



**CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA: THORNTHWAITE E KÖPPEN PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IPOJUCA, PE – BRASIL**

***CLIMATE CLASSIFICATION: THORNTHWAITE AND KÖPPEN FOR THE IPOJUCA RIVER WATERSHED, PE - BRAZIL***

Romildo Morant de Holanda<sup>1</sup>, Raimundo Mainar de Medeiros<sup>2</sup>, Manoel Vieira de França<sup>3</sup>, Marcia Liana Freire Pereira<sup>4</sup>, Wagner Rodolfo de Araújo<sup>5</sup>, Luciano Marcelo Falle Saboya<sup>6</sup>

**Submetido em: 02/07/2021**

e26483

**Aprovado em: 23/07/2021**

<https://doi.org/10.47820/recima21.v2i6.483>

**RESUMO**

Os princípios de classificações climáticas são raramente empregados no domínio de estudos agropecuários e hídricos, pois considera-se sua escala de atuação abrangente. Os regimes pluviais e as flutuações das temperaturas do ar foram decisivos para os cálculos e sua distribuição espacial. As classificações climáticas de Thornthwaite (1948,1955) permitiram separar eficazmente os climas na área da bacia em estudo. Dentre os métodos de classificação de regiões bioclimáticas, o de Köppen é o de maior utilização no Brasil, em virtude de se preocupar unicamente com as grandes divisões da vegetação e devido à menor rigidez da fórmula para determinação do mês úmido ou seco. Os dados de temperatura foram estimados pelo software Estima\_T, e os dados de precipitação foram adquiridos da superintendência do desenvolvimento do Nordeste e Agência Pernambucana de Águas e Clima. A determinação dos componentes do balanço hídrico permitiu um maior conhecimento da realidade climática da área estudada, ao mesmo tempo em que oferece condições de compatibilização entre a água retida no solo e as diferentes formas de utilização do mesmo, objetivando a minimização dos riscos para a agropecuária e para as populações. A existência de três tipos climáticos, segundo a classificação de Köppen e de cinco tipos climáticos, de acordo a classificação de Thornthwaite e Mather (1955) na área em estudo. Objetivou-se a informação de dados importantes para o planejamento e racionalização das suas diversas atividades produtivas e de políticas agrícolas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Zonas agroclimáticas. Potencialidade agropecuária. Elementos climáticos.

**ABSTRACT**

The principles of climatic classifications are rarely used in the field of agricultural and water studies, since its scale of action is considered broad. Rain regimes and fluctuations in air temperatures were decisive for the calculations and their spatial distribution. The climatic classifications of Thornthwaite (1948, 1955) allowed to effectively separate the climates in the area of the study basin. Among the methods of classification of bioclimatic regions, Köppen is the most used in Brazil, due to concern only the large divisions of the vegetation and due to the lower rigidity of the formula for determining the wet or dry month. The temperature data were estimated by the software Estima\_T, and precipitation data were acquired from the Northeast development agency and the Pernambuco Water and Climate Agency. The determination of the components of the water balance allowed a greater knowledge of the climatic reality of the studied area, at the same time that it offers conditions of compatibility between the water retained in the soil and the different forms of use of the same, aiming at the minimization of the risks for the farming and for populations. The existence of three climatic types according to the classification of Köppen and five climatic types

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil.

<sup>2</sup> Pós-doutorado pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

<sup>3</sup> Prof. MSc pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

<sup>4</sup> Doutoranda pela Universidade Federal de Campina Grande, Brasil. Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal da Paraíba (1995) e mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal da Paraíba (1998). Atualmente é assessora técnica da coordenação de programas e projetos da Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba.

<sup>5</sup> Graduando em Geografia pela Universidade Estácio de Sá – Recife

<sup>6</sup> Prof. Dr. pela Universidade Federal de Campina Grande.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA: THORNTHWAIT E KÖPPEN PARA A  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IPOJUÇA, PE – BRASIL  
Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França,  
Marcia Liana Freire Pereira, Wagner Rodolfo de Araújo, Luciano Marcelo Falle Saboya

according to the classification of Thornthwaite and Mather (1955) in the study area. Aiming important information for the planning and rationalization of its various productive activities and agricultural policies.

**KEYWORDS:** Agro-climatic zones. Agricultural potential. Climatic elements.

### INTRODUÇÃO

O clima é compreendido como as condições atmosféricas médias de uma região. Os sistemas de classificações climáticas são de grande importância, pois analisam e definem os climas levando em consideração vários fatores climáticos ao mesmo tempo e a troca de informações e análises para diferentes objetivos segundo afirmação de Rolim et al. (2007).

A classificação climática visa identificar área, região ou zonas com características climáticas e biogeográficas homogêneas, fornecendo indicações valiosas sobre as condições ecológicas, suas potencialidades agropecuárias e o meio ambiente da região, conforme afirmação de Andrade Júnior et al. (2005). As condições climáticas anuais são de grande valor para um planejamento agrícola adequado, segundo a afirmação de Silva et al. (2010) e Sentelhas et al. (2008), além da adaptabilidade de cada cultura a diversos fatores, como os tipos de solo de cada região, de acordo com Monteiro (2009). Levando-se em consideração os riscos que envolvem a produção agrícola, segundo Meireles et al. (2003), a falta de dados meteorológicos em determinadas regiões pode fazer com que o produtor agrícola demande uma quantidade de água maior para a cultura do que o necessário, levando a gastos extras e onerando ainda mais a produção, colocando a viabilidade econômica em risco. As classificações climáticas de Thornthwaite (1948) e Thornthwaite et al. (1955) utilizam escala de índices climáticos definidos com base no balanço hídrico climatológico (BHC) e os índices: hídrico, aridez e umidade, constituindo as duas metodologias mais clássicas de regionalização climática. A incorporação de cenários pluviométricos (anos chuvosos, secos, regular e normal) a estudos dessa natureza é desejável, por promover um salto de qualidade à metodologia clássica, tornando-os mais ajustados e adequados à variabilidade natural das precipitações e às expectativas pluviométricas dos modelos numéricos de previsão climatológica em uso no Brasil, segundo Varejão-Silva e Barros (2005).

