

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
CURSO DE GEOGRAFIA

**ANÁLISE DE POSSÍVEIS INFLUÊNCIAS DA REPRESA CHAPÉU D'UVAS
NO REGIME PLUVIOMÉTRICO LOCAL**

MATHEUS DA SILVA FRAUCHES

JUIZ DE FORA, 2020

Universidade Federal de Juiz de Fora
Instituto de Ciências Humanas
Curso de Geografia

Matheus da Silva Frauches
Graduando em Geografia

**ANÁLISE DE POSSÍVEIS INFLUÊNCIAS DA REPRESA CHAPÉU D'UVAS NO REGIME
PLUVIOMÉTRICO LOCAL**

Trabalho de Conclusão de Curso –
TCC, apresentado à Universidade
Federal de Juiz de Fora, como exi-
gência para obtenção grau de ba-
charel em Geografia

Orientador: Fabio Sanches

Juiz de Fora, 2020.

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Frauches, Matheus da Silva.

Análise de Possíveis Influências da Represa de Chapéu D'Uvas no Regime Pluviométrico local. / Matheus da Silva Frauches. -- 2020.
31 p. : il.

Orientador: Fabio Sanches

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Humanas, 2020.

1. Microclima. 2. Reservatórios hídricos. 3. Mananciais. 4. Juiz de Fora. 5. Zona da Mata. I. Sanches, Fabio, orient. II. Título.

Matheus da Silva Frauches

**ANÁLISE DE POSSÍVEIS INFLUÊNCIAS DA REPRESA CHAPÉU D'UVAS NO REGIME
PLUVIOMÉTRICO LOCAL**

Monografia apresentada ao Curso de Geografia
da Universidade Federal de Juiz de Fora como
requisito parcial à obtenção do título de Bacharel
em Geografia

Aprovada em 20 de novembro de 2020.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Fabio de Oliveira Sanches - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Dr^a Cássia de Castro Martins Ferreira
Universidade Federal de Juiz de Fora

Dr. Pedro Jose de Oliveira Machado
Universidade Federal de Juiz de Fora

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à minha família, que se esforçou ao máximo para me educar para a vida em sociedade e que nunca deixaram de me apoiar nos caminhos percorridos até aqui.

Gostaria também de agradecer ao Prof. Dr. Fabio Sanches, pelas discussões e sugestões além da orientação deste trabalho. Além disso, agradeço aos Professores Drs. Cassia Castro e Pedro José Machado, por suas participações na banca de defesa e pelas considerações feitas, que levaram ao aprimoramento posterior deste trabalho.

Faço um agradecimento especial ao Prof. Dr. Roberto Marques Neto, pelas oportunidades de realização de bolsas de iniciação científica que me ajudaram a expandir minhas capacidades em termos de aplicação de métodos e ferramentas na pesquisa científica.

Agradeço, também, ao LabCAA/UFJF, na pessoa do mestrando Thiago Alves de Oliveira, por contribuições de produtos cartográficos utilizados e, por fim, agradeço à Agência Nacional de Águas, pela disponibilidade dos dados pluviométricos no HIDROWEB, sem os quais não teria sido possível realizar este trabalho.

Resumo

A (possível) interferência de empreendimentos tais como os reservatórios artificiais, de múltiplos usos pela sociedade no clima em suas proximidades é, sem dúvida um tema de relevante interesse, porém ainda pouco explorado. Tendo em mente este contexto, foi escolhido um reservatório de grande importância para a cidade de Juiz de Fora, a represa de Chapéu D'Uvas, localizado no alto curso do Rio Paraibuna, com seu barramento situado no município de Ewbank da Câmara. Utilizando dados de pluviosidade de uma estação próxima ao barramento, que foram organizados em período de pré-enchimento (1971- 1994) e pós-enchimento (1995-2018) para comparação dos dados (dias com chuva e totais de chuvas mensais) por de um teste de homogeneidade (Teste *t* de *student*), com o objetivo de averiguar se houve variação considerável nos comportamentos das chuvas entre os períodos. Os totais mensais e os dias com chuva também foram avaliados por meio do Teste de Mann-Kendall para verificar se houve alteração nas suas respectivas tendências ao longo da série. Os resultados do teste *t* de *student* demonstrou que houve pouca variação nas intensidades pluviométricas. O teste de Mann-Kendall demonstrou uma tendência de diminuição das quantidades de dias chuvosos após a instalação do lago. Sendo assim, a partir dos resultados de ambos os testes, não foi possível atribuir tais mudanças a ação do reservatório em si.

Palavras-chave: Microclima. Represa. Juiz de Fora.

Abstract

The (possible) interference of enterprises such as artificial reservoirs, of multiple uses by society in the climate in its vicinity is undoubtedly a topic of relevant interest, but still little explored. With this importance in mind, a reservoir of great importance for the city of Juiz de Fora was chosen, the lake of Chapéu D'Uvas, located on the upper course of the Paraibuna River, with its dam located in the county of Ewbank da Câmara. Using rainfall data from a station close to the bus, which were organized in a pre-filling (1971-1994) and post-filling (1995- 2018) period to compare the data (rainy days and monthly total rains) by of a homogeneity test (Student's t test), with the objective of verifying if there was considerable variation in the behavior of rains between periods. Monthly totals and rainy days were also assessed using the Mann-Kendall test to see if there was a change in their respective trends throughout the series. The results of the Student's t-test demonstrated that there was little variation in rainfall intensity. The Mann-Kendall test showed a tendency to decrease the amount of rainy days after the installation of the lake. Thus, from the results of both tests, it was not possible to attribute such changes to the action of the reservoir itself.

Keywords: Microclimate. Dam. *Juiz de Fora*.

Lista de Siglas.

ANA – Agência Nacional de Águas.

ASAS – Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul.

BCRCD – Bacia de Contribuição da Represa de Chapéu D’Uvas.

CESAMA – Companhia de Saneamento Municipal.

EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina.

ESRI – Earth Surface Research Institute.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

MDE – Modelo Digital de Elevação.

mTa – Massa Tropical Atlântica.

OMM – Organização Meteorológica Mundial.

SIG – Sistema de Informações Geográficas.

SRTM – Shuttle Radar Topography Mission.

UHE – Usina Hidrelétrica.

