



Características climáticas do município de Rio Branco, Acre, período de 1990-2019

Jorge Washington de Sousa^{1*}

¹Professor da Universidade Federal do Acre, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Rio Branco, Acre, Brasil. *jws@ufac.br

Recebido em: 06/08/2020

Aceito em: 15/08/2020

Publicado em: 24/08/2020

RESUMO

Este trabalho objetivou caracterizar a climatologia do município de Rio Branco, Acre, baseando-se em dados de estação meteorológica convencional do Instituto Nacional de Meteorologia-INMET, intervalo 1990-2019. Foi realizada uma análise para identificar eventuais tendências nos dados de precipitação e temperatura, através de regressão linear e do teste recomendado pela Organização Meteorológica Mundial, (Mann-Kendall). A localidade avaliada possui a média anual de precipitações de 2.022 mm, sendo o ano de 2011 o mais seco (1.619 mm) e 2019 o mais chuvoso da série (2.794mm). O mês de julho foi o mais seco (29 mm) e o de fevereiro o mais chuvoso (292 mm). As menores temperaturas médias ao longo do ano, ocorreram em julho, de 23,8 °C, e com as maiores médias, registradas em outubro, de 26,4 °C. A série de dados não evidenciou tendência significativa de aumento ou redução da precipitação ou de temperatura.

Palavras-chave: Homogeneidade. Run. Mann-Kendall.

Climatic characteristics of the municipality of Rio Branco, Acre, period 1990-2019

ABSTRACT

This study aimed to characterize the climatology of the municipality of Rio Branco, Acre, based on data from the conventional meteorological station of the National Institute of Meteorology-INMET, interval 1990-2019. An analysis was carried out to identify possible trends in precipitation and temperature data, through linear regression and the test recommended by the World Meteorological Organization, (Mann-Kendall). The evaluated location has an average annual rainfall of 2,022 mm, with 2011 being the driest year (1,619 mm) and 2019 the rainiest in the series (2,794 mm). The month of July was the driest (29 mm) and the month of February the rainiest (292 mm). The lowest average temperatures throughout the year occurred in July, at 23.8 oC, and with the highest averages, recorded in October, at 26.4 oC. The data series did not show a significant tendency to increase or decrease precipitation or temperature.

Keywords: Homogeneity. Run. Mann-Kendall.

INTRODUÇÃO

Os biomas tropicais brasileiros, em especial o Amazônico, têm sido foco de atenção mundial devido a sua grande diversidade biológica e também pelos efeitos que o desmatamento, o uso e ocupação da terra em grande escala podem estar provocando no clima, na hidrologia e nos ciclos biogeoquímicos em escalas regionais e globais (MARENGO, 2007).

Poucas são as pesquisas direcionadas para o sudoeste da Amazônia brasileira, no que concerne a caracterização sazonal e interanual do clima. O trabalho de Duarte (2006), que trata da climatologia do Estado do Acre, com base no intervalo 1971 – 2000, é referência para diversos estudos na área.

A necessidade de compreender as mudanças climáticas e seus efeitos sobre o ambiente natural, reforça a importância dos estudos de tendências em séries temporais, dada a incerteza presente na dinâmica dos processos hidrológicos (BACK e GONÇALVES, 2018).

A análise de séries temporais, aplicada aos dados climatológicos, tem causado um grande interesse nos últimos anos, uma vez que o clima, interfere diretamente em muitas atividades humanas. Nesse contexto, as Normais Climatológicas possibilitam a identificação dos padrões característicos do clima no local considerado.

A necessidade da análise referenciada de dados observados em diferentes partes do globo, conduziu à definição de Normais Climatológicas pela Organização Meteorológica Mundial, por meio da Regulamentação Técnica n.100 (WMO, 1983). As Normais correspondem às médias das variáveis atmosféricas registradas em períodos iguais ou superiores a 30 anos.

O Banco de Dados Meteorológicos para o Ensino e a Pesquisa-BDMEP do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, disponibiliza na Internet, os dados meteorológicos diários em forma digital, das séries históricas da rede de estações meteorológicas instaladas no País.

Esse trabalho objetivou analisar os aspectos climáticos e identificar possíveis tendências nos dados de precipitação e temperatura do município Rio Branco, Acre, no intervalo 1990-2019.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da região de estudo e obtenção dos dados

A Amazônia Legal abrange os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins, parte do Maranhão e cinco municípios de Goiás. Possui uma superfície aproximada de 5.015.067,749 km², correspondente a cerca de 58,9% do território brasileiro (IBGE, 2019).

O município de Rio Branco, capital do Estado do Acre, possui uma superfície territorial de 8.834,942 km², com 407.319 habitantes, e encontra-se inserido na Mesorregião do Vale do Acre (IBGE, 2019). A região leste do Estado, é a mais favorecida em termos de infraestrutura administrativa, dos serviços de saúde e de outros setores relevantes da economia regional (ACRE, 2010).

Os dados utilizados neste trabalho, série 1993-2019, foram obtidos no INMET (2019), enquanto os dados de 1990 a 1992, são oriundos dos arquivos da Universidade Federal de Acre, em Rio Branco. A estação meteorológica de Rio Branco, Acre, código 82915, com as coordenadas geográficas: latitude 09° 57' 32" S, longitude 67° 52' 06" W e altitude de 159 m, realiza as observações no horário padrão mundial, às 12, 18 e 24 UTC. Os parâmetros meteorológicos diários utilizados no presente estudo foram: precipitação, insolação, temperaturas do ar (máxima, mínima e média), umidade relativa, pressão atmosférica, evaporação e velocidade do vento.

Segundo os critérios adotados por Thornthwaite (THORNTHWAITE, 1948), o clima da região de Rio Branco, Acre, classifica-se como clima úmido, com pequena deficiência de água, megatérmico e com vegetação durante todo o ano, representado pela seguinte fórmula climática a: B1 rA'a'.

