



CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN NA ZONA DA MATA PERNAMBUCANA – BRASIL

CLIMATE CLASSIFICATION OF KÖPPEN IN THE AREA OF MATA PERNAMBUCANA – BRAZIL

Raimundo Mainar de Medeiros¹, Romildo Morant de Holanda², Manoel Viera de França³, Luciano Marcelo Fallé Saboya⁴, Fernando Cartaxo Rolim Neto⁵, Wagner Rodolfo de Araújo⁶, Marcia Liana Freire Pereira⁷

Submetido em: 17/05/2021

e25312

Aprovado em: 07/06/2021

RESUMO

O método da classificação climática de Köppen tem pouca aplicação em áreas de estudos agrícolas, devido as enormes extensões das escalas de plantio em que são usadas. Este estudo tem como objetivo realizar a classificação climática, utilizando-se o modelo do aplicativo de Köppen para a área da Zona da Mata Pernambucana, com a elaboração de gráficos e tabelas. Utilizou-se dos valores da temperatura média do ar dos últimos 67 anos estimados pelo *software* Estima_T para os 44 municípios que formam a Zona da Mata Pernambucana. As classificações climáticas resultantes demonstraram sensibilidade à orografia local, aos índices pluviométricos e as flutuações das temperaturas médias. O modelo de classificação de Köppen identificou duas características climáticas: do tipo climático Am em 12 municípios e o tipo climático As predominando em 32 municípios. A altitude é um componente de controle climático, pois devido ao efeito da gravidade, a densidade da atmosfera diminui com a altura.

PALAVRAS-CHAVE: Tipos Climáticos. Oscilações térmicas. Índices pluviométricos.

ABSTRACT

The Köppen climate classification method is of little application in areas of agricultural studies, due to the huge extensions of the planting scales in which they are used. The objective is to perform the climatic classification using the model of the Köppen application for the Zona da Mata Pernambucana area with the elaboration of graphs and tables. The average air temperature values of the last 67 years estimated by the Estima_T software for the 44 municipalities that make up the Zona da Mata Pernambucana were used. The resulting climatic classifications showed sensitivity to the local orography, to the rain indexes and to the fluctuations of average temperatures. The Köppen classification model identified two climatic characteristics: the climate type Am in 12 municipalities and the climate type As predominating in 32 municipalities. Altitude is a component of climate control, because due to the effect of gravity, the density of the atmosphere decreases with height.

KEYWORDS: Climate types. Thermal oscillations. Rainfall indexes.

¹ Pós-doutorado pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

² Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

³ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

⁴ Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

⁵ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

⁶ Universidade Estácio de Sá, Brasil

⁷ Universidade Federal de Campina Grande, Brasil



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN NA ZONA DA MATA PERNAMBUCANA – BRASIL
Raimundo Mainar de Medeiros, Romildo Morant de Holanda, Manoel Viera de França,
Luciano Marcelo Fallé Saboya, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo, Marcia Liana Freire Pereira

1. INTRODUÇÃO

O clima é qualificado pelas oscilações de um conjunto de variáveis meteorológicas (Soares et al., 2015) em determinado intervalo de tempo, influenciando expressivamente na caracterização dos fatores físicos e biológicos de uma dada região ou área.

A existência de distintos sistemas de classificações climáticas, entre os quais se destacam o de Köppen, amplamente empregado em estudos climatológicos e geográficos e o de Thornthwaite (1948) e Thornthwaite et al. (1955) que utilizam dos índices climáticos definidos com base no balanço hídrico, constituindo-se duas das metodologias mais clássicas de regionalização climática. Estudiosos como Kuinchtner et al. (2001) e Rolim et al. (2007) afirmaram que estes sistemas de classificações 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 às necessidades hídricas das plantas ao balanço hídrico, conforme o tipo de clima.

O método de classificação de Köppen é o mais utilizado no Brasil, em virtude da abordagem com diversos cultivos agrícolas e devido à menor rigidez da fórmula para determinação do mês úmido ou seco. Além disso, o método foi adaptado para algumas situações diferenciadas na América do Sul, de acordo com os autores Setzer (1966) e Barros et al. (2012). Ainda em conformidade com Barros et al. (2012), a classificação de Köppen é um dos sistemas mais empregados na ciência da geografia, climatologia e ecologia. A classificação baseia-se na hipótese, com origem na fitossociologia e ecologia, em que a vegetação natural de cada região do universo está vinculada essencialmente a um tipo de clima. As regiões climáticas são caracterizadas para corresponder às áreas de predominância de cada tipo de vegetação. No entanto, essa classificação em certos casos não distingue regiões com biomas distintos (Köppen, 1928).

Pesquisadores como Jurca (2005) e Rolim et al. (2007), no México (Maes et al., 2009), utilizaram a classificação climática de Köppen como base para estudos em zoneamento agroclimático no Brasil e 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.

Barros et al. (2012) ressaltaram que para o desenvolvimento da classificação climática, fica restringido a indefinições de diferentes gêneros devido à complexidade de agrupar fatores inter-relacionados ao ambiente e/ou índices simplesmente matemáticos. Toda classificação de fenômenos naturais não consegue se enquadrar entre as sistemáticas dos elementos. Todavia, vários outros elementos exercem influência sobre o caráter da vegetação, orografia, solo implicando nas atividades humanas na agricultura e exploração vegetal.

A Classificação climática de Köppen baseia-se na abundância e distribuição dos índices pluviométricos e na variabilidade da temperatura anual e mensal. Os dados de temperatura e precipitação constituem critério inicial para a divisão dos tipos de clima. De acordo com Köppen



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN NA ZONA DA MATA PERNAMBUCANA – BRASIL
Raimundo Mainar de Medeiros, Romildo Morant de Holanda, Manoel Viera de França,
Luciano Marcelo Fallé Saboya, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo, Marcia Liana Freire Pereira

(1928) nas últimas décadas, ocorreram adaptações de outros autores como Setzer (1966), que simplificou as chaves classificatórias. Para o autor, a repartição de postos pluviométricos com espacialização ajustada pelo método de Köppen tem-se excelente distribuição dos tipos climáticos nas regiões do Estado.

A temperatura média do ar e a precipitação pluviométrica são importantes junto aos processos climáticos, sendo alvo de pesquisas relacionadas à agricultura. Estes elementos meteorológicos exercem influência direta sobre as condições agrícolas em conformidade com Amorim et al. (2004).

Medeiros et al. (2018) realizaram a análise da variabilidade espaço-temporal da temperatura média do ar do estado de Pernambuco distribuída em regiões homogêneas. Os resultados demonstraram que as flutuações térmicas estão relacionadas com a elevação e a latitude, sendo uma das variáveis fisiográficas que explica melhor a variação da temperatura mensal e anual na área de estudo. As flutuações da temperatura média decorrem dos sistemas sinóticos atuantes na época do período chuvoso e do período seco, tal como dos impactos ambientais. Ocorreram reduções de temperatura em conformidade com o deslocamento do período chuvoso e as atuações e/ou contribuições dos efeitos regionais e locais.