Lista de Figuras.		Pag.
Figura 1	Vista da barragem do lago da represa de Chapéu D'Uvas	2
Figura 2	Adutora da Represa de Chapéu D'Uvas	2
Figura 3	Mapa de Localização do lago da represa de Chapéu D'Uvas	9
Figura 4	Normal Climatológica (1981-2010) das temperaturas médias e chuvas mensais para Juiz de Fora.	10
Figura 5	Localização da represa de Chapéu d'Uvas e da estação pluviométrica utilizada.	12
Figura 6	Tendências mensais das chuvas diárias (dias com chuva \geq 1mm).	24
Figura 7	Tendências dos totais pluviométricos mensais de chuvas (mm).	26

Lista de Tabelas		Pag.
Tabela 1	População Residente na BCRC	11
Tabela 2	<i>Box Plot</i> dos dias com chuva superiores a 1mm nos períodos de pré e pós-enchimento	18
Tabela 3	Escore (z) do Teste <i>t</i> de <i>Student</i> para os dias com chuva superior a 1 mm.	19
Tabela 4	<i>Box Plot</i> dos dias com chuva superiores a 10 mm nos períodos de pré e pós-enchimento.	21
Tabela 5	Escore (z) do Teste <i>t</i> de <i>Student</i> para os totais mensais de chuva	22
Tabela 6	Escore (z) do Teste de Mann-Kendall para os dias com chuva (chuvas ≥ 1 mm).	25
Tabela 7	Escore (z) do Teste <i>t</i> de <i>Student</i> para os totais mensais de chuva	27

Sumário	Pag.
Resumo	i
Abstract	ii
Lista de Siglas	iii
Lista de Figuras	iv
Lista de Tabelas	v
Sumário	vi
1. Introdução	1
1.1 – Hipótese	3
1.2 – Objetivos	3
1.2.1 – Objetivos Específicos	3
2. Estudos sobre microclimas em reservatórios e lagos artificiais.....	4
3. Características Ambientais da Área de Estudo	8
3.1 Localização e Características Gerais da Área	8
4. Materiais e Métodos	11
5. Resultados e Discussão	16
5.1 Análise dos dias com chuva (chuva \geq 1mm)	16
5.2 Análise dos totais mensais de chuva	18
5.3 Análise das tendências dos dias com chuva (chuva \geq 1mm)	21
5.4 Análise das tendências dos totais mensais de chuva	24
6. Considerações Finais.....	27
Referências Bibliográficas	28
Referências Eletrônicas	30
Anexo A	31

Introdução.

O Clima é, sem sombra de dúvidas, um dos elementos mais complexos e fascinantes que compõem nosso sistema ambiental planetário, sendo que sua atuação se dá nas mais diversas esferas naturais, seja na intrincada mecânica das massas de ar como no funcionamento das correntes oceânicas, que distribuem o calor pela superfície do globo, criando condições para a existência de ricos ecossistemas, seja na modelagem das formas de relevo que compõem as atuais paisagens, passando por suas consequências positivas e negativas aos olhos das sociedades humanas.

Um destes variados temas que envolvem o clima é certamente a possível influência que as represas podem exercer nos elementos climáticos locais, já que, principalmente no Brasil, um país de dimensões continentais e com uma malha hídrica volumosa a maioria os grandes empreendimentos de geração de energia em grande escala, se utiliza de represamentos das águas de volumosos canais fluviais.

Além disso, o abastecimento de diversas cidades brasileiras se dá pela retirada de águas de lagos e mananciais, de modo que, entender os possíveis tipos de influência que estes corpos d'água causam em seu entorno passa a ser de fundamental importância, sobretudo para o gerenciamento dos recursos hídricos.

Formado com o objetivo de controlar a vazão das águas do rio Paraibuna ao atravessar a cidade de Juiz de Fora, assumiu a responsabilidade de servir como manancial auxiliar de abastecimento urbano ao município de Juiz de Fora (MG), uma vez que possui 146 milhões de metros cúbicos, sendo 11 vezes maior que o reservatório da represa Dr. João Penido (CESAMA, 2020).

O presente trabalho se baseia no artigo “Chapéu D’Uvas: Um estudo sobre as chuvas locais em Reservatórios em Minas Gerais” (FRAUCHES et al, 2020), que estará em anexo.



Figura 1: Vista da barragem do lago da represa de Chapéu D'Uvas.

Fonte: <http://www.cesama.com.br/noticia/cemig-realiza-nova-interven-o-na-regi-o-de-chap-u-d-uvas-e-adutora-da-cesama-fica-temporariamente-parada-atualizado>

De acordo com Machado (2012), os avanços nos processos de urbanização de Juiz de Fora (MG), que causaram um aumento nas demandas hídricas, o que foi de fundamental importância para que a CESAMA tomasse a decisão de investir na construção do referido manancial.



Figura 2: Adutora da Represa de Chapéu D'Uvas.

Fonte: <https://www.acesa.com/cidade/arquivo/noticias/2014/08/22-juiz-de-fora-passa-a-contar-com-novo-manancial-de-abastecimento/>

1.1 Hipótese.

A partir de discussões sobre estudos de casos em represas do Brasil foi pensada a seguinte hipótese: “Poderia a represa Chapéu D’Uvas afetar de forma significativa o regime pluviométrico local e suas proximidades?”. A partir desta formulação serão aplicados os procedimentos metodológicos para que esta hipótese seja demonstrada verdadeira ou falsa, de acordo com os dados disponíveis.

Assim sendo, este trabalho se destina a ser uma modesta contribuição às discussões sobre o tema, que conta com poucos trabalhos publicados.

1.2 Objetivos.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo analisar as possíveis influências da represa Chapéu D’Uvas na pluviometria local.

1.2.1- Objetivos Específicos:

- Avaliar as possibilidades de influência da represa nas intensidades pluviométricas após sua instalação.
- Verificar possíveis alterações nos volumes diários de chuva após a formação da represa.
- Averiguar se ocorreram alterações nos totais pluviométricos mensais após a inauguração da represa.
- Fazer uma avaliação das tendências de chuvas diárias e mensais ao longo do período.

2. Estudos sobre microclimas em reservatórios e lagos artificiais.

Nesta seção serão apresentados alguns dos principais trabalhos sobre o tema desenvolvidos no Brasil e em outros países, destacando a importância da realização de mais trabalhos de aplicação dos conhecimentos climatológicos referentes a este campo de estudo em específico.

Vale ressaltar que a ideia de que as represas podem afetar os elementos climáticos remonta às primeiras décadas do Século XX. Nos Estados Unidos, os trabalhos de Biggelow (1908) e Henry (1920) se destinaram a investigar, principalmente alterações nos índices de evaporação em áreas de lagos e reservatórios.

