

Aplicação dos Testes de Hipóteses Paramétricos e Não Paramétricos em duas Amostras da Estação Fluviométrica Três Maria (MG) da bacia Hidrográfica do Rio São Francisco

Application of Parametric and Nonparametric Hypothesis Tests in two Samples from the Tres Maria (MG) Fluviometric Station of the São Francisco River Basin

DOI:10.34117/bjdv7n10-415

Recebimento dos originais: 07/09/2021

Aceitação para publicação: 28/10/2021

José Aparecido da Silva Gama

Geógrafo Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento

Instituição de atuação atua: IFAL – Instituto Federal de Alagoas

Endereço: Rua Odilon Vasconcelos, 103, Bairro Jatiúca, Maceió/AL, CEP: 57035-350

E-mail:aparecido.gama@ifal.edu.br

Roseane Santos Gama

Graduanda de Design de Interiores

Instituição de atuação atua: IFAL – Instituto Federal de Alagoas

Endereço: Rua Odilon Vasconcelos, 103, Bairro Jatiúca, Maceió/AL, CEP: 57035-350

Jakson José Silva dos Santos

Licenciado Em Geografia e Especialista em Ensino de Geografia

Instituição de atuação atual: SEDUC/AL– Secretaria de Educação do Estado de Alagoas

José Roberto Nunes dos Santos

Graduação em Engenharia Civil e Matemática com Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

Instituição de atuação atua: IFAL – Instituto Federal de Alagoas

Endereço: Rua Odilon Vasconcelos, 103, Bairro Jatiúca, Maceió/AL, CEP: 57035-350

Yrapuan Fonseca de Lima

Licenciado em História com Especialização em Ciências Humanas

Instituição de atuação atual: IFAL – Instituto Federal de Alagoas

Endereço: Rua Odilon Vasconcelos, 103, Bairro Jatiúca, Maceió/AL, CEP: 57035-350

Flávio Feijó de Omena

Licenciado em Geografia com especialização em Ciências Humanas

Instituição de atuação atua: SEMED/Maceió

RESUMO

Teste de hipótese é uma técnica que faz inferência estatística. A partir de um teste de hipóteses, realizado com os dados amostrais pode-se inferir sobre o comportamento de uma dada população. Nesse estudo foram formulados hipóteses, de acordo com os elementos amostrais e em seguida foi aplicado o teste específico que indicou a aceitação ou rejeição da hipótese formulada. No estudo foram consideradas as vazões máximas de uma população, separadas em duas amostras de mesmo tamanho, o nível de significância definido para a prova estatística dos testes de hipóteses paramétricos e não paramétricos foi $\alpha = 0.05$. Na aplicação da estatística de testes utilizou-se os softwares MATLAB e o STATDISK. Nos resultados obtidos com as hipóteses nulas estudadas tanto nos testes paramétricos como nos não paramétricos não houve evidência significativa para rejeitá-las. As amostras testadas apresentaram comportamento parecido nos parâmetros testados como também apresentaram homogeneidade e estacionariedade.

Palavras-Chave: Teste de hipótese, Três Marias, Bacia hidrográfica do Rio São Francisco

ABSTRACT

Hypothesis testing is a technique that makes statistical inference. From a hypothesis test, carried out with the sample data, it is possible to infer about the behavior of a given population. In this study, hypotheses were formulated, according to the sample elements, and then the specific test that indicated the acceptance or rejection of the formulated hypothesis was applied. In the study, the maximum flow rates of a population were considered, separated into two samples of the same size, the level of significance defined for the statistical proof of the parametric and non-parametric hypothesis tests was $\alpha = 0.05$. In the application of test statistics, the software MATLAB and STATDISK were used. In the results obtained with the null hypotheses studied in both parametric and non-parametric tests, there was no significant evidence to reject them. The tested samples showed similar behavior in the tested parameters as well as homogeneity and stationarity.

Keywords: Hypothesis test, Tres Marias, São Francisco River basin

1 INTRODUÇÃO

Os testes estatísticos são fundamentalmente utilizados em pesquisas que tem como objetivo comparar condições experimentais. Esses testes estatísticos fornecem um respaldo científico às pesquisas para que estas tenham validade e tenham aceitabilidade no meio científico. Existe uma série de testes estatísticos que podem auxiliar as pesquisas, os quais podem ser divididos em: paramétricos e não paramétricos.