Medeiros et al. (2018) realizaram a classificação climática Köppen para o estado de Pernambuco, onde utilizaram-se do método de interpolação Kriging. As classificações indicadas mostraram-se muito sensíveis à orografia, aos índices pluviométricos e às variações de temperatura, resultando em três tipos climáticos de acordo com o modelo de Köppen, 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 de Köppen é eficiente apenas para a macro escala e com baixas capacidades para separar os tipos de clima, levando em consideração a temperatura do ar, as chuvas e os elementos resultantes do balanço hídrico.

Recentemente, contribuições foram publicadas visando as variabilidades das mudanças climáticas (Fraedrich et al, 2001; Kalvova et al., 2003; Wang et al., 2004; Diaz et al., 2007; Rubel et al., 2010). Os tipos climáticos de Köppen são uma oportunidade para mostrar didaticamente para os especialistas e o público em geral de como as zonas climáticas estão mudando. Na geografia, as relações entre a distribuição da população e os principais climas do mundo foram abordadas por Kummu et al. (2011).

Mazon et al. (2017) assumem que é importante ressaltar a classificação de Köppen que é baseada apenas nos valores médios da temperatura e precipitação do ar. Embora os climatologistas e meteorologistas que analisam o clima histórico sejam capazes de reconstruir as condições climáticas do passado (Pino et al., 2016), muitas vezes limitam sua análise da diversidade climática ao uso dessas variáveis, primeiro porque os registros de temperatura e precipitação do ar são os



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN NA ZONA DA MATA PERNAMBUCANA – BRASIL
Raimundo Mainar de Medeiros, Romildo Morant de Holanda, Manoel Viera de França,
Luciano Marcelo Fallé Saboya, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo, Marcia Liana Freire Pereira

mais comuns e, segundo, porque é fácil medir variáveis por meio da grande rede de estações meteorológicas automáticas, bem como do banco de dados meteorológicos históricos.

Para Almorox et al. (2015) as aplicações do sistema Köppen estão relacionadas ao mapeamento da distribuição geográfica do clima ou da vegetação do mundo com uso de séries de dados climáticos de longo prazo. Dependendo dos dados utilizados, os mapeamentos podem ter diferentes detalhes e qualidades para uma descrição tão estacionária do clima mundial.

Trabalhos como o de Bussab et al. (2002) e Triola (2009) enfatizam a necessidade e a importância da análise descritiva das variáveis analisadas antes de qualquer análise inferencial, pois, fatos como a presença de valores atípicos, o tipo de comportamento da variável analisada e até mesmo os erros de digitação em bancos de dados, podem distorcer os resultados da análise inferencial, provocando conclusões incorretas ou não precisas.

Rolim et al. (2007) afirmaram que os princípios da classificação climática são de extensa importância, ao analisar e definir os tipos de climas alterando, levando-se em consideração vários fatores climáticos ao mesmo tempo, facilitando a troca de informações e análises para diferentes objetivos.

Atravessado na região norte pela Linha do Equador e ao sul pelo Trópico de Capricórnio, a maior parte do Brasil situa-se em zonas de latitudes baixas, nas quais prevalecem os climas quentes e úmidos, com temperaturas médias em torno de 20 °C. A classificação de um clima depende de diversos fatores, como a temperatura, umidade, massas de ar, pressão atmosférica, correntes marítimas e ventos, entre outros.

Para a avaliação do potencial da espécie climática, para uma localidade específica, é necessário conhecermos: a flutuação pluvial média anual; a deficiência hídrica e a temperatura média anual. As informações climáticas referem-se, principalmente, à ocorrência natural das espécies. Os tipos climáticos segundo Köppen (1928) são apresentados nas fichas apenas pelo símbolo de cada um. Para maior clareza descrevem-se, a seguir, seus significados:

As – Clima tropical quente e úmido, com estação seca no inverno. É caracterizado pela ausência de chuvas de verão e sua ocorrência no "inverno" (que corresponde à estação chuvosa e não ao inverno propriamente dito), com índices pluviométricos por volta de 1.600 mm anuais.

Am - Clima tropical úmido ou subúmido. É uma transição entre o tipo climático "Af" e "Aw". Caracteriza-se por apresentar temperatura média do mês mais frio sempre superior a 18°C apresentando uma estação seca de pequena duração que é compensada pelos totais elevados de precipitação.

Andrade Júnior et al. (2005) afirmaram que a classificação climática tende a identificar grande área ou região e zonas com características climáticas e biogeográficas relativamente homogêneas provendo indicações sobre as condições ecológicas e suas potencialidades agrícolas e do meio ambiente da área estudada.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN NA ZONA DA MATA PERNAMBUCANA – BRASIL
Raimundo Mainar de Medeiros, Romildo Morant de Holanda, Manoel Viera de França,
Luciano Marcelo Fallé Saboya, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo, Marcia Liana Freire Pereira

Objetiva-se realizar a classificação climática utilizando-se o modelo do aplicativo de Köppen para a área da Zona da Mata Pernambucana, estas informações são muito importantes para o planejamento e racionalização das suas diversas atividades produtivas e de políticas agrícolas da área estudada.

2. Material e Métodos

A Zona da Mata Pernambucana 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 (Figura 1). 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.

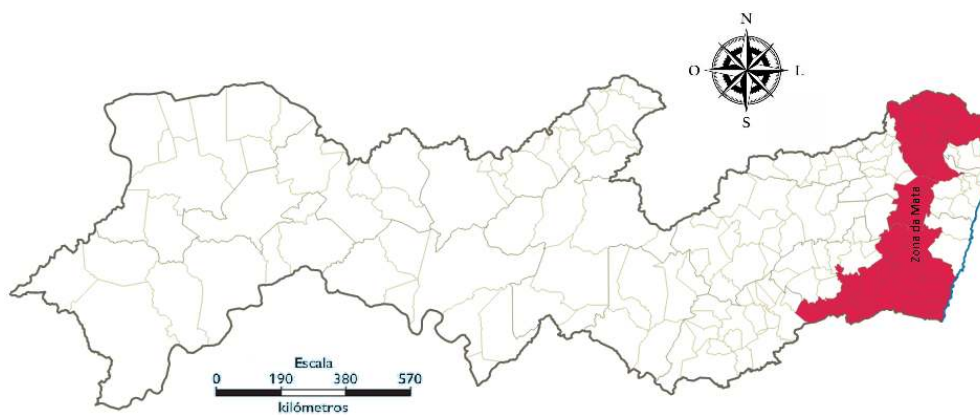


Figura 1. Representação geográfica da Zona da Mata.

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 meteorológicos atuantes são: Zona de Convergência Intertropical - ZCIT (Hastenrath et al., 1977), as Frentes Frias (Aragão, 1976; Kousky, 1979), 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). Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é o principal sistema



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN NA ZONA DA MATA PERNAMBUCANA – BRASIL
Raimundo Mainar de Medeiros, Romildo Morant de Holanda, Manoel Viera de França,
Luciano Marcelo Fallé Saboya, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo, Marcia Liana Freire Pereira

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).