Em seu trabalho, Biggelow (1908) apresenta esta problemática, a partir de observações realizadas em diferentes represas em seu país, nos anos de 1907 e 1908, com a utilização de coletores de vapor condensado, para determinar as diferenças de evaporação entre os diferentes ambientes, aplicando uma série de equações coerentes com os parâmetros físicos relacionados à evaporação.

Baxter (1977) apresentou aspectos gerais relacionados aos efeitos ambientais decorrentes da instalação de lagos e barramentos, desde as diferentes morfologias associadas aos lagos artificiais, com suas características sedimentares, físicas e químicas, passando pelas modificações nos ecossistemas associados. Em relação às mudanças no microclima, o autor destaca que a implementação de um corpo lântico de águas pode produzir mudanças no clima de sua vizinhança, sendo que estas mudanças são proporcionais ao tamanho do lago, sendo que estas alterações podem ser principalmente nas intensidades pluviométricas, temperaturas, formação de nuvens, através das alterações nos regimes de evaporação, dentre outras.

Esta problemática porém se apresenta muito recentemente no Brasil, tal como expõem Sanches e Fisch (2005) em seu trabalho sobre o lago da UHE de Tucuruí (PA). Ao citarem Straskraba e Tundizi (2000), afirmam que embora exista uma ampla gama de estudos referentes aos lagos artificiais, preocupação esta que possui mais de 20 anos no Brasil, a maioria dos estudos que se dedicam à temática referem-se a qualidade das águas ou em relação à alterações climáticas globais (ARFI, 2003).

Em seu trabalho, Grimm (1988), realiza um estudo com o intuito de verificar variações climáticas associadas à instalação do lago da UHE de Itaipu, com a utilização de dados de três estações, as quais foram submetidos à dois testes: Teste de Fisher, além de um teste binomial, em 12 séries de dados de parâmetros climáticos. A autora observou

mudanças na intensidade dos ventos na região, embora não tenha sido identificada alteração nas frequências, nos períodos diários da tarde e noite, em alguns meses do ano (abril, maio, junho e dezembro).

Com relação à UHE de Tucuruí, o trabalho de Fisch (1990) destaca-se como um estudo preliminar para averiguar as influências do lago na climatologia local, no período de 1982 à 1986, a partir de dados de umidade relativa do ar, temperatura, velocidade dos ventos, distribuição de precipitações, radiação solar e insolação, com a utilização de equações físicas.

O autor destaca a dificuldade em identificar alterações no regime pluviométrico, já que o lago está localizado em um contexto de frequentes e intensas chuvas convectivas. De acordo com o autor, houve um aumento nos índices de evapotranspiração diária, já que foi assumida uma condição de superfície saturada no período anterior à instalação do lago. Em Sanches e Fisch (2005) os autores utilizam como método de trabalho uma segmentação dos volumes de chuvas, para aplicar o teste estatístico conhecido como teste das diferenças das médias para pequenas amostras (Spiegel, 1993). Os resultados apresentados são pouco significativos, havendo um ligeiro aumento de dias de chuva nos meses de Outubro e Novembro, no período de Pós-enchimento (houve também um aumento no desvio padrão), de acordo com o teste estatístico aplicado, o que os autores justificam como sendo um possível fruto da curta série de dados utilizada.

A necessidade de se considerar como possíveis os impactos dos lagos artificiais vem do fato de que existem diversos elementos climáticos que podem afetar os climas locais.

Levando em conta este princípio, Sanches et al (2015) discutem estas possibilidades, tendo como objeto de estudo o lago da usina hidroelétrica de Itá (RS), onde se considera a possibilidade de influência do fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) como influência no regime pluviométrico local. Para tanto, os autores se utilizam de dados de estações pluviométricas, provenientes da ANA, e aplicam o Teste *t* de *Student* para as chuvas segmentadas, de maneira a observar modificações no regime pluviométrico, chegando à resultados que mostram uma alta variabilidade pluviométrica que, de acordo com os autores é característica da região.

Os autores ainda destacam que o mês de Outubro se mostrou especialmente variável, em termos pluviométricos, não existindo porém diferenças notáveis no que diz respeito à pluviosidade nos períodos de pré e pós-enchimento do lago. Ao analisarem os dados acerca da influência do fenômeno ENOS, verificaram que no ano de 2002, a região estava sob influência do El Niño o que, segundo (GRIMM, 2000) causa aumento nos valores de pluviometria na região sudeste da América do Sul. Os autores ainda mostram que,

considerando os dias de chuvas >10 mm, ocorre uma tendência de redução nos dias com estes volumes de chuva, após o enchimento do lago.

Rodrigues e Canônica (2006), fazem uma análise dos impactos do lago da UHE de Itá, mas utilizando dados de temperatura e pluviometria de estações próximas ao lago. Submetidas, também, ao Teste *t* de *Student*, os autores observaram que não houve alterações consideráveis no regime pluviométrico local, sendo que as alterações pontuais foram atribuídas à atuação de anomalias climáticas e às próprias características do clima regional. Já com relação às temperaturas, os autores encontraram uma tendência de aumento das temperaturas locais com aumento médio de 1,5 °C entre 2000-2005, sendo que, quando comparados aos municípios de Chapecó e Campos Novos, foi observado um aumento aproximado de 0,5 °C, entre 2001 e 2005.

Ainda considerando o lago da UHE de Itá, Czarnobai et al (2006), estudaram as características de circulação atmosférica local e as possíveis influências do referido lago sobre elas. Os autores se utilizam de dados de uma estação automática, de propriedade da empresa Tractebel Energia, gerenciada pela EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina), com medições de parâmetros relacionados aos ventos de 10 em 10 minutos.

Estes dados foram organizados de acordo com os períodos referentes a cada estação do ano, de modo a gerar histogramas de frequência com os dados mensais e anuais. Em relação aos resultados, os autores os dividem em ciclos diurnos, histogramas polares e hodógrafos, sendo que nos ciclos diários os gráficos mostram uma tendência de manutenção da direção dos ventos pela manhã, com um giro a partir das primeiras horas da tarde, ocorrendo também um ligeiro aumento nas velocidades dos ventos a partir das primeiras horas da noite, valendo ressaltar que as direções se alteram de uma estação para outra.

Os histogramas polares determinam uma tendência de direção NE de ventos com velocidades variadas. Já os hodógrafos apresentam horários de início e fim das brisas no entorno do lago e suas direções bem definidas, embora os autores ressaltem que não foi possível determinar com precisão as características das brisas nos meses de outono. Desta forma, os autores consideram que o lago da UHE de Itá parece ser responsável pelo surgimento de uma circulação de ar local com características próprias, sendo então muito possível sua influência na circulação atmosférica local, ao menos no que diz respeito às brisas.

