



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO

PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

ANÁLISE ESTATÍSTICA E TENDÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO NO MUNICÍPIO DE BRASILÉIA NO ESTADO DO ACRE, BRASIL

Diêgo Lima Crispim – diegolc_85@hotmail.com

Engenheiro ambiental, mestre em Gestão e Tecnologia Ambiental em Sistemas Agroindustriais, doutorando no Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará, área Engenharia hídrica.

Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá.
CEP 66075-110. Belém - Pará – Brasil.

Artur Sales de Abreu Vieira – a-sales@hotmail.com

Engenheiro sanitaria e ambiental, mestre em Engenharia Civil pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará, área Engenharia hídrica.

Rodrigo Silvano Silva Rodrigues – rssi@ufpa.br

Professor Substituto do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará. Engenheiro sanitaria e ambiental, mestre em Engenharia Civil, doutorando no Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da UFPA, área Engenharia hídrica.

Rafaela Nazareth Pinheiro de Oliveira Silveira – rafaelanpos@gmail.com

Professora Assistente da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. Engenheira civil, mestre em geotecnia, doutoranda no Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará, área Engenharia hídrica.

Lindemberg Lima Fernandes – lberge@ufpa.br

Professor da faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental e da Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará. Engenheiro civil, doutor em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido.

Resumo: *O objetivo deste estudo foi analisar o comportamento e a tendência da precipitação mensal e anual no município de Brasiléia, estado do Acre (Brasil), considerando um período de 30 anos, de 1981 a 2013, utilizando a estação meteorológica do código 01168001, obtido da rede hidrometeorológica da Agência Nacional de Águas (ANA). Foi realizada uma estatística descritiva dos dados e os testes de Mann-Kendall e Spearman foram utilizados para verificar a existência de tendência significativa na série histórica. O estudo de escala mensal evidenciou a existência de sazonalidade na precipitação, constituindo duas estações bem definidas, uma chuvosa que ocorre entre os meses de outubro a abril, e outra menos chuvosa que vai de maio a setembro. Os testes não paramétricos indicaram que não há tendência pluvial, ou seja, a série tem estacionariedade.*

Palavras-chave: *Testes não paramétrico, Precipitação, Sazonalidade, Amazônia.*

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO

PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

STATISTICAL ANALYSIS AND TREND OF PRECIPITATION IN THE MUNICIPALITY OF BRASILÉIA IN THE STATE ACRE, BRAZIL

Abstract: *The aim of this study was to analyze the behavior and the trend of monthly and annual precipitation in the municipality of Brasiléia, state of Acre (Brazil), considering a period of 30 years from 1981 to 2013, through weather station of code 01168001, obtained from the hydrometeorological network of the National Water Agency (ANA). A descriptive statistical of the data was performed and the Mann-Kendall and Spearman tests were used to verify the existence of a significant trend in the historical series. The of monthly scale study evidenced the existence of seasonality in the precipitation, constituting two well defined seasons, a rainy one that occurs between the months of October to April, and another less rainy one that goes from May to September. The nonparametric tests indicated that there is no pluvial tendency, that is, the series has stationarity.*

Keywords: *Non parametric tests, Precipitation, Seasonal, Amazon.*

1. INTRODUÇÃO

A precipitação pluviométrica é bastante aceita por vários estudiosos como a componente climática mais considerável na área tropical (DELGADO; SOUZA, 2014; OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2014). Logo, com base na dimensão de sua relevância, diversas pesquisas foram executadas com os seguintes propósitos: monitorar a pluviometria (ISHIHARA et al., 2013), caracterizar os aspectos climatológicos (DUARTE, 2006), verificar tendência de precipitação diária (SANTOS et al., 2015), analisar a influência da modificação da paisagem no regime de precipitação (DELGADO et al., 2012).

A precipitação consiste em um significativo componente meteorológico, que está diretamente ligada a vários setores, haja vista que sua distribuição e seu comportamento no espaço e no tempo podem interferir de maneira drástica em diversas atividades humanas, por exemplo, comércio e serviços, turismo, indústria, proteção e defesa civil (DERECZYNSKY et al., 2009), atividades do campo, setor hidrelétrico, e os diversos usos da água (ISHIHARA, 2010) e a gestão dos recursos hídricos (SILVA et al., 2010).