Utilizou-se dos valores da temperatura média do ar dos últimos 67 anos (1952-2018) estimados pelo *software* Estima_T (Cavalcanti e Silva, 1994; Cavalcanti et al., 2006). O Estima_T é um software para fazer estimativas de temperaturas do ar na Região Nordeste do Brasil. A referida região foi dividida em três áreas: sendo a área 1 que compreende os estados do Maranhão e Piauí; a área 2 específica para os estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco e a área 3 para os estados da Alagoas; Sergipe e Bahia. Para todas as regiões (1, 2 e 3) determinaram-se os coeficientes da função quadrática para as temperaturas média, máxima e mínima mensal em função das coordenadas locais: longitude, latitude e altitude de acordo com os autores Cavalcanti e Silva (2006) dada por:

$$T = C_0 + C_1\lambda + C_2\varnothing + C_3h + C_4\lambda^2 + C_5\varnothing^2 + C_6h^2 + C_7\lambda\varnothing + C_8\lambda h + C_9\varnothing h$$

Em que:

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

$j = 1950, 1951, 1952, 1953, \dots, 2015$.

Foram elaboradas planilhas eletrônicas com os dados mensais e anuais de temperatura e precipitação históricas, com os preenchimentos de falhas seguidamente de suas consistências.

A utilização dos dados foi procedida de análise no tocante à sua consistência, homogeneização e no preenchimento de falhas em cada série diária mensal. Caso ocorram problemas nos equipamentos ou por impedimento do observador que resultem em dias sem observação ou mesmo intervalo de tempos maiores, os dados falhos foram preenchidos com os dados de três postos vizinhos, localizados o mais próximo possível, onde se aplicou da seguinte forma:

$$P_x = \frac{1}{3} \left(\frac{N_x}{N_A} P_A + \frac{N_x}{N_B} P_B + \frac{N_x}{N_C} P_C \right)$$

Em que:

P_x é o valor de chuva que se deseja determinar;

N_x é a precipitação diária do posto x ;

N_A , N_B e N_C são, respectivamente, as precipitações diárias observadas dos postos vizinhos A, B e C;

P_A , P_B e P_C são, respectivamente, as precipitações observadas no instante que o posto x falhou.

O *software* Surfer 8 foi aplicado para as estatísticas utilizando o processo da krigagem, confeccionando os referidos mapas mensal e anual.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN NA ZONA DA MATA PERNAMBUCANA – BRASIL
Raimundo Mainar de Medeiros, Romildo Morant de Holanda, Manoel Viera de França,
Luciano Marcelo Fallé Saboya, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo, Marcia Liana Freire Pereira

A krigagem é um método geoestatístico de estimativa de valores variáveis espalhados no espaço e/ou tempo, com apoio aos dados adjacentes considerados interdependentes pela análise variográfica (Pires et al., 2006). As técnicas geoestatísticas podem ser usadas para descrever e oferecer modelos padrões espaciais, além de prever valores em locais não amostrados (Andriotti, 2009). Yamamoto et al. (2013) asseguram que a estimativa geoestatística tem por objetivo a modelagem do fenômeno espacial, ou seja, determinar a distribuição e variabilidade espaço temporal. O método de krigagem se diferencia de outros métodos de interpolação pela forma de atribuição dos pesos. Segundo Yamamoto et al. (2013), para compreender a variação espacial do processo aleatório subjacente, deve-se levar em consideração a possibilidade de que o valor em cada ponto no espaço está conexo com valores obtidos em pontos situados a certa distância, sendo razoável supor que a influência é tanto maior quanto menor for a distância entre os pontos.

Utilizou-se dos dados pluviométricos levantados pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE, 1990) e da Agência Pernambucana de água e clima (APAC, 2017). Os postos pluviométricos trabalhados tinham trinta ou mais anos de observações de acordo com as normas da Organização Meteorológica Mundial (OMM). A Classificação climática foi realizada utilizando a metodologia de Köppen (1928) de acordo com as descrições abaixo.

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA KÖPPEN

A classificação climática de Köppen é baseada na quantidade, na distribuição de precipitação anual e na temperatura anual e mensal.

Os elementos temperatura e precipitação constituem um critério inicial para a divisão dos tipos de clima. O critério usado para o emprego da temperatura e da precipitação foi determinado pelos tipos de vegetação encontrados em determinadas áreas, os quais são intimamente ligados àqueles fatores.

CATEGORIA DE CLIMA

São cinco as maiores categorias de climas, as quais foram enumeradas com as designações das letras maiúsculas: A, B, C, D, E.

Para o estudo específico de região tropical, ocupar-nos em com as categorias A, B, C, em que os tipos A e C são considerados úmidos e o tipo B, seco.

DIVISÃO ENTRE CLIMA ÚMIDO E SECO

A divisão inicial entre clima úmido e seco é feita através das seguintes fórmulas:

a) Se a precipitação for uniforme em todos os meses, ou seja, se existe boa distribuição de precipitação em todo o ano, sem concentração no inverno ou verão, utiliza-se a fórmula:



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN NA ZONA DA MATA PERNAMBUCANA – BRASIL
Raimundo Mainar de Medeiros, Romildo Morant de Holanda, Manoel Viera de França,
Luciano Marcelo Fallé Saboya, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo, Marcia Liana Freire Pereira

$$r = 20 t + 140$$

Onde:

r - Valor teórico da precipitação anual (mm);

t - Temperatura média anual (°C).

b) Se a concentração da precipitação ocorrer no verão, ou seja, 70% ou mais da precipitação anual nos meses de abril a setembro no hemisfério norte (HN) e outubro a março no hemisfério sul (HS), utilizar-se-á a fórmula:

$$r = 20 t + 250$$

c) Caso a concentração da precipitação ocorra no inverno, isto é, 70% ou mais da precipitação anual nos meses de outubro a março no HN e abril a setembro no HS, utiliza-se a fórmula:

$$r = 20 t$$

De posse desses valores, saber-se-á se o clima é úmido ou seco.

Prp - Precipitação média anual (mm), (70%);

Prp > r → clima úmido (A ou C);

Prp < r → clima seco (B)

De acordo com a comparação acima, tem agora uma definição sobre o local, ou seja, se o clima é seco ou úmido.

A partir daí o passo seguinte é definir qual o tipo de clima; alerte-se para as classificações:

a) Tropical úmido (Megatérmico) - temperatura média do mês mais frio acima de 18 °C;

b) Deserto ou estepe - sem limite de temperatura;

c) Temperado (Mesotérmico) - temperatura média do mês mais frio entre -3 °C e 18 °C.

Neste tipo de clima, existe um subtipo, encontrado na região tropical (região montanhosa).

As letras D e E deixam de ser dadas por não serem climas da região tropical.

Normalmente as letras maiúsculas se referem à temperatura e as minúsculas à precipitação, com exceção do tipo B, em que as minúsculas se referem à temperatura.

