



ISSN: 2525-815X

Journal of Environmental Analysis and Progress

Journal homepage: www.jeap.ufrpe.br/

10.24221/jeap.4.1.2019.2093.014-020



Índice de aridez na Zona da Mata no Estado de Pernambuco - Brasil

Aridity index in the Zona da Mata in the State of Pernambuco - Brazil

Helano Nobre Vilar^a, Raimundo Mainar de Medeiros^b

^a Universidade Federal do Piauí-UFPI, Departamento de Biologia, Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, Bairro Ininga, Teresina/PI-SG-01. CEP: 64049-550. E-mail: helanovilar@hotmail.com.

^b Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE, Departamento de Tecnologia Rural-DTR, Rua Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife-PE. CEP: 52171-900. E-mail: crisjs45@yahoo.com.br.

ARTICLE INFO

Recebido 09 Ago 2018

Aceito 22 Nov 2018

Publicado 26 Nov 2018

ABSTRACT

The agricultural economy of Zona da Mata is mainly composed of sugarcane plantations, with the region of sugarcane plantations and sugarcane plantations. Lately the region has been outstanding due to the growth in the number of food and automotive industries. The study evaluated the variability of moisture and dryness indexes through the statistical analyzes for the cities that make up the Zona da Mata in the state of Pernambuco. The data generated may support decisions in the area for the improvement of soils with high susceptibilities of degradation. An analysis of the climatic behavior was made using precipitation and climatological data from the database of the Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste and the Agência de Tempo e Clima do Estado de Pernambuco (APAC). The estimation of the average air temperature was carried out using the software "Estima_T" developed by the Applied Meteorology Nucleus of the Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), using series estimation of the average monthly air temperature of some meteorological stations due to the absence of data. The levels of susceptibility to desertification were found to be high and very high. The aridity index does not exert a great influence to determine the occurrence of desertified areas for the study area, considering the values of temperature and precipitation, and anthropic action may be one of the important factors in desertification.

Keywords: Rain, temperature, hydric balance, climatic classification.

RESUMO

A economia agropecuária da Zona da Mata é composta principalmente pela plantação de cana-de-açúcar, tendo a região engenhos e usinas. Ultimamente a região vem se destacando devido ao crescimento no número de indústrias alimentícias e automotiva. O estudo avaliou a variabilidade dos índices de umidade e aridez através das análises estatísticas para as cidades que compõem a Zona da Mata no estado de Pernambuco. Os dados gerados poderão subsidiar decisões na área para o melhoramento dos solos com susceptibilidades elevadas. Na análise do comportamento climático foram utilizados dados de precipitação, média climatológica, do banco de dados da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste e da Agência de Tempo e Clima do Estado de Pernambuco (APAC). A estimativa da temperatura média do ar foi realizada com uso do *software* "Estima_T" desenvolvido pelo Núcleo de Meteorologia Aplicada da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), através da estimativa das séries de temperatura média mensal do ar de alguns postos meteorológicos, devido à ausência de dados. Foram encontrados os níveis de susceptibilidade à desertificação, alta e muito alta. O índice de aridez não exerce grande influência para determinar a ocorrência de áreas desertificadas para a área de estudo, considerando os valores de temperatura e precipitação, podendo ser a ação antrópica um dos fatores importantes na desertificação.

Palavras-Chave: Chuva, temperatura, balanço hídrico, classificação climática.

Introdução

A precipitação ocorre de forma periódica e compõe um dos fatores mais importantes na produção agrícola. Considerando os componentes climáticos, a precipitação é um dos fatores que mais afetam a produção agrícola, devido a seu caráter aleatório. No Nordeste do Brasil, o máximo de precipitação é registrado na porção norte, principalmente nos estados do Maranhão, Ceará, oeste do Rio Grande do Norte e interiores da Paraíba e Pernambuco, ocorrendo no período de fevereiro a maio. Isto ocorre devido ao deslocamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) para latitudes mais ao sul, a qual influencia diretamente o período chuvoso da região (Uvo, 1989).