Pesquisar a variabilidade da chuva em escala temporal e espacial na atualidade é um desafio no setor de recursos hídricos, especialmente por causa da enorme importância em relação às implicações da disponibilidade ou déficit hídrico em bacias de drenagem (SILVA et al., 2010). Além disso, uma das dificuldades encontradas nas pesquisas a respeito da precipitação é a ausência de monitoramento pluviométrico, ocasionando a inexistência de dados no decorrer do tempo (GOMES et al., 2016). Em certas ocasiões são utilizada apenas uma estação de dados em uma bacia hidrográfica, considerando que a precipitação seja semelhante para toda a bacia. Em outras circunstâncias, utilizam-se dados de precipitação pluvial de estações fora da extensão da área objeto de estudo (SILVA et al., 2010).

Na região Amazônica, existe uma escassez de estudos a respeito das características do comportamento de chuvas em razão da ausência de monitoramento de dados. Essa situação é, em parte, por causa da vasta extensão territorial da região, o que eleva as despesas com implantação de instrumentos necessários para rede de monitoramento, assim como as despesas com o transporte e a logística dos profissionais encarregados de realizar as medições e a coleta de dados para pesquisar o regime de chuvas e os fluxos, que são essenciais para estudos hidrológicos (GONÇALVES et al., 2015) e a gestão e o planejamento dos recursos hídricos.

Um dos obstáculos nos estudos para analisar o comportamento e variabilidade da chuva é conseguir dados consistentes de precipitação pluvial e série histórica representativa. Algumas séries

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

pluviométricas disponibilizadas pela Agência Nacional das Águas (ANA) no sistema hidroweb apresentam falhas diárias, mensais e anuais, impossibilitando em certas ocasiões as suas utilizações.

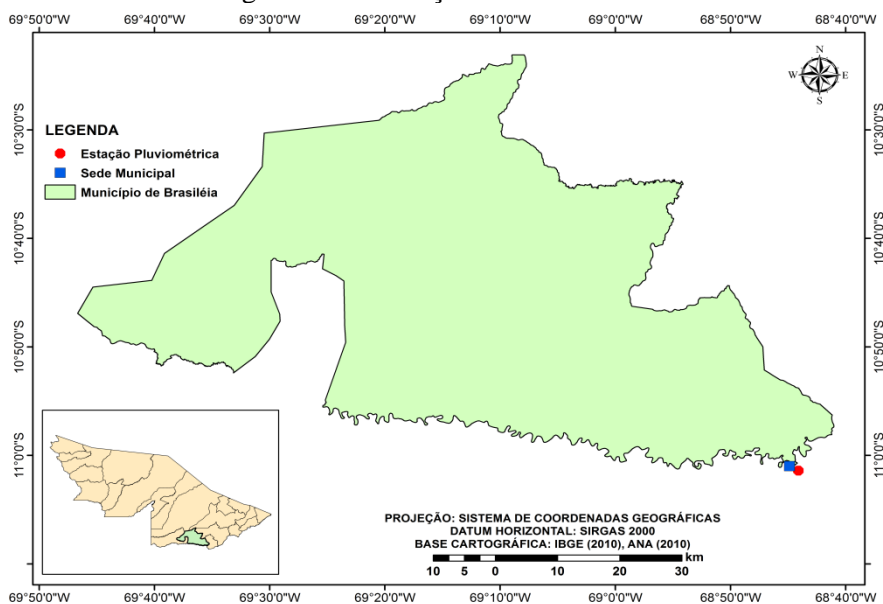
A presença de falhas nas séries históricas é relacionada, na maior parte, à falta de observador, defeitos nos instrumentos de registro, extravio das anotações ou das transcrições dos registros dos encarregados, e suspensão ou término das observações (STRECK et al., 2009). Diante da necessidade em se trabalhar com séries sem interrupção, essas falhas carecem ser preenchidas. Leivas et al. (2005) sugerem que as estações meteorológicas escolhidas para o preenchimento de falhas sejam da mesma região hidrologicamente homogênea.