Métodos estatísticos aplicados aos dados de precipitações e temperaturas médias

Foi aplicado aos dados de precipitações e temperaturas médias anuais, o teste não-paramétrico de Run, recomendado pela Organização Meteorológica Mundial-WMO (THOM, 1966). Esse teste, possibilita verificar a homogeneidade de um conjunto de dados, mediante a quantificação das oscilações contidas acima e abaixo da mediana, as quais, são denominadas, de Run.

Segundo Back (2001), um valor alto de Run, indica muitas oscilações, e valores baixos, indicam um desvio em relação a mediana. A distribuição amostral do número de Runs, foi aproximada pela distribuição normal com média $E(u)$, expressa pela equação 1:

$$E(u) = \frac{2(n_1)(n_2)}{(n_1)+(n_2)} + 1 \quad (1)$$

Em que, u representa o número de Runs; e n1 e n2, são os símbolos do tipo 1 e 2, respectivamente.

A variância de u, Var (u), foi calculada de acordo com a equação 2, a seguir:

$$Var(u) = \frac{2n_1n_2(2n_1n_2-n_1-n_2)}{(n_1+n_2)^2(n_1+n_2-1)} \quad (2)$$

A hipótese nula de que a distribuição é aleatória, pode ser testada com base na estatística de Z, conforme a equação 3:

$$Z = \frac{u-E(u)}{\sqrt{Var(u)}} \quad (3)$$

Para a aceitação da hipótese nula, com nível de significância de 5%, Z calculado deve ser maior que -1,96 ou menor que 1,96.

As séries de precipitações e temperaturas médias anuais, foram submetidas ao teste sequencial de Mann-Kendall, recomendado pela Organização Meteorológica Mundial (MANN, 1945; KENDALL, 1975). Esse teste é uma análise estatística não-paramétrica que considera a hipótese de estabilidade de uma série temporal, cuja sucessão de valores ocorre de forma independente e a distribuição de probabilidade deve permanecer sempre a mesma. Considerando uma série temporal de Yi de n termos ($1 \leq i \leq n$), a estatística desse teste é dada pela equação 4:

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{ sinal}(y_j - y_i) \quad (4)$$

Em que, o sinal, é obtido conforme o seguinte pressuposto, expresso pela equação 5:

$$\text{ sinal}(y_j - y_i) = \begin{cases} +1 & \text{Se } (y_j - y_i) > 0 \\ 0 & \text{Se } (y_j - y_i) = 0 \\ -1 & \text{Se } (y_j - y_i) < 0 \end{cases} \quad (5)$$

Para séries com grande número de termos (n), sob a hipótese nula (H_0) de ausência de tendência verdadeira, S apresenta uma distribuição normal com média zero, segundo o pressuposto expresso na equação 6, e variância dada pela equação 7:

$$\left. \begin{array}{l} Se (y_j - y_i) > 0 \\ Se (y_j - y_i) = 0 \\ Se (y_j - y_i) < 0 \end{array} \right\} Se (y_j - y_i) > 0 \quad (6)$$

$$Var (S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad (7)$$

A estatística z, obedece aos seguintes pressupostos teóricos, conforme a equação 8:

$$Z = \left\{ \begin{array}{l} \frac{(S-1)}{\sqrt{Var(S)}} \quad Se S > 0 \\ 0 \quad Se s = 0 \\ \frac{(S+1)}{\sqrt{Var(S)}} \quad Se S < 0 \end{array} \right\} \quad (8)$$

A verificação da hipótese nula (H_0), foi realizada com base na análise da estatística de Z, para confirmar a estabilidade dos dados ou rejeitá-la a favor da hipótese alternativa, isto é, a de existência de tendência nos dados. O sinal da estatística Z indica se a tendência é crescente ($z > 0$) ou decrescente ($z < 0$). Por se tratar de um teste bi-caudal, para rejeitar a H_0 é preciso que o valor absoluto de Z seja superior a $Z_{\alpha/2}$, sendo que, para $\alpha = 5\%$, temos $Z_{0,05/2} = Z_{0,025} = 1,96$. Portanto, a série apresentará tendência significativa ao nível de 5%, caso o valor absoluto de $|Z| > 1,96$.

Também foi utilizada a regressão linear para a análise de tendências, onde, o coeficiente angular (b), maior que zero, indica tendência crescente e, quando b for menor que zero, indica uma tendência decrescente.

Classificação das precipitações

A técnica dos quantis proposta por Pinkayan (1966), é utilizada para estabelecer a classificação e o monitoramento de períodos secos e chuvosos, de acordo com a distribuição da frequência acumulada. De acordo com Xavier (2001), os quantis são as medidas de separação para as distribuições da amostra, onde um quantil de ordem p, é

um valor numérico que secciona a distribuição em duas partes, permitindo separar uma amostra em dois conjuntos de observações numéricas, com $100xp\%$ dos elementos localizados à esquerda do quantil amostral, e os demais $100x(1-p)\%$, à direita do mesmo.

Uma vez confirmada a homogeneidade da série de precipitações, foi aplicada a mesma, a técnica dos quantis, para estabelecer as classes de precipitações, em relação aos valores observados, x_i (Tabela 1).

Tabela 1- Intervalos de classe dos quantis (Q_p) e as classes de precipitações.

Intervalos de classe	Classes de precipitação
$X_i \leq Q_{0,05}$	Extremamente seco-ES
$Q_{0,05} < X_i \leq Q_{0,15}$	Muito seco-MS
$Q_{0,15} < X_i \leq Q_{0,35}$	Seco-S
$Q_{0,35} < X_i \leq Q_{0,65}$	Normal-N
$Q_{0,65} < X_i \leq Q_{0,85}$	Chuvoso-C
$Q_{0,85} < X_i \leq Q_{0,95}$	Muito Chuvoso-MC
$X_i > Q_{0,95}$	Extremamente Chuvoso-EC

Fonte: Pinkayan (1966) e Xavier (2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Precipitações

Na análise do teste de Run, o valor estimado de Z , foi de $-0,372$, evidenciando a homogeneidade da série de precipitações dessa localidade, ao nível de 5% de probabilidade.