Thornthwaite (1948) preparou os índices de umidade, aridez e hídrico objetivando a classificação climática e os autores Thornthwaite & Mather (1955) realizaram o balanço hídrico tendo com variáveis de saída a evapotranspiração potencial total anual, déficit hídrico anual de umidade na atmosfera, excedentes hídricos anuais de água no solo, entre outras. Os autores indicaram que o Índice de Aridez (Ia) é a razão entre o déficit anual de umidade e a evapotranspiração potencial; o Índice de Umidade (Iu) é o excedente anual de água no solo dividido pela evapotranspiração potencial; e o Índice Efetivo de Umidade (Im) é o (Iu) multiplicado por 100, menos 0,6 vezes (Ia), multiplicado por 100.

O índice de aridez (Ia) está diretamente ligado ao quociente da precipitação e à evapotranspiração. O Ia é dependente do volume de água da chuva e da respectiva perda gerada pela evaporação, transpiração ou evapotranspiração potencial. O Ia vem sendo utilizado para delimitar as áreas susceptíveis à desertificação no mundo. O referido índice varia de 0,05 a 0,65, correspondendo respectivamente às susceptibilidades muito alta e moderada (Schenkel et al., 2001).

Os processos de erosão superficial de partículas de solo são ocasionados pelas ações do vento e da água, causando ou provocando erosões eólicas ou hídricas. A erosão hídrica é a mais importante e preocupante devido à predominância do clima tropical (Bertoni et al., 2012).

No Nordeste brasileiro (NEB) a maioria das atividades está baseada na exploração dos recursos naturais, e em especial, no extrativismo da cobertura vegetal, no superpastejo de áreas nativas e na exploração agrícola por meio de práticas de manejo do solo muitas vezes inadequadas (Sampaio et al., 1997).

Em várias regiões do Brasil têm ocorrido sérios problemas de degradação ambiental,

ocasionados, tanto por alterações antrópicas, quanto por processos naturais. Dentre os processos naturais pode-se destacar a erosão hídrica como uma das mais importantes formas de erosão do solo, principalmente quando não há planejamento e desrespeito à capacidade de uso dos recursos naturais (Bazzano et al., 2010).

Os impactos causados pela erosão hídrica são o empobrecimento do solo devido à perda de nutrientes e matéria orgânica, assoreamento e contaminação dos corpos hídricos pelo deslocamento de fertilizantes e agrotóxicos, ocasionando mudanças diretas na fauna e flora (Bertoni et al., 2012; Pires et al., 2013). De acordo com Pires et al. (2013), a erosão do solo é analisada como um processo de origem natural com a finalidade de formação da paisagem e renovação do solo.

Medeiros et al. (2017) estimaram a erosividade da chuva na bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto (BHRUP) utilizando a Equação Universal de Perdas de Solo em 48 localidades no período crítico de ocorrência de chuvas intensas na BHRUP. Nesse período crítico, de outubro a março, chove 90,74% do total anual. Estes autores verificaram que existem valores elevados de erosividade em alguns municípios.

Medeiros et al. (2015) utilizaram dados de precipitação mensal e anual e dados de temperatura estimados pelo *software* Estima T obtendo cenários otimista e pessimista e, aplicaram o método do balanço hídrico com o valor de referência de 100 mm para seis regiões homogêneas do Estado da Paraíba, efetuando o cálculo da erosividade. Os índices de evapotranspiração evidenciaram aumentos em todas as regiões, em diferentes cenários. Os índices de evaporação mantiveram-se reduzidos em outros cenários. As deficiências e os excedentes hídricos apresentaram oscilações de altos e baixos valores para todos os cenários. Foram verificadas reduções da erosividade em todas as regiões de estudo. O fator R foi de 43.776,3 MJ.mm.ha⁻¹.ano⁻¹ no Litoral, 25.135,1 MJ.mm.ha⁻¹.ano⁻¹ no Agreste, 30.675,9 MJ.mm.ha⁻¹.ano⁻¹ no Brejo, 17.361,8 MJ.mm.ha⁻¹.ano⁻¹ no Cariri/Curimataú, 24.140,5 MJ.mm.ha⁻¹.ano⁻¹ no Sertão e 27.326,9 MJ.mm.ha⁻¹.ano⁻¹ no Alto Sertão. Considerando o clima, adotaram o valor de erosividade estabelecido para a área, de acordo com Aquino et al. (2012), determinando a quantidade, intensidade e duração da precipitação.