Nos testes paramétricos os valores da variável estudada devem ter distribuição normal ou aproximação normal. Normalmente esses testes são considerados mais rigorosos e possuem mais pressuposição para sua validação (REIS; RIBEIRO JÚNIOR, 2007).

Já nos testes não paramétricos, também conhecidos como testes de distribuição livres, não há exigências quanto ao conhecimento da distribuição da variável estudada (CALLEGARI-JACQUES, 2003). De acordo com Viali (2014), no desenvolvimento dos métodos da estatística moderna, as primeiras técnicas de inferência que surgiram foram as que faziam diversas hipóteses sobre a natureza da população da qual se extraíam os dados. Como os valores relacionados com a população são denominados “parâmetros”, tais técnicas estatísticas foram denominadas de paramétricas. Sobre os parâmetros Gama (2013), Gama & Almeida (2020), Barros *et al* (2021) e Bastos *et al* (2021) apontam que os mesmos quando bem definidos são essenciais para a tomada de decisão. Viali (2014) também afirma que os testes paramétricos são os mais utilizados, essa situação ocorre muitas vezes por conta do desconhecimento dos seus concorrentes os testes não paramétricos.

Para Triola (2008) os testes de hipóteses têm sido muito empregados em pesquisas científicas, no entanto o autor alerta que para decidir se uma determinada hipótese é confirmada por um conjunto de dados, é necessário ter um procedimento objetivo para aceitar ou rejeitar a hipótese.

Esse estudo tem como objetivo comparar o desempenho de testes de hipóteses paramétricos e não paramétricos com elementos de duas amostras de vazões máximas. No teste paramétrico foram testados o comportamento de parâmetros das amostras, já no teste não paramétricos foi testada a homogeneidade e a estacionariedade dos dados amostrais.

2 METODOLOGIA

Neste trabalho foram formulados hipóteses, definição de teste de significância e aplicação de testes de hipóteses para duas amostras de vazões máximas do mesmo tamanho, após esses procedimentos foram comparados o desempenho dos testes paramétricos e não paramétricos de hipóteses de homogeneidade e estacionariedade nas amostras analisadas.

As amostras de vazões máximas utilizadas neste trabalho são denominadas de *amostra 1* (que corresponde ao período de 1962 a 1983) e *amostra 2* (que corresponde ao período de 1984 a 2006). O nível de significância definido para a prova estatística foi $\alpha = 0.05$.

Para transformação dos dados amostrais em informação estatística fez-se uso do software de programação matemática Matlab (Matrix laboratorium) e do software Statdisk 10.4. Desenvolvido por Mário Triola.

2.1 TESTES ESTATÍSTICOS DE HIPÓTESES PARAMÉTRICOS

Em termos gerais, hipótese é uma afirmação sobre algum fato ou fenômeno. Na estatística inferencial o termo hipótese tem um significado mais específico, pois se trata de uma afirmação sobre parâmetros populacionais. O teste de hipótese envolve determinar a magnitude da diferença entre um valor observado de uma estatística e o suposto valor do parâmetro e então decidir se a magnitude da diferença leva a rejeição da hipótese.

O teste de hipóteses paramétrico envolve fazer inferências sobre a natureza de população com base nas observações de uma amostra extraída desta população. Para Naghettini (2007) os testes paramétricos são aplicados se os dados amostrais, por premissa tiverem sido extraídos de uma população normal ou de qualquer outra população, cujo modelo distributivo é conhecido ou previamente especificado. Os testes paramétricos são conhecidos como testes “t” por fazer uso da distribuição t de Student.

Testes paramétricos sobre duas médias de população normal

A idéia inicial para aplicação de testes é que as amostras sejam extraídas de populações normais, de médias μ_1 e μ_2 iguais e desconhecidas. As amostras utilizadas devem ser independentes e aleatórias simples. O desconhecimento das variâncias populacionais e a condição de igualdade entre elas determinam a estatística de teste a ser usada.

