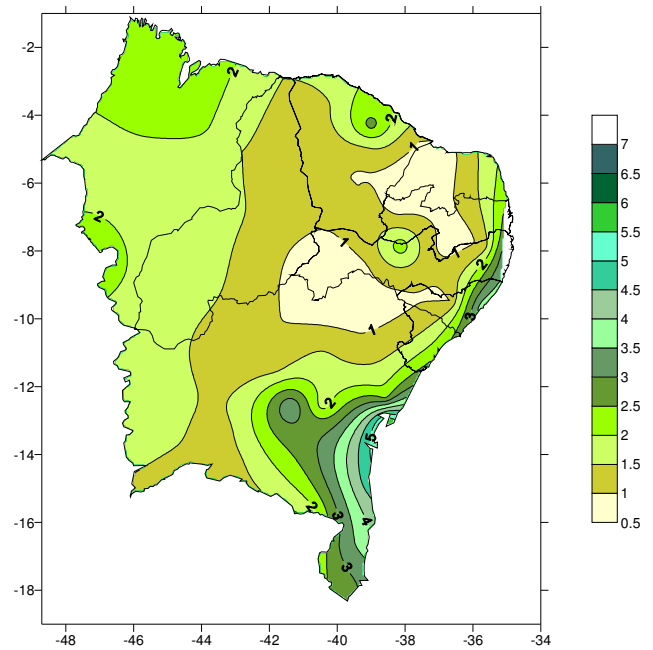
densidade do ar,  $D$  (kPa) é o déficit de pressão do vapor d'água,  $c_p$  ( $1004 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ) o calor específico do ar,  $\gamma$  ( $\text{kPa.K}^{-1}$ ) a constante psicrométrica,  $r_a$  ( $\text{s.m}^{-1}$ ) é a resistência aerodinâmica,  $r_d$  ( $\text{s.m}^{-1}$ ) é a resistência do dossel da planta e 0,0864 é o fator de conversão de ( $\text{J.s}^{-1}$ ) para ( $\text{MJ.dia}^{-1}$ ).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

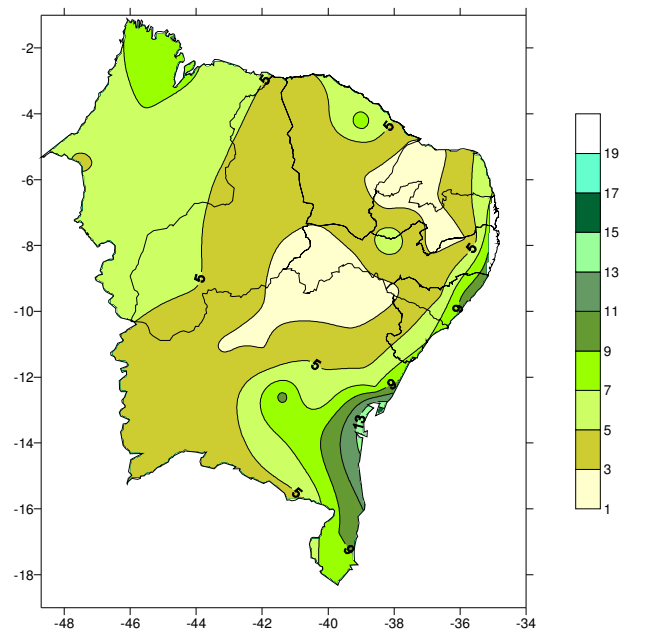
É importante mencionar que os resultados apresentados aqui não refletem a realidade da vegetação nativa, pois, o objetivo é compreender que porte deveria ter a vegetação do NEB caso o único impedimento para o seu crescimento fosse à quantidade de água disponível.