Um estudo realizado no açude Castanhão (CE) por Dantas e Sales (2015) buscou analisar as influências deste lago nas características térmicas e higrológicas locais. Este

açude foi construído para servir de manancial para municípios do Ceará e é de considerável importância para diminuir as consequências das secas nesta área de clima seco.

Em sua seção de metodologia, os autores destacam a falta de dados secundários na área de estudo e elencam os dois principais parâmetros climáticos a serem levados em consideração pelo trabalho, sendo eles a temperatura e umidade relativa do ar, nos meses de maio à novembro que, de acordo com os autores são meses de condições atmosféricas bastante distintas.

Houve também coleta de dados em campo, com pontos espaçados de 700 m a partir da borda do lago. Posteriormente é feita uma análise espaço-temporal dos atributos climáticos selecionados, que mostrou bastante semelhança de valores entre os períodos de maior contraste no ano, sendo que foi observada, a partir da coleta de dados em campo, para a umidade relativa do ar, que existe influência do lago no microclima nos primeiros 1400 m. Além disso, os autores destacam que o ambiente rural parece causar um efeito mais contundente nas características de umidade. Por sua vez, em relação à temperatura do ar, os autores destacam que não foi possível determinar com precisão se houve influência do lago.

Sanches et al (2017) desenvolveram um estudo sobre a influência do lago da UHE de Passo Fundo (RS), com suas possíveis influências na pluviometria local. Através da segmentação dos valores de pluviometria dos períodos de pré e pós-enchimento do lago e aplicação do Teste *t* de *Student* para verificar a homogeneidade dos dados de pluviometria. Os autores encontraram modificações nos dias de chuva com intensidades superiores à 50 mm apenas nos meses de Julho, além de variações na quantidade de dias secos em Junho e alterações no período seco entre Maio e Novembro, sendo que estas modificações são coerentes com a formação do lago artificial.

Souza e Galvani (2010) realizam um estudo preliminar no lago instalado na UHE Engenheiro Sérgio Motta, localizado à 28 Km da confluência do rio Paranapanema com o rio Paraná, e suas possíveis influências no clima do município de Presidente Epitácio (SP). Os autores realizaram um trabalho de revisão bibliográfica, bem como o levantamento de dados através de abrigos com instrumentos meteorológicos. Na publicação deste trabalho, os autores não definem se há ou não influência do lago no microclima do município.

Estes estudos estão basicamente ligados à instalação dos grandes lagos de hidroelétricas brasileiras, como o de Itaipu, Tucuruí, Itá, dentre outros. Após conhecer alguns dos principais trabalhos que serviram como base. Tanto para a discussão do tema como para adoção das metodologias a serem adotadas, certamente é importante discorrer sobre as características ambientais da área de estudo.

3. Características Ambientais da Área de Estudo.

3.1 Localização e Características Gerais da Área.

A represa Chapéu D'Uvas se localiza entre as coordenadas UTM 641400, 652600E; 7622000, 7610000S, estando contido na porção de alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Paraibuna (Figura 3).

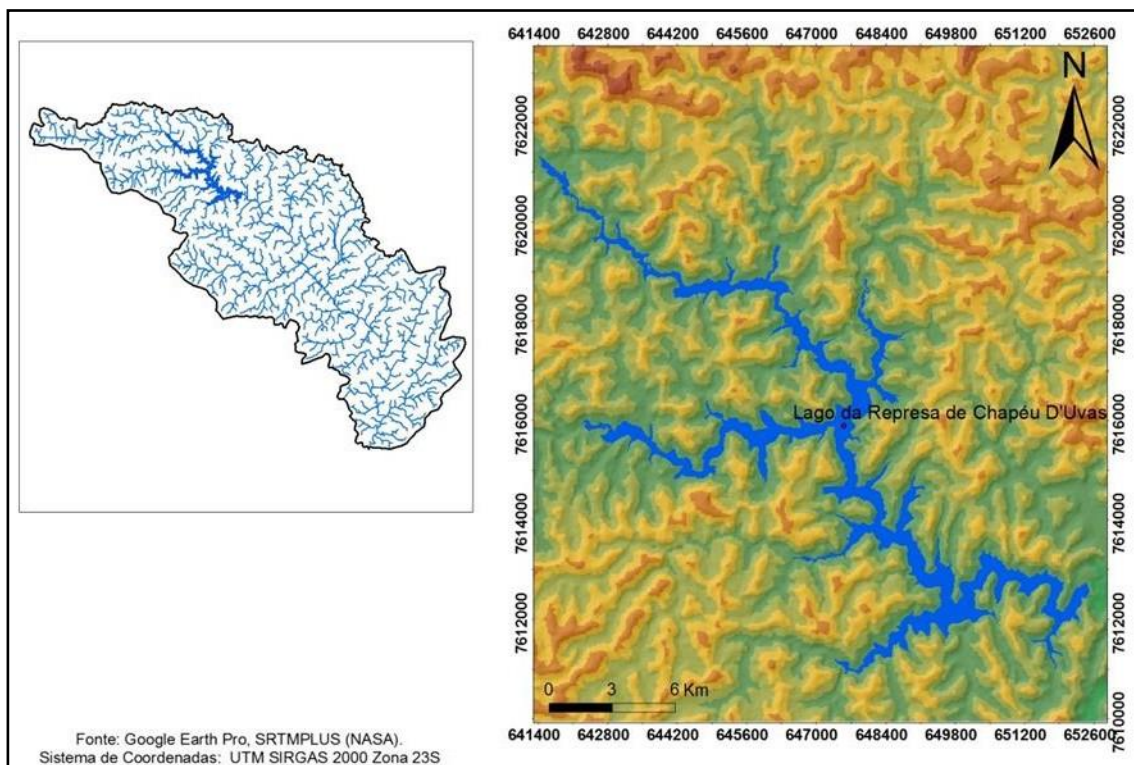


Figura 3: Mapa de Localização do Lago da Represa de Chapéu D'Uvas. Organizado pelo Autor.