Pela análise de regressão, observa-se que há uma tendência no aumento da precipitação da série 1990-2019, da ordem de 10,8222 mm por ano (Tabela 2; Figura 1). No entanto, o valor absoluto de Z ($+1,25$), inferior ao $|1,96|$ indica que os dados, são significativos ao nível de 5% de probabilidade, evidenciando a estabilidade das precipitações (Tabela 3). Esses resultados concordam com os obtidos por Berlato et al., (1995), que estudando dados de precipitação de 17 locais do Rio Grande do Sul, não identificaram tendências de longo prazo na precipitação pluvial anual, ressaltando que as reduções e incrementos que se observaram se referem, possivelmente, à flutuação natural da precipitação pluvial.

Tabela 2 – Análise de regressão linear-ARL, para as séries de precipitações anuais de Rio Branco, Acre, 1990-2019.

Série de precipitações anuais	Coefficiente angular (b)	Coefficiente linear (a)
1990-2019	+10,8222*	-19.671,2606

Fonte: Autoria própria com base em dados do INMET (2019). *Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3 - Estatística de Mann-Kendall (M-K), para as séries de precipitações anuais de Rio Branco, Acre, 1990-2019.

Série de precipitações anuais	Z	Sinal (S)	Hipótese Nula
1990-2019	+1,25*	+71	Aceita

Fonte: Autoria própria com base em dados do INMET (2019).*Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

As precipitações anuais apresentaram uma média de 2.022 mm; desvio padrão de 288 mm e mediana de 2.012 mm, com o maior valor registrado em 2019, 2.794 mm, e o menor de em 2011, 1.619 mm, evidenciando uma considerável variabilidade interanual (Tabela 4 e Figura 1). Segundo Duarte (2005), a Amazônia é influenciada por diversos fenômenos hidroclimáticos, e o estado do Acre está localizado em uma parte desta região, onde há considerável variabilidade interanual da precipitação pluviométrica. De acordo com Marengo (1987), a variabilidade da distribuição de chuvas na Amazônia, sofre a influência dos principais sistemas atmosféricos em superfície da região, a saber: Massa de Ar Equatorial Continental-mEc; Zona de Convergência Intertropical-ZCIT; e o Sistema de sul do anticiclone polar e sua descontinuidade frontal. Segundo Kousky e Kagano (1981), a Alta da Bolívia, atua conjuntamente com a mEc e a ZCIT, proporcionando também eventualmente, chuva sobre essa região.

Tabela 4 - Precipitações anuais de Rio Branco, Acre (mm), 1990-2019.

Ano	Precipitação	Ano	Precipitação	Ano	Precipitação
1990	2.038	2000	1.703	2010	1.766
1991	1.730	2001	1.927	2011	1.619
1992	1.880	2002	1.910	2012	2.689
1993	2.012	2003	1.797	2013	2.046
1994	2.157	2004	2.090	2014	2.400
1995	1.688	2005	1.752	2015	2.012
1996	1.902	2006	2.055	2016	1.682
1997	2.180	2007	1.766	2017	2.244
1998	2.296	2008	1.841	2018	2.247
1999	2.182	2009	2.253	2019	2.794

Fonte: Autoria própria com base em dados do INMET (2019).

Observa-se que a estação chuvosa estende-se de outubro a abril, concentrando cerca de 84% da pluviometria anual (1.701 mm). O mês de fevereiro apresentou a maior altura de chuva, com 298 mm e desvio padrão de 82 mm, enquanto o mês de julho, foi o mais seco, com 29 mm e desvio padrão de 24 mm. Constata-se que a transição entre a estação chuvosa e a seca ocorre em maio, e em setembro, a transição entre a estação seca e a chuvosa (Tabela 5; Figura 2). De acordo com INMET (2009), nas Normais

Climatológicas 1961-1990, o mês de janeiro foi o mais chuvoso do ano, 289 mm, e junho, o mais seco, 32 mm, com as precipitações, também concentrando-se principalmente de outubro a abril, 1.651 mm, aproximadamente 85% das chuvas anuais registradas.

Observa-se na Tabela 5 que a maior média da série 1990-2019, foi de 512 mm, em janeiro de 2014, enquanto em julho e agosto de 1997 e 2005, não ocorreram chuvas, seguida pela menor média em junho de 2016, com 2 mm. De fevereiro a junho, as precipitações são reduzidas em torno de 51 mm/mês, e de julho a janeiro, as mesmas aumentam em torno de 37 mm/mês. No que se refere à distribuição trimestral das precipitações acumuladas, o período janeiro-março contribuiu com 43 % do total anual; 17 % de abril-junho; de julho-setembro, 9 %; de outubro-dezembro, 31 %, enquanto para a climatologia 1961-1990 (INMET, 2009), esses percentuais foram, 41, 16, 9 e 34 %, respectivamente, para os trimestres, janeiro-março; abril-junho; julho-setembro e outubro-dezembro.

Figura 1- Variação interanual da precipitação de Rio Branco, Acre (mm), 1990-2019.