A geologia é uma componente menos relevante do que o tipo de solo, de acordo com Fushita et al. (2011), por estar abaixo destes e não receber o impacto direto da precipitação e do

deflúvio superficial, além de ser material menos intemperizado e mais coeso.

O clima, por sua vez, é pouco influente, porquanto, mesmo com elevada erosividade, permitiu a formação de solos espessos, que denotam estabilidade natural entre a morfogênese e a pedogênese.

Ressalta-se que a economia da Zona da Mata é composta, principalmente, pelo cultivo de cana-de-açúcar, existindo, na região, engenhos e usinas. Ultimamente, a região vem se destacando devido ao crescimento no número de indústrias alimentícias e automotivas, instaladas desde 2010. Os municípios de maior importância são Vitória de Santo Antão, Palmares, Carpina e Escada.

O objetivo deste estudo foi avaliar a variabilidade do índice de umidade e aridez, através de análises estatísticas, para as cidades que compõem a Zona da Mata pernambucana, com o intuito de auxiliar empresas estabelecidas na área quanto ao melhoramento dos solos com algum grau de susceptibilidade relativa à erosão do solo.

Material e Métodos

A Zona da Mata Pernambucana (Figura 1) é composta por 43 municípios, tendo área de 8.738 km², equivalendo a 8,9% do território pernambucano, limitando-se ao norte com a Paraíba, ao sul com Alagoas, ao leste com a Região Metropolitana do Recife e ao oeste com o Agreste. Possui população estimada em 1.193.661 habitantes (IBGE, 2013). Até bem pouco tempo, a maior parte desta área era referida como "região canavieira". É uma das regiões de maior potencial econômico do Nordeste, pelos recursos naturais disponíveis (água, solo, etc.), pelas vantagens locais em torno da Região Metropolitana do Recife, com razoável infraestrutura econômica (estradas, portos marítimos, aeroportos) e abundante contingente de mão-de-obra. Nessa região concentra-se a monocultura canavieira, com área de, aproximadamente, 450 mil hectares e chegou a empregar, em épocas de safra, mais de 200 mil pessoas.

Figura 1. Representação geográfica da Zona da Mata no Estado de Pernambuco. Fonte: Medeiros (2018).



A mesorregião estudada é cortada pelos rios mais importantes do estado, como o Rio

Capibaribe, o Rio Ipojuca e o Rio Ipanema, além de rios de menor extensão como o Rio Siriji. A vegetação é composta por Mata Atlântica, que incluem árvores de médio e grande porte e gramíneas, com uma rica fauna.

Os principais sistemas responsáveis são a Zona de Convergência Intertropical - ZCIT (Hastenrath et al., 1977), as Frentes Frias (Aragão, 1976; Kousky, 1979), os Distúrbios de Leste ou Ondas de Leste (Yamazaki et al., 1977) e os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) (Aragão, 1976; Kousky et al., 1981). A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é o principal sistema meteorológico provedor de chuvas no setor norte do NEB, onde o estado da Paraíba está inserido. Normalmente, a ZCIT migra sazonalmente de sua posição mais ao norte, aproximadamente 12°N, em agosto-setembro, para posições mais ao sul e, aproximadamente 4°S, em março-abril (Uvo, 1989).

Na análise do comportamento climático foram utilizados dados de precipitação médios climatológicas, do banco de dados coletados pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE, 1990) e da Agência de tempo e clima do estado de Pernambuco (APAC). A estimativa da temperatura média do ar foi feita pelo *software* "Estima_T" (Cavalcanti et al., 1994, 2006), desenvolvido pelo Núcleo de Meteorologia Aplicada da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), para estimativa das séries de temperatura média mensal do ar de alguns postos meteorológicos devido à ausência de dados.