De acordo com Marques Neto et al (2017), a bacia do Paraibuna se localiza em um contexto de baixas cristas, dentro da área de controle do sistema Mantiqueira, embasada em rochas condizentes à faixa móvel Ribeira (TROUW et al. 2000) contando com coberturas de granitoides e quartizitos, pertencentes ao complexo Juiz de Fora, além dos gnaisses pertencentes à Megassequência Andrelândia (HEILBRON et al. 2004) estando inserida no que é denominado por Ab'Saber (1970) como “Mares de Morros Florestados”, contando com variações e associações de latossolos e cambissolos, com ocorrências localizadas de neossolos. Esta característica de rochas muito antigas, altamente deformadas, dá a tônica da formação dos canais fluviais componentes da bacia.

Estas informações, embora não relacionadas diretamente ao tema do trabalho, são de importante consideração, tanto no que diz respeito ao conhecimento das condições

gerais geológicas e geomorfológicas da área de estudo, como também para a consideração dos motivos que levaram à instalação do lago naquela posição.

Estando localizado na passagem de um contexto de morrarias baixas, mas já em transição para as baixas cristas componentes do divisor setentrional da bacia, já que este lago foi construído com o intuito de controlar a vazão do rio Paraibuna, sendo que este contexto de transição do relevo local pode ser visto na **Figura 3**, onde os tons amarelos e alaranjados denotam feições de relevo mais acidentadas e os tons de verde denotam feições mais suavizadas. Além disso, é importante ressaltar que, características de relevo podem ser de importante influência climática local ou regional, dependendo da abrangência da feição geomorfológica.

Já, com relação às características climáticas, Oliveira et al (2015), definem a diversificação do contexto regional, com a influência de sistemas atmosféricos de diversas magnitudes, além das características topográficas e de uso dos terrenos.

Segundo os autores, a climatologia na região da bacia (Figura 4) apresenta duas estações bem definidas sendo uma mais quente e chuvosa, que abrange os meses de outubro à março, e outra estação mais seca e fria, abrangendo os meses de abril a setembro, sendo que, em termos de pluviosidade anual média, segundo INMET (2012) *apud* Oliveira et al. (2015), é em média 1536 mm.

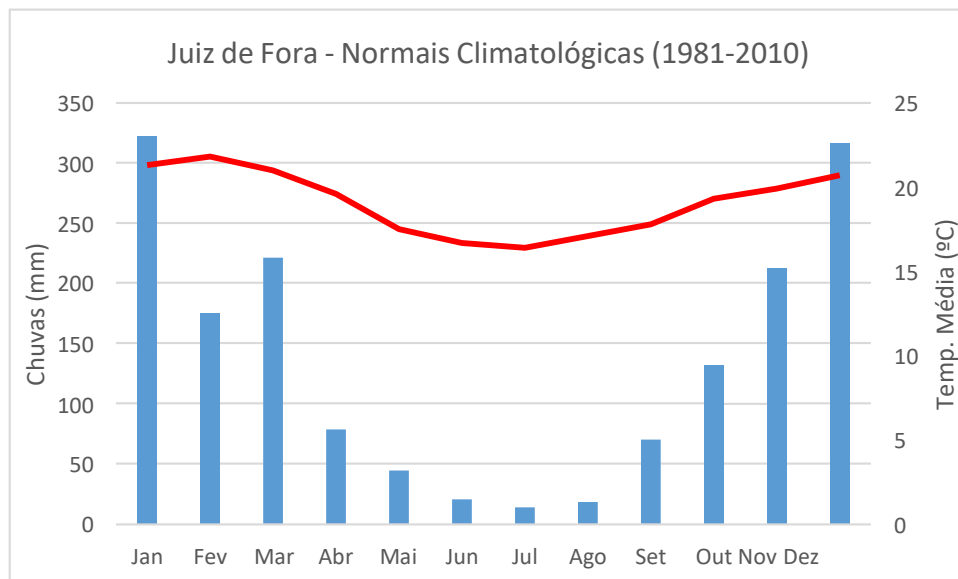


Figura 4: Normal Climatológica (1981-2010) das temperaturas médias e chuvas mensais para Juiz de Fora. Fonte: INMET (www.inmet.gov.br). Organizado pelo Autor.

Os autores consideram a atuação mais frequente das massas Tropical Atlântica e Polar Atlântica, além de suas frentes frias, as quais são responsáveis por sensíveis alterações de temperatura e pluviosidade, após suas passagens pela região. Além disso os autores destacam a importância da Zona de Convergência do Atlântico Sul, como

importante sistema fornecedor de umidade, responsável por trazer precipitações ao final da Primavera e no decorrer de todo o Verão.

Com relação ao uso e cobertura do solo da bacia, Oliveira et al. (2015) apresentam uma predominância de cultivos e terrenos expostos na área de bacia (cerca de 68%), apresentando vegetação fragmentária (fragmentos vem diminuindo com o tempo) além de três lagos principais, sendo eles o lago da represa Dr. João Penido, o lago de Chapéu D'Uvas, além de um lago no município de Levy Gasparian, representando 0,92% da áreas da bacia, além disso, existe a mancha urbana de Juiz de Fora, que ocupa 6,13% da área da bacia.

No que diz respeito às características de ocupação da bacia de contribuição da represa de Chapéu D'Uvas, Machado (2012) cita, com base em informações do censo demográfico do IBGE de 2010 que a população é de aproximadamente 1732 habitantes, distribuídos entre os três municípios que abrangem a bacia em questão. Ainda de acordo com os dados do IBGE, Machado (2012) esclarece que houve um aumento da população urbana com redução da população rural na bacia em um período de 20 anos. Para o autor, segundo informações do IBGE, no ano de 2010, a população residente na área correspondente à bacia de contribuição do lago de Chapéu D'Uvas estão dispostas na Tabela 1.

Tabela 1: População Residente na BCRC D. Fonte: Adaptado de Machado (2012). *BCRC D refere-se à Bacia de Contribuição da Represa de Chapéu D'Uvas.

Municípios	População Urbana	População Rural	Total
Antônio Carlos	-----	399	399
Ewbank da Câmara	-----	126	126
Santos Dumont	607	600	1.207
BCRC D* (Total)	607	1.125	1.732

Após esta breve introdução às características ambientais da área de estudo, serão apresentados, de maneira mais detalhada, o método e as técnicas que foram utilizados para a execução deste trabalho.

4. Materiais e Métodos.

Para este trabalho, foram utilizados dados pluviométricos da Estação Pluviométrica 2143020, obtidos no portal da Agência Nacional de Águas (ANA) (hidroweb: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>), acessados em 17/08/2019.

Esta estação (Figura 5) localiza-se a aproximadamente 2 km do barramento, estando dentro de uma margem de confiabilidade estabelecida pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) de aproximadamente 13,5 km de raio (OMM, 1994).