Segundo Barros et al. (2012), a classificação de Köppen é o sistema de maior utilização na geografia, climatologia e ecologia. A classificação baseia-se no pressuposto, com origem na fitossociologia e na ecologia, de que a vegetação natural de cada região da Terra é essencialmente uma expressão do clima prevalente. As regiões climáticas são caracterizadas por corresponder às áreas de predominância de cada tipo de vegetação. No entanto, essa classificação, em certos casos, não distingue regiões com biomas muito distintos Köppen, (1928). Dentre os métodos de classificação de regiões bioclimáticas, o de Köppen é o de maior utilização no Brasil, em virtude de se preocupar unicamente com as grandes divisões da vegetação e devido à menor rigidez da fórmula para determinação do mês úmido ou seco. Os autores Knoch (1930) e James (1930) apud (Barros et al., 2012) adaptaram algumas situações para a América do Sul como incremento à classificação de Köppen.

A classificação climática de Köppen baseia-se na quantidade e distribuição de precipitação e temperatura anual e mensal. Os elementos de temperatura e precipitação constituem critério inicial para a



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA: THORNTHWAITE E KÖPPEN PARA A  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IPOJUCA, PE – BRASIL  
Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França,  
Marcia Liana Freire Pereira, Wagner Rodolfo de Araújo, Luciano Marcelo Falle Saboya

divisão dos tipos de clima. Por ser uma classificação climática com séculos, passou por algumas adaptações de outros autores, como Setzer (1966), que simplificou, criando uma chave classificatória. Segundo Barros et al. (2012), Thornthwaite deu grande contribuição ao introduzir, além da precipitação pluvial e temperatura do ar, a evapotranspiração potencial como elemento de classificação climática. Para Thornthwaite, não seria possível caracterizar o clima em seco ou úmido, analisando apenas a pluviometria, mas também, relacionando com as necessidades hídricas ou água necessária para suprir a demanda de evapotranspiração. Tinham a preocupação comum a de Köppen, de levar em conta o clima ecológico, os quais representa um maior esforço de sistematização por meio de fórmulas de evapotranspiração potencial e real, constituindo aspecto inovador e construtivo para a classificação climática. Portanto, a classificação climática de Thornthwaite apoia-se em duas grandezas principais que são funções diretas da evapotranspiração potencial: o índice efetivo de umidade e o de eficiência térmica, conforme afirmação de Ometto (1981).

A existência de diversos sistemas de classificações climáticas, dentre o qual se destaca o de Köppen, largamente utilizado em estudos climatológicos e geográficos, e o de Thornthwaite (1948) e Thornthwaite et al. (1955), que utilizam índices climáticos definidos com base no balanço hídrico climatológico, constituindo-se duas das metodologias mais clássicas de regionalização climática. Segundo alguns autores como Kuinchtner et al. (2001) e Rolim et al. (2007), estes sistemas de classificações climáticas são considerados mais refinados para aplicações agrícolas por considerar a planta como um meio físico pelo qual é possível transportar água do solo para atmosfera, relacionando as necessidades hídricas das plantas ao balanço hídrico, conforme o tipo de clima.

Barros et al. (2012) ressaltaram que qualquer classificação climática contém imprecisões de diferentes gêneros devido à complexidade de reunir diversos fatores inter-relacionados do ambiente em índices puramente matemáticos. Toda classificação de fenômenos naturais, via de regra, não consegue enquadrar dentro de uma sistemática rígida, os fenômenos classificados. Além disso, vários outros fatores não climáticos exercem influência sobre o caráter da vegetação, tais como: a topografia, o tipo de solo e os efeitos das atividades humanas, como agropecuária e a exploração vegetal. O conhecimento das variáveis que compõem o balanço hídrico favorece o planejamento agropecuário e as práticas de controle de produção, ou seja, disponibiliza informações que permitem aos produtores identificar as fragilidades climáticas, sendo ferramenta essencial para o sucesso do empreendimento agrícola, que inclui a decisão de optar ou não por sistemas de irrigação para suprir a deficiência hídrica no solo, conforme afirmação de Santos et al. (2010).

Medeiros et al. (2018) realizaram a classificação climática Köppen para o estado de Pernambuco, onde utilizou-se do método de interpolação Kriging. As classificações indicadas mostraram-se muito sensíveis à orografia municipal, aos índices pluviométricos e às variações de temperatura, resultando em três tipos climáticos de acordo com o modelo de Köppen, identificaram três características climáticas: do tipo “As” em 108 municípios, o tipo semiárido quente com precipitação de verão e inverno seco (BSH) foi registrado em 55 municípios e o tipo “Am” predominou em 20 municípios. Os autores mostraram ainda que o sistema de classificação climática Köppen é eficiente apenas para a macroescala e com baixas



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA: THORNTWHAITE E KÖPPEN PARA A  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IPOJUCA, PE – BRASIL  
Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França,  
Marcia Liana Freire Pereira, Wagner Rodolfo de Araújo, Luciano Marcelo Falle Saboya

capacidades para separar os tipos de clima, levando em consideração a temperatura do ar, as chuvas e os elementos resultantes do balanço hídrico.

Diversos pesquisadores utilizaram a classificação climática de Köppen como base para estudos em zoneamento agroclimático no Brasil (JURCA, 2005; ROLIM et al., 2007), México (MAES et al., 2009), nos zoneamentos de espécies florestais (ARAÚJO et al., 2012), zoneamento climático de plantações de eucalipto e ocorrência de ferrugem em *Eucalyptus grandis* (SILVA et al., 2013; GONÇALVES et al., 2013), em todo o Brasil.

Propondo a definição da classificação climática através dos modelos de Köppen e de Thornthwaite (1948) e de Thornthwaite et al. (1955) para a área da bacia hidrográfica do rio Ipojuca-PE, Brasil, em nível de vinte e cinco (25) municípios, informação muito importante para o planejamento e racionalização das suas diversas atividades produtivas e de políticas agrícolas.