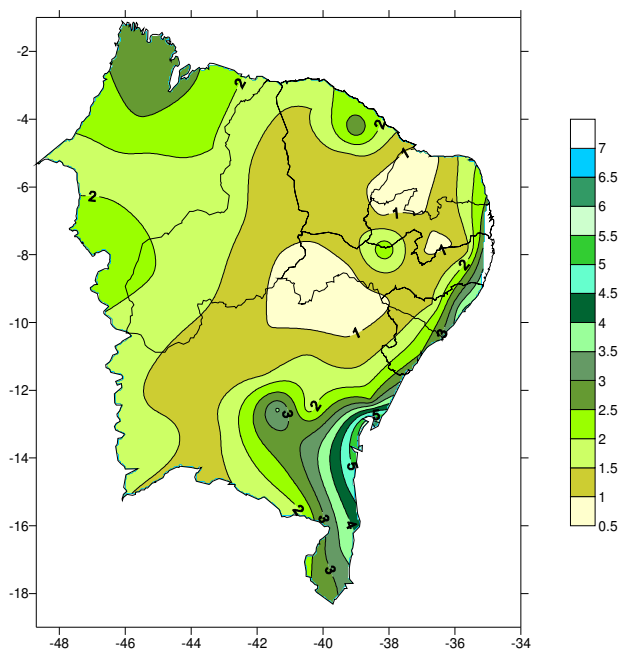
**Figura 2** - Mapa da altura da vegetação para o NEB para 50 mm.



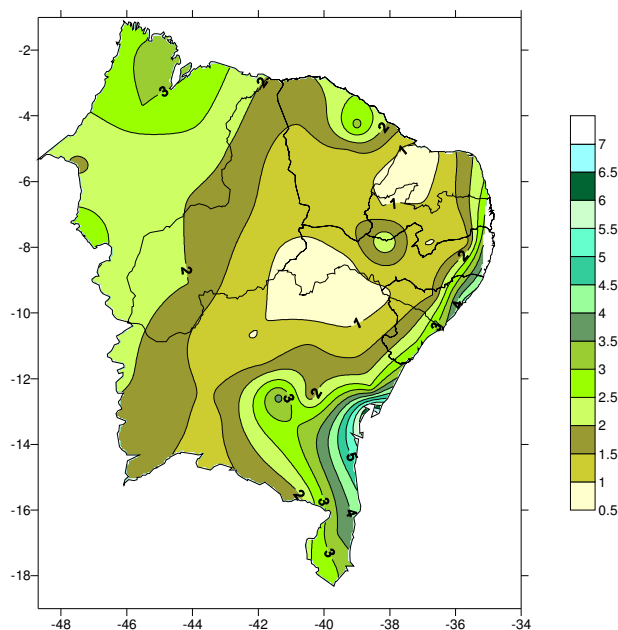
**Figura 3** - Mapa do IAF para a vegetação NEB para 50 mm.



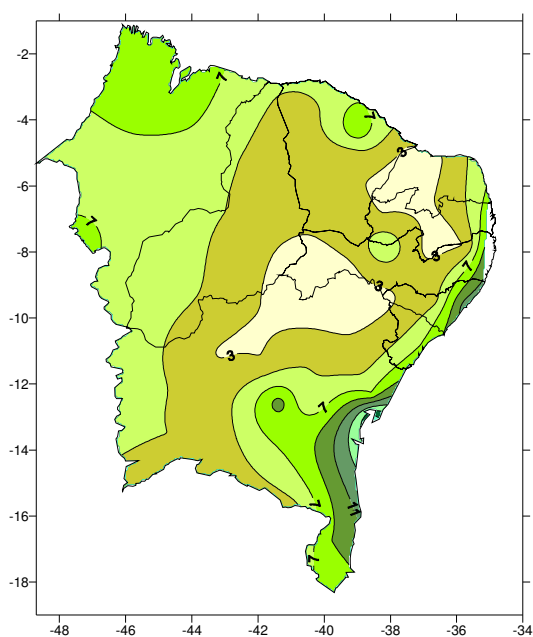
**Figura 4** - Mapa da altura da vegetação para o NEB para 100 mm.