Partindo da premissa que o conhecimento do comportamento e distribuição da precipitação pluvial no decorrer do tempo é fundamental para monitorar os impactos ocasionados pelo seu excesso ou escassez em determinado lugar. Esta pesquisa tem como objetivo investigar o comportamento e a distribuição da precipitação pluviométrica anual e mensal na estação Brasília, localizada no município de Brasília - AC, no período de 1981 a 2013, por meio de parâmetros estatísticos.

2. METODOLOGIA

O estudo realizado no município de Brasília situado na parte sul do estado do Acre. Este município faz divisão territorial com os municípios de Epitaciolândia, Assis Brasil, Sena Madureira e Xapuri, e fronteira com a Bolívia, representada pela cidade de Cobija (Figura 1).

Figura 1. Localização da área de estudo



Fonte: Autores (2018).

Os dados de precipitação pluviométrica diária, mensal e anual utilizados nesta pesquisa são consistidos, sendo obtidos no banco de informações da Agência Nacional de Águas (ANA), por meio do sistema de dados hidrológicos Hidroweb, referente ao período de janeiro de 1981 a dezembro de 2013 (33 anos), esses dados foram da estação (Cód. 01168001), instalada no município de Brasília, e situada nas seguintes coordenadas geográficas: -11° 01' 24" Latitude sul e -68° 44' 06" de

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO

PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

Longitude oeste. Com base em informações do (IBGE, 2010) a população estimada para 2016, era de 24 311 habitantes.

O método de regressão linear simples foi aplicado no preenchimento de falhas. De acordo com Bertoni e Tucci (2013), a técnica de preenchimento de falha por meio da regressão linear é a mais aperfeiçoada em relação à ponderação regional. A técnica de regressão linear simples relaciona as precipitações do posto com falhas com uma estação de apoio. O coeficiente de determinação (r^2) é uma medida descritiva que mede a proporção de y (variável dependente) que pode ser explicada pela variável x (variável independente).

Para verificar a qualidade dos dados depois de seu preenchimento, aplicou-se o teste de curva de dupla massa conforme sugerido por Bertoni e Tucci (2013). Este procedimento consiste em plotar o total acumulado da série da estação de interesse com o total acumulado de uma estação próxima, durante o mesmo período, com a finalidade de analisar se os totais acumulados apresentam homogeneidade. Este procedimento é usualmente empregado por diversos pesquisadores, por exemplo, (MELLO; KOHLS; OLIVEIRA, 2017; CHECHI et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2010).

Para a análise descritiva dos dados de precipitação mensal e anual, foram calculados: a média, média móvel, mediana, os valores mínimo e máximo, amplitude, variância, desvio padrão e quartis da série histórica completa. Além disso, os dados foram analisados por meio de um gráfico box plot, permitindo analisar a simetria dos dados e sua dispersão, por meio dos valores mínimos e máximos.

Foram elaborados gráficos com precipitação total anual e mensal com a média móvel de 3 anos. Com o objetivo de definir os períodos seco e chuvoso do município, utilizou-se o valor médio mensal do período de 1981 a 2013. Para verificar ocorrência de tendência das séries históricas de precipitação foram considerados dados totais anuais, sendo estes submetidos aos testes estatísticos não-paramétricos de Mann-Kendall (MK) e Spearman, para um nível de significância α de $0,05 = 5\%$ (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores críticos relacionados ao grau de confiança na amostra

Grau de confiança	Nível de significância α	Valor crítico Z $\alpha/2$
95%	0,05	1,960

Fonte: Levin (1987).

O teste de tendência de Mann-Kendall (Mann, 1945; Kendall, 1975) é empregado em estudos que analisa a tendência de precipitação. Esse teste fundamenta-se na relação de cada valor da série com os valores restantes, permanentemente em ordem sequencial, computando o número de vezes no qual os termos restantes são maiores que o valor investigado. A estatística (S) é determinada pelo somatório de todas as contagens:

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{Sinal}(X_j - X_k) \quad (1)$$

Em que: X_j e X_k são valores sequenciais, n é a quantidade de observações e o Sinal é obtido a partir:

$$\text{Sinal}(X_j - X_k) = \begin{cases} 1, & \text{se } (X_j - X_k) > 0 \\ 0, & \text{se } (X_j - X_k) = 0 \\ -1, & \text{se } (X_j - X_k) < 0 \end{cases} \quad (2)$$