### MATERIAL E MÉTODOS

Á bacia do Rio Ipojuca (BHRI) localiza-se, em sua totalidade, no Estado de Pernambuco, entre 08°09'50" e 08°40'20" de latitude Sul, e 34°57'52" e 37°02'48" de longitude Oeste. Devido à sua conformação alongada no sentido oeste-leste, essa bacia tem posição estratégica no espaço estadual, servindo de grande calha hídrica de ligação entre a Região Metropolitana do Recife e a região do Sertão do Estado. Os trechos superior, médio e submédio da bacia estão localizados nas regiões do Sertão (pequena porção) e Agreste do Estado, enquanto que o trecho inferior tem a maior parte de sua área situada na zona da Mata Pernambucana, incluindo a faixa litorânea do Estado que limita-se ao norte, com a bacia do rio Capibaribe, grupo de bacias de pequenos rios litorâneos e com o Estado da Paraíba; ao sul, com a bacia do Rio Sirinhaém; a leste, com o Oceano Atlântico; e, a oeste, com as bacias dos Rios Ipanema e Moxotó e o Estado da Paraíba (Figura 1).



Figura 1. Vista de perfil da bacia hidrográfica do rio Ipojuca e seus municípios de entorno.  
Fonte: Medeiros, (2020).

A bacia hidrográfica do Rio Ipojuca (BHRI) abrange área de 3.435,34 km<sup>2</sup>, correspondendo a 3,49% da área do Estado. Estão inseridos nessa bacia 25 municípios, dentre os quais, 14 possuem suas



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA: THORNTHWAITTE E KÖPPEN PARA A  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IPOJUÇA, PE – BRASIL  
Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França,  
Marcia Liana Freire Pereira, Wagner Rodolfo de Araújo, Luciano Marcelo Falle Saboya

sedes inseridas na bacia. O percurso do Rio Ipojuca, com cerca de 320 km, é preponderantemente orientado na direção oeste-leste, sendo seu regime fluvial intermitente, tornando-se perene a partir do seu médio curso, nas proximidades da cidade de Caruaru. Seus principais afluentes, pela margem direita, são os riachos: Liberal, Taquara e do Mel, e, pela margem esquerda, os riachos do Coutinho, Mocós, Muxoxo e Pata Choca. O riacho Liberal, seu afluente mais importante, tem suas nascentes no Município de Alagoinha. Drena, ao longo dos seus 47 km de extensão, áreas dos municípios de Alagoinha, Pesqueira e Sanharó, e deságua no Rio Ipojuca. Seu estuário foi bastante alterado nos últimos anos, em decorrência da instalação do Complexo Portuário de Suape.

Seus principais tributários pela margem direita: riachos Liberal, Papagaio, Tacaimbó, Taquara, Cipó, Vasco, Pau Santo, Mocó, Pedras, Verde, Caruá, Barriguda, Machado, Mel, Continente, Titara, Vertentes, Macaco Grande, Rocha Grande, Prata, Cotegi, Piedade e riacho Minas; e pela margem esquerda: riachos Poção, Mutuca, Taboquinha, Maniçoba, Bitury, Coutinho, Mocós, Salgado, Várzea do Cedro, Jacaré, riacho Sotero, Cacimba de Gado, Queimada, Manuino, Serrote, Bichinho, Muxoxo, São João Novo, Cueiro de Suassuna, Pata Choca, Cabromena, Sapocaji e riacho Urubu.

A quadra chuvosa se inicia em fevereiro, com chuvas de pré-estação (chuvas que antecedem ao início da quadra chuvosa), com seu término ocorrendo no final do mês de agosto, e podendo se prolongar até a primeira quinzena de setembro. O trimestre chuvoso centra-se nos meses de maio, junho e julho e o seus meses mais secos ocorrem entre outubro, novembro e dezembro. Os fatores provocadores de chuvas nos municípios são a contribuição da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), formação dos vórtices ciclônicos de altos níveis (VCAS), influência dos ventos alísios de nordeste no transporte de vapor e umidade, formações das linhas de instabilidades, orografia e suas contribuições locais formando nuvens e provocando chuvas de moderada a forte, em conformidade com Medeiros (2016).

Utilizou-se de séries de dados mensais e anuais de precipitação coletados pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE, 1990) e fornecidos pela Agência Pernambucana de Clima e Águas do Estado de Pernambuco (APAC, 2000). A utilização dos dados foi procedida de análise no tocante à sua consistência, homogeneização e no preenchimento de falhas em cada série (município a município)

Utilizou-se do cenário pluviométrico designado “cenário normal”, usando-se a função de distribuição de probabilidade gama incompleta, conforme metodologia proposta por Varejão-Silva e Barros (2001). Os balanços hídricos, também, foram calculados segundo a metodologia clássica, usando-se toda a série de dados de chuva disponível, designado por “cenário médio”.

No cenário pluviométrico, o cálculo do balanço hídrico climatológico (BHC) e dos índices climáticos: hídrico e umidade, foram processados conforme Thornthwaite (1948) e Thornthwaite e Mather (1955), assumindo-se a capacidade de água disponível do solo (CAD) igual a 100 mm.

Os valores de evapotranspiração de referência mensal foram estimados pelo método de Thornthwaite (1948), segundo a metodologia apresentada por Gomes et al. (2002).



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA: THORNTHWAITTE E KÖPPEN PARA A  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IPOJUCA, PE – BRASIL  
Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França,  
Marcia Liana Freire Pereira, Wagner Rodolfo de Araújo, Luciano Marcelo Falle Saboya

$$I_h = \left( \frac{EXC}{ETP} \right) \times 100$$

$$I_a = \left( \frac{DEF}{ETP} \right) \times 100$$

$$I_u = I_h - 0,6 \times I_a$$

Onde:

$I_h$ : índice hídrico;

$I_a$ : índice de aridez;

$I_u$ : índice de umidade;

EXC: excedente hídrico oriundo do BHC (mm);

DEF: deficiência hídrica oriunda do BHC (mm);

ETP: evapotranspiração de referência ou potencial (mm).