Cálculo da evapotranspiração potencial (ETP)

A estimativa da evapotranspiração potencial (ETP) utilizada na metodologia requer apenas dados de temperatura média mensal do ar e da insolação máxima, expresso em mm/mês. Define-se a evapotranspiração potencial da seguinte forma, de acordo com Thornthwaite & Mather (1948; 1953).

$$(ETP)_j = F_j \cdot E_j$$

onde: E_j representa a evapotranspiração potencial (mm.dia⁻¹) não ajustada resumida da seguinte forma:

$$E_j = 0,553 \left(\frac{10 \cdot T_j}{I} \right)^a$$

onde: T_j representa a temperatura média mensal do ar do mês (°C); I é o índice anual de calor definido através de:

$$I = \sum_{j=1}^{12} ij$$

Considerando o índice térmico de calor no mês dado por:

$$ij = \left(\frac{Tj}{5}\right)^{1,514}$$

Por fim, o expoente “a” é uma função cúbica desse índice anual de calor, expresso da seguinte forma:

$$a = 6,75x10^{-7} - 7,71x10^{-5}I^2 + 1,79x10^{-2}I + 0,49$$

O fator de correção é definido em função do número de dias do mês Dj (em janeiro, Dj = 31; em fevereiro Dj = 28; etc.) e da insolação máxima do dia 15 do mês J (Nj), considerado representativo da média desse mês, definido por:

$$Fj = \frac{Dj \cdot Nj}{12}$$

Para o cálculo da insolação máxima do dia 15 utilizou-se a seguinte expressão:

$$Nj = \left(\frac{2}{15}\right) [\text{arc. cos}(-\text{tag}\varnothing \cdot \text{tag}\delta)]$$

onde: \varnothing = latitude do local; δ = declinação do sol em graus, para o dia considerado, definido por:

$$\delta = 23,45^{\circ} \text{sen}[360(284 + d)/365]$$

onde “d” é o número de ordem, no ano do dia considerado (dia Juliano).

A estimativa da evapotranspiração potencial só é válida para valor de temperatura média do ar do mês inferior a 26,5°C. Quando a temperatura média desse mês for igual ou superior a 26,5°C, Thornthwaite & Mather (1948, 1953) assumiram que Ej independe do índice anual de calor e utiliza-se para sua estimativa uma tabela apropriada.

Cálculo do balanço hídrico

O balanço hídrico utilizado calcula a disponibilidade de água no solo para as comunidades vegetais. Contabiliza a precipitação perante evapotranspiração potencial, levando em consideração a capacidade de campo de armazenamento de água no solo (CAD). O modelo utilizado para determinar o balanço hídrico foi o proposto por Thornthwaite (1948; 1955). O balanço hídrico foi realizado apenas com

dados de precipitação média e temperatura média mensal do ar e um valor correspondente à capacidade de água disponível (CAD), utilizando o valor de 100 mm. A estrutura do cálculo do balanço hídrico foi desenvolvida em planilhas eletrônicas por Medeiros (2014).

Índice de aridez (IA)

O Índice de Aridez (IA) representa o quanto uma região é árida. Para um estudo da intensificação deste índice é preciso realizar uma análise temporal do comportamento do mesmo. Este índice é um conjunto do índice de aridez e de umidade. Um decréscimo deste índice resulta em um aumento do índice de aridez; um aumento deste índice resulta em um aumento do índice de umidade. O IA caracteriza-se por indicar a deficiência hídrica da evapotranspiração potencial (necessidade) expressa em percentagem. É definido em função da deficiência e evapotranspiração potencial (ambas anuais).

O IA foi calculado usando a fórmula proposta pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP, 1992), utilizado para a classificação de terras susceptíveis aos processos de desertificação, definida por:

$$IA = \frac{Pr}{ETP}$$

onde: Pr é a precipitação média anual (mm.ano⁻¹) e ETP é evapotranspiração potencial média anual (mm.ano⁻¹).

Dessa forma, o índice de aridez (IA) foi calculado para 223 municípios em estudo. A partir dos dados de temperatura do ar foi calculada a ETP média mensal pelo método de Thornthwaite (1948, 1953), utilizando a planilha eletrônica desenvolvida por Medeiros (2014). A classificação climática de uma determinada localidade, de acordo com os valores do IA, é mostrada na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação climática conforme valores do índice de aridez (IA).