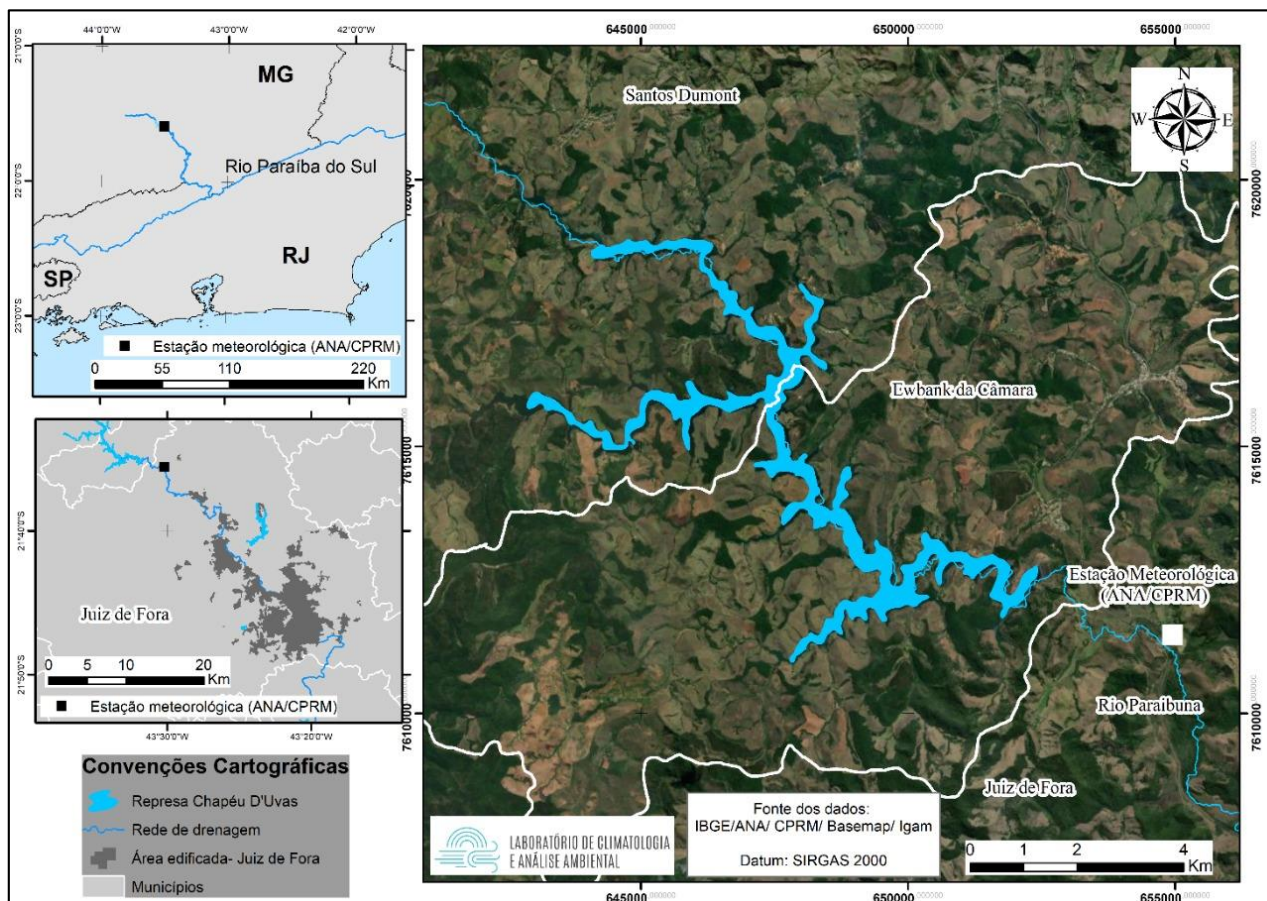


Figura 5: Localização do represa Chapéu d'Uvas e da estação pluviométrica utilizada. Organizado pelo autor. **Fonte:** Frauches et al.(2020).

Estes dados foram organizados, buscando-se identificar possíveis erros de coleta, erros sistemáticos e eventuais falhas de forma a serem identificados dois períodos distintos (pré e pós-enchimento).

Sabendo que a represa foi formada no final do ano de 1994, foi realizada um divisão em períodos de 24 anos, definidos por pré-enchimento (1971-1994) e pós-enchimento (1995-2018). Dessa maneira buscou-se padronizar os períodos de análise para a aplicação dos testes estatísticos.

Inicialmente, os dados diários de precipitação foram agrupados e organizados em

totais mensais para ambos os períodos (pré e pós-enchimento).

Na etapa seguinte os dados foram então organizados de forma a apresentarem a quantidade de dias com chuva (chuvas diárias ≥ 1 mm).

A partir deste parâmetro, foi possível identificar como as chuvas diárias se distribuíram, com relação à sua frequência, tanto no período anterior como no posterior a formação da represa.

Dessa forma, foram avaliados os totais mensais, bem como a quantidade de dias com chuva em ambos os períodos (pré e pós-enchimento).

Para a visualização tanto dos dados diários, quanto das chuvas mensais, foram utilizados gráficos *Box-plot* comparando-se ambos os períodos.

Inicialmente, o Teste *t* de *Student* foi aplicado aos totais pluviométricos mensais e aos dados diários de chuvas na busca por avaliar a homogeneidade (ou não) entre os dois períodos.

O teste *t* de *Student* consiste em um teste paramétrico, de forte robustez estatística amplamente utilizado na literatura que trata do tema (GRIMM, 1988; CAMPOS, 1990; SANCHES; FISCH, 2005; SILVA FILHO; RABELO, 2012; SANCHES et al., 2017 entre outros). Por tratar-se de um teste de hipótese, inicialmente assume-se que ambos os conjuntos de dados são, estatisticamente, homogêneos (H_0), contra uma hipótese alternativa (H_1), na qual os conjuntos de dados mostram-se heterogêneos.

Sendo assim, tem-se que:

$$t = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sigma \sqrt{1/N_1 + 1/N_2}} \quad (1)$$

onde

$$\sigma = \sqrt{\frac{N_1 s_1^2 + N_2 s_2^2}{N_1 + N_2 - 2}} \quad (2)$$

e

$$s^2 = \frac{(\sum_{i=1}^n X_i - \mu)^2}{N - 1} \quad (3)$$

Dessa forma, considerando-se que μ_1 e μ_2 correspondem às médias mensais dos dados anteriores e posteriores a formação da represa, que N_1 e N_2 são as amostras mensais analisadas, σ é o desvio padrão entre as séries e s_1^2 e s_2^2 as respectivas variâncias de cada série.

