



## SUSCEPTIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO BASEADA EM ÍNDICES CLIMÁTICOS DE ARIDEZ

Leonardo Bohn<sup>1</sup>, Márcio F. Peixoto<sup>2</sup>; Givanildo de Gois<sup>3</sup>, José Francisco de Oliveira-Júnior<sup>4</sup>;  
Gustavo B. Lyra<sup>4</sup>

1- Biólogo, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Práticas em Desenvolvimento Sustentável, UFRRJ, Seropédica - RJ, (0 xx 21) 2682-1128, leobohn@hotmail.com

2 – Eng. Florestal, Discente do curso de Engenharia Florestal, Instituto de Florestas, IF/UFRRJ, Seropédica - RJ

3 – Meteorologista, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, UFRRJ, Seropédica - RJ

4 - Meteorologista, Prof. Adjunto, Depto. Ciências Ambientais, IF/UFRRJ, Seropédica - RJ

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro de 2013 – Centro de Convenções e Eventos Benedito Silva Nunes, Universidade Federal do Para, Belém, PA

**RESUMO:** Embora o Brasil seja extremamente vulnerável à desertificação, grande parte dos estudos concentram-se no Nordeste do país e Norte de Minas Gerais, sendo escassos trabalhos sobre o tema nas demais regiões. Nesse sentido, o presente trabalho objetiva avaliar a susceptibilidade à desertificação no estado do Rio de Janeiro. Para tanto, utilizaram-se dados de precipitação pluvial e de temperatura do ar de estações localizadas na região de estudo. Para cada mês, ajustou-se um modelo linear múltiplo entre as médias mensais da temperatura do ar em função das coordenadas geográficas e altitude das estações meteorológicas. Utilizaram-se os modelos lineares para estimar as temperaturas do ar mensal nas coordenadas das estações pluviométricas e, assim determinar a evapotranspiração potencial (ETP). Por fim, foram calculados os índices de aridez (Ia) e (D) para cada uma dessas localidades. Os índices foram interpolados através do método de Mínima Curvatura para a elaboração dos mapas de susceptibilidade à desertificação. Apenas o (Ia) indicou áreas com susceptibilidade à desertificação. No entanto, ambos os índices demonstraram que a região Norte e leste da região da Baixada são as mais secas do estado, seguidas das regiões Noroeste e Metropolitana.

**PALAVRAS-CHAVES:** desertificação, índice de aridez, Rio de Janeiro.

## DESERTIFICATION SUSCEPTIBILITY IN THE STATE OF RIO DE JANEIRO BASED ON ARIDITY INDICES

**ABSTRACT:** Although Brazil is extremely vulnerable to desertification, most studies are concentrated in the Northeast of the country and Northern Minas Gerais, with few studies on the subject in other regions. This study aims to analyze the susceptibility of desertification in the state of Rio de Janeiro. Therefore, monthly rainfall and temperature data were collected from stations, distributed throughout the study area. A multiple linear model between the mean air temperature was adjusted for each month as a function of geographical coordinates and altitude of the meteorological stations. These linear models were utilized to estimate monthly air temperatures in the coordinates of rainfall stations and determine the Potential Evapotranspiration (ETP). Finally, the Aridity indices (Ia) and (D) were calculated for each of these locations, and the results interpolated by Minimum Curvature method to generate the desertification's susceptibility maps. Only (Ia) pointed out the presence of areas susceptible to





desertification in the state of Rio de Janeiro. Nonetheless, both aridity indices showed that the North region and the east part of Baixada region are the driest areas of the state, followed by the Northwest and Metropolitan regions.