**Figura 5** - Mapa do IAF para a vegetação NEB para 100 mm.



**Figura 7** - Mapa do IAF para a vegetação NEB para 200 mm.



**Figura 6** - Mapa da altura da vegetação para o NEB para 200 mm.

Analisando as figuras observamos que houve uma grande semelhança na distribuição espacial no mapa de vegetação potencial comparado com o mapa de vegetação do Atlas Nacional do Brasil (1985). De maneira semelhante ao discutido no trabalho de Nascimento & Brito (2007), o modelo não foi capaz de representar a Floresta Decidual no oeste do Ceará e o cerrado da Chapada do Araripe. O Cerradão ao sul do Maranhão e sudoeste do Piauí deixou de ser representado no presente trabalho, tomando o seu lugar o Cerrado. O Cerrado passou a ocupar quase todo o estado do Maranhão para todas as situações testadas no modelo, deixando de ser representada a Floresta Estacional Perinifólia. A Mata Atlântica e a Caatinga continuam sendo bem representadas, embora a Mata Atlântica tenha atingido valores inferiores em sua altura. Quanto à Caatinga, houve um aumento na área ocupada para capacidade de campo de 50 e 100 mm.

Ressalta-se que mesmo com todas essas restrições, a configuração espacial obtida foi semelhante à da vegetação nativa na maior parte da região, demonstrando a eficiência do modelo de Rey (1999). De um modo geral, o modelo foi capaz de reproduzir os grandes biomas da região NEB, exceto no centro-sul da Bahia.

Comparando-se os resultados obtidos para a vegetação potencial do Modelo Rey com a vegetação potencial de Oyama & Nobre (2002),

observa-se que de um modo geral, os modelos são semelhantes para a caatinga. Entretanto, para as Florestas Tropicais Pluvial e Estacional o Modelo Rey simulou com uma boa precisão, ao contrário de Oyama & Nobre (2002) que não conseguiu simular, principalmente a Mata Atlântica nordestina.

De um modo geral, observa-se que a configuração espacial do índice de área foliar é extremamente semelhante ao da altura potencial, como pode ser visto comparando as Figuras referentes a cada capacidade de campo.

Ressalta-se que o IAF inferior a 2, para partes dos estados de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande Norte, está coerente com aqueles estimados por Melo (2003) para a caatinga do Nordeste do Brasil para os anos de 1983 e 1986. Mas, os valores obtidos para as áreas da Mata Atlântica e das Florestas Estacionais estão muito diferentes dos encontrados por Melo (2003). Entretanto, é bom lembrar que Melo (2003) estimou o IAF para dois anos distintos. Portanto, os valores obtidos por ela refletem as condições daquele momento levando em consideração as ações antrópicas, as quais foram bastante intensas nas áreas das Florestas Estacionais e Mata Atlântica. Enquanto, no presente trabalho, os valores foram obtidos para uma vegetação potencial de acordo com o clima de cada área.

#### 4 CONCLUSÕES

Verifica-se que o Modelo foi capaz de estimar a Mata Atlântica, a Floresta Decidual, o Cerrado, com algumas exceções, e a caatinga. As Florestas Estacional Perinifólia do noroeste do Maranhão, assim como as Hiléias Baianas também não foram representadas.

O IAF teve uma boa distribuição para as situações propostas, estando seus valores relacionados a cada bioma. Verifica-se, ainda, que, tanto nas configurações das alturas como nos índices de área foliar, o Modelo não consegue representar a vegetação da Chapada do Araripe, divisa do Ceará com Pernambuco, bem como a do litoral norte do Ceará.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

*Atlas Nacional do Brasil: Região Nordeste*. 1 ed. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1985.

BIASUTTI, M.; BATTISTI, D. S.; SARACHIK, E. S. Mechanisms controlling the annual cycle of precipitation in the Tropical Atlantic sector in an Atmospheric GCM. *Journal of Climate*, Boston, v. 17, n. 24, p. 4708-4723, 2004.