Os cálculos do balanço hídricos climatológicos (BHC) foram realizados através do programa desenvolvido por Medeiros (2016), levando em conta o modelo de Thornthwaite (1948) e Thornthwaite et al. (1955). Na metodologia adotada, utilizou-se dos valores da temperatura média do ar estimados pelo software Estima\_T (CAVALCANTI e SILVA, 1994; CAVALCANTI et al., 2006). O modelo empírico de estimativa da temperatura do ar é uma superfície quadrática para as temperaturas: média, máxima e mínima mensal, em função das coordenadas locais: longitude, latitude e altitude, em conformidade com os autores Cavalcanti et al. (2006), dada por:

$$T = C_0 + C_1 \lambda + C_2 \varnothing + C_3 h + C_4 \lambda_2 + C_5 \varnothing_2 + C_6 h_2 + C_7 \lambda \varnothing + C_8 \lambda h + C_9 \varnothing h$$

Onde:

$C_0, C_1, \dots, C_9$  são as constantes;

$\lambda, \lambda_2, \lambda \varnothing, \lambda h$  longitude;

$\varnothing, \varnothing_2, \lambda \varnothing$  latitude;

$h, h_2, \lambda h, \varnothing h$  altura.

Utilizou-se, ainda, da série temporal de temperatura, adicionando a esta a anomalia de temperatura do Oceano Atlântico Tropical, de acordo com Cavalcanti et al. (2006).

$$T_{ij} = T_i + AAT_{ij}$$

Onde:

$i = 1, 2, 3, \dots, 12$

$j = 1950, 1951, 1952, 1953, \dots, 2014$ .

Para a classificação climática, utilizou-se da metodologia aplicada por Köppen e adaptada por Setzer (1966), em conformidade com as tabelas seguintes.

RECIMA21 - Ciências Exatas e da Terra, Sociais, da Saúde, Humanas e Engenharia/Tecnologia



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA: THORNTHWAITE E KÖPPEN PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IPOJUCA, PE – BRASIL  
Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França, Marcia Liana Freire Pereira, Wagner Rodolfo de Araújo, Luciano Marcelo Falle Saboya

Na tabela 1 têm-se as chaves para a classificação climática, segundo o modelo proposto por

Tabela 1. Chave para a classificação climática de Köppen

Temperatura Média Normal		Total de chuva do mês mais seco (Pms)	Total de chuva anual (P)	Descrição do Tipo de Clima segundo Köppen	Símbolo	
do mês mais frio	do mês mais quente					
$\geq 18^{\circ}\text{C}$	$\geq 22^{\circ}\text{C}$	$\geq 60\text{ mm}$	$< 2500 - 27,27. Pms$	TROPICAL	sem estação seca	Af
		$< 60\text{ mm}$			$\geq 2500 - 27,27. Pms$	Inverno Seco
$< 18^{\circ}\text{C}$	$< 22^{\circ}\text{C}$	$< 30\text{ mm}$	SUBTROPICAL	Quente		Cwa
					Temperado	
	$\geq 22^{\circ}\text{C}$	$\geq 30\text{ mm}$		Quente		sem estação seca
					Temperado	

Fonte: Rolim et al. (2007).

Köppen-Geiger e adaptada por Rolim et al. (2007).

Tabela 2 têm-se os tipos climáticos de classificação climática, segundo o modelo proposto por Köppen e adaptada por Barros et al. (2012).

Tabela 2. Tipos climáticos em função do Índice de umidade (Im).

Tipo climático	Índice efetivo de umidade (Im)
A – Super úmido	$\geq 100$
B4 – Úmido	$100 > Im \geq 80$
B3 – Úmido	$80 > Im \geq 60$
B2 – Úmido	$60 > Im \geq 40$
B1 – Úmido	$40 > Im \geq 20$
C2 – Úmido e subúmido	$20 > Im \geq 0$
C1 – Seco e subúmido	$0 > Im \geq -20$
D - Semiárido	$-20 > Im \geq -40$
E – Árido	$-40 > Im \geq -60$

Fonte: Barros et al. (2012).



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA: THORNTHWAITE E KÖPPEN PARA A  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IPOJUCA, PE – BRASIL  
Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França,  
Marcia Liana Freire Pereira, Wagner Rodolfo de Araújo, Luciano Marcelo Falle Saboya

Tabela 3. Subtipos climáticos em função dos valores de aridez ( $I_a$ ), umidade ( $I_u$ ) e em função da distribuição estacional das precipitações pluviométricas.

Climas úmidos	Índices de Aridez ( $I_a$ )	Climas úmidos	Índices de umidade ( $I_u$ )
r Pequena ou nenhuma deficiência	$0 < I_a \leq 16,7$	d Pequena ou nenhum excesso hídrico	$0 < I_u \leq 10$
S Moderada deficiência	$16,7 < I_a \leq 33,3$	S Moderado excesso hídrico no inverno	$10 < I_u \leq 20$
W Moderada deficiência	$16,7 < I_a \leq 33,3$	W Moderado excesso hídrico no verão	$10 < I_u \leq 20$
S2 Grande deficiência	$> 33,3$	S2 Grande excesso hídrico no inverno	$> 20$
W2 Grande deficiência	$> 33,3$	W2 moderado excesso hídrico no verão	$> 20$

Tabela 4. Tipos de clima conforme a evapotranspiração potência.

Tipos de Clima	Símbolos	Evapotranspiração potencial anual (mm) (ETP)
Megatérmico	A'	$> 1.140$
Mesotérmico	B' <sub>4</sub>	1.140 a 997
Mesotérmico	B' <sub>3</sub>	997 a 855
Mesotérmico	B' <sub>2</sub>	855 a 712
Mesotérmico	B' <sub>1</sub>	712 a 570
Microtérmico	C' <sub>2</sub>	570 a 427
Microtérmico	C' <sub>1</sub>	427 a 285
Tunda	D'	285 a 142
Gelo Perpétuo	E'	$< 142$

Fonte: Barros et al. (2012).

Na tabela 5 tem-se os subtipos climáticos, segundo o  $C_v$ , adaptada por Barros et al. (2012), através do evapluviogramas calculados por Medeiros (2016).



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA: THORNTWHAITE E KÖPPEN PARA A  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IPOJUÇA, PE – BRASIL  
Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França,  
Marcia Liana Freire Pereira, Wagner Rodolfo de Araújo, Luciano Marcelo Falle Saboya

Tabela 5. Subtipos climáticos segundo o Cv

Subtipos Climáticos	Cv (%)
a'	< 48
b'4	48 a 51,9
b'3	51,9 a 56,3
b'2	56,3 a 61,6
b'1	61,6 a 68
c'2	68 a 76,3
c'1	76,3 a 80
d'	80

Fonte: Barros et al. (2012).