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375

Para séries com numerosa quantidade de termos (n), sob a hipótese nula (H_0) e inexistência de tendência na série, S apresenta uma distribuição normal com média zero e variância definida pela (Equação 3). Testando a relevância estatística de (S) para a hipótese alternativa (H_1) e utilizando um teste bilateral a (H_1), esta pode ser rejeitada para grandes valores da estatística (Z), (Equação 4).

$$\text{Var}_{(S)} = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad (3)$$

$$Z = \begin{cases} \frac{(S-1)}{\sqrt{\text{Var}_{(S)}}} & \text{se } S > 0 \\ 0 & \text{se } S = 0 \\ \frac{(S+1)}{\sqrt{\text{Var}_{(S)}}} & \text{se } S < 0 \end{cases} \quad (4)$$

A partir da análise da estatística (Z) é realizada a decisão final de admitir ou descartar a hipótese nula (H_0), isto é, pode-se admitir a hipótese de estabilidade dos dados ou recusar a favor da hipótese alternativa (confirmando a presença de tendência nos dados). O sinal da estatística (Z) indica se a tendência é positiva ($z > 0$) ou negativa ($z < 0$).

O teste de correlação ordinal de Spearman (r_s) é outro método não-paramétrico aplicado para verificar a existência de tendências em séries temporais de precipitação (AHMAD et al., 2015). Neste teste, admite-se que os dados de séries históricas são independentes e distribuídos semelhantemente, a hipótese nula (H_0) denota nenhuma tendência no decorrer do tempo e a hipótese alternativa (H_1) indica a tendência positiva ou negativa na série.

Este método não leva em conta os valores das variáveis compreendidas, mas sim os dados organizados em ordem de tamanho, relevância, ou outro critério similar. Os valores das variáveis cedem lugar, nesse caso, aos números 1, 2, ..., n , os quais expressam a ordem, posto ou posição ocupada por cada um desses valores com relação aos demais (FONSECA et al., 2010). A correlação ordinal é determinada por:

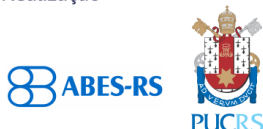
$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2-1)} \quad (5)$$

Em que: $d_i = y_i - x_i$ (diferença de ranque); n - tamanho da amostra. Da mesma forma que o coeficiente de correlação, o coeficiente r_s pode admitir valores compreendidos no intervalo $[-1, +1]$, ou seja, pode variar de $-1 \leq r_s \leq 1$. Em que: $r_s = +1$, existe concordância completa entre as classificações; $r_s = 0$, não há relação alguma entre as classificações; $r_s = -1$, existe completa discordância entre as classificações. Para a análise de tendência é essencial estabelecer os parâmetros com base nas equações 6, 7 e 8.

$$\text{Var}_{[r_s]} = \frac{1}{n-2} \quad (6)$$

Em que: $\text{Var}_{[r_s]}$ – Variância da amostra; n – tamanho da amostra.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375

$$t_{\text{crit.}} = \frac{r_s}{\sqrt{\text{Var}_{[r_s]}}} \quad (7)$$

Sendo que: $\text{Var}_{[r_s]}$ – Variabilidade da amostra; $t_{\text{crit.}}$ = t de student ou $t_{\text{crítico}}$.

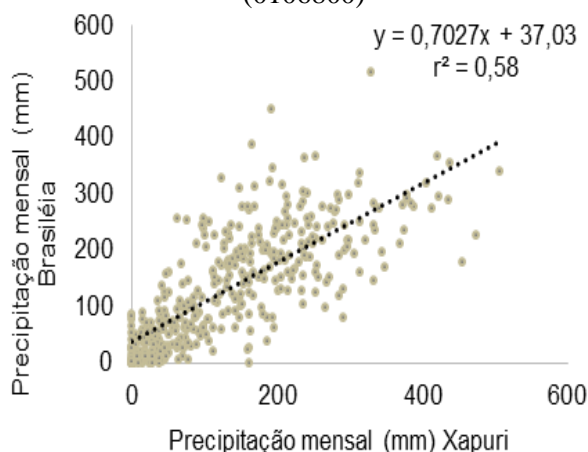
$$t_{\text{calc.}} = \frac{r_s}{\sqrt{\frac{n-2}{1-r_s^2}}} \quad (8)$$