Tipos de clima	Índice de Aridez (IA)
Hiperárido	IA ≤ 0,03
Árido	0,03 < IA ≤ 0,2
Semiárido	0,2 < IA ≤ 0,5
Subúmido seco	0,5 < IA ≤ 0,65
Subúmido	0,65 < IA ≤ 1,0
Úmido	IA > 1,0

O grau da desertificação está associado à susceptibilidade de acordo com o índice IA (Tabela 2), acrescentado do rigor do período de estiagens, pressão demográfica e tipo de uso dos

recursos naturais, e ainda nível de desenvolvimento do país e qualidade de medidas preventivas (FAO, 2000). Conhecendo-se as séries históricas meteorológicas de precipitação e de temperatura média do e do IA, pode-se caracterizar a disponibilidade da água e o planejamento para seu uso. Podem também ser destacados os períodos anuais que serão críticos, com perdas ou excedentes hídricos (Souza et al., 2014).

Tabela 2. Classificação quanto ao nível de susceptibilidade à desertificação, com o auxílio do uso do Índice de Aridez, adaptada da metodologia de Matallo Júnior (1998).

Nível de susceptibilidade à desertificação	Índice de Aridez
Moderada (M)	de 0,51 até 0,65
Alta (AL)	de 0,21 até 0,50
Muito alta (MA)	de 0,05 até 0,20

Medeiros (2014) demonstrou que a variação espacial das variáveis meteorológicas, Deficiência Hídrica (DEF), Excedente hídrico (EXC), Índices de Aridez (Ia), Índices de Umidade (Iu) e Índices Hídricos (Ih) em função da capacidade de água disponível (CADs) nos

níveis de 75, 100, 125 e 150 mm, obtidas através do balanço hídrico climatológico proposto por Thornthwaite & Mather (1948, 1953) no Estado do Piauí, Brasil. Através dessa análise foi verificado que ocorreram pequenas oscilações nestas variáveis, em função das CAD's estudadas, comprovados pela variabilidade espaço temporal dos índices pluviométricos, juntamente com a alta oscilação da evapotranspiração potencial. Este resultado corrobora o estudo atual.

Resultados

Concordando com a classificação de Köppen, a microrregião da zona da região possui o clima do tipo AS e AM, segundo Alvares et al. (2014) (Tabela 3). Dois níveis de susceptibilidade foram registrados, sendo alta e muito alta. Na classificação climática ocorrem os climas semiárido e árido.

Foram encontrados os níveis de susceptibilidade à desertificação alta e muito alta, com ênfase para a microrregião da Zona da Mata.

Com o IA calculado pôde-se classificar o nível de susceptibilidade à desertificação, adaptado da classificação (Tabela 3) em conformidade ao Plano Nacional de Combate à Desertificação, conforme Matallo (1998).

Tabela 3. Relação municipal, coordenadas geográficas (latitude, longitude e altitude), classificação climática, Índice de Aridez, Nível de Susceptibilidade e classificação climática para a microrregião da Zona da Mata.

Municípios	Latitude (o ')	Longitude (o')	Altitude (m)	Classificação Köppen	Índice de Aridez	Nível de Susceptibilidade	Classificação Climática
Água Preta	8 70	35 55	132	AM	0,196	Muito alto	Árido
Aliança	7 60	35 23	94	AS	0,284	Alta	Semiárido
Amaraji	8 37	35 44	386	AM	0,19	Muito alto	Árido
Barreiros	8 82	35 19	70	AM	0,17	Muito alto	Árido
Belém de Maria	8 62	35 84	323	AS	0,281	Alta	Semiárido
Buenos Aires	7 72	35 32	166	AS	0,29	Alta	Semiárido
Camutanga	7 40	35 27	213	AS	0,315	Alta	Semiárido
Carpina	7 85	35 24	134	AS	0,309	Alta	Semiárido
Catende	8 66	35 70	256	AS	0,245	Alta	Semiárido
Chã Grande	7 72	35 23	466	AS	0,259	Alta	Semiárido
Condado	7 58	35 09	79	AS	0,256	Alta	Semiárido
Cortês	8 50	35 51	409	AM	0,176	Muito alto	Árido
Escada	8 36	35 23	145	AM	0,216	Alta	Semiárido
Ferreiros	7 95	35 23	98	AS	0,315	Alta	Semiárido
Gameleira	8 55	35 36	127	AM	0,198	Muito alto	Árido
Glória Goitá	8 00	35 31	186	AS	0,327	Alta	Semiárido
Itambé	7 40	35 17	100	AS	0,268	Alta	Semiárido
Itaquitinga	7 65	35 10	97	AS	0,245	Alta	Semiárido
Jaqueira	8 73	35 79	302	AS	0,241	Alta	Semiárido
Joaquim Nabuco	8 64	35 41	236	AM	0,2	Muito alto	Árido
Lagoa Carro	7 84	35 31	127	AS	0,323	Alta	Semiárido
Lagoa Itaenga	7 91	35 28	139	AS	0,317	Alta	Semiárido
Macaparana	7 55	35 44	460	AS	0,264	Alta	Semiárido
Maraial	8 80	35 83	305	AS	0,207	Muito alto	Semiárido
Nazaré Mata	7 74	35 22	91	AS	0,295	Alta	Semiárido
Palmares		35 57	196	AS	0,227	Alta	Semiárido