O sistema de classificação climática pelo método de Thornthwaite requer dados de deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC) oriundos do cálculo do balanço hídrico climatológico (BHC). Neste estudo, utilizou para o cálculo do BHC o método proposto por Thornthwaite e Mather (1957) simplificado por Pereira (2005). Para o cálculo do BHC, além das médias climatológicas mensais de precipitação, foram utilizadas as médias climatológicas mensais de temperatura na estimativa de evapotranspiração potencial (ETP). Considerou-se, para o cálculo do BHC, a capacidade de água disponível (CAD) de 100 mm, por ser um valor recomendado em estudos climatológicos, em conformidade com os autores Sentelhas et al. (2008) e Vianello et al. (2012).

Para o cômputo dos índices é necessário o EXC anual ( $\text{mm ano}^{-1}$ ), a DEF anual ( $\text{mm ano}^{-1}$ ) e a ETP anual ( $\text{mm ano}^{-1}$ ). Esses índices são utilizados na determinação dos tipos (primeira letra da classificação) e subtipos climáticos (segunda letra da classificação) para o fator hídrico (Tabela 6) e fator térmico (Tabela 7). Para o fator hídrico, o tipo climático é representado pelo lu, enquanto que o subtipo climático é determinado pelo la ou lh (Tabela 6). Pereira et al. (2002) mostraram que os índices calculados a partir do balanço hídrico, provêm informações da disponibilidade hídrica ao longo do ano, pelo cálculo do excedente hídrico e da deficiência hídrica, retirada e exposição de água no solo. A partir desses valores anuais são definidos os índices que expressam a disponibilidade hídrica. Conforme os índices climáticos de Thornthwaite (1955), os tipos e subtipos climáticos podem ser definidos de acordo com as tabelas 6 e 7.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA: THORNTHWAITE E KÖPPEN PARA A  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IPOJUÇA, PE – BRASIL  
Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França,  
Marcia Liana Freire Pereira, Wagner Rodolfo de Araújo, Luciano Marcelo Falle Saboya

Tabela 6. Tipos climáticos em função do índice de umidade e baseados na classificação climática de Thornthwaite (1955), adaptada por Barros et al. (2012).

Tipo climático	Índice efetivo de umidade (Im)
A – Super úmido	$\geq 100$
B4 - Úmido	$100 > Im \geq 80$
B3 - Úmido	$80 > Im \geq 60$
B2 - Úmido	$60 > Im \geq 40$
B1 - Úmido	$40 > Im \geq 20$
C2 – Úmido e subúmido	$20 > Im \geq 0$
C1 – Seco e subúmido	$0 > Im \geq -20$
D - Semiárido	$-20 > Im \geq -40$
E - Árido	$-40 > Im \geq -60$

Fonte: Barros et al. (2012).

Tabela 7. subtipos climáticos em função dos valores do índice de aridez (IA), umidade (IU) e em função da distribuição estacional da precipitação pluvial, adaptada por Barros et al. (2012) adaptada por Barros et al. (2012).

Tabela 7. Subtipos climáticos em função dos valores do índice de aridez, umidade e em função da distribuição estacional das precipitações pluviométricas.

Climas úmidos	Índices de Aridez (Ia)	Climas úmidos	Índices de umidade (IU)
r Pequena ou nenhuma deficiência	$0 < Ia \leq 16,7$	d Pequena ou nenhuma deficiência	$0 < Iu \leq 10$
S Moderada deficiência	$16,7 < Ia \leq 33,3$	S moderado excesso hídrico no inverno	$10 < Iu \leq 20$
W Moderada deficiência	$16,7 < Ia \leq 33,3$	W moderado excesso hídrico no verão	$10 < Iu \leq 20$
S2 Grande deficiência	$> 33,3$	S 2 moderado excesso hídrico no inverno	$> 20$
W2 Grande deficiência	$> 33,3$	W2 moderado excesso hídrico no verão	$> 20$

Fonte: Barros et al. (2012).



**RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR**  
**ISSN 2675-6218**

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA: THORNTHWAITTE E KÖPPEN PARA A  
 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IPOJUÇA, PE – BRASIL  
 Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França,  
 Marcia Liana Freire Pereira, Wagner Rodolfo de Araújo, Luciano Marcelo Falle Saboya

Tabela 8 - Tipos climáticos e subtipos do fator hídrico da classificação climática de Thornthwaite.

Tipo climático hídrico	Símbolo	Classificação
Superúmido	A	$lu \geq 100$
Úmido	B4	$80 \leq lu < 100$
Úmido	B3	$60 \leq lu < 80$
Úmido	B2	$40 \leq lu < 60$
Úmido	B1	$20 \leq lu < 40$
Subúmido	C2	$0 \leq lu < 20$
Subúmido seco	C1	$-20 \leq lu < 0$
Semiárido	D	$-40 \leq lu < -20$
Árido	E	$-60 \leq lu < -40$
Para climas úmidos (A, B, C2) –utilizar o la		
Subtipo climático hídrico	Símbolo	Índice de aridez (la)
Sem ou com pequena deficiência hídrica	r	$0 \leq la < 16,7$
Deficiência hídrica moderada no verão	s	$16,7 \leq la < 33,3$
Deficiência hídrica moderada no inverno	w	$16,7 \leq la < 33,3$
Grande deficiência hídrica no verão	s2	$la \geq 33,3$
Grande deficiência hídrica no inverno	w2	$la \geq 33,3$
Para climas secos (C1, D E) –utilizar o lh		
Subtipo climático hídrico	Símbolo	Índice hídrico (lh)
Excedente hídrico pequeno ou nulo	d	$0 \leq lh < 10$
Excedente hídrico moderado no verão	s	$10 \leq lh < 20$
Excedente hídrico moderado no inverno	w	$10 \leq lh < 20$
Grande excedente hídrico no verão	s2	$lh \geq 20$
Grande excedente hídrico no inverno	w2	$lh \geq 20$



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA: THORNTWHAITE E KÖPPEN PARA A  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IPOJUÇA, PE – BRASIL  
Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França,  
Marcia Liana Freire Pereira, Wagner Rodolfo de Araújo, Luciano Marcelo Falle Saboya

### RESULTADOS e DISCUSSÕES

Estudo similares, como os dos autores Alvares et al. (2014), zoneamento de espécies florestais (ARAÚJO et al., 2012; GONÇALVES et al., 2013), risco de doença em espécies florestais (SILVA et al., 2013), alterações nos biomas (Fernandez et al., 2017), foram utilizados com a finalidade de abreviar as características climáticas de um determinado local ou região, os sistemas de classificações climáticas auxiliam a identificar espacialmente áreas com características climáticas similares.