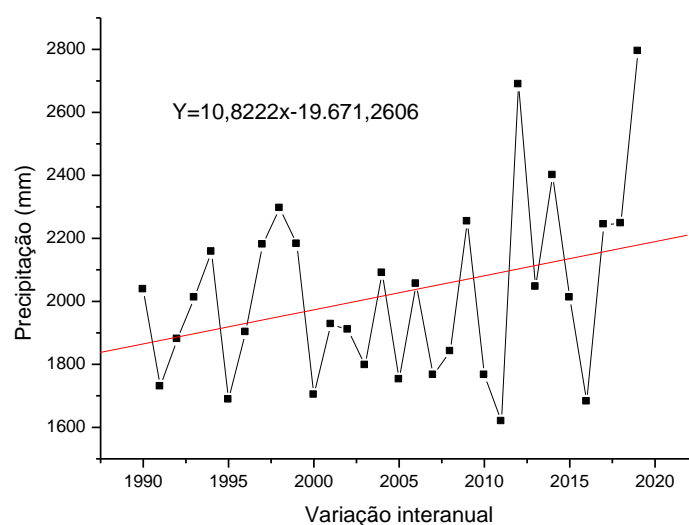


Tabela 5 - Precipitações médias mensais-PMM, desvio padrão-DP, menor média mensal da série de dados-mMMSD e maior média mensal da série de dados-MMMSD (mm), Rio Branco, Acre, 1990-2019.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
PMM	286	298	292	204	96	45	29	58	95	147	214	260
DP	97	82	98	87	44	40	24	40	58	57	74	80
mMMSD	96	176	104	44	19	2	0	0	23	36	92	126
Ano	2016	2011	2018	2010	1998	2016	1997	2005	2005	2003	1992	1995
MMMSD	512	468	475	441	206	182	95	132	237	266	379	425
Ano	2014	2018	1997	2009	2014	2012	2019	2009	1991	1998	2019	2019

Fonte: Autoria própria com base em dados do INMET (2019).

Baseando-se nos valores dos Quantis-Qp (Tabela 6), as precipitações anuais foram agrupadas nas classes: 13,3 % “muito chuvoso-MC (4 anos); 20 % “chuvoso-C” (6 anos); 33,3 % “normal-N” (10 anos); 20 % muito seco-MS” (6 anos); 10 % seco-S” (3 anos) e 3,33 % “Extremamente seco-ES”, em 2011. Nesse ano, devido à escassez de chuvas, os meses de fevereiro e dezembro, respectivamente, com chuvas de 176 e 127,2 mm, são classificados como “Extremamente seco-ES”, enquanto os meses de janeiro, maio, julho, agosto e outubro, respectivamente, com 209,9; 50,2; 20,8; 30,9; e 135,8 mm, são classificados como “Seco-S” (Tabela 6).

O mês de março de 2011, apresentou 263 mm de chuvas, e foi classificado como “Normal-N”, apesar de que, em apenas 4 dias (4; 20; 24 e 31), foi registrado 60 % do acumulado mensal (157,2 mm), característica típica dos meses da estação seca de Rio Branco, Acre (julho a agosto).

Figura 2- Precipitação mensal de Rio Branco, Acre (mm), 1990-2019.

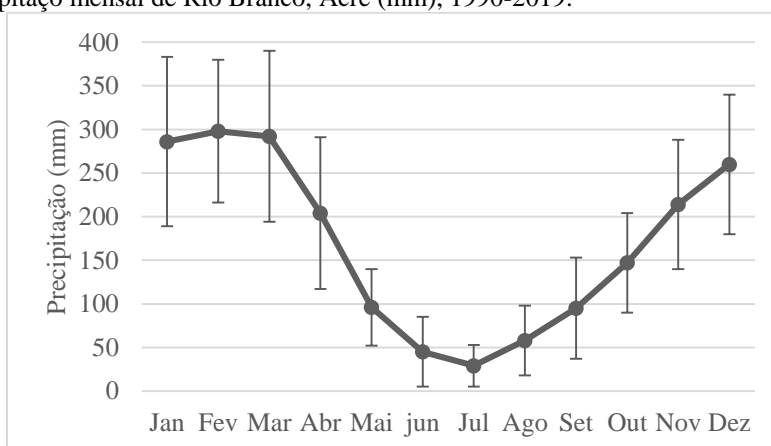


Tabela 6 - Quantis-Qp mensais e anual (mm), para as classes de precipitações, Rio Branco, Acre, 1990-2019.

Qp	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Q0,05	120	194	130	58	25	4	0	1	23	51	105	127	1.653
Q0,15	195	218	183	104	46	11	4	12	32	91	132	167	1.721
Q0,35	219	261	227	172	82	26	12	35	64	118	175	235	1.874
Q0,65	318	301	328	230	105	45	39	63	103	170	234	281	2.095
Q0,85	416	397	410	315	133	83	56	103	158	198	290	360	2.255
Q0,95	478	458	471	378	179	159	77	132	237	264	393	376	2.819

Fonte: Autoria própria com base em dados do INMET (2019).

Temperatura do ar

O valor estimado de Z no teste de Run, foi de -0,437, o qual, é maior do que -1,96 e menor do que 1,96, evidenciando a homogeneidade da série de temperaturas anuais dessa localidade, ao nível de 5% de probabilidade. Pela análise de regressão polinomial, observa-se que há uma tendência de redução da temperatura de 1990-1999 e em seguida, de 2000 a 2019, ocorre uma tendência de aumento das temperaturas médias (Tabela 7; Figura 3). No entanto, a série apresentou um valor absoluto de Z (+0,768), inferior ao $|1,96|$ indicando, que o mesmo, é significativo ao nível de 5% de probabilidade, evidenciando a estabilidade da série de temperatura média analisada, segundo os critérios de Mann-Kendall (Tabela 8).

Tabela 7 - Análise de regressão polinomial-ARP, para as séries de temperaturas anuais de Rio Branco, Acre (°C), 1990-2019.

Séries de precipitações anuais	Coefficiente (b1)	Coefficiente (b2)
1990-2019	-7,7633*	0,0019*

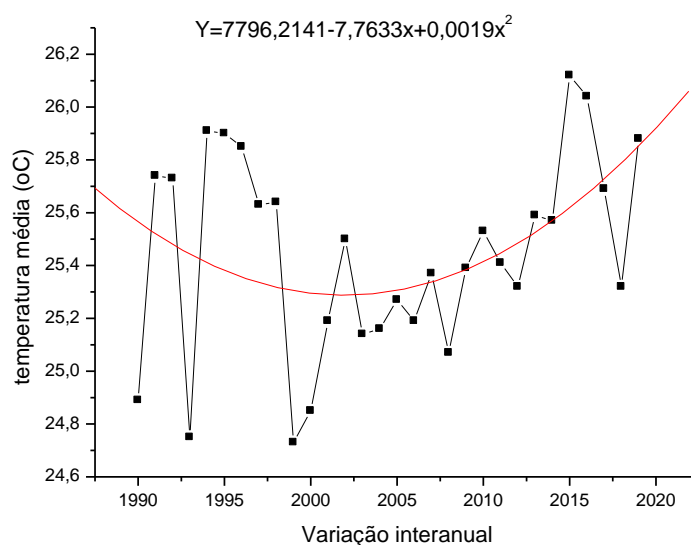
Fonte: Autoria própria com base em dados do INMET (2019). *Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 8 - Estatística de Mann-Kendall (M-K), para a série de temperaturas anuais de Rio Branco, Acre (°C), 1990-2019.

