

UM MODELO DE EQUILÍBRIO BIOMA-CLIMA PARA ESTUDOS CLIMÁTICOS: FORMULAÇÃO E AVALIAÇÃO PRELIMINAR

Marcos D. OYAMA & Carlos A. NOBRE

1. INTRODUÇÃO

Em simulações climáticas que envolvam um tempo de integração superior a décadas e séculos, torna-se necessário prognosticar a distribuição global de biomas. A forma mais simples de realizar esse prognóstico consiste em realizar o acoplamento entre o modelo atmosférico e um modelo de equilíbrio bioma-clima (MEBC, i.e. modelo que diagnostica o bioma em equilíbrio com um dado clima). Essa metodologia tem sido amplamente utilizada na literatura (revisão em Foley et al., 2000).

O modelo climático do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) utiliza a classificação e distribuição global de biomas elaborada por Dorman e Sellers (1989). Neste trabalho, elaboramos um MEBC que utiliza a classificação de biomas de Dorman e Sellers. O desempenho do modelo será avaliado com dados climatológicos observados. O acoplamento com o modelo climático e o desempenho do modelo acoplado serão enfocados em trabalhos futuros. Com o presente trabalho, espera-se contribuir na capacitação do modelo climático do CPTEC para realizar integrações de décadas e séculos (e.g. estudos de aquecimento global, paleoclima etc).

2. MATERIAL

O mapa da distribuição global de biomas (doravante chamado de mapa original), mostrado na Figura 1, é o atualmente utilizado nas integrações operacionais do modelo climático do CPTEC. O mapa possui uma resolução espacial de cerca de 2°. O bioma 1 representa floresta pluvial; 2, floresta tropical caducifolia ou temperada; 3, floresta mista; 4, floresta de coníferas perenifolia; 5, floresta de coníferas caducifolia; 6, savana e cerrado; 7, campos; 8, caatinga; 9, estepe e semi-deserto; 10, tundra; e 11, deserto.

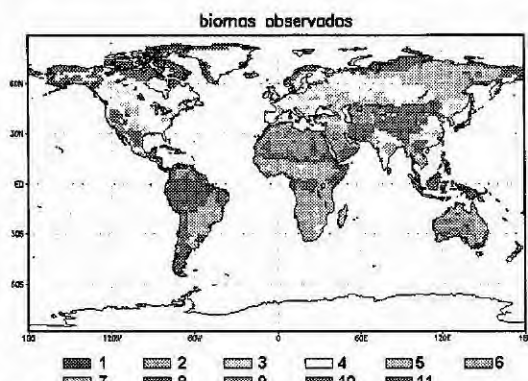


Figura 1 - Mapa original da distribuição de biomas. Gelo, oceano e agricultura não estão representados

A climatologia mensal de precipitação e temperatura do ar provém de Willmott et al. (1998). Os dados, originalmente na resolução espacial de 0,5°, foram degradados para a resolução do mapa de biomas.

3. METODOLOGIA

Para cada ponto, a partir da climatologia mensal de precipitação e temperatura do ar, obtêm-se: temperatura do

mês mais frio (T_c), graus-dia acima de 5°C (G) e índice de seca (I). A variável G é proporcional à soma de todas as temperaturas mensais acima de 5°C. O índice I é proporcional ao módulo da soma de todos os D negativos. A variável D é a diferença entre a precipitação mensal e uma função da temperatura mensal. Essa função representa a evapotranspiração potencial.

Para comparar a semelhança entre mapas de biomas, dois métodos serão usados. No primeiro, obtém-se a fração de pontos (localidades) onde há concordância entre os mapas (ρ , em %). No segundo, calcula-se a estatística κ (Monserud e Leemans, 1992). A concordância entre mapas é melhor quanto maior κ (κ varia de 0 a 1).

4. REDEFINIÇÃO DOS BIOMAS DO MAPA ORIGINAL

Comparando os biomas do mapa original com os dados climáticos, chegou-se à conclusão de que seria conveniente definir um limiar de T_c que separasse os biomas tropicais dos extratropicais. O limiar escolhido é de 10,5°C. Cada bioma foi dividido em duas partes, tropical e extratropical. Então, realizou-se uma redefinição da distribuição global de biomas com base, principalmente, na similaridade climática. A distribuição dos biomas redefinidos está apresentada na Figura 2. Com a redefinição, os biomas tropicais são 1, 6, 8 e 11; os extratropicais, 2, 4, 5, 7, 10 e 11. Cabe notar que o bioma 11 possui uma parte tropical e outra extratropical. A avaliação objetiva (ρ e κ) do desempenho do modelo será feita com base no mapa de biomas redefinidos.

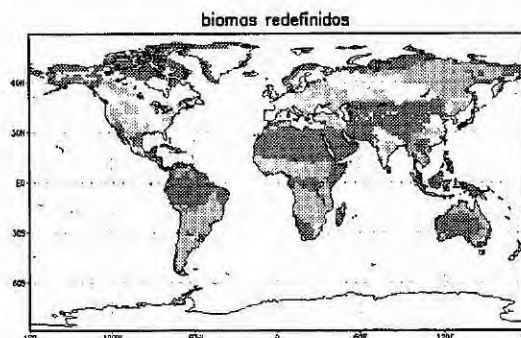


Figura 2 - Distribuição dos biomas redefinidos

5. MODELO DE EQUILÍBRIO BIOMA-CLIMA

O modelo utiliza, como variáveis de entrada, a precipitação média anual, T_c , G e I. Para cada bioma, e para cada variável, calcula-se um fator que terá os maiores valores dentro de certos limites. Por exemplo, no caso de florestas tropicais, o fator de precipitação terá valores máximos se a precipitação for acima do limite de 150 mm mês⁻¹. O modelo gera o bioma que maximiza os fatores. Isso demanda uma escolha de pesos para expressar a importância relativa dos fatores.