O sistema de classificação climática de Köppen utiliza dados médios mensais de temperatura do ar e precipitação na definição dos limites climáticos (CUNHA et al., 2009; REBOITA et al., 2015). Esse Sistema de classificação climática é conhecido pela simplicidade, aplicabilidade e facilidade de interpretação dos resultados (Vianello et al., 2012). No Brasil, a utilização do sistema de classificação climática de Köppen é comum pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e por outros órgãos estaduais. Já o sistema de classificação climática de Thornthwaite é baseado em médias climatológicas mensais do extrato do balanço hídrico climatológico (BHC), temperatura do ar e precipitação (ROLIM et al., 2007; NÓBREGA, 2010). A vantagem desse sistema de classificação climática comparado ao sistema de classificação climática de Köppen é a maior sensibilidade na definição dos limites climáticos, pois detecta pequenas variações espaciais com maior eficiência (CUNHA et al., 2009). Por outro lado, uma desvantagem do sistema de classificação climática de Thornthwaite é sua maior complexidade, devido à necessidade de calcular o balanço hídrico climatológico (FABRES, 2009).

Na tabela 8 tem-se a Localização dos postos pluviométricos e dos municípios que estão alocados aos referidos postos, seguidamente de suas coordenadas geográficas (latitude, longitude e altitude) locais, seguidamente das Classificações climática segundo Köppen e Thornthwaite. O clima da BHRI de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, Thornthwaite e Mather (1948; 1955), estão representados na tabela 1 em conformidade com Medeiros (2016); Alvares et al. (2014).



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA: THORNTWHAITE E KÖPPEN PARA A  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IPOJUCA, PE – BRASIL  
Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França,  
Marcia Liana Freire Pereira, Wagner Rodolfo de Araújo, Luciano Marcelo Falle Saboya

Tabela 9. Localização dos municípios e dos postos pluviométricos seguidamente de suas coordenadas geográficas (latitude, longitude e altitude) locais, e sua classificação climática, segundo Köppen e Thornthwaite.

Municípios/Parâmetros	Longitude	Latitude	Classificação	
			köpper	Thornthwaite
Arcoverde	-37,0556	-8,4336	As	C <sub>1</sub> B' <sub>4</sub> S <sub>2</sub> a'
Agrestina	-35,9536	-8,4578	As	C <sub>1</sub> A'S <sub>2</sub> a'
Alagoinha	-36,7739	-8,4661	As	C <sub>1</sub> B' <sub>4</sub> S <sub>2</sub> a'
Altinho	-36,0597	-8,4906	As	DB' <sub>4</sub> S <sub>2</sub> a'
Amaraji	-35,4472	-8,3778	Am	C <sub>1</sub> A'S <sub>2</sub> a'
Belo Jardim	-36,4208	-8,3333	As	C <sub>2</sub> B' <sub>4</sub> Sa'
Bezerros	-35,7528	-8,2433	As	C <sub>1</sub> B' <sub>4</sub> S <sub>2</sub> a'
Cachoeirinha	-36,2375	-8,4839	As	C <sub>2</sub> B' <sub>4</sub> S <sub>2</sub> a'
Caruaru	-35,9158	-8,2383	BSh	C <sub>1</sub> B' <sub>4</sub> S <sub>2</sub> a'
Chã Grande	-39,2361	-7,7211	As	C <sub>1</sub> A'S <sub>2</sub> a'
Escada	-35,2333	-8,3667	Am	C <sub>2</sub> A'Sa'
Gravatá	-35,5431	-8,2006	As	C <sub>1</sub> A'S <sub>2</sub> a'
Ipojuca	-35,0058	-8,5144	Am	C <sub>1</sub> A'S <sub>2</sub> a'
Pesqueira	-36,6972	-8,3531	As	C <sub>1</sub> B' <sub>4</sub> S <sub>2</sub> a'
Poção	-36,7053	-8,1836	As	C <sub>1</sub> B' <sub>4</sub> S <sub>2</sub> a'
Pombos	-35,3961	-8,1386	As	C <sub>1</sub> A'S <sub>2</sub> a'
Primavera	-35,3475	-8,3483	As	C <sub>1</sub> A'S <sub>2</sub> a'
Riacho das Almas	-35,8592	-8,1381	As	C <sub>2</sub> B' <sub>4</sub> Sa'
Sairé	-35,7089	-8,3267	As	C <sub>2</sub> B' <sub>4</sub> Sa'
Sanharó	-36,5664	-8,3639	As	C <sub>1</sub> B' <sub>4</sub> Sa'
São Caitano	-36,1375	-8,3283	BSh	C <sub>1</sub> B' <sub>4</sub> Sa'
São Bento do Una	-36,46	-8,5281	As	C <sub>1</sub> B' <sub>4</sub> S <sub>2</sub> a'
Tacaimbó	-38,1533	-9,1089	As	C <sub>1</sub> B' <sub>4</sub> S <sub>2</sub> a'
Venturosa	-38,9694	-7,9286	As	C <sub>1</sub> B' <sub>4</sub> S <sub>2</sub> a'
Vitória de Santo Antão	-35,6347	-8,8383	As	C <sub>1</sub> A'Sa'

Fonte: Medeiros (2017).

Figura 2 tem-se o demonstrativo da classificações climáticas, segundo Thornthwaite et al. (1948) para a área da BHRI.