Municípios	Latitude (o °)	Longitude (o')	Altitude (m)	Classificação Köppen	Índice de Aridez	Nível de Susceptibilidade	Classificação Climática
Paudalho	7 91	35 16	116	AS	0,296	Alta	Semiárido
Pombos	8 13	35 39	341	AS	0,259	Alta	Semiárido
Primavera	834	35 34	367	AS	0,193	Muito alto	Árido
Quipapá	8 82	36 01	555	AS	0,277	Alta	Semiárido
Ribeirão	8 50	35 37	151	AM	0,211	Muito alto	Semiárido
Rio Formoso	8 66	35 15	86	AM	0,178	Muito alto	Árido
S. J. C. Grande	8 83	35 15	47	AM	0,177	Muito alto	Árido
S. Benedito Sul	8 67	35 94	460	AS	0,235	Alta	Semiárido
Sirinhaém	8 61	35 11	60	AM	0,188	Muito alto	Árido
Tamandaré	7 90	36 03	66	AM	0,181	Muito alto	Árido
Timbaúba	801	36 05	216	AS	0,299	Alta	Semiárido
Tracunhaém	775	40 27	112	AS	0,281	Alta	Semiárido
Vicência	812	35 28	176	AS	0,283	Alta	Semiárido
Vitória S. Antão	883	35 63	253	AS	0,254	Alta	Semiárido
Xexéu	883	35 63	167	AS	0,251	Alta	Semiárido

Discussão

Nota-se que este índice não exerce grande influência na determinação da ocorrência de áreas degradadas na área de estudo, levando-se em consideração os valores de temperatura e precipitação. A ação antrópica deve ser considerada como um dos fatores importantes para o estado de degradação da área investigada.

Estudos como o de Dias & Silva (2003) em Fortaleza (CE) e de Oliveira Jr. (1990) em Conceição do Araguaia (PA), entre outros, corroboram os resultados deste estudo. Os índices de erosividade da chuva, seguidos dos seus períodos de retorno e probabilidade de ocorrência e sua correlação com o coeficiente de chuva local, obtidos por Rosa et al. (2016), corroboram os resultados aqui apresentados.

Conclusão

Áreas podem ser identificadas com susceptibilidade à degradação, em razão de um menor índice de aridez, e áreas que apresentam um maior índice de aridez, não são colocadas como apresentando processos susceptíveis à desertificação degradada, podendo se encontrar degradadas mostrar a um ponto de serem consideradas áreas desertificadas. Esta variabilidade poderá vir a ocorrer devido ao uso inadequado do solo e do ambiente pelo homem.

Referências

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. 2014. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, p. 711-728.

APAC. 2017. Agência de tempo e clima do Estado do Pernambuco. Estimativa Populacional

2013. Censo Populacional 2013. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Outubro de 2013.

AQUINO, R.; SILVA, M. L. N.; FREITAS, D. A. F.; CURI, N.; MELLO, C. R.; AVANZI, J. C. 2012. Spatial variability of the rainfall erosivity in southern region of Minas Gerais state, Brazil. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 36, p. 533-542.