Para os biomas tropicais, os limites foram obtidos visando otimizar a distribuição de biomas no Brasil. Os pesos foram ajustados para melhorar a representação da floresta do Congo. Para os biomas extratropicais, os limites baseiam-se na estatística das variáveis climáticas para cada

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, INPE, Rod. Pres. Dutra, km 40, Cachoeira Paulista, SP

bioma. Os pesos foram ajustados para tornar o desempenho do modelo o mais independente possível do bioma.

6. DESEMPENHO

Os biomas gerados pelo modelo estão apresentados na Figura 3. Por comparação visual, pode-se notar que, em geral, existe uma boa concordância entre os biomas redefinidos e os gerados pelo modelo. No caso dos biomas tropicais, o modelo consegue gerar floresta pluvial na Amazônia, África e Indonésia; savana na América do Sul (cerrado) e África; e caatinga no Brasil e ao sul do Saara. No entanto, o deserto e semi-deserto australiano é substituído por caatinga.

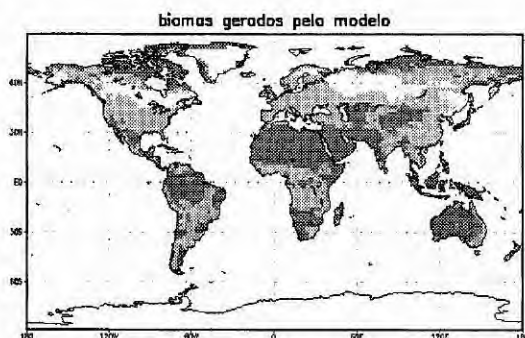


Figura 3 - Distribuição dos biomas gerados pelo modelo

No caso dos biomas extratropicais, a floresta de coníferas perenifolia, caducifolia e a tundra são bem representadas pelo modelo. O modelo consegue gerar a floresta temperada na Europa e América do Norte. O modelo gera os campos da América do Norte (pradarias) e Eurásia central. Exceto na Austrália, o modelo representa bem os desertos.

No Brasil, a floresta Amazônica, o cerrado e a caatinga estão bem representados. Inclusive, o modelo gera a Mata Atlântica, que não está presente no mapa original. Embora o modelo não consiga gerar os Pampas no sul do país, pode-se dizer que o modelo possui um bom desempenho sobre o Brasil.

O valor global da estatística κ é de 0,56, confirmando que existe uma boa concordância entre os biomas redefinidos e os gerados pelo modelo. Prentice et al. (1992) obtiveram 0,49 utilizando o modelo BIOME; Monserud e Leemans (1992) obtiveram 0,43 utilizando uma versão modificada do modelo de Holdridge. Portanto, o presente modelo possui um desempenho comparável aos da literatura. Por outro lado, em cerca de 62% dos pontos, existe concordância entre os biomas redefinidos e os gerados

pelo modelo. Esse valor é superior aos 38-40% obtidos por Prentice (1990), que utilizou 4 MEBC tradicionais, ratificando que o desempenho do modelo é comparável aos da literatura.

Analizando-se o desempenho para cada bioma, a concordância entre os biomas observado e redefinido varia de 55 a 75% (ρ). Isso mostra que o desempenho é aproximadamente o mesmo para todos os biomas. No entanto, κ varia sobre uma faixa maior: de 0,37 a 0,75. Do ponto de κ , o desempenho é muito bom para florestas pluviais e tundra, e ruim para campos e caatinga.

7. CONCLUSÕES

Elaborou-se um modelo de equilíbrio bioma-clima que utiliza a classificação de biomas de Dorman e Sellers (1989). O modelo utiliza, como variáveis de entrada, a precipitação média anual, temperatura do mês mais frio, graus-dia acima de 5°C e um índice de seca. Como saída, o modelo gera um bioma que pertence à classificação de Dorman e Sellers.

O desempenho do modelo é bom: o valor global de κ é 0,56, e há concordância de biomas em 62% dos pontos. O desempenho é muito bom para os biomas 1 (florestas pluviais) e 10 (tundra), e ruim para os biomas 7 (campos) e 8 (caatinga). Para o Brasil, a floresta Amazônica, o cerrado e a caatinga estão bem representados. Portanto, é possível estimar a distribuição global dos biomas, utilizando a classificação de Dorman e Sellers (1989), a partir da climatologia mensal de precipitação e temperatura.

8. REFERÊNCIAS

- Dorman, J.L. e Sellers, P.J. A global climatology of albedo, roughness length and stomatal resistance for atmospheric general circulation models as represented by the Simple Biosphere model (SiB). *Journal of Applied Meteorology*, v.28, p.833-855, 1989.
- Foley, J.A.; Levis, S.; Costa, M.H.; Cramer, W.; Pollard, D. Incorporating dynamic vegetation cover within global climate models. *Ecological Applications*, v.10, p.1620-1632, 2000.
- Monserud, R.A. e Leemans, R. Comparing global vegetation maps with the Kappa statistic. *Ecological Modelling*, v.62, p.275-293, 1992.
- Prentice, I.C.; Cramer, W.; Harrison, S.P.; Leemans, R.; Monserud, R.A.; Solomon, A. A global biome model based on plant physiology and dominance, soil properties and climate. *Journal of Biogeography*, v.19, p.117-134, 1992.
- Prentice, K.C. Bioclimatic distribution of vegetation for general circulation models. *Journal of Geophysical Research*, v.95, n.D8, p.11,811-11,830, 1990.
- Willmott, C.J. e Matsuura, K. Terrestrial air temperature and precipitation: monthly and annual climatologies. <http://climate.geog.udel.edu/~climate>, 1998.