A estatística de teste apropriada neste caso para ser utilizada hipóteses é a distribuição t de Student. A distribuição t é aplicada sobre a média populacional sempre que $n < 30$, e a população forem normalmente distribuídas com variância desconhecida. Atendidas essas condições o teste de hipótese é aplicado seguindo as etapas abaixo:

Etapa 1: Afirmativa de que as médias μ_1 e μ_2 são iguais.

Etapa 2: Se a afirmativa anterior for falsa as médias μ_1 e μ_2 são diferentes.

Etapa 3: Hipóteses: $H_0: \mu_1 = \mu_2$ (hipóteses nula) e $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ (hipótese alternativa) o que implica em um teste bilateral.

Etapa 4: Nível de significância é $\alpha=0,05$.

Etapa 5: Aplica-se o teste t de Student.

Etapa 6: Grau de liberdade: $g_1 = \min(n_1 - 1, n_2 - 1)$. Com g_1 é possível achar o valor crítico t_c , na tabela distribuição t: valores críticos t_c . Onde n é o número de amostra. n é o número de dados em cada amostra.

Etapa 7: Se o valor da estatística de teste t caiu fora da região crítica, deixa-se de rejeitar a hipótese nula $\mu_1 = \mu_2$.

Testes paramétricos sobre duas variâncias de população normal

A ideia inicial para aplicação de testes paramétricos é de que as amostras são aleatórias e independentes e foram extraídas de populações de distribuição normal, de σ_1^2 e σ_2^2 desconhecidas. O desconhecimento das variâncias populacionais σ_1^2 e σ_2^2 e a condição de igualdade entre elas determinam a estatística de teste a ser usada.

A estatística de teste apropriada neste caso para ser utilizada num teste de hipóteses em anordagem é a distribuição F de Snedekor. O teste F é aplicado para a comparação de variâncias populacional. Atendidas essas condições o teste de hipótese é aplicado seguindo as etapas abaixo:

Etapa 1: Afirmativa de que as variâncias σ_x^2 e σ_y^2 são iguais.

Etapa 2: Se a afirmativa anterior for falsa as variâncias σ_x^2 e σ_y^2 são diferentes.

Etapa 3: Hipóteses: $H_0: \sigma_x^2 = \sigma_y^2$ (hipóteses nula) e $H_1: \sigma_x^2 \neq \sigma_y^2$ (hipótese alternativa), o que implicanum teste bilateral.

Etapa 4: Nível de significância é $\alpha=0,05$.

Etapa 5: Usa-se o teste F de Snedekor.

Etapa 6: Grau de liberdade: g_1 é o grau de liberdade do numerador e g_2 é o grau de liberdade do denominador. Com g_1 e g_2 é possível achar o valor crítico F, na Tabela *Distribuição F*.

Etapa 7: Se o valor da estatística de teste F caí fora da região crítica, deixa-se de rejeitar a hipótese nula $\sigma_x^2 = \sigma_y^2$.

2.2 TESTES ESTATÍSTICOS DE HIPÓTESES NÃO PARAMÉTRICOS

São testes que não dependem de parâmetros populacionais, como por exemplo: *média e variância*, estes tipos de testes não estão condicionados por qualquer distribuição de probabilidades dos dados em análise, sendo também designados por “*distribution-free tests*”. Outra conceituação atribuída aos testes paramétricos é que são testes que utilizam os dados ordenados para o cálculo de sua estatística. Com essas premissas de bases de conceituações os testes de hipóteses de homogeneidade e

estacionariedade, que pelas suas características distributivas e pelo tamanho de suas amostras, podem ser apenas testadas com o emprego dos testes não paramétricos.

Segundo Naghettini (2007), o termo “homogeneidade” implica que todos os elementos de certa amostra provem de uma única e idêntica população. A rejeição ou não rejeição da hipótese de homogeneidade de uma serie hidrológica é frequentemente decidida por meio do teste não paramétrico proposto por Mann e Whitney (1947).