CLIMA DO TIPO A – SUBCATEGORIAS

Af - Úmido. Clima de Selva Tropical. O mês seco tem precipitação média ≥ 60 mm

Am - Úmido. Clima de Bosque. Mês mais seco com a precipitação média inferior a 60 mm e a Precipitação total anual superior a 10 vezes este valor.

Aw - Úmido com inverno seco. Clima de Savana. Mês mais seco com precipitação média inferior a 60 mm e Precipitação total anual inferior a 10 vezes este valor.

Para facilitar a definição da subcategoria climática, utilizam-se os critérios abaixo:

1 - “Af” nunca tem precipitação inferior a 60 mm, ou seja, não tem estação seca.

2 - Para definição de “Am” e “Aw”, utiliza-se a seguinte análise:



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN NA ZONA DA MATA PERNAMBUCANA – BRASIL
Raimundo Mainar de Medeiros, Romildo Morant de Holanda, Manoel Viera de França,
Luciano Marcelo Fallé Saboya, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo, Marcia Liana Freire Pereira

$P > 10p$	Tipo Am
$P < 10P$	Tipo Aw

Onde:

p - precipitação média do mês mais seco (mm). Valor teórico;

P - precipitação total anual (mm).

CLIMA DO TIPO B - SUBCATEGORIAS

Bs - Seco ou semiárido. É a transição do clima mais úmido para os desérticos;

Bw - Deserto ou árido.

Foram utilizados os critérios abaixo, para definir as subcategorias:

1) Se a precipitação for uniformemente distribuída durante o ano, a fórmula será:

$P < t + 7$	Tipo Bw
$t + 7 > P > 2t + 14$	Tipo Bs

Onde:

t - temperatura média anual em °C;

P - precipitação total anual média (Cm).

2) Se 70% ou mais da precipitação ocorrem no Verão

$P < t + 14$	Tipo Bw
$t + 14 > P > 2t + 28$	Tipo Bs

Onde:

t - temperatura média anual em °C;

P - precipitação total anual média (Cm).

3) Se 70% ou mais da precipitação ocorrem no Inverno

$P < t$	Tipo Bw
$t > P > 2t$	Tipo Bs

Onde:

t - temperatura média anual em °C;

P - precipitação total anual média (Cm).

Cada uma dessas subcategorias é subordinada, conforme a temperatura, nos seguintes tipos:

k - frio - temperatura média anual inferior a 18 °C;

h - quente - temperatura média anual superior a 18 °C.

Clima do Tipo C - SUBCATEGORIAS



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN NA ZONA DA MATA PERNAMBUCANA – BRASIL
Raimundo Mainar de Medeiros, Romildo Morant de Holanda, Manoel Viera de França,
Luciano Marcelo Fallé Saboya, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo, Marcia Liana Freire Pereira

Cw - Seco de inverno (Tropical de altitude). Chuvas são de Verão. Esta subcategoria representa um tipo climático que pode ocorrer nas regiões montanhosas.

A precipitação máxima de verão $\geq 10p$ (precipitação do mês mais seco).

Cs - Seco de verão. Chuvas são de Inverno.

Precipitação máxima de inverno $\geq 3p$ (precipitação do mês mais seco) com $p < 30$ mm.

Obs.: Se $p > 30$ mm, ter-se-á o caso particular de Cfs, o qual não é seco de verão, mas apenas se diz que a época mais seca ocorre no verão.

Cf - Constantemente Úmido.

Prp máxima de Verão $< 10p$ (precipitação do mês mais seco)

Se a chuva é de verão

Se a chuva é de inverno Prp máxima de Inverno $< 3p$ (precipitação do mês mais seco)

Divisões desta subcategoria (C):

Temperatura do mês mais quente $> 22^{\circ}\text{C}$

a – Sub Tropical

Temperatura do mês mais quente $< 22^{\circ}\text{C}$

b – Temperado propriamente dito

A classificação climática de Köppen é fundamentada especialmente na quantidade e distribuição do índice pluviométrico e temperatura, anual e mensal. Os dados de temperatura e precipitação constituem critério inicial para a divisão dos tipos de clima. Por ser uma classificação climática com mais de século, a referida classificação passou por algumas adequações de outros autores, como a de Setzer (1966), que simplificou a classificação criando uma chave classificatória.

MÉTODO DE KÖPPEN (1931)

Baseia-se na classificação de várias regiões, tipos e variabilidades climáticas (Souza et al, 2013) indicado por três letras, indicando grupo (Tabela 1), do indicador de tipo (Tabela 2) e indicador do subtipo (Tabela 3).

Tabela 1. Caracterização do indicador de grupo climático.

Código	Tipo de clima	Descrição
A	Tropical	Climas megatérmicos: Temperatura média do mês mais frio maior que 18°C ; Estação invernal ausente; Precipitação anual superior a Evapotranspiração anual.
B	Árido	Climas secos (Precipitação anual menor que 500)



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN NA ZONA DA MATA PERNAMBUCANA – BRASIL
 Raimundo Mainar de Medeiros, Romildo Morant de Holanda, Manoel Viera de França,
 Luciano Marcelo Fallé Saboya, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo, Marcia Liana Freire Pereira

		mm); Evapotranspiração anual superior a Precipitação anual; Inexistência de cursos d'água permanentes.
C	Temperado	Climas mesotérmicos; Temperatura média do mês mais frio entre -3 e 18°C (considerando a mínima média); Temperatura média do mês mais quente maior que 10°C; Verão e inverno bem definidas.
D	Continental	Climas microtérmicos; Temperatura média do ar do mês mais frio menor ou igual a 3°C; Temperatura média do mês mais quente maior que 10°C; Verão e inverno bem definido.
E	Glacial	Climas polares e de alta montanha; Temperatura média mês mais quente maior que 10°C; Verão pouco definidos ou inexistente.

Elaborada pelo autor

Tabela 2. Caracterização do indicador de tipo climático.

Código	Descrição	Grupo
S	Clima das estepes; Precipitação anual média entre 380 e 760 mm.	B
W	Clima desértico; Precipitação anual média < 250 mm	B
F	Clima úmido; Ocorrência de precipitação em todos os meses do ano; Inexistência de estação seca definida; Precipitação do mês mais seco > 60 mm.	A-B-C
W	Chuvas de verão.	A-B-C
S	Chuvas de inverno	A-B-C
W'	Chuvas de verão-outono	A-B-C
S'	Chuvas de inverno-outono.	A-B-C
M	Clima de monção; Precipitação anual média >1500 mm e Precipitação do mês mais seco < 60 mm.	A
T	Temperatura média do ar no mês mais quente entre 0 e 10°C	E
F	Temperatura média do mês mais quente < 0°C.	E
M	Precipitação abundante (inverno pouco rigoroso).	E

Elaborada pelo autor



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN NA ZONA DA MATA PERNAMBUCANA – BRASIL
Raimundo Mainar de Medeiros, Romildo Morant de Holanda, Manoel Viera de França,
Luciano Marcelo Fallé Saboya, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo, Marcia Liana Freire Pereira