Na classificações climática, segundo Thornthwaite e Mather, para a área em estudo, referente ao período normal, tem seis tipos de clima nos cenários normal. As flutuações climáticas, de acordo com



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA: THORNTHWAITE E KÖPPEN PARA A  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IPOJUCA, PE – BRASIL  
Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França,  
Marcia Liana Freire Pereira, Wagner Rodolfo de Araújo, Luciano Marcelo Falle Saboya

Thornthwaite e Mather, têm suas variabilidades com maiores distribuições registradas no médio e alto Ipojuca. (Figura 2).

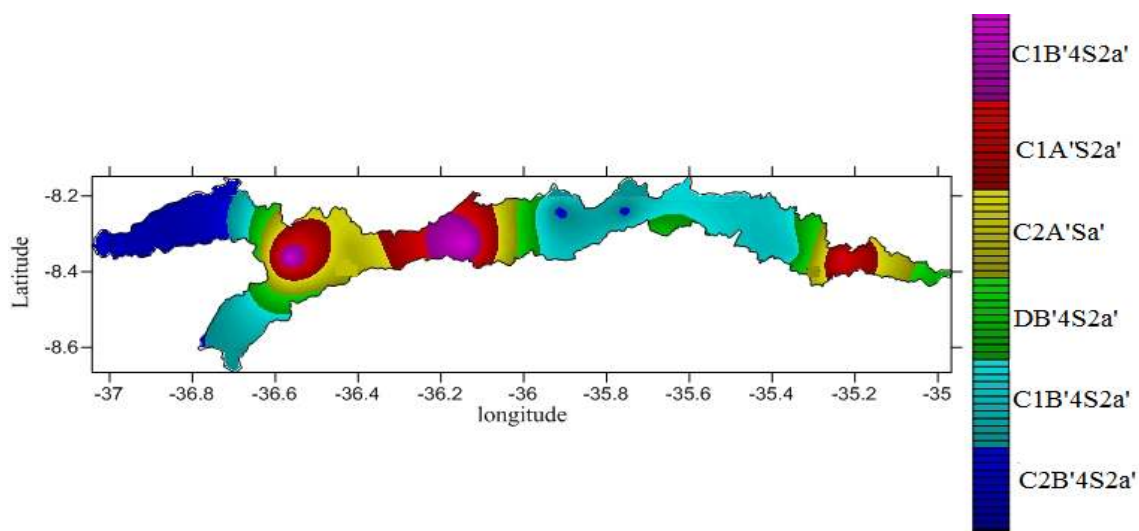


Figura 2. Classificações climáticas segundo Thornthwaite e Mather para a área da BHRI.

Na figura 3, tem-se a distribuição da Classificações climáticas segundo o modelo de Köppen para a área da BHRI. Observa-se a existência de três tipos climáticos, segundo a classificação de Köppen, na área em estudo. Com predominância o tipo “As”, seguidamente dos “Am” e “Bsh”. O tipo climático “As” predomina na região do baixo e alto Ipojuca. Os tipos “Am” e “Bsh” registram-se no médio Ipojuca.

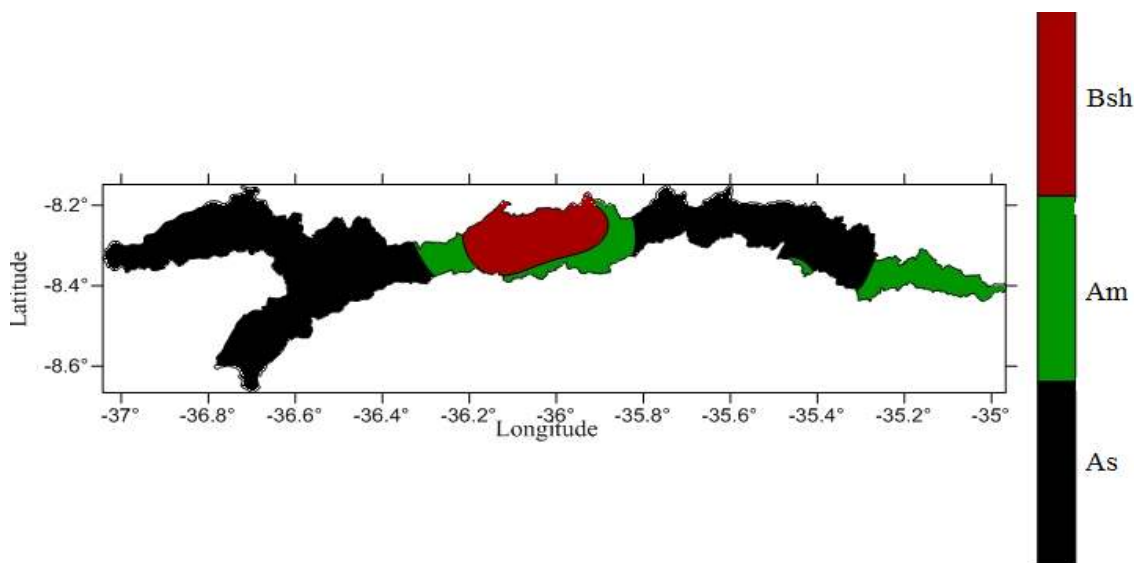


Figura 3. Classificações climáticas segundo Köppen para a área da BHRI.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA: THORNTHWAITE E KÖPPEN PARA A  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IPOJUCA, PE – BRASIL  
Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França,  
Marcia Liana Freire Pereira, Wagner Rodolfo de Araújo, Luciano Marcelo Falle Saboya

### CONCLUSÕES

Os regimes pluviométricos e as variações das temperaturas foram determinantes para os cálculos e sua distribuição espacial. As classificações climáticas de Thornthwaite (1948) e Thornthwaite et al. (1955) consentiram separar eficazmente os climas na área da bacia em estudo. O critério de classificação climática de Thornthwaite e Mather (1955) é menos restritivo que o de Thornthwaite (1948), já que preconiza escalas de aridez e semiaridez com maior amplitude. A determinação dos componentes do balanço hídrico permitiu um maior conhecimento da realidade climática da área estudada, ao mesmo tempo em que oferece condições de compatibilização entre a água retida no solo e as diferentes formas de utilização do mesmo, objetivando a minimização dos riscos para a agropecuária e para as populações. A existência de três tipos climáticos, segundo a classificação de Köppen, e de cinco tipos climáticos, de acordo a classificação de Thornthwaite et al. (1955), na área em estudo.