O teste Mann-Whitney é equivalente ao teste da soma dos postos de Wilcoxon. Em hidrologia estatística, o termo “estacionariedade” refere-se ao fato que, excluídas as flutuações aleatórias, as observações amostrais são invariantes, com relação à cronologia de suas ocorrências. Os tipos de não estacionariedades incluem tendências saltos e ciclos, ao longo do tempo. Uma tendência temporal, eventualmente presente em uma serie hidrológica X_t , ao longo do tempo t , pode ser detectada pela correlação entre a série e o índice de tempo. Essa é a ideia essencial do teste não paramétrico de Spearman (NAGHETTINI, 2007).

Testes não paramétricos sobre duas medianas

A ideia inicial básica para aplicação desses testes é de que as amostras sejam independentes e selecionadas aleatoriamente, cada uma com mais de 10 valores. Para testar se duas amostras independentes são provenientes de populações com medianas iguais usa-se o teste da soma dos postos de Wilcoxon a qual usa postos de dados amostrais de populações independentes.

Atendidas as condições de desconhecimento das medianas m_1 e m_2 e a igualdade entre elas aplica-se o teste de hipótese seguindo as seguintes etapas:

Etapa 1: Afirmativa de que as medianas m_1 e m_2 são iguais.

Etapa 2: Se a afirmativa anterior for falsa as variâncias m_1 e m_2 são diferentes.

Etapa 3: Hipóteses: $H_0: m_1 = m_2$ (hipóteses nula) e $H_1: m_1 \neq m_2$ (hipótese alternativa). O teste a ser aplicado é do tipo bilateral.

Etapa 4: As amostras 1 e 2 possuem 22 dados cada uma, $n_1 = n_2 = 22$ dados.

Etapa 5: Aplica-se o teste da soma dos postos de Wilcoxon. É retornado o valor da estatística de teste Z .

Etapa 6: Nível de significância é $\alpha=0,05$. Como o teste é bilateral os valores críticos de Z vai de -1,96 a 1,96.

Etapa 7: Se o valor da estatística de teste Z ficar fora da região crítica, deixa-se de rejeitar a hipótese nula $m_1 = m_2$.

Testes não paramétricos sobre a correlação entre duas amostras

O teste de correlação de postos de Spearman usa postos de dados amostrais em pares combinados e testa a associação entre duas amostras. O coeficiente de correlação de postos de Spearman (r_s) indica se há uma correlação entre essas duas amostras.

A idéia inicial para que a aplicação do teste é que as amostras sejam extraídas em pares e selecionadas aleatoriamente.

Atendidas essas condições o teste de hipótese é aplicado seguindo as seguintes etapas: Etapa 1: Afirmitiva de que não há correlação entre as duas amostras ($r_s = 0$).

Etapa 2: Se a afirmativa anterior for falsa é porque há uma correlação entre as duas amostras ($r_s \neq 0$). Etapa 3: Hipóteses: $H_0: r_s = 0$ (hipóteses nula) e $H_1: r_s \neq 0$ (hipótese alternativa).

Etapa 4: Aplica-se o teste de correlação de postos de Spearman.

Determina-se o r_s . Etapa 5: Nível de significância é $=0,05$.

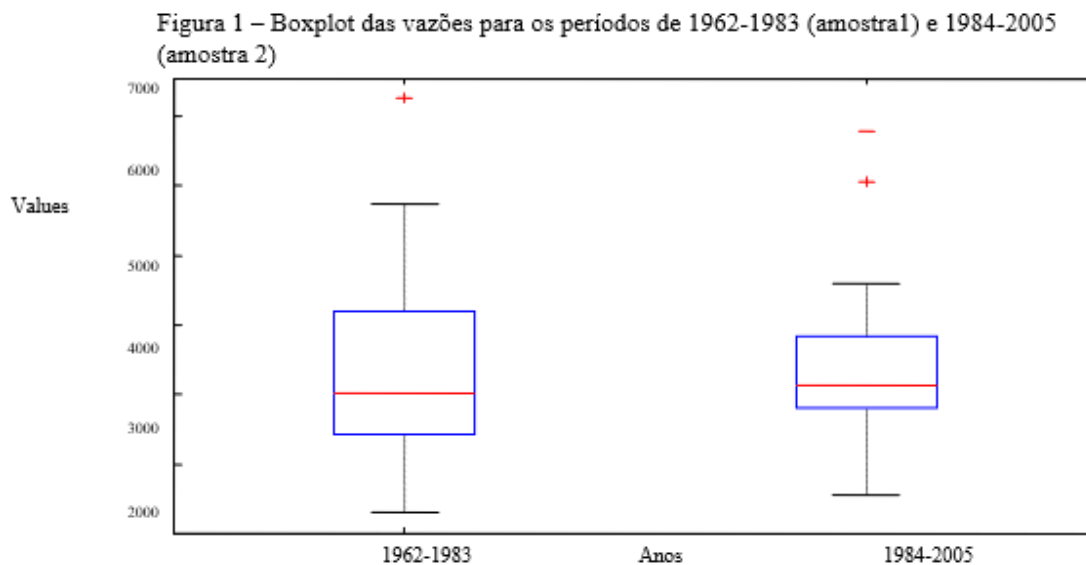
Etapa 6: O valor crítico r_c é encontrado na tabela de valores críticos do coeficiente decorrelação dos postos de Spearman.