Tabela 3. Caracterização do indicador de subtipo climático

Código	Descrição	Grupo
a: Verão quente	Temperatura média do ar no mês mais quente maior que 22°C.	C-D
b: verão temperado	Temperatura média do ar no mês mais quente menor que 22°C; Temperatura média do ar nos 4 meses mais quentes maior que 10°C	C-D
c: verão curto e fresco	Temperatura média do ar no mês mais quente menor que 22°C; - Temperatura média do ar maior que 10°C durante menos de 4 meses; Temperatura média do ar no mês mais frio maior que -38°C.	C-D
d: inverno muito frio	Temperatura média do ar no mês mais frio menor que - 38°C.	D
h: seco e quente	Temperatura média anual do ar maior que 18°C; Deserto ou semi deserto quente (Temperatura anual média do ar igual ou superior a 18°C).	B
k: seco e frio	Temperatura média anual do ar menor que 18°C; Deserto ou semideserto frio (Temperatura anual média do ar igual ou inferior a 18°C).	B

Elaborada pelo autor

3.RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na tabela 1, têm-se os municípios, coordenadas geográficas (latitude, longitude, altitude) e classificação climática segundo o método de Köppen para Zona da Mata Pernambucana.

Tabela 1. Municípios e coordenadas geográficas

Municípios	Latitude ° ‘	Longitude ° ‘	Altitude metros	Classificação Köppen
Água Preta	-8,7	-35,5	132	Am
Aliança	-7,6	-35,2	94	As
Amaraji	-8,4	-35,4	386	Am
Barreiros	-8,8	-35,2	70	Am
Belém de Maria	-8,6	-35,8	323	As
Buenos Aires	-7,7	-35,3	166	As
Buíque	-8,6	-37,2	616	As
Camutanga	-7,4	-35,3	213	As
Carpina	-7,9	-35,2	134	As



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN NA ZONA DA MATA PERNAMBUCANA – BRASIL
 Raimundo Mainar de Medeiros, Romildo Morant de Holanda, Manoel Viera de França,
 Luciano Marcelo Fallé Saboya, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo, Marcia Liana Freire Pereira

Catende	-8,7	-35,7	256	As
Chã de Alegria	-8,0	-35,2	136	As
Chã Grande	-8,2	-35,5	466	As
Condado	-7,6	-35,1	79	As
Cortês	-8,5	-35,5	409	Am
Escada	-8,4	-35,2	145	Am
Ferreiros	-7,4	-35,2	98	As
Gameleira	-8,6	-35,4	127	Am
Glória do Goitá	-8,0	-35,3	186	As
Itambé	-7,4	-35,1	100	As
Itaquitinga	-7,7	-35,1	97	As
Jaqueira	-8,7	-35,8	302	As
Joaquim Nabuco	-8,6	-35,5	236	Am
Lagoa do Carro	-7,8	-35,3	127	As
Lagoa do Itaenga	-7,9	-35,3	139	As
Macaparana	-7,6	-35,4	460	As
Maraial	-8,8	-35,8	305	As
Nazaré da Mata	-7,7	-35,2	91	As
Palmares	-8,7	-35,6	196	As
Paudalho	-7,9	-35,2	116	As
Pombos	-8,1	-35,4	341	As
Primavera	-8,3	-35,3	367	As
Quipapá	-8,8	-36,0	555	As
Ribeirão	-8,5	-35,4	151	Am
Rio Formoso	-8,7	-35,2	86	Am
São Benedito do Sul	-8,8	-36,0	460	As
São Bento do Uma	-8,5	-36,5	662	As
S José Coroa Grande	-8,9	-35,1	47	Am
Sirinhaém	-8,6	-35,1	60	Am
Tamandaré	-8,8	-35,1	66	Am
Timbaúba	-7,5	-35,3	216	As
Tracunhaém	-7,8	-35,2	112	As
Vicência	-7,7	-35,3	176	As
Vitória de Santo Antão	-8,1	-35,3	253	As
Xexéu	-8,8	-35,6	167	As

Elaborada pelo autor



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN NA ZONA DA MATA PERNAMBUCANA – BRASIL
Raimundo Mainar de Medeiros, Romildo Morant de Holanda, Manoel Viera de França,
Luciano Marcelo Fallé Saboya, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo, Marcia Liana Freire Pereira

Resultados análogos foram encontrados por Alvares et al. (2014) na classificação climática para o Brasil em que destaca a costa do Nordeste do Brasil, com clima “Bsh”, na zona de transição e o clima tipo As Costeiro do Ceará, estendendo-se até a costa do Estado Pernambuco. A classificação climática segundo Köppen para a área em estudo está em conformidade com as classificações de Camargo (1961), Alvares et al. (2014) e Medeiros et al. (2018).

Entre os métodos de classificação de áreas bioclimáticas, o de Köppen é o de maior utilização no Brasil, em virtude de se preocupar 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 a classificação de Köppen.

Na Tabela 2 têm-se as oscilações estatísticas da temperatura média do ar na Zona da Mata pernambucana. Os parâmetros estudados referem-se às variabilidades da temperatura média mínima, média máxima e média da média, seguidamente de sua mediana, desvio padrão e coeficiente de variância representativa dos 45 municípios que compõem a formação da Zona da Mata.

A temperatura média máxima oscila entre 23,6°C no mês de agosto a 27,2°C no mês de fevereiro, sua temperatura média máxima anual é de 25,6°C. Com temperatura média mínima anual de 22,6°C oscilando entre 20,1°C em julho a 24,3°C em janeiro. A temperatura média da média é de 24,7°C e suas flutuações mensais fluem entre 22,6°C nos meses de julho e agosto a 26,2°C nos meses de janeiro e fevereiro.

Tabela 2. Oscilações estatísticas para a temperatura média do ar na Zona da Mata Pernambucana.

°C									
Meses	Temp. Média Máxima	Temp. Média Mínima	Temp. Média da média	Mediana	Desvio Padrão	Coeficiente e Variância	Curtose	Assimetria	Erro Padrão
Jan	27,0	24,3	26,2	26,0	0,73	0,028	-0,070	5,3	0,113
Fev	27,2	24,2	26,2	26,1	0,79	0,030	-0,068	10,6	0,122
Mar	26,9	24,0	26,0	25,8	0,75	0,029	-0,071	1,1	0,115
Abr	26,3	23,2	25,3	25,1	0,82	0,033	-0,069	-8,0	0,127
Mai	25,3	22,0	24,4	24,2	0,88	0,036	0,239	-281,1	0,136



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN NA ZONA DA MATA PERNAMBUCANA – BRASIL
Raimundo Mainar de Medeiros, Romildo Morant de Holanda, Manoel Viera de França,
Luciano Marcelo Fallé Saboya, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo, Marcia Liana Freire Pereira