Séries de precipitações anuais	Z	Sinal (S)	Hipótese Nula
1990-2019	+0,768*	+43	Aceita

Fonte: Autoria própria com base em dados do INMET (2019). *Não-Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 3- Variação interanual da temperatura média de Rio Branco, Acre (°C), 1990-2019.



O conjunto das temperaturas da série 1990-2019, com a média de 25,46 °C; a mediana de 25,40 °C, e um desvio padrão de 0,39 °C, evidenciou uma pequena variabilidade interanual, com a maior média em 2016, de 26,04 °C, e a menor média de 24,73 °C, em 1999 (Tabela 9).

No período de outubro a abril, as temperaturas mínimas exibiram os menores desvios padrão, em relação aos demais meses do ano, 0,7°C. Constata-se na Tabela 10 que as médias das temperaturas mínimas são superiores a 22 °C, de outubro a março, com as menores médias nos meses de julho e agosto, 18,1 °C e 18,8 °C, respectivamente (Tabela 10; Figura 4). Do mesmo modo, as menores temperaturas mínimas em Rio Branco, no intervalo 1961-1990, também ocorreram nos meses de julho e agosto, respectivamente, 16,5 °C e 17,4 °C, (INMET, 2009).

Tabela 9 - Temperaturas médias anuais de Rio Branco, Acre (°C), 1990-2019.

Ano	Temperatura	Ano	Temperaturas	Ano	Temperaturas
1990	24,89	2000	24,85	2010	25,53
1991	25,74	2001	25,19	2011	25,41
1992	25,73	2002	25,50	2012	25,32
1993	24,75	2003	25,14	2013	25,59
1994	25,91	2004	25,16	2014	25,57
1995	25,90	2005	25,27	2015	26,12
1996	25,85	2006	25,19	2016	26,04
1997	25,63	2007	25,37	2017	25,69
1998	25,64	2008	25,07	2018	25,32
1999	24,73	2009	25,39	2019	25,88

Fonte: Autoria própria com base em dados do INMET (2019).

As temperaturas médias oscilaram de 23,8 °C em julho, a 26,4 °C em outubro, com valores superiores ou iguais a 26 °C, durante quatro meses consecutivos (setembro a dezembro), enquanto as menores temperaturas médias, inferiores a 25 °C, concentram-se no período de maio a junho (Tabela 10 e Figura 5).

Tabela 10 – Médias mensais de temperaturas do ar: mínima, média, máxima e desvio padrão (°C), Rio Branco, Acre, 1990-2019.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Mínima	22,5	22,4	22,5	21,9	20,6	19,1	18,1	18,8	20,7	22,1	22,5	22,6
DP	1,0	1,0	1,0	1,1	1,5	1,4	1,0	1,2	1,1	0,7	0,7	0,7
Média	25,8	25,7	25,8	25,7	24,8	24,1	23,8	25,0	26,0	26,4	26,2	26,1
DP	0,5	0,5	0,4	0,5	1,0	1,1	0,9	1,0	0,7	0,5	0,5	0,4
Máxima	30,9	30,8	31,0	31,3	30,6	30,6	31,7	33,3	33,6	33,1	32,0	31,2
DP	0,7	0,5	0,5	0,7	0,9	1,1	1,4	1,1	1,0	0,6	0,6	0,6

Fonte: Autoria própria com base em dados do INMET (2019).

As temperaturas médias de junho, apresentaram o maior desvio padrão, em relação aos demais meses do ano, 1,1 °C (Tabela 10 e Figura 5). Nas Normais Climatológicas de Rio Branco, intervalo 1961a1990 (INMET 2009), a maior temperatura média ocorreu em outubro, de 25,7 °C, enquanto a menor média foi de 23,2 °C em julho.

Segundo o INMET (2019), o ano de 2016, apresentou o janeiro, o fevereiro e o abril mais quentes dos últimos 30 anos (1990-2019), com temperaturas médias de 27,1°C, 27,0 e 26,5 °C, respectivamente.

As temperaturas máximas variaram de 30,6 °C (maio e junho) a 33,6 °C em setembro. No entanto, as máximas diurnas podem atingir até 37 °C. As maiores médias das máximas, superiores a 33,0 °C, estão concentradas no período de agosto a outubro (Tabela 10; Figura 6). Em julho, ocorreu a maior variabilidade das temperaturas máximas, m relação aos demais meses do ano, com desvio padrão de 1,4 °C.

Figura 4 - Temperatura mínima mensal de Rio Branco, Acre (°C), 1990-2019.

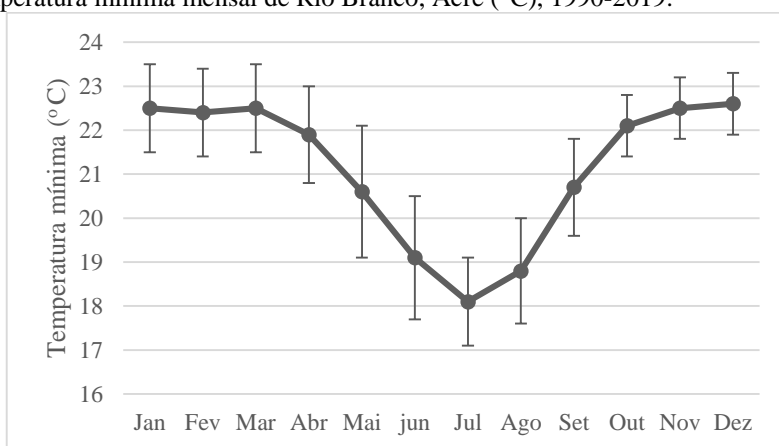


Figura 5 - Temperatura média mensal de Rio Branco, Acre (°C), 1990-2019.