Etapa 7: Se o valor do teste de correlação r_s não exceder o valor crítico r_c deixa-se de rejeitar a hipótese nula $r_s = 0$. 1962-1983 1984-2005 2000 3000 4000 5000 6000 7000 Values

3 RESULTADOS

Os boxplots para as amostras 1 (1962-1983) e 2 (1984-2005) podem ser vistos na figura 1.

Figura 1 – Boxplot das vazões para os períodos de 1962-1983 (amostra1) e 1984-2005 (amostra 2)



Fonte: Elaboração Própria

Fonte: Elaboração Própria

A figura 1 mostra a presença de um *outlier* na amostra 1 (um) e a presença de 2 (dois) *outlier* na amostra 2. Na análise da mesma figura podemos observar que a amostra 2 apresenta dados mais concentrados que a amostra 1.

3.1 TESTES PARAMÉTRICOS

Testes paramétricos sobre duas médias de população normal

Para as hipóteses $H_0: \mu_1 = \mu_2$ (hipótese nula) e $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ (hipótese alternativa).

- Aplicou-se a função T test2 no software Matlab e obteve-se o valor de estatística de teste $t = 0,9949$.
- Graus de liberdade: g_1, g_2 (21,21).
- Na tabela de distribuição t o valor crítico encontrado em áreas de duas caldas foi t_c crítico = 2,080.
- O valor de teste ($t = 0,9949 < t_c = 2,080$) é menor que o valor crítico, dessa forma o valor da estatística de teste ficou fora da região crítica o que se leva a deixar de rejeitar a hipótese nula $\mu_1 = \mu_2$.

Dessa forma conclui-se que as médias da amostra 1 e da amostra 2 apresentam comportamento parecido.

Testes paramétricos sobre duas variâncias de população normal

Hipótese: $H_0: \sigma_1^2 = \mu_2^2$ (hipóteses nula) e $H_1: \sigma_1^2 \neq \mu_2^2$ (hipótese alternativa).

- Aplicou-se a função `vartest2` (test F) no software Matlab e obteve-se o valor de estatística de test **Ft**

=0,6604.

-Graus de liberdade: g_1, g_2 (21,21).

-Na tabela de distribuição F o valor crítico encontrado em áreas de duas caldas foi **Fc crítico = 2,4247**, encontrado na tabela F para $\alpha = 0,025$ na calda direita, pois o teste é bilateral com $\alpha = 0,025$ em cada calda.

- O valor de test (**Ft = 0,6604 < tc = 2,4247**) é menor que o valor crítico, dessa forma o valor da estatística de teste ficou fora da região crítica o que se leva a deixar de rejeitar a hipótese nula $\mu_1 = \mu_2$.

Dessa forma conclui-se que as variâncias da amostra1 e da amostra2 apresentam comportamento parecido.

3.2 TESTES NÃO PARAMÉTRICOS

Testes não paramétricos sobre duas medianas

Hipóteses: $H_0: m_1 = m_2$ (hipóteses nula) e $H_1: m_1 \neq m_2$ (hipótese alternativa).

- Aplicou-se o teste das somas dos postos de Wilcoxon no *software* STADISK e Foram os seguintes resultados: o valor da estatística de teste **z = 0.2347**

- Número de dados: $n_1 = 22$ dados e $n_2 = 22$ dados.