HEEK, P.; LUTHI, D; WERNLI, H.; SCHAR, C. Climate impacts of European-scale anthropogenic vegetation changes: A sensitivity study using a regional climate model. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, Florida, v. 106, n. D8, p. 7817-7835, 2001.

JENSEN, M. E.; DIBENEDETTO, J. P.; BARBER, J. A.; MONTAGNE, C.; BOURGERON, P. S. Spatial modeling of rangeland potential vegetation environments. *Journal of Range Management*, Wheat Ridge, v. 54, n. 5, p. 528-536, 2001.

KELLIHER, F. M.; LENNING, R.; RAUPACH, M.R.; SCHYLZE, E. D. Maximum conductances for evaporation from global vegetation types. *Agricultural and Forest Meteorology*, Amsterdam, v. 73, n. 1, p. 1-16, 1995.

MELO, M. L. D. *Efeito da vegetação em simulações numéricas com o modelo RAMS*. 2003, 108 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Gande, 2003.

MONTEITH, J. L. The state and movement of water in living organisms. In: SYMPOSIUM OF THE SOCIETY OF EXPERIMENTAL BIOLOGY, 19., 1965, Cambridge. *Symposium...* Cambridge: Cambridge University Press, 1965. p. 205-234.

NASCIMENTO, R. S.; BRITO, J. I. B. Modelo de vegetação potencial para a região Nordeste decorrente da precipitação pluvial. *Bragantia*, Campinas, v. 66, n. 3, p. 511-519, 2007.

- Normais Climatológicas* (1961-1990). 1 ed. Brasília: Departamento Nacional de Meteorologia, 1992. 84p.
- OSBORNE, T. M.; LAWRENCE, D. M.; SLINGO, J. M.; CHALLINOR, A. J.; WHEELER, T. R. Influence of vegetation on the local climate and hidrology in tropics: sensitivity to soil parameters. *Climate Dynamics*, Berlin, v. 23, n. 1, p. 45-61, 2004.
- OYAMA, M. D.; NOBRE, C. A. Um modelo de vegetação potencial para estudos climáticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12., 2002, Foz de Iguaçu, *Anais...* Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2002. p. 377-392.
- PENMAN, H. L. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*, Londres, v.193, n.1032, p. 120-145, 1948.
- POLCHER, J.; LAVAL, K. The impact of African and Amazonian deforestation on tropical climate. *Journal of Hydrology*, Amsterdam, v. 155, n. 3, p. 389-405, 1994.
- REY, J. M. Modelling potential evapotranspiration of potential vegetation. *Ecological Modeling*, Vaerloese, v. 123, n. 2, p.141-159, 1999.
- SHAFFER, S. L.; BARTLEIN, P. J.; THOMPSON, R. S. Potential Changes in the Distributions of Western North America Tree and Shrub Taxa under Future Climate Scenarios. *Ecosystems*, New York, v. 4, n. 3, p. 200-215, 2001.
- SUD, Y. C.; WALKER, G. K.; KIM, J. H.; LISTON, G. E.; SELLERS, P. J.; LAU, W. K. M. Biogeophysical Consequences of a Tropical Deforestation Scenario: A GCM Simulation Study. *Journal of Climate*, Boston, v. 9, n. 12, p. 3225-3247, 1996.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. Instructions of a Table for Computing Potential Evapotranspiration and Water Balance. *Publication in Climatology*, Centerton, v. 10, n. 3, 1957.
- ZEKTSER, I. S.; LOAICIGA, H. A. Groundwater fluxes in the global hydrologic cycle: past, present and future. *Journal of Hydrology*, Amsterdam, v. 144, n.1, p. 405-427, 1993.
- 
- <sup>1</sup>Prof., MSc, Depto. de Engenharias, CPCE/UFPI, Bom Jesus, PI. \*Autor correspondente.  
E-mail: [robson@ufpi.edu.br](mailto:robson@ufpi.edu.br)
- <sup>2</sup>Prof., Dr, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, UFCG, Campina Grande, PB.