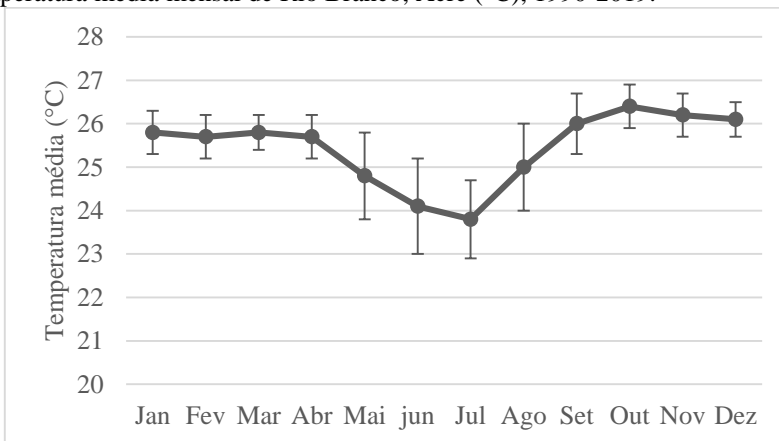
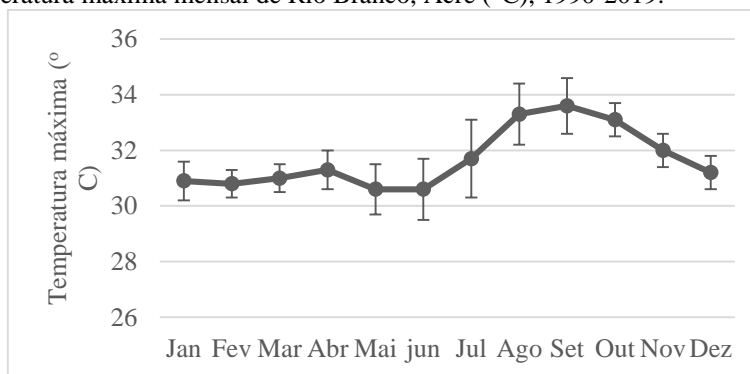


Figura 6 - Temperatura máxima mensal de Rio Branco, Acre (°C), 1990-2019.



O ano de 2016, apresentou a maior da temperatura máxima anual nos últimos trinta anos, 32,72 °C, e a maior média das máximas da série 1990-2019, 35,7 °C, registrada em agosto (Tabela 10; Figura 6). Nas Normais climatológicas de 1961 a 1960, as temperaturas máximas mensais oscilaram de 30,3 °C em junho a 32,8 °C em setembro (INMET, 2009).

Umidade relativa

Observa-se na Tabela 11 e Figura 7 que os maiores valores percentuais da umidade relativa ocorrem no período de dezembro a abril, tipicamente chuvoso em Rio Branco, Acre, com média de 87,4 %, enquanto os menores valores, são registrados durante o período em que as chuvas são mais escassas, de junho a setembro, com média de 80,7 %, indicando uma variabilidade sazonal, em torno de 7 %, com desvio padrão de 2,1 mm em junho a 3,9 mm em setembro.

De acordo com Figueroa e Nobre (1990), a estação chuvosa tem umidade relativa maior que a estação seca, devido à convergência de umidade em grande escala que ocorre sobre a região amazônica nessa época do ano. No período de julho a outubro, observa-se desvios padrão maiores do que 3 %, enquanto em junho, ocorre a menor variabilidade da umidades relativa em torno da média, apenas 2,1 %.

Tabela 11 - Umidade relativa média mensal e desvio padrão (%),Rio Branco, Acre, 1990-2019.

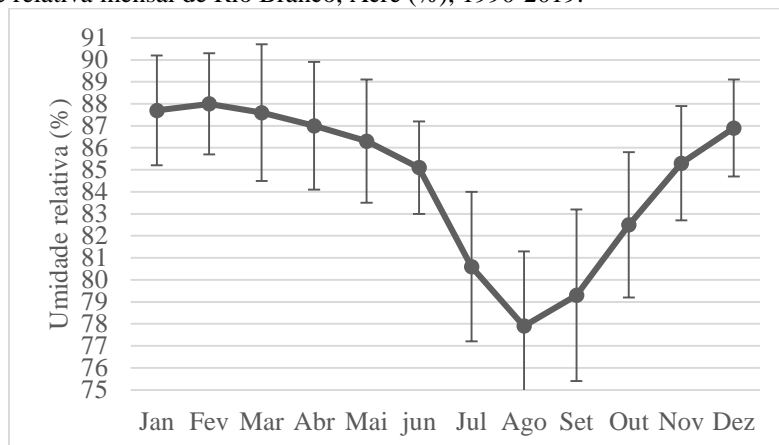
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Média	87,7	88,0	87,6	87,0	86,3	85,1	80,6	77,9	79,3	82,5	85,3	86,9
DP	2,5	2,3	3,1	2,9	2,8	2,1	3,4	3,4	3,9	3,3	2,6	2,2

Fonte: Autoria própria com base em dados do INMET (2019).

No ano de 1970, o mais seco dos últimos cinquenta anos em Rio Branco, Acre, com precipitação acumulada de 1.531 mm (INMET, 2020), classificado como

Extremamente Seco-ES, ocorreu no dia 02 de setembro, o menor valor anual de umidade relativa, com média diária de 58 %.

Figura 7 – Umidade relativa mensal de Rio Branco, Acre (%), 1990-2019.