Jun	24,2	20,7	23,2	23,0	0,96	0,041	3,191	-1640,9	0,148
Jul	23,7	20,1	22,6	22,4	0,97	0,043	7,802	-3177,6	0,149
Ago	23,6	20,3	22,6	22,4	0,92	0,041	7,676	-3139,4	0,142
Set	24,4	21,7	23,6	23,5	0,78	0,033	1,718	-1046,0	0,121
Out	25,6	22,9	24,8	24,7	0,76	0,031	-0,002	-91,9	0,117
Nov	26,3	23,6	25,6	25,4	0,75	0,029	-0,071	-2,6	0,115
Dez	26,9	24,0	26,1	25,9	0,79	0,030	-0,071	1,5	0,122
Anual	25,6	22,6	24,7	24,5	0,82	0,033	0,031	-122,7	0,127

Legenda: Temp. = Temperatura; Coef. = Coeficiente de variância. Elaborada pelo autor

A mediana é o valor mais provável de ocorrência. O desvio padrão poderá interferir com contribuições positiva e/ou negativa em relação aos valores da média e/ou mediana. O Coeficiente de variância com nível de significância baixa a moderado. Os valores máximos e mínimos absolutos erosivos estão interligados aos eventos pluviiais e dos efeitos locais e regionais. O erro padrão anual de 0,127°C e suas oscilações fluem entre 0,113 a 0,149°C.

Em cenários de mudanças futuras, principalmente devido ao aumento das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera, é assumido que apenas a média possa sofrer alterações, permanecendo o desvio padrão inalterado de acordo com Bem-Gai et al. (1998). Foi demonstrado por Mearns et al. (1984), Katz (1991) e Katz et al. (1992) que a frequência relativa de eventos extremos depende das mudanças no desvio padrão e não apenas da média. Katz (1991) supõe que uma mudança em uma variável climática que possua distribuição de probabilidade poderá resultar em uma mudança na forma de sua distribuição.

Na Figura 2 tem a variabilidade da média da temperatura média para os municípios que compõem a Zona da Mata Pernambucana. Os municípios de Chã Grande, Corteses, Maraial, Quipapá e São José da Coroa Grande registraram as menores temperatura média, devido à alta cobertura de nuvem, baixa incidência da radiação solar e aumento da intensidade do vento; Aliança, Condado e Nazaré da Mata registraram as mais elevadas temperaturas médias, devido a orografia, a ausência de vegetação e cobertura de nuvem.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN NA ZONA DA MATA PERNAMBUCANA – BRASIL
Raimundo Mainar de Medeiros, Romildo Morant de Holanda, Manoel Viera de França,
Luciano Marcelo Fallé Saboya, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo, Marcia Liana Freire Pereira

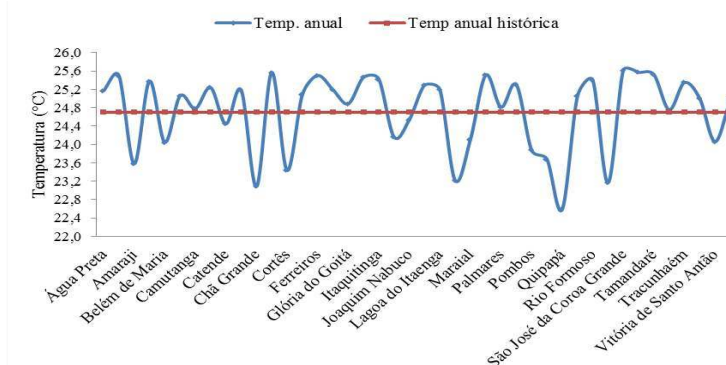


Figura 2. Representação da temperatura anual e da temperatura histórica dos 45 municípios da Zona da Mata Pernambucana.

Fonte: Medeiros, (2021).

Medeiros et al. (2018) demonstraram que as flutuações térmicas estão relacionadas com a elevação e a latitude, sendo uma das variáveis fisiográficas que explicam melhor a variação da temperatura mensal e anual no estado de Pernambuco. As flutuações da temperatura média decorrem dos sistemas sinóticos atuantes na época do período chuvoso e do período seco tal como dos impactos no meio ambiente. Ocorreram reduções de temperatura em conformidade com o deslocamento do período chuvoso e as atuações e/ou contribuições dos efeitos regionais e locais. Este estudo vem a corroborar com os resultados encontrados na Zona da Mata.

Na Figura 3 tem-se a variabilidade intermunicipal da anomalia da temperatura média para os 44 municípios que formam a Zona da Mata Pernambucana. Destaca-se os municípios com anomalias negativas seguida de seus valores, Amaraji (1,1°C); Belém de Maria (0,7°C); Catende (0,3°C); Chã Grande (1,6°C); Cortês (1,3°C); Jaqueira (0,7°C); Joaquim Nabuco (0,2°C); Macaparana (1,5°C); Marial (0,6°C); Pombos (0,9°C); Buenos Aires (1,0°C); Qupapá (2,1°C); São Benedito do Sul (1,5°C) e Vitória de Santo Antão (0,7°C). Para os demais municípios suas anomalias foram positivas.

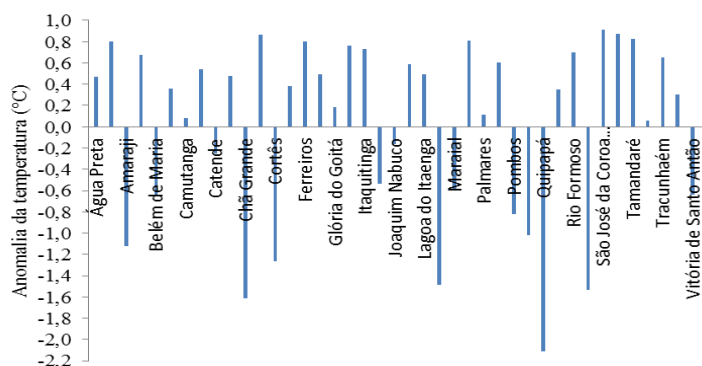


Figura 3. Representação da anomalia da temperatura anual dos 44 municípios da Zona da Mata Pernambucana.

Fonte: Medeiros, (2021).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN NA ZONA DA MATA PERNAMBUCANA – BRASIL
Raimundo Mainar de Medeiros, Romildo Morant de Holanda, Manoel Viera de França,
Luciano Marcelo Fallé Saboya, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo, Marcia Liana Freire Pereira

Nogueira et al. (2012) e Correia et al. (2011) concordam que a temperatura do ar se destaca entre as variáveis atmosféricas mais utilizadas no desenvolvimento de estudos de impactos ambientais com mudanças nos processos meteorológicos e hidrológicos.

Na Figura 4 tem-se a distribuição da temperatura média anual para o estado do Pernambuco. Na zona da Mata e no setor litorâneo a variabilidade da temperatura média é de 23,4 °C a 25,8 °C. Destaca-se que na divisa com o estado da Paraíba a flutuação da temperatura média oscila entre 21,4 °C a 25,8 °C. Na divisa com Alagoas e Bahia as oscilações das temperaturas variam de 22,6 °C a 25,4 °C. Na região central as variabilidades das temperaturas médias fluem entre 20,6 °C a 23,8 °C. Na região do sertão as temperaturas médias 22,2 °C a 23,4 °C.