Para o grau de liberdade da distribuição t , adotou-se que:

$$V = N_1 + N_2 - 2 \quad (4)$$

A partir do resultado da estatística “ t ”, em um nível de confiança de 95% (p -value: 0,05) compete aceitar (ou refutar) a hipótese H_0 caso seu escore (z) esteja entre -2,06 e 2,06 ($-2,06 \leq z \leq 2,06$) (SPIEGEL, 1993).

A aplicação do Teste t de *Student* foi feita utilizando a ferramenta “análise de dados” do *software* Excel (Microsoft Co.).

Sendo assim, para cada parâmetro analisado (dias com chuva e totais pluviométricos mensais), foi realizada análise, a partir da ferramenta “Análise de Dados” do *software* Microsoft Excel (Microsoft Co.), para se obter os resultados do Teste t para duas amostras em par para média.

Desta forma, ao selecionar uma coluna referente a um mês determinado, separando-o entre a amostra do período de pré-enchimento e a do pós-enchimento, o Excel aplicou a rotina matemática, retornando uma tabela com valores de média, variância, dentre outros, sendo que o valor que mais interessou para o teste foi o de “Stat t ”.

Além do valor de “Stat t ”, outro valor a ser considerado foi o do “ t crítico bi-caudal”, que define o intervalo em que os dados devem se manter para estarem coerentes à hipótese considerada (H_0). Caso “Stat t ” sejam maior ou menor que este valor, significa que “Stat t ” está fora desta hipótese, falseando-a.

O teste t foi aplicado para todos os meses em cada intervalo de pluviosidade de modo que seus valores pudessem ser alocados ou não dentro da hipótese H_0 , que relaciona diretamente a instalação da represa com alterações no regime pluviométrico local.

Além do Teste t , foi utilizado outro teste, denominado de teste de Mann-Kendall (MK), para averiguar a tendência geral dos dias de chuva da série, bem como dos totais pluviométricos mensais.

O teste MK é recomendado pela OMM para avaliar a tendência de um elemento climático ao longo de uma longa série temporal de dados. Os valores considerados para este teste devem ser independentes e possuir uma distribuição probabilística homogênea (FOLHES; FISCH, 2006).

O MK adota a possibilidade da estabilidade da série temporal (H_0), onde os valores (X_i) devem ser independentes e, sua probabilidade deve permanecer sempre a mesma. Sendo assim, para a comprovação de H_0 , deve-se calcular a posição de cada elemento em

relação aos outros valores da série de maneira que R_n constitui a sequência de números que especificam a ordem relativa da série temporal de X_i . O passo seguinte é determinar o sinal para cada número-ordem pelas funções sinal ($R_j - R_i$), conforme recomendam Folhes e Fisch (2006), onde:

$$\text{sinal}(R_j - R_i) = \begin{cases} 1; \text{para } R_j - R_i > 0 \\ 0; \text{para } R_j - R_i = 0 \\ -1; \text{para } R_j - R_i < 0 \end{cases} \quad (5)$$

Dessa forma, considerando a hipótese nula (H_0), o teste consiste no somatório apresentado na equação abaixo:

$$S = \sum_{j=i+1}^n \text{sinal}(R_j - R_i) \quad (6)$$

A partir da premissa de que a hipótese H_0 seja verdadeira, a estatística S apresenta uma distribuição aproximadamente normal gaussiana, com média igual a zero e variância (VAR) conforme a seguinte equação:

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

Por fim, o valor da estatística de MK é dado por:

$$MK = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{VAR(S)}} & \text{se } S > 0 \\ 0 & \text{se } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{VAR(S)}} & \text{se } S < 0 \end{cases} \quad (8)$$

Concluída a análise estatística de MK, cabe tomar a decisão final de aceitar a hipótese de que não há tendência na série analisada (H_0) ou, rejeitá-la à favor da hipótese alternativa. O sinal da estatística de MK indica se a tendência é crescente ($MK > 0$) ou decrescente ($MK < 0$) (BLAIN, 2009).

Considerando o nível de significância de 95% ($p\text{-value}=0,05$), a hipótese H_0 deverá ser rejeitada sempre que o valor de MK for superior a -1,96 e inferior a +1,96 ($-1,96 \leq z \leq 1,96$) (SPIEGEL, 1993).

Para a aplicação do teste de Mann-Kendall foi utilizado o software PAST-*PAleontological STatistics*, desenvolvido pelo Museu de História Natural da Universidade

de Oslo (Noruega) (HAMMER et al, 2001), aplicando-se as ferramentas “timeseries/”
“*Mann- Kendall trend test*”.

Após esta apresentação dos métodos utilizados para a confecção do trabalho, segue a seção referente aos resultados obtidos e as discussões pertinentes.

5. Resultados e Discussão.

5.1 Análise dos dias com chuva (chuva ≥ 1 mm)

A análise dos gráficos *box plot* permitiu comparar a distribuição dos dias de chuva para cada mês, em ambos os períodos (Tabela 2).

A análise dos gráficos da Tabela 2 revelou mudanças na distribuição dos dias de chuva nos meses de abril, maio e junho no período de pós-enchimento. Nesses meses verificou-se uma redução nos valores da mediana.

Especificamente no mês de abril, além da diminuição da mediana, houve modificação na concentração do número de dias com chuva no 2º Quartil, ampliando o espectro da distribuição desses dias no período de pós-enchimento.

Os dados do mês de agosto também se destacaram por apresentarem mudanças na distribuição dos dias de chuva após a formação da represa. Muito embora o valor da mediana praticamente não tenha se alterado, houve uma concentração de dias de chuva no terceiro quartil, mais próximo aos valores da mediana.

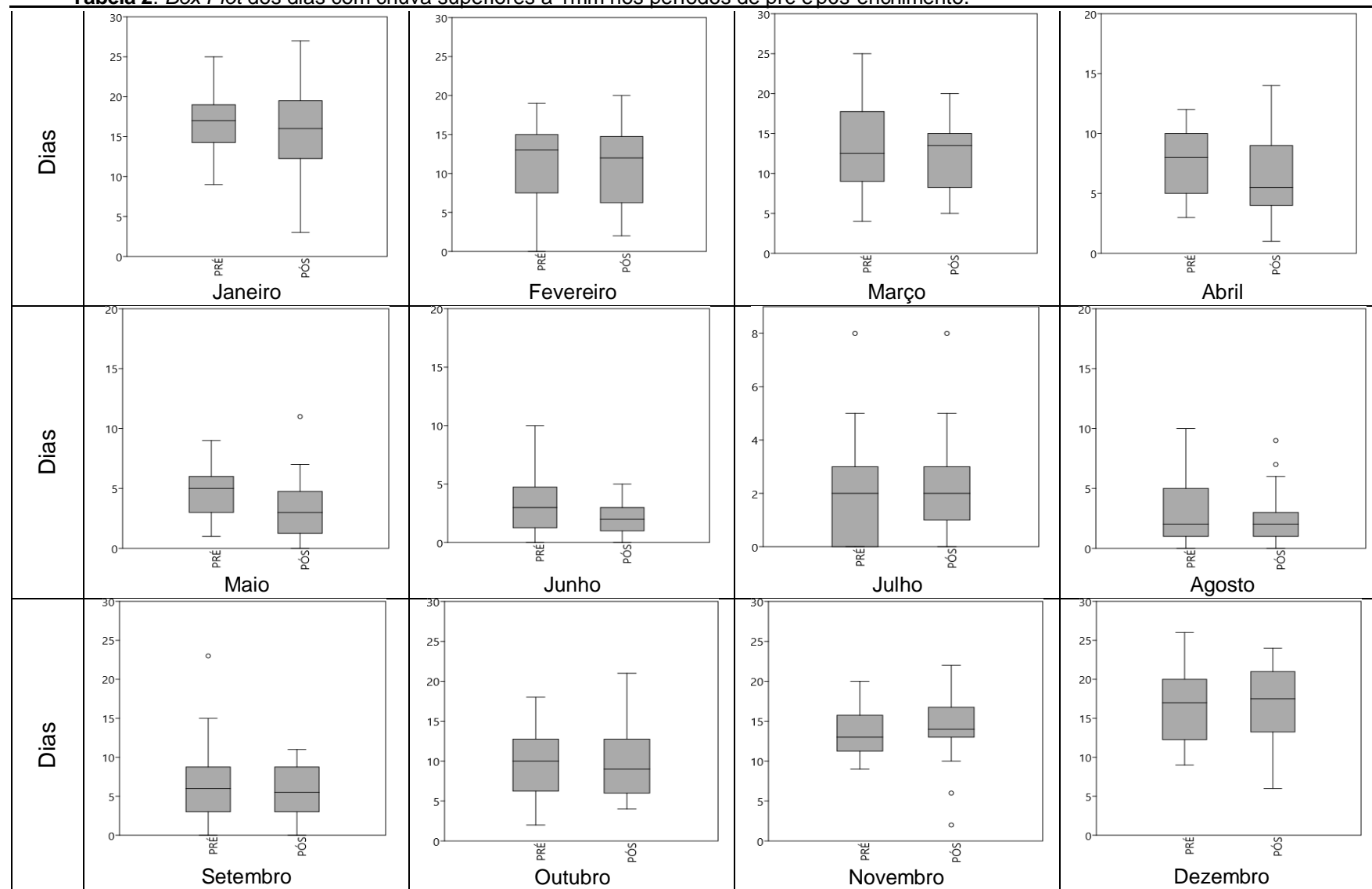
Isso sugere, igualmente, uma redução na quantidade de dias com chuva no período de pós-enchimento para os meses de agosto.

Nos meses de março também são observadas pequenas modificações na distribuição dos dias de chuva após a formação da represa. Verifica-se uma redução do espectro da distribuição desses dias após a formação da represa, concentrando tais eventos no terceiro quartil.

Essas reduções observadas sugerem que a represa não tenha influenciado diretamente na quantidade de dias de chuva, uma vez que a formação lago formado (como uma superfície hídrica livre) poderia aumentar a disponibilidade hídrica e, conforme o caso, contribuir para o aumento na quantidade de dias chuvosos como observados na literatura (CAMPOS, 1990; SANCHES e FISCH, 2005).

Nos demais meses (jan, fev, jul, set, out, nov e dez) os dados sugerem que o padrão de distribuição dos dias de chuva não sofreu mudanças passíveis de serem consideradas por meio de análises gráficas.

Tabela 2: Box Plot dos dias com chuva superiores a 1mm nos períodos de pré e pós-enchimento.



Organizado pelo autor.

Por essa razão, faz-se necessário a avaliação de possíveis modificações a partir dos resultados do teste de homogeneidade.

A Tabela 3 mostra o resultado da aplicação do Teste *t* de *Student* (escore *z*) aos conjuntos de dados, em um nível de confiança de 95%.

Tabela 3 – Escore (*z*) do Teste *t* de *Student* para os dias com chuva superiores a 1 mm.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Escore <i>z</i>	0,77	0,50	0,29	1,78	1,28	1,45	-0,08	0,6	0,86	0	-0,38	-0,18

Organizado pelo Autor.

Os resultados da aplicação do teste *t* de *Student* para os dias com chuva (Tabela 3) demonstram que as modificações gráficas observadas não podem ser consideradas significativas, uma vez que todos os escores (*z*) estão dentro do intervalo de confiança do teste ($-2,06 \leq z \leq 2,06$).

Sendo assim, com base nos resultados do teste, a hipótese H_0 (de que não há diferenças entre os conjuntos de dados) deve ser aceita, considerando-se assim, que a formação da represa Chapéu d’Uvas não influenciou na quantidade dos dias de chuva. Resultados similares foram observados tanto para os reservatórios de média dimensão, como os da UHE de Ita (SANCHES et al, 2015) e UHE de Passo Fundo (SANCHES et al., 2017), bem como para os reservatórios de grande dimensão como da UHE de Itaipu (GRIMM, 1988). No entanto, Sanches e Fisch (2015) reforçam a ideia de que os resultados observados para um estudo de caso não devem ser extrapolados e generalizados para outros casos.

5.2 Análise dos totais mensais de chuva

Os gráficos *box plot* (Tabela 4) permitem analisar os totais pluviométricos mensais nos períodos de pré e pós-enchimento.

De uma forma geral, a comparação da distribuição dos dados revela pouca (ou nenhuma) alteração dos valores da mediana após a formação da represa. Observa-se uma concentração de valores em torno do conjunto central dos dados, o que revela uma possível suavização do conjunto de dados no período de pós-enchimento.

Verifica-se, também, uma diminuição nos valores mais intensos das chuvas mensais, como observado nos meses de janeiro, fevereiro, março, maio, junho, agosto, setembro e outubro.