Insolação

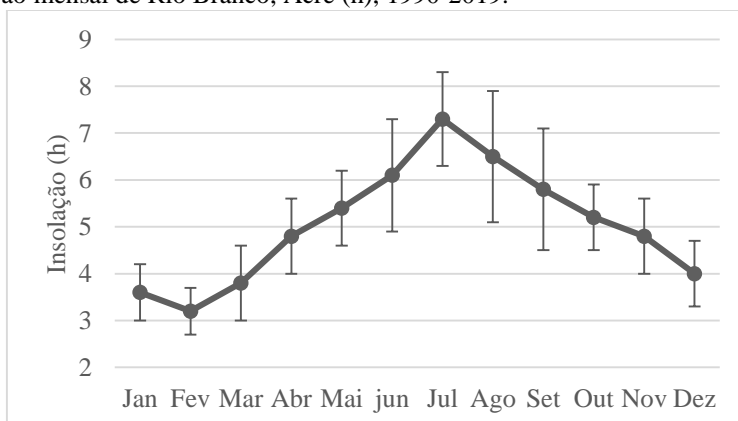
A insolação refere-se ao número de horas que os raios solares atingem diretamente a superfície do solo, sem interrupção por nuvens. Os maiores valores de insolação, superiores a 6,0 h mensais, foram concentrados de junho a agosto, período seco e com baixa nebulosidade, condicionando uma maior incidência de radiação solar direta na superfície (Tabela 12; Figura 8). Constata-se ainda, que de outubro a maio, ocorrem os menores desvios padrão de insolação, inferiores a 1 %.

Tabela 12 – Insolação média mensal e desvio padrão-DP (h), Rio Branco, Acre, 1990-2019.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Média	3,6	3,2	3,8	4,8	5,4	6,1	7,3	6,5	5,8	5,2	4,8	4,0
DP	0,6	0,5	0,8	0,8	0,8	1,2	1,0	1,4	1,3	0,7	0,8	0,7

Fonte: Autoria própria com base em dados do INMET (2019).

Figura 8- Insolação mensal de Rio Branco, Acre (h), 1990-2019.



Pressão atmosférica

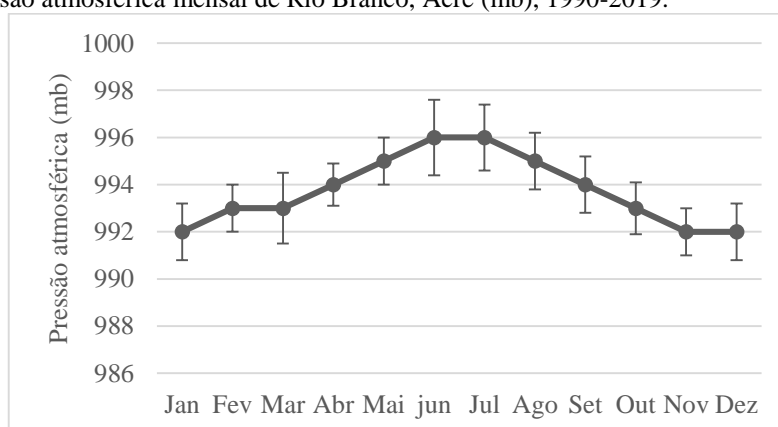
A variação sazonal da pressão atmosférica, indica que os maiores valores ocorrem de maio a agosto (período seco), em condições de tempo estável, sem a formações de nuvens, enquanto as menores médias, são registradas na época chuvosa (outubro a abril), com maiores nebulosidades e convergência de ventos, gerando condições de instabilidade, com uma maior probabilidade de chuvas (Tabela 13; Figura 9).

Tabela 13- Pressão atmosférica média mensal e desvio padrão (mb), Rio Branco, Acre, 1990-2019.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Média	992	993	993	994	995	996	996	995	994	993	992	992
DP	1,2	1,0	1,5	0,9	1,0	1,6	1,4	1,2	1,2	1,1	1,0	1,2

Fonte: Autoria própria com base em dados do INMET (2019).

Figura 9 - Pressão atmosférica mensal de Rio Branco, Acre (mb), 1990-2019.



As maiores médias de pressão atmosférica, ocorreram em junho e julho, com 996 mb, e desvios padrão de 1,6 e 1,4 mb, respectivamente. Os valores elevados de pressão, correspondem frequentemente a tempo estável, sem a formações de nuvens, enquanto as baixas pressões, possibilitam uma maior nebulosidade e convergência de ventos, gerando desse modo, instabilidade, viabilizando a ocorrência de chuvas (Tabela 13; Figura 9).

Vento

De acordo com Pereira et al. (2002), os ventos se originam em decorrência da diferença de pressão atmosférica entre duas regiões, sendo os fatores da macroescala

responsáveis pela formação dos ventos predominantes, enquanto que os fatores da topo e da microescala, são determinantes para a formação dos ventos locais.

Observa-se na Tabela 14, que as médias de velocidade do vento foram inferiores a 2,0 m/s ao longo do ano, com velocidades de 1,9 m/s de setembro a março e de 1,6 m/s nos meses de abril, maio, junho e agosto (Tabela 14). No entanto, podem ocorrer eventualmente, rajadas de até 20m/s, nos meses mais quentes do ano. Segundo Duarte (2006), predominam na época seca, ventos do sul, sudeste e do leste, enquanto na época chuvosa, são mais frequentes os ventos do norte e noroeste.

Tabela 14 - Velocidade média mensal do vento e desvio padrão-DP ($m s^{-1}$), Rio Branco, Acre, 1990-2019.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Média	1,9	1,9	1,9	1,6	1,6	1,6	1,8	1,6	1,9	1,9	1,9	1,9
DP	1,0	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,9	0,8	1,1	1,0	0,7	0,9

Fonte: Autoria própria com base em dados do INMET (2019).