ARAGÃO, J. O. R. 1976. Um Estudo da Estrutura das Perturbações Sinóticas no Nordeste do Brasil. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 51p.

BAZZANO, M. G. P.; ELTZ, F. L. F.; CASSOL, E. A. 2010. Erosividade e Características Hidrológicas das Chuvas de Rio Grande. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 34, p. 235-244.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. 2012. Conservação do solo. 2 e. São Paulo: Ícone, 355p.

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, E. D. V. 1994. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 8, 1994. Belo Horizonte, Anais... Belo Horizonte: SBMET, 1, p. 154-157.

CAVALCANTI, E.P.; SILVA, V.P.R.; SOUSA, F.A.S. 2006. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 10, n. 1, p. 140-147.

DIAS, A. S.; SILVA, J. R. C. 2003. A Erosividade das chuvas em Fortaleza (CE). I – distribuição, probabilidade de ocorrência e período de retorno –

primeira aproximação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 27, p. 335-345,

FUSHITA, A. T.; CAMARGO-BORTOLIN, L. H. G.; ARANTES, E. M.; MOREIRA, M. A. A.; CANÇADO, C. J.; LORANDI, R. 2011. Fragilidade ambiental associada ao risco potencial de erosão de uma área da região geoeconômica médio Mogi Guaçu superior (SP). *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 63, p. 609-618.

HASTENRATH, S.; HELLER, L. 1977. Dynamics of Climatic Hazards in Northeast Brazil. *Quarterly Journal Royal Meteorological Society*, v. 103, p. 77-92.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. 1928. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag condicionadas. Justus Perthes. n.1. v.1. p.128.

KOUSKY, V. E. 1979. Frontal influences on northeast Brazil. *Monthly Weather Review*, v. 107, p. 1140-1153.

KOUSKY, V. E.; GAN, M. A. 1981. Upper tropospheric cyclones vortices in the tropical South Atlantic. *Tellus*, v. 33, p. 538-551.

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

MEDEIROS, R. M. 2014. Estudo agrometeorológico para o Estado da Paraíba. Edição Avulsa. 138p.

MEDEIROS, R. M.; KOSMINSKY, M.; SILVA, V. P.; HOLANDA, R. M. 2017. Estimativa da erosão pluvial na bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto-Piauí, Brasil. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*. v. 7, n. 3, p. 123-135.

MEDEIROS, R. M. 2014. Caracterização de mudanças climáticas por meio de séries meteorológicas para o município de

Teresina/Piauí. *Revista Pernambucana de Tecnologia*, v. 2, p. 6-17.

MEDEIROS, R. M. 2014. Elaboração de programa computacional em planilhas eletrônicas do Balanço hídrico.

MEDEIROS, R. M. 2018. Estudo Agrometeorológico para o Estado de Pernambuco. p. 132. v. 1. Divulgação avulsa.

MEDEIROS, R. M.; SANTOS, D. 2015. Balanço hídrico e erosividade em função das mudanças climáticas no Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 8, n. 3, p. 327-340.

OLIVEIRA JR., R.; MEDINA, B. F. A. 1990. erosividade das chuvas em Manaus (AM). *Rev. Bras. Ci. Solo*, v. 14, p. 235-239.

PIRES, F. R.; SOUZA, C. M. 2013. Práticas mecânicas de conservação do solo e da água, 3ª ed. Editora UFV, Viçosa.

ROSA, A. G.; SOUSA, A. M. L.; COSTA, J. A.; SOUZA, E. B. 2016. Erosividade da chuva em Rondon do Pará, PA, Brasil de 1999 a 2015 e projetada para 2035. *Rev. Ambiente e Água*, v. 11, n. 4, p. 1006-1021.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. 1997. Diretrizes para o manejo sustentável dos solos brasileiros: região semiárida. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 26, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro. CD-ROOM.

SCHENKEL, C. S.; MATALLO JÚNIOR, H. 2001. *Desertificação*. Brasília: UNESCO.

SOUZA, S. O.; CÔRREA, W.; FILETI, R.; VALE, C. C. 2014. Balanço Hídrico da Bacia do Rio Caravelas (BA) como Subsídio ao Planejamento Agrícola. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 7, n. 1, p. 50-75.