O valor de $t_{\text{calc.}}$ obtido deve ser comparado com o t de Student crítico, em que se $|t_{\text{calc.}}|$ for igual ou superior ao $t_{\text{crit.}}$, a correlação é estatisticamente significativa. Nesta pesquisa, os cálculos estatísticos foram realizados nos softwares BioEstat 5.0 e XLSTAT.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na Figura 2, observa-se que a expressão da reta que estabelece a relação entre as estações Xapuri (X) e Brasiléia (Y) que mais adequadamente se ajusta aos pontos do diagrama de dispersão é dada pela fórmula $\hat{y}=0,7027x+37,03$.

Figura 2. Correlação entre a estação Brasiléia (cód.01168001) com a estação de Xapuri cód. (0106800)



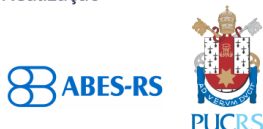
Para um nível de significância de 5%, o coeficiente de determinação (r^2) foi de 0,5848. Este valor obtido foi superior aos valores encontrados em trabalhos realizados por Carvalho e Ruiz (2016), que variaram de 0,434 a 0,581, e por Silveira et al. (2016) que encontrou r^2 igual a 0,32, para um nível de significância também de 5%.

O percentual da variação da estação que é explicado pela variação da estação foi de 58,48%. Enquanto, que 41,52% da variação da estação podem ser explicados por outros fatores diferentes da variação. Utilizou-se o teste da curva de dupla massa para analisar a qualidade dos dados.

Na Figura 3 é ilustrado à curva de dupla massa da estação pluviométrica utilizada neste estudo, em que foi verificada a consistência dos dados da série histórica da estação observada com a média da estação próxima empregada no preenchimento de falhas para o período equivalente.

Figura 3. Resultado do teste de curva dupla massa para estação Brasiléia (cód. 01168001)

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



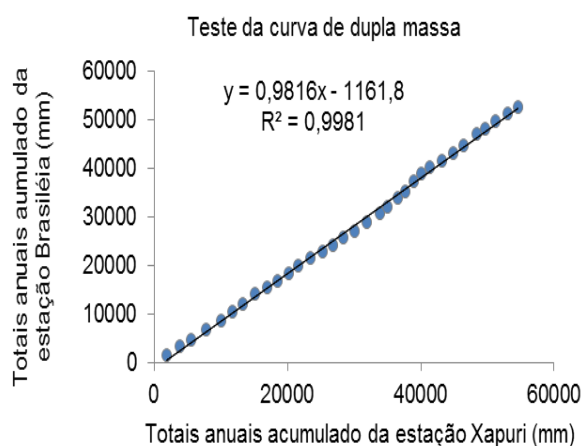
11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO

PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia



Deste modo, observando a Figura 3, constata-se uma consistência da série histórica, pois, esta apresenta um comportamento linear e o coeficiente de determinação (r^2) foi cerca de (99,8%), próximo do valor ideal que é 1, assim, assegura a homogeneidade local da estação escolhida (MELLO; KOHLS; OLIVEIRA, 2017; OLIVEIRA et al., 2010; BURIOL et al., 2006).

A estatística descritiva empregada para analisar o comportamento do regime pluviométrico registrado na estação climatológica COD. 01168001 mostra que a média observada ao longo dos 33 anos foi de 1.595,85 mm, com um desvio padrão de 245,96 mm e mediana de 1.557,6 mm (Tabela 3).

Tabela 3 - Estatística descritiva dos dados de precipitação anual da estação pluviométrica COD. 01168001

Estatística Descritiva	Dados da Série Histórica de Precipitação (Anual)
Número de observações	33
Mínimo	1.162,5
Máximo	2.139,1
Amplitude	976,6
1° Quartil	1.420,3
Mediana	1.557,6
3° Quartil	1.763,8
Média	1.595,8
Variância	6.0499,3
Desvio-padrão	245,9

Na Figura 4 é ilustrado o box plot com relação a série histórica analisada. Neste, verifica-se que 50% das precipitações se concentram entre 1.420,3 a 1.763,8 mm. Contudo, 25% dos dados de precipitação são superiores a 1.763,8 mm e 25% inferior a 1.420,3 mm. Pode-se constatar também que, a amplitude de variação de precipitação total acumulado anual foi de 976,6 mm.