- Como essa estatística de teste se baseia na distribuição normal, os valores críticos de **zc** vai de -1,96 a 1,96. O teste é bilateral com nível de significância $\alpha = 0,05$.

- Como **z = 0,2347 < zc = 1,96**, o valor da estatística de teste z ficou fora da região crítica. Dessa forma, deixa-se de rejeitar a hipótese nula $m_1 = m_2$.

Portanto, como a hipótese nula (H_0) não é rejeitada a amostra é dita e homogênea.

Testes não paramétricos sobre a correlação entre duas amostra

Hipóteses: $H_0: r_s = 0$ (hipóteses nula) e $H_1: r_s \neq 0$ (hipótese alternativa).

- Aplicou-se o teste de correlação de postos de Spearman no *software* STATDISK e foi encontrado o valor de **rs = 0,0446**

- Número de dados: $n = 22$ dados.

- Na tabela A.9 do Apêndice A do livro Triola (2008) de valores críticos do coeficiente de correlação de postos de Spearman (r_c) o valor correspondente a $n=22$ dados é **rc =**

0,425(valor crítico), encontrado na tabela para $\alpha = 0,05$ no teste bilateral esse mesmo valor também foi encontrado no *software* STATDISK. Sendo o coeficiente de correlação de Spearman menor que o valor crítico ($rs = 0,0446 < rc = 0,425$). o valor da estatística de teste rs situa-se da região crítica. Dessa maneira, o valor do teste de correlação rs não excede o valor crítico rc e não se rejeita a hipótese nula $rs = 0$. Como a hipótese nula (H_0) não é rejeitada a amostra é dita estacionaria.

4 CONCLUSÃO

Como observado nos resultados obtidos às hipóteses nulas testadas tantos nos testes de hipóteses paramétricos como nos testes não paramétricos não houve evidências significativas para rejeitá-las.

Nos testes paramétricos das amostras 1 e 2 a hipótese nula foi aceita e com isso essas amostras apresentam comportamentos parecidos nos parâmetros analisados.

Nos testes não paramétricos das amostras 1 e 2 a hipótese nula também foi aceita o que fez com essas amostras apresentassem homogeneidade e estacionariedade, com isso afirma-se que as vazões máximas do rio em análise não apresentam tendência para alteração gradual no período estudado.

REFERÊNCIAS

CALLEGARI-JACQUES, Sídia M. **Bioestatística: Princípios e Aplicações**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

BARROS, A. B.; AZEVEDO, J. A.M.; BASTOS, A. L.; NASCIMENTO, V.X.; Caracterização e biodisponibilidade de metais no mangue da Foz do Rio Meirim, MaceióAL. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n 2, p. 20133-20147, feb.2021.

BASTOS, A. L.; GAMA, J. A.S.; RODRIGUES, T.; SILVA, D.L.N.; Análises físico químicas e bacteriológicas do rio estiva, Marechal Deodoro- Alagoas. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.4, p. 35188-35198 apr 2021

GAMA, J. A. S. **Índice de salubridade ambiental em Maceió aplicado à bacia hidrográfica do Riacho Reginaldo em Maceió/AL**. 102. f. 2013. Dissertação (Mestrado) - Recursos Hídricos e Saneamento, UFAL, Maceió, 2013

GAMA, J. A. da S., & Almeida, R. S. de. (2020). Salubridade ambiental do bairro Poeira, Marechal Deodoro/AL, Brasil. **Diversitas Journal**, 5(2), 1029–1041. <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v5i2-1152>

NAGHETTINI, M.; PINTO, E. J. A. 2007. **Hidrologia Estatística**. Belo Horizonte, CPRM.

REIS, G.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Comparação de testes paramétricos e não paramétricos aplicados em delineamentos experimentais**. III Saepro-2007 UFV. Viçosa-MG, 2007.

TRIOLA, M. F. **Introdução à Estatística**. Rio de Janeiro, LTC. 2008.

VIALI, L. **Série Estatística Básica**. Texto 4: Testes de Hipóteses. 2014. Disponível em:

http://www.pucrs.br/famat/viali/graduacao/engenharias/material/apostilas/Apostila_4.pdf.> Acesso em:27.06.2021.