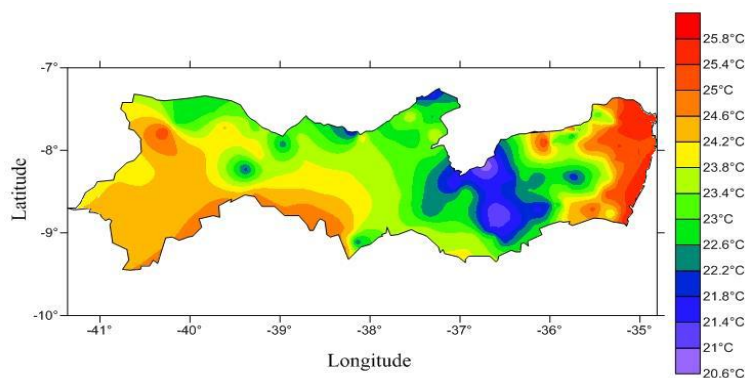


Figura 4. Temperatura média anual para o Estado do Pernambuco.
Fonte: Medeiros, (2021).

A distribuição anual da precipitação está representada na Figura 5 e mostra alta variabilidade espacial com flutuações variando entre 400 a 2100 mm. Na região litorânea, zona da mata registra-se índices pluviométricos elevados, no alto sertão e sertão ocorrem chuvas em áreas isoladas de até 1100 mm assim como variações de 400 a 900 mm na divisa com os estados de Alagoas, Bahia e Piauí. Na divisa com a Paraíba registram-se índices pluviométricos oscilando entre 400 e 1100 mm e pequena área 1900 mm, na Região do Agreste a variabilidade de ocorrência de chuva é de 400 a 1100 mm. Estas variabilidades devem-se aos fatores atuantes na atmosfera como baixa intensidade dos raios solares, alta cobertura de nuvens, flutuações da umidade relativa do ar e a oscilação da pressão atmosférica.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN NA ZONA DA MATA PERNAMBUCANA – BRASIL
Raimundo Mainar de Medeiros, Romildo Morant de Holanda, Manoel Viera de França,
Luciano Marcelo Fallé Saboya, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo, Marcia Liana Freire Pereira

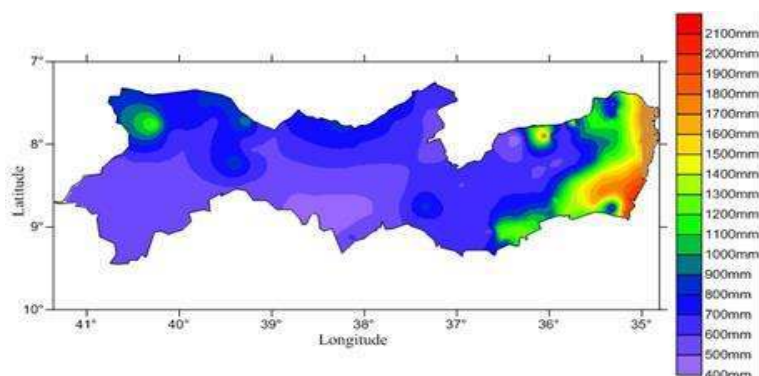


Figura 5. Precipitação anual (mm) compreendido entre o período de 30 a 100 anos com observações para o estado de Pernambuco.
Fonte: Medeiros, (2021).

Holanda et al. (2016) realizaram a análise da precipitação decadal e seus comparativos históricos para Recife – PE, utilizaram-se da série de dados de 1915 a 2014, visando contribuir nas decisões de setores como a socioeconômica, agropecuária, irrigação, produção de energia, recursos hídricos, entre outras engenharias e aos tomadores de decisões governamentais em caso de eventos externos de precipitações que possam vir a ocorrerem futuramente. Calcularam-se as médias por décadas e o seu comparativo com a precipitação climatológica média da área em estudo. As contribuições locais, Zona de Convergência Intertropical, a Oscilação de Madden–Julian atuaram com intensidade e provocaram em suas maiorias chuva acima da normalidade em algumas décadas, registrando-se desastres de moderada a intensa proporção. As variabilidades interbairros da distribuição das chuvas e as atividades locais em conjunto com os fatores meteorológicos atuantes contribuíram ou deixaram de contribuir para produtividade agropecuária, armazenamento e abastecimento humano, animal.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os regimes pluviométricos e as variações das temperaturas foram determinantes para os cálculos e sua distribuição espacial.

As classificações climáticas resultantes demonstraram sensível a orografia local, aos índices pluviais e as flutuações das temperaturas médias.

Com o modelo de classificação de Köppen identificaram-se duas características climáticas: do tipo climático “Am” em 12 municípios e o tipo climático “As” predominando em 32 municípios.

REFERÊNCIAS

ALMOROX, J.; QUEJ, V. H.; MARTÍ, P. Global performance ranking of temperature-based approaches for evapotranspiration estimation considering Köppen climate classes. **J Hydrol**, v. 528, p. 514-522, 2015.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN NA ZONA DA MATA PERNAMBUCANA – BRASIL
 Raimundo Mainar de Medeiros, Romildo Morant de Holanda, Manoel Viera de França,

Luciano Marcelo Fallé Saboya, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo, Marcia Liana Freire Pereira

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.

AMORIM, R. C. F.; AMORIM, R. F. C.; AMORIM, D. K. F.; LEITE, C. C.; GOMES, H. B. Análise climática para a cidade de Curitiba/PR. *In.*: **Anais...** Congresso Brasileiro de Meteorologia, 13, Fortaleza, 2004.

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; BASTOS, E. A.; BARROS, A. H. C.; SILVA, C. O.; GOMES, A. A. N. Classificação climática e regionalização do semiárido do Estado do Piauí sob cenários pluviométricos distintos. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 36, p. 143-151, 2005.

ANDRIOTTI, J. L. S. **Fundamentos de estatística e geoestatística**. São Leopoldo: Unisinos, 2009. v. 3, 165 p.

APAC. **Agência de tempo e clima do Estado do Pernambuco**. Santo Amaro: APAC, 2017.

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

ARAÚJO, R. F.; MATRICARDI, E. A. T.; NAPPO, M. E. Zoneamento ecológico de pequena escala para espécies florestais tradicionais no Distrito Federal. **Revista Floresta**, 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**, Recife, n. 211, p. 32, 2012.

BEM-GAI, T.; BITAN, A.; MANES, A.; ALPERT, P.; RUBIN, S. Spatial and temporal changes in rainfall frequency distribution patterns in Israel. **Theor. Appl. Climatol**, v. 61. p.177-190, 1998.

BUSSAB, W.; MORETTIN, P. **Estatística básica**. 4. ed. São Paulo: Atual, 1987. 320 p.

CAMARGO, A. **Contribuição para a estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo**. Tese (Doutorado) – ESALQ, Piracicaba, 1961.

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

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, n. 1, p.140-147. 2006.