Figura 4. Box plot dos quartis da série de precipitação ANUAL da Estação Brasíleia (cód. 01168001)

Realização

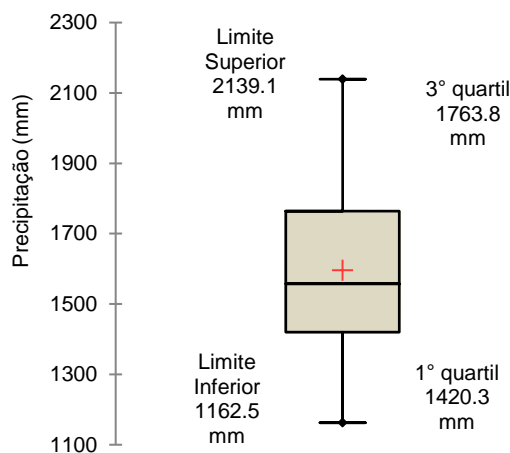


Correalização



Informações:

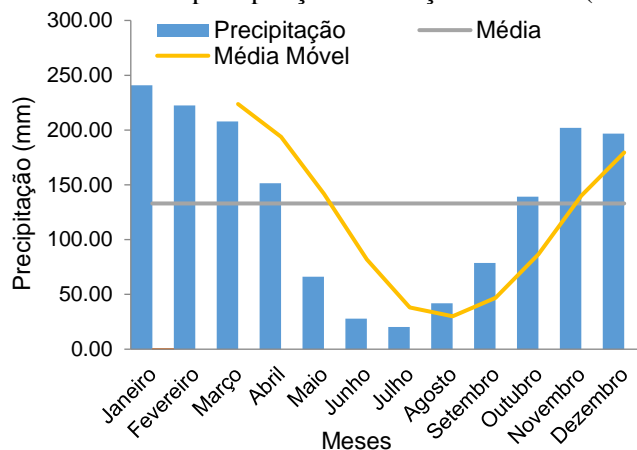
qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



Foi possível constatar que mais de 57,57% (18) dos anos apresentaram precipitação abaixo da média observada para série histórica. Enquanto, que 42,43% (15) dos anos tiveram uma precipitação superior à média registrada. A menor precipitação registrada na estação, para o total acumulado anual da série histórica foi de 1.162,5 mm em 1990 e a maior de 2.139,1 mm no ano de 2009.

Pela série histórica, verifica-se que os totais das médias mensais, mostram duas estações bem definidas na área de estudo, uma menos chuvosa que vai de maio a setembro, e outra chuvosa que acontece entre os meses de outubro a abril (Figura 5). Deste modo, por meio destes resultados, constata-se a ocorrência de sazonalidade da precipitação no período analisado.

Figura 5. Variabilidade da precipitação da estação Brasiléia (cód. 01168001)



Silva et al. (2016) constataram que no município de Rio Branco – AC, ocorre duas estações diferentes: uma chuvosa que começa a partir do mês de dezembro e vai até abril, caracterizada por chuvas contínuas e abundantes. Enquanto, que a estação seca, ou seja, menos chuvosa inicia no mês de maio e estende-se até novembro. Além disso, Duarte (2006) realizou uma pesquisa no leste do estado do Acre, no qual constatou uma variabilidade anual na precipitação.

Assim, nesta pesquisa foram constatadas duas estações distintas, uma chuvosa que se estende de outubro a abril, e outra menos chuvosa que se estende de junho a agosto. Destaca-se a semelhança da variabilidade sazonal do estudo de Silva et al. (2016) e Duarte (2006) com os resultados obtidos para o município de Brasiléia.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO

PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

Na análise estatística (Z), observa-se que os resultados obtidos por meio do teste de MK e o teste t-Student bilateral para as séries de 33 anos, 20 anos (1994-2013) e 10 anos (2004-2013), respectivamente, estão dentro da região de aceitação da hipótese nula (H_0), para o nível de significância de $(\alpha) = 0,05$ (Tabela 4).