Evaporação

Os maiores valores médios de evaporação, ocorreram nos meses de agosto e setembro, respectivamente, 4,1 e 3,9 mm. De forma semelhante, as maiores médias de temperaturas máximas (Tabela 10) e evaporação (Tabela 15; Figura 10), também foram registradas em agosto e setembro, evidenciando que o aumento das temperaturas, pode aumentar a evaporação e a quantidade de vapor de água na atmosfera.

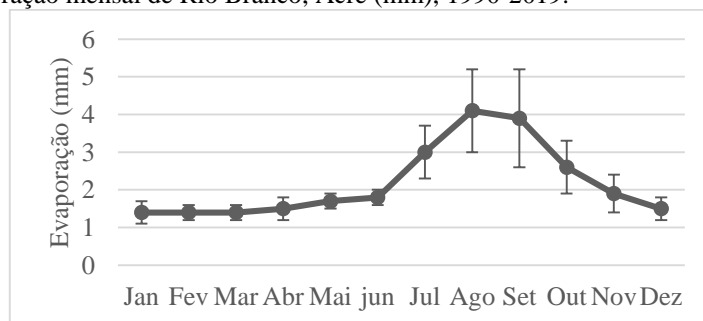
Tabela 15 – Evaporação média mensal e desvio padrão-DP (mm), Rio Branco, Acre, 1990-2019.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Evaporação	1,4	1,4	1,4	1,5	1,7	1,8	3	4,1	3,9	2,6	1,9	1,5
DP	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,7	1,1	1,3	0,7	0,5	0,3

Fonte: Autoria própria com base em dados do INMET (2019).

De janeiro a março, tipicamente chuvoso, concentram-se os menores valores médios de evaporação (1,4 mm/dia), e de insolação, com cerca de 3,5h diárias (Tabela 18), bem como os maiores valores de umidade relativa (Tabela 15).

Figura 10 – Evaporação mensal de Rio Branco, Acre (mm), 1990-2019.



CONCLUSÃO

A análise dos dados de precipitação evidenciou uma estação chuvosa de outubro a abril e de junho a agosto, a estação seca, com a transição entre a estação chuvosa e a seca, em maio. O mês de fevereiro foi o mais chuvoso nessa localidade, enquanto o mês de julho, foi o mais seco. Todavia, ocorreu uma maior variabilidade da precipitação durante a estação chuvosa do que na estação seca.

Em setembro ocorreram as maiores temperaturas, com a média das máximas de 33,6 °C, enquanto em julho, foram registradas as menores médias de temperatura mínima, de 18,1 °C, constatando-se ainda, uma menor variabilidade das temperaturas do ar durante a estação chuvosa do que na estação seca.

Os maiores percentuais da umidade relativa ocorrem no período de dezembro a abril, tipicamente chuvoso, com média de 87,4 %, enquanto os menores valores, são registrados durante o período em que as chuvas são mais escassas, de julho a setembro, com média de 80,7 %, e variabilidade sazonal, em torno de 7 %.

As estatísticas evidenciaram a estabilidade dos dados de precipitação e temperatura em Rio Branco, Acre, ou seja, sem tendência crescente ou decrescente, significativa.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Nacional de Meteorologia-INMET, por disponibilizar na rede mundial de computadores, a base de dados meteorológicos e ambientais coletados na sua rede climatológica do Brasil.

REFERÊNCIAS

- ACRE. Governo do Estado do Acre. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre, Fase II** (Escala 1:250.000): Documento Síntese. 2 ed. Rio Branco: SEMA.. 2010. 356 p.
- BACK, A. J. Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 5, p. 717-726, 2001.
- BACK, A. J; GONÇALVES, F. N. Análise da variação espacial e sazonal e de tendências na precipitação da região sul do Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, p. 592-602, 2018.
- BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C.; BONO, L. Tendência temporal da precipitação pluvial anual no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 3, p. 111-113, 1995.
- DUARTE, A. F. Variabilidade e tendência das chuvas em Rio Branco, Acre, Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 20, n. 1, p. 37-42, 2005.

FIGUEROA, S. N.; NOBRE, C. A. Precipitations distribution over Central and Western Tropical South America. **Climanálise**, v. 5, n. 6, p. 36 - 45, 1990.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE, 2009. Biomas. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/informacoes-ambientais/> Acesso em: 20 jul. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE, 2019. Cidades. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 17 jul. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA-INMET. 2009 **Normais Climatológicas do Brasil: Prefácio 1961-1990**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normais> Climatológicas. Acesso em: 19 mai. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA-INMET. 2020. BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. s/d. . Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>. Acesso em: 8 jun. 2020.

KENDALL, M. G. **Rank correlation Methods**. 4. ed. Londres: Charles Griffin, 1975.

KOUSKY, V. E.; KAGANO, M. T. A climatological study of the tropospheric circulation over the Amazon region. **Acta Amazônica**, v. 11, n. 4, p. 743-758, 1981.

MANN, H.B. Non-parametric tests against trend. **Econometria**, v. 13, p. 245-259, 1945.

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade**: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. 2. ed. Brasília: MMA, v. 26., 2007. 212 p.

PEREIRA, A .R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia**: fundamentos e aplicações práticas. Porto Alegre: Guaíba Agropecuária, 2002, 478p.

PINKAYAN, S. **Conditional probabilities of occurrence of Wet and Dry Years Over a Large Continental Area**. Colorado: State University, Boulder-Co, 1966. (Hidrology papers, n. 12).

THOM, H. C. S. **Some methods of climatological analysis**. Genève: World Meteorological Organization, 1966. 54 p.

THORNTHWAITE, C. W. An approach towards a rational classification of climate. **Geographical Review**, v. 38, n. 1, p. 55-94, 1948.

XAVIER, T. de M. B. S. **Tempo de chuva**: estudos climáticos e de previsão para o Ceará e Nordeste setentrional. Fortaleza: ABC Editora, 2001. 478 p.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION-WMO nº 100, 1983. Guide to climatological practices. secretariat of the world meteorological organization, Geneva, 1983. Disponível em: Disponível em: http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/guide/documents/WMO_100_en.pdf. Acesso em: 22 jul. 2020.