CORREIA, M. F.; SILVA, F. S.; SILVA, A. M. R. S.; SANTOS, E. P.; MOURA, M. S. B. Impacto da expansão agrícola na amplitude térmica diária em ambiente semiárido. **Ciência e Natura**, v. Suplementar, p. 311-314, 2011.

DIAZ, H. F.; EISCHEID, J. K. Disappearing “alpine tundra” Köppen climatic type in the western United States. **Geophys Res Lett**, v. 34, n. 18, 2007.

FRAEDRICH, K.; GERSTENGARBE, F. W.; WERNER, P. C. Climate shifts during the last century. **Climatic Change**, v. 50, n. 4, p. 405-417, 2001.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN NA ZONA DA MATA PERNAMBUCANA – BRASIL
 Raimundo Mainar de Medeiros, Romildo Morant de Holanda, Manoel Viera de França,

Luciano Marcelo Fallé Saboya, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo, Marcia Liana Freire Pereira

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; AGUIAR, A. V. Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no Estado do Pará. **REA – Revista de estudos ambientais**, v. 10, n. 1, p.49-64. 2008.

GNANDESIKAN, A.; STOUFFER, R. J. Diagnosing atmosphere-ocean general circulation model errors relevant to the terrestrial biosphere using the Köppen climate classification. **Geophys Res Lett**, v. 33, n. 22, 2006.

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.

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

HOLANDA, R. M.; MEDEIROS R. M; SILVA, V. P. R. Recife - PE, Brasil e suas flutuabilidade da precipitação decadal. *In.*: **Tierra Naturaleza, Biodiversidad y Sustentabilidad**. Costa Rica: Universidad Nacional, Campus Nicoya, Guanacaste, 2017, v.1, p. 100-108.

IBGE. **Estimativa Populacional 2013 - Censo Populacional 2013**. Brasília: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 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.

KALVOVÁ, J. *et al.* Köppen climate types in observed and simulated climates. *Stud Geophys Geod*, v. 47, n. 1, p. 185-202, 2003.

KATZ, R. W. **Towards a statistical paradigm for climate change Preprints, 7TH Conference on Applied climatology**. Boston: American Meteorological Society, 1991.

KATZ, R. W.; BROWN, B. G. Extreme Events ina Changing Climate: Variability is more important than averages. **Climate Change**. v. 21, n. 3, p. 289-302, 1992.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. **Gotha**: Verlagcondicionadas. Justus Perthes, 1928.

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

KUINCHTNER, A.; BURIOL, 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.

KUMMU, M.; VARIS, O. The world by latitudes: The global analysis of human population, development level and environment across the north–south axis over the past half century. **Appl Geogr**, v. 31, n. 2, p. 495–507, 2011.

MAES, W. H. A. *et al.* Climatic growing conditions of *Jatropha curcas* L. **Biomass and Bioenergy**, v. 33, n. 10, p. 1481-1485, 2009.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN NA ZONA DA MATA PERNAMBUCANA – BRASIL
 Raimundo Mainar de Medeiros, Romildo Morant de Holanda, Manoel Viera de França,

Luciano Marcelo Fallé Saboya, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo, Marcia Liana Freire Pereira

MAZON, J.; PINO, D. Meteodiversity: a new concept for quantifying meteorological diversity. **Weather**, v. 72, n. 5, p. 143-145, 2017.

MCCMAHON, T. A. et al. Global streamflows—Part 3: Country and climate zone characteristics. **J Hydrol**, v. 347, n. 3-4, p. 272-291, 2007.

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.

MEDEIROS, R. M.; KOZMHINSKY, M.; HOLANDA, R. M.; SILVA, V. P. Temperatura média do ar e suas flutuações no Estado de Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, n. 2, v. 1, p. 081-093, 2018.

NOGUEIRA, V. F. B.; CORREIA, M. F.; NOGUEIRA, V. S. Impacto do Plantio de Soja e do Oceano Pacífico Equatorial na Precipitação e Temperatura na Cidade de Chapadinha - MA. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 5, p. 708-724, 2012.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1981.

PINO, D. et al. Meteorological and hydrological analysis of major floods in NE Iberian Peninsula. **J Hydrol**, v. 541, p. 63-89, 2016.

PIRES, C. A. F.; STRIEDER, A. J. Modelagem geoestatística de dados geofísicos, aplicada à pesquisa de Au no prospecto Volta Grande (complexo intrusivo Lavras do Sul, RS, BRASIL). **Geomática**, Ontário, v. 1, n. 1, p. 43-55, 2006.

ROLIM, G. S. et al. Climatic classification of Köppen and Thornthwaite systems and their applicability in the determination of agroclimatic zoning for the state of São Paulo, Brazil. **Bragantia**, v. 66, n. 4, p. 711-720, 2007.

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, n. 4, p.711-720, 2007.

RUBEL, F.; KOTTEK, M. Observed and projected climate shifts 1901–2100 depicted by world maps of the Köppen-Geiger climate classification. **Meteorol Z**, v. 19, n. 2, p. 135-141, 2010.

SETZER, J. **Atlas Climático e Ecológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: CESP/ Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguaí, 1966. p. 61.

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.

SILVA, I. N.; OLIVEIRA, J. B.; FONTES, L. O.; ARRAES, J. D. D. Distribuição de frequência de chuvas para a região centro-sul do Ceará, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 3, p.481-487, 2013.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F. Meteorologia e climatologia florestal. Curitiba: [s.n], 2015. 215 p.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN NA ZONA DA MATA PERNAMBUCANA – BRASIL
 Raimundo Mainar de Medeiros, Romildo Morant de Holanda, Manoel Viera de França,

Luciano Marcelo Fallé Saboya, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Wagner Rodolfo de Araújo, Marcia Liana Freire Pereira

SOUSA, E. S.; LIMA, F. W. B.; MACIEL, G. F.; SOUSA, J. P.; PICANÇO, A. P. Balanço hídrico e classificação climática de Thornthwaite para a cidade de Palmas–TO. **Anais...** XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia, Belém-PA, 2010.

THORNTWHAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance: Publications in Climatology**. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104 p.

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

TRIOLA, M.; **Introdução à estatística**. Tradução de: Alfredo Alves de Faria. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999. 410 p.

UVO, C. R. B.; **A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e sua relação com a precipitação na região norte e nordeste brasileiro**. Dissertação (Mestrado) - INPE, São José dos Campos, 1989.

WANG, M.; OVERLAND, J. E. Detecting Arctic Climate Change Using Köppen Climate Classification. **Climatic Change**, v. 67, n. 1, p. 43-62, 2004.

YAMAMOTO, J. K.; LANDIM, P. M. B. **Geoestatística: conceitos e aplicações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 215 p.

YAMAZAKI, Y.; RAO, V. B. Tropical cloudiness over the South Atlantic Ocean. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 55, p.205-207. Balanço hídrico climatológico no Estado de Mato Grosso. **Nativa**, Sinop, v. 01, n. 01, p. 34 – 43, 2013. 1977.

SUDENE – Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. **Dados pluviométricos mensais do Nordeste – Paraíba**. Recife: [S.e.]: 1990. (Série Pluviometria, 2).