Tabela 4. Testes não-paramétricos da série histórica da Estação Brasiléia, período de 1981 a 2013

Testes Não – Paramétricos	Resultados	Índices de tendência
Mann Kendall (1981-2013) – 33 anos	$Z_{MK} = -1,49$	S^0
Mann Kendall (1994-2013) – 20 anos	$Z_{MK} = 0,0$	S^0
Mann Kendall (2004-2013) – 10 anos	$Z_{MK} = -0,27$	S^0
	$r_s = -0,26$	
Spearman (1981 - 2013) – 33 anos	$t_{crít.} = -1,45$	S^0
	$t_{calc.} = -1,50$	
	$r_s = -0,04$	
Spearman (1994 - 2013) – 20 anos	$t_{crít.} = -0,17$	S^0
	$t_{calc.} = -0,15$	
	$r_s = -0,18$	
Spearman (2004 - 2013) – 10 anos	$t_{crít.} = -0,51$	S^0
	$t_{calc.} = -0,51$	

Nota: S+ indica tendência positiva significativa; S- Indica tendência negativa significativa; e S0 mostra uma tendência nula.

Por meio do teste de Spearman (Tabela 4), considerando o grau de significância de 5%, constatou-se que a hipótese nula (H_0) foi aceita, demonstrando a inexistência de tendência de aumento ou redução na precipitação para os períodos de 30, 20 e 10 anos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

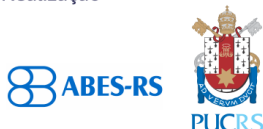
O regime pluviométrico da estação analisada apresentou variabilidade nos padrões de precipitação, especificamente nos totais anuais acumulados da série histórica. A distribuição da precipitação média mensal na estação apresentou variabilidade, com duas estações bem definidas no decorrer do ano, uma menos chuvosa e outra chuvosa. O período menos chuvoso ocorre entre os meses de abril a setembro, com precipitação entre 20,36 a 78,74 mm e o período com maior precipitação ocorre entre os meses de outubro a abril, com precipitação em torno de 139,28 a 240,90 mm.

Os testes não-paramétricos de Mann-Kendall e Spearman utilizados nesta pesquisa, indicaram que não existe tendência de aumento ou redução na série histórica de precipitação na estação estudada, podendo ser considerada estacionária.

REFERÊNCIAS

AHMAD, I.; TANG, D.; WANG, W. T.; WANG, M.; WAGAN, B. Precipitation Trends over Time Using Mann-Kendall and Spearman's rho Tests in Swat River Basin, Pakistan. **Advances in Meteorology**, v. 2015, p. 15, 2015.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO

PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. Precipitação. In: TUCCI, Carlos E. M.. **Hidrologia Ciência e Aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: Ufrgs, 2013. Cap. 5. p. 177-241.

BURIOL, G. A.; ESTEFANEL, V.; SWAROWSKY, A.; D'AVILA, R. F. Homogeneidade e estatísticas descritivas dos totais mensais e anuais de chuva de Santa Maria, estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 11, p. 89-97, 2006.

CARVALHO, H. de P.; RUIZ, M. V. dos S. Avaliação da Consistência de Séries Históricas de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari, em Minas Gerais. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 12, n.06, p. 76 – 84, 2016.

CHECHI, L.; SANCHES, F. DE O. O Uso do índice de Anomalia de Chuva (IAC) na avaliação do fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) no Alto Uruguai Gaúcho entre 1957-2012. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 06, n. 06, 2013, p.1586-1597.

DELGADO, R. C.; SOUZA, L. P. DE. Tendência da precipitação e seu aproveitamento para fins não potáveis na Amazônia Ocidental, Acre. **Nativa**, Sinop, v. 02, n. 04, p.208-213, out./dez. 2014. Disponível em:< <http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa>>. Acesso em: 11 dez 2016.

DELGADO, R. C.; SOUZA, L. P. DE.; SILVA, W. R. DA.; PESSÔA, C. DE. S.; GOMES, F. A. Influência da mudança da paisagem amazônica no aumento da precipitação em Cruzeiro do Sul, AC. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, v.8, n. 14, p. 665-674, 2012.

DERECZYNSKI, C. P.; OLIVEIRA, J. S.; MACHADO, C. O. Climatologia da Precipitação no Município do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 24, n.1, p. 24-38, 2009. Disponível em< <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-77862009000100003>>. Acesso em: 10 dez. 2016.