A altitude é uma componente de controle climático, pois devido ao efeito da gravidade, a densidade da atmosfera diminui com a altura. Se estivermos sobre o nível médio do mar, menos gases são encontrados quanto mais distantes em altura, sobre uma cadeia de montanha a atmosfera é mais rarefeita de forma que o aquecimento do ar é menor. Na clarificação climática de Thornthwaite, a temperatura tem influência do relevo e afeta os poderes evaporativos, o balanço hídrico e os índices usados para a sua classificação.

### REFERÊNCIAS

- ANDRADE JÚNIOR, A. S.; BASTOS, E. A.; BARROS, A. H. C.; SILVA, C. O.; GOMES, A. A. N. Climatic classification and regionalization of the semi-arid region of Piauí under different rainfall scenarios. **Agronomic Science Journal**, v. 36, p. 143-151, 2005.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711–728, 2014.
- ARAÚJO, R. F.; MATRICARDI, E. A. T.; NAPPO, M. E. Zoneamento ecológico de pequena escala para espécies florestais tradicionais no Distrito Federal. **R. FI.**, v. 42, n. 2, p. 421-430, 2012.
- BARROS, A. H. C.; ARAÚJO FILHO, J. C.; SILVA, A. B.; SANTIAGO, G. A. C. F. **Climatologia do Estado de Alagoas**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n. 211. Recife: Embrapa Solos, 2012. 32 p.
- CAVALCANTI, E. P.; SILVA, V. P. R.; SOUSA, F. A. S. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, p.140-147, 2006.
- CAVALCANTI, E. P., SILVA, E. D. V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. *In.: Anais... Congresso Brasileiro de Meteorologia*, 8. Belo Horizonte: SBMET, 1, 154-157. 1994.
- CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009.
- FABRES, T. M. **Classificação climática segundo Köppen e Thornthwaite e caracterização edafoclimática referente à região de Santa Maria, RS**. 2009. 127 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA: THORNTHWAITE E KÖPPEN PARA A  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IPOJUÇA, PE – BRASIL

Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França,  
Marcia Liana Freire Pereira, Wagner Rodolfo de Araújo, Luciano Marcelo Falle Saboya

- FERNANDEZ, J. P. R.; FRANCHITO, S. H.; BRAHMANANDA RAO, V.; LLOPART, M. Changes in Koppen–Trewartha climate classification over South America from RegCM4 projections. **Atmospheric Science Letters**, v. 18, p. 427-434, 2017.
- GONÇALVES, J. L. M. et al. Integrating genetic and silvicultural strategies to minimize abiotic and biotic constraints in Brazilian eucalypt plantations. **Forest Ecol Manag**, v. 301, p. 6–27, 2013.
- JURCA, J. **Classificações climáticas**: variações temporo-espaciais e suas aplicações nos livros didáticos e como subsídio ao zoneamento agroclimático. 2005. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, São Paulo, 2005.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. **Gotha**: Verlagcondicionadas. Justus Perthes. n. p. 1928.
- KUINCHTNER, A.; BURRIOL, G. A. Clima no Estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Koppen e Thornthwaite. **Disciplinarum Scientia**, Santa Maria, v. 2, n. 1, p.171-182, 2001.
- MAES, W. H. A. et al. Climatic growing conditions of *Jatropha curcas* L. **Biomass and Bioenergy**, v. 33, n. 10, p. 1481-1485, 2009.
- MEDEIROS, R. M. **Programa do balanço hídrico segundo o método do balanço hídrico de Thornthwaite e Mather**. [S.l.: S.n], 2016.
- MEDEIROS, R. M.; HOLANDA, R. M.; VIANA, M. A.; SILVA, V. P. Climate classification in Köppen model for the state of Pernambuco – Brazil. **Revista de Geografia (Recife)**, v. 35, n. 3, 2018.
- MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos cultivos**: o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília: INMET, 2009. 530 p.
- NÓBREGA, R. S. Um pensamento crítico sobre classificações climáticas: de Köppen até Strahler. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 3, p. 18-22, 2010.
- OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres Ltda., 1981. 413 p.
- REBOITA, M. S.; RODRIGUES, M.; SILVA, L. F.; ALVES, M. A. Aspectos climáticos de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 17, p. 206-226, 2015.
- ROLIM, G. S.; CAMARGO, M. B. P.; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 66, p. 711-720, 2007.
- SANTOS, G. O.; HERNANDEZ, F. B. T.; ROSSETTI, J. C. Balanço Hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, noroeste do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 4, n. 3, p.142-149, 2010.
- SENTELHAS, P. C.; SANTOS, D. L.; MACHADO, R. E. Water deficit and water surplus maps for Brazil, based on FAO Penman-Monteith potencial evapotranspiration. **Ambi-Água**, Taubaté, v. 3, n. 3, p. 28-42, 2008.
- SILVA, A. P. N.; LIMA, F. J. L.; SILVA, A. O.; MOURA, G. B. A. Valores efetivos de precipitação pluvial para manejo da irrigação na cana-de-açúcar em Goiana, Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 4, p.585-591, 2010.
- SILVA, P. H. M. et al. Selecting for rust (*Puccinia psidii*) resistance in *Eucalyptus grandis* in São Paulo State, Brazil. **Forest Ecol and Manag**, v. 303, p. 91-97, 2013.
- SUDENE. **Normais Climatológicas da Área da SUDENE**: Convênio com o Serviço de Meteorologia. Recife: Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, 1990.
- SETZER, J. **Atlas Climático e Ecológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguaí, 1966. 61 p.
- THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geogr. Rev.**, v. 38, p. 55-94. 1948.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. **Publications in Climatology**. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104 p.



**RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR**  
**ISSN 2675-6218**

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA: THORNTHWAITE E KÖPPEN PARA A  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IPOJUÇA, PE – BRASIL  
Romildo Morant de Holanda, Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França,  
Marcia Liana Freire Pereira, Wagner Rodolfo de Araújo, Luciano Marcelo Falle Saboya

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Recife: [S.n.], 2005.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa, UFV: Imprensa Universitária, 2012. 449 p.