**KEYWORDS:** desertification, aridity index, Rio de Janeiro.

## INTRODUÇÃO

A desertificação, associada às mudanças climáticas e a perda de biodiversidade, são considerados os mais graves problemas ambientais enfrentados pela humanidade em busca do desenvolvimento sustentável. Apesar da amplitude de sua conceituação, este fenômeno se caracteriza por ser um processo lento, extremamente complexo, multifacetado e dinâmico em sua essência, que acarreta em redução da biodiversidade, perda da produtividade, instabilidade econômica, política e social, entre outros (WINSLOW *et al.*, 2004). Índices de aridez baseados em elementos climáticos têm sido amplamente utilizados com o objetivo de se verificar a susceptibilidade à desertificação. Embora seja consenso no meio científico que a tal processo esteja diretamente relacionado ao nível de aridez de determinada localidade, é reconhecido que o mesmo seja influenciado também por outros fatores relacionados, principalmente, características do solo, vegetação e atividades antrópicas (DUARTE, 2003). A região Nordeste do país e o norte de Minas Gerais são regiões prioritárias em estudos relacionados à desertificação no Brasil, particularmente por suas características climáticas. Entretanto, pouco se sabe sobre a susceptibilidade das demais regiões frente às tendências atuais e de mudanças projetadas do clima. Apesar da maior parte do estado do Rio de Janeiro apresentar os tipos climáticos superúmido ou úmido, parte das regiões Norte e Noroeste Fluminense é classificada como subúmida seca. Além disso, estudos sugerem que nestas regiões ocorre um processo de diminuição dos totais de precipitação e aumento da temperatura (XAVIER *et al.*, 2000; ANDRÉ *et al.*, 2004). Nessa perspectiva, o presente estudo tem por objetivo avaliar a susceptibilidade à desertificação no estado do Rio de Janeiro baseada em dois índices de aridez.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo do presente trabalho foi o estado do Rio de Janeiro, localizado na região Sudeste do Brasil, entre as latitudes 20° 45' e 23° 21' S e as longitudes 40° 57' e 44° 53' W. As séries climáticas relativas à precipitação pluvial foram obtidas no banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA) através do sistema Hidroweb. Como critério de seleção para escolha das estações consideraram-se apenas séries superiores ou iguais a 20 anos e início da série a partir de 1960 até 2010. Com base nesses critérios foram selecionadas 77 estações pluviométricas para o estado do Rio de Janeiro (Figura 1). As estações pertenciam à Fundação de Superintendência Estadual de Rio e Lagoas (SERLA), ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), ao Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e à LIGHT, e distribuídas por todo território do estado.



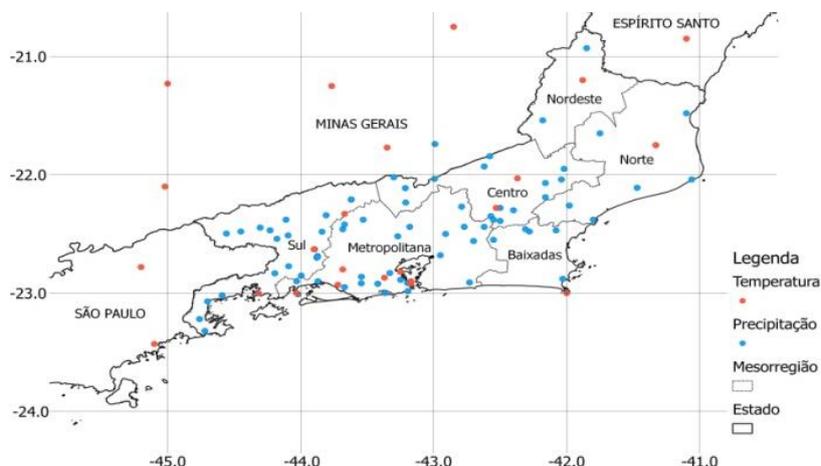


Figura 1 – Estações pluviométricas e meteorológicas (temperatura do ar) utilizadas para a obtenção das séries de longo tempo de precipitação pluvial e temperatura do ar.

Séries climáticas da temperatura do ar mensal foram obtidas de 24 estações meteorológicas pertencentes ao INMET e a Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica (REDEMET), localizadas nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo (Figura 1). Para cada mês, ajustou-se um modelo linear múltiplo (determinístico global) entre as médias mensais da temperatura do ar (variável dependente) em função das coordenadas geográficas e altitude (variáveis independentes) das estações meteorológicas, conforme Araújo *et al.* (2010). Os modelos ajustados foram utilizados posteriormente para se estimar as temperaturas do ar mensal nas coordenadas das estações pluviométricas.

A partir dos dados de temperatura do ar foi calculada a evapotranspiração potencial (ETP) média mensal pelo método de Thornthwaite (1948), e, por conseguinte, com os dados de precipitação pluvial, determinado o índice de aridez (Ia), proposto por Thornthwaite (1948) e ajustado por Penman (1953) para as coordenadas geográficas de cada estação pluviométrica, conforme:

$$Ia = P/ETP \quad (01)$$

em que, ETP (mm) corresponde à evapotranspiração potencial anual, P (mm) é a precipitação pluvial e Ia é o índice de aridez.

Posteriormente, calculou-se o índice de aridez (D), elaborado por Hare (1983), o qual é determinado pelo índice de umidade de Thornthwaite (1948), posteriormente modificado por Hare (1983), e pela precipitação média anual de cada uma das 77 localidades da área de estudo.

$$D = 1/(0,01Im + 1) \quad Im = 100 [(P/ETP) - 1] \quad (02)$$

em que, Im representa o índice de umidade de Thornthwaite, P (mm) corresponde a precipitação média anual, ETP (mm) é a evapotranspiração média anual e D o índice de aridez.

Por fim, mapas de susceptibilidade à desertificação foram elaborados através da interpolação dos resultados obtidos acerca dos índices de aridez (Ia) e (D) para cada localidade pelo método de Mínima Curvatura (MC) com auxílio do aplicativo SURFER 8.0<sup>®</sup>.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao índice de aridez ( $I_a$ ), áreas susceptíveis a desertificação encontram-se no intervalo de valores entre 0,05 e 0,65, variando entre susceptibilidade muito alta (0,05 – 0,20), alta (0,21 – 0,50) e moderada (0,51 – 0,65) (MATALLO JÚNIOR, 2003). Áreas com valores  $< 0,65$  não são consideradas susceptíveis à desertificação, sendo classificadas, segundo classificação climática de Thornthwaite, como Subúmido Úmido, ou classes superiores (Úmido e Superúmido). Logo, verifica-se nas Figuras 2 e 3 que 1,56% (728,46 km<sup>2</sup>) da área do estado do Rio de Janeiro apresentou susceptibilidade moderada à desertificação.

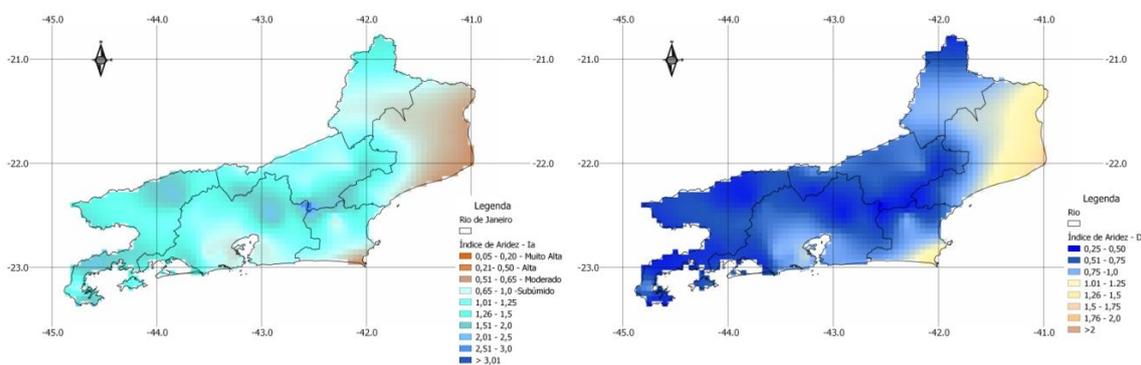


Figura 2 – Distribuição espacial do Índice de Aridez ( $I_a$ ) e do índice (D) para o estado do Rio de Janeiro.

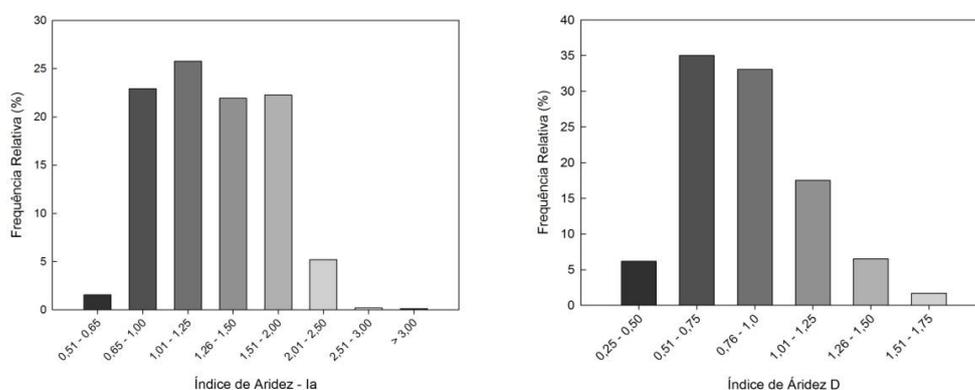


Figura 3 – Distribuição de frequência relativa (%) dos Índices de Aridez  $I_a$  e D.

As regiões com moderada susceptibilidade encontram-se na porção leste do estado, próximas ao ambiente costeiro, da região Norte Fluminense, e na região da Baixada, próxima à cidade de Cabo Frio e Arraial do Cabo. Grande parte do Norte Fluminense, além de menores porções das regiões Metropolitana e Noroeste, encontram-se numa transição entre susceptibilidade moderada à não susceptível. Contudo, essas regiões encontram-se ainda na classe subúmida ( $0,66 < I_a < 1$  - Subúmido), perfazendo uma área de 22,92% (10.702,72 km<sup>2</sup>) em relação ao território do estado. Nessas regiões, as precipitações inferiores a 900 mm por ano (CORREIA



*et al.*, 2011) e as temperaturas do ar superiores a 22°C (ARAÚJO *et al.*, 2010), condicionaram as características de clima subúmido seco nessas regiões.

Para índice de aridez (D), áreas com susceptibilidade mais significativa à desertificação encontram-se no intervalo entre  $2 < D < 7$ , no qual os extremos correspondem aos limites secos das zonas subúmidas e úmidas dos desertos, respectivamente. Conforme as Figuras 2 e 3 não se observou suscetibilidade à desertificação no estado do Rio de Janeiro, visto que o D máximo observado foi inferior a 1,75. Contudo, observou-se que no estado, 1,7% (793,83 km<sup>2</sup>) de sua área apresentaram características subúmidas ( $1,51 < D < 1,75$ ) próximas de susceptíveis a desertificação. Novamente, verificou-se que as porções leste das mesorregiões Norte e Baixada são as mais secas ( $D > 1$ ), seguidas de algumas áreas nas regiões Metropolitana e Noroeste. Essas áreas compreenderam 25,7% (12.000,87 km<sup>2</sup>) do território do Rio de Janeiro.

## CONCLUSÕES

O índice de aridez (Ia) demonstra a presença de áreas com moderada susceptibilidade à desertificação em zonas próximas ao ambiente costeiro das regiões Norte Fluminense e Baixada. Além disso, indica áreas entre susceptibilidade moderada à não susceptível em grande parte da região Norte e menores porções das regiões Metropolitana e Noroeste, que juntas perfazer mais de 1/5 do território do estado. Baseado no índice de aridez (D), não constata-se susceptibilidade à desertificação no estado. Contudo, novamente verifica-se que as porções leste das regiões Norte e Baixada são as mais secas, seguidas das regiões Metropolitana e Noroeste. Dessa forma, torna-se necessário o aprofundamento nos estudos acerca da susceptibilidade à desertificação no estado do Rio de Janeiro, principalmente frente aos possíveis cenários de mudanças climáticas.

## REFERÊNCIAS

ANDRÉ, R. G. B.; PINHEIRO, F. M. A., MARQUES, V.S. Índices de aridez e de umidade para a região Norte Fluminense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13, 2004, Fortaleza, CE. **Anais...**SBMET, CDROM, 2004.

ARAÚJO, F. F. S. *et al.* Espacialização da temperatura do ar mensal no estado do Rio de Janeiro baseada em modelos lineares e dados SRTM. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADOS À ENGENHARIA FLORESTAL, 9. 2010. Curitiba, PR. **Anais...** IX Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal. 2010.

CORREIA, T. P. *et al.* Distribuição espacial da precipitação pluvial mensal no estado do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 17. 2011. Guarapari. **Anais...** XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. 2011.





XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA  
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia  
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013  
Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade  
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia



DUARTE, J.J. Desertificação do Semi-árido paraibano. **Revista Conceitos**. João Pessoa. v. 9. nº9. p. 53-60. jan/jun. 2003.

HARE, F. K. Climate and Desertification: A Revised Analysis. World Climate Program. **Report nº44**. World Meteorological Organization. Geneva, Switzerland. 1983.

MATALLO JUNIOR, H. A desertificação no mundo e no Brasil. In: SCHENKEL, MATALLO JR, H (Org). **Desertificação**. Brasília: UNESCO, 2003.

PENMAN, H. L. The Physical bases of irrigation control. In: International Horticultural Congress, 13, 1953, London. **Report....** London: Royal Horticultural Society. p. 913-924. 1953.

THORNTHWAI TE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. **Geogr. Rev**, v.38, p.55-94, 1948.

XAVIER, M. C. A.; PAIVA, C. M.; ALVES, G. S.: Classificação e índice de mudança climática em Itaperuna, RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11, 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2000. CD-ROM.

WINSLOW, M. *et al.* **Desertification, drought, poverty and agriculture**: research lessons and opportunities. Aleppo, Syria; Patancheru, India; and Rome, Italy: joint publication of the International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), the International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), and the UNCCD Global Mechanism (GM). 52 p. 2004.