DUARTE, A. F. Aspectos da climatologia do Acre, Brasil, com base no intervalo 1971 – 2000. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.21, n.3b, 308-317, 2006.

FONSECA, J. S. da.; MARTINS, G. de A.; TOLEDO, G. L. **Estatística Aplicada**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOMES, E. P.; BLANCO, C. J. C.; PESSOA, F. C. L. Formação de regiões homogêneas de precipitação por agrupamento FUZZY C-MEANS. In: Congresso Nacional de Meio Ambiente, 13., 2016, Poço de Caldas. **Anais...** Poço de Caldas: CNMA, 2016.

GONÇALVES, M. F.; BLANCO, C. J. C.; SANTOS, V. C. DOS.; SANTOS, L. L. DOS. Regiões homogêneas de precipitação pluvial no estado do Pará, considerando a ocorrência de El Niño e La Niña. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 21., 2015, Brasília. **Anais...** Brasília: ABRH, 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em:<<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=120010&search=acre|brasileia>>. Acesso em: 01 maio 2018.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

ISHIHARA, J. H.; FERNANDES, L. L.; DUARTE, A. A. A. M.; LOUREIRO, G. E. Avaliação do monitoramento pluviométrico da Amazônia Legal. **Revista Engenharia Ambiental**, v. 10, n. 3, p. 132-144, 2013.

ISHIHARA, J. H. **Avaliação quantitativa e espacial da precipitação na Amazônia brasileira (Amazônia Legal) – no período de 30 anos, de 1978 a 2007**. 2010. 102f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Belém, 2010.

KENDALL, M. G. **Rank Correlation Methods**. 4. ed. London: Charles Griffin, 1975.

LEVIN, Jack. **Estatística Aplicada a Ciências Humanas**. 2. ed. São Paulo: Editora Harbra Ltda, 1987.

LEIVAS, J. F.; BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. Risco de deficiência hídrica decendial na metade sul do estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 2, p. 397-407, 2006.

MANN, H. B. **Non-parametric tests against trend**. *Econometrica*, 1945. 13p.

MELLO, Y. R. de.; KOHLS, W.; OLIVEIRA, T. M. N. de. Uso de diferentes métodos para o preenchimento de falhas em estações pluviométricas. **Bol. geogr.**, Maringá, v. 35, n. 1, p. 112-121, 2017.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. F.; DELGADO, R. C.; LANNES, A.; DIAS, F. O.; SOUZA, C. J.; SOUZA, M. Análise da Precipitação e sua Relação com Sistemas Meteorológicos em Seropédica, Rio de Janeiro. **Floresta e Ambiente**, v.21, n.2, p.140-149, 2014.

OLIVEIRA, L. F. C. de.; FIOREZE, A. P.; MEDEIROS, A. M. M.; SILVA, M. A. S. Comparação de metodologias de preenchimento de falhas de séries históricas de precipitação pluvial anual. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 11, p. 1186-1192, 2010.

SANTOS, E. B.; SERGIO LUCIO, P.; SANTOS E SILVA, C. M. Análise de tendência da precipitação diária na Amazônia Brasileira. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 08, n. 04, p.1041-1052, 2015.

SILVA, H. J. F. da; LUCIO, P. S.; BROW, I. F. Análise mensal, sazonal e interanual da Evapotranspiração potencial para o leste do estado do Acre, Brasil. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v.38 n.1, p. 326 – 340, 2016.

SILVA, R. M. DA.; SILVA, L. P.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SANTOS, C. A. G. Análise da variabilidade espaço-temporal e identificação do padrão da precipitação na bacia do rio Tapacurá, Pernambuco. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.22, n.2, p.357-372, 2010.

SILVEIRA, R. N. P. de O.; FERNANDES, L. L.; SILVA, M. de N. A. da. Tendência de precipitações pluviométricas e avaliação da influência dos ENOS no distrito de Abunã, Rondônia. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, Pombal - PB , v.11, n.1, p.14-20, jan-dez, 2017.

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

STRECK, N. A.; BURIOL, G. A.; HELDWEIN, A. B.; GABRIEL, L. F.; PAULA, G. M. DE. Associação da variabilidade da precipitação pluvial em Santa Maria com a oscilação decadal do Pacífico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.12, p.1553-1561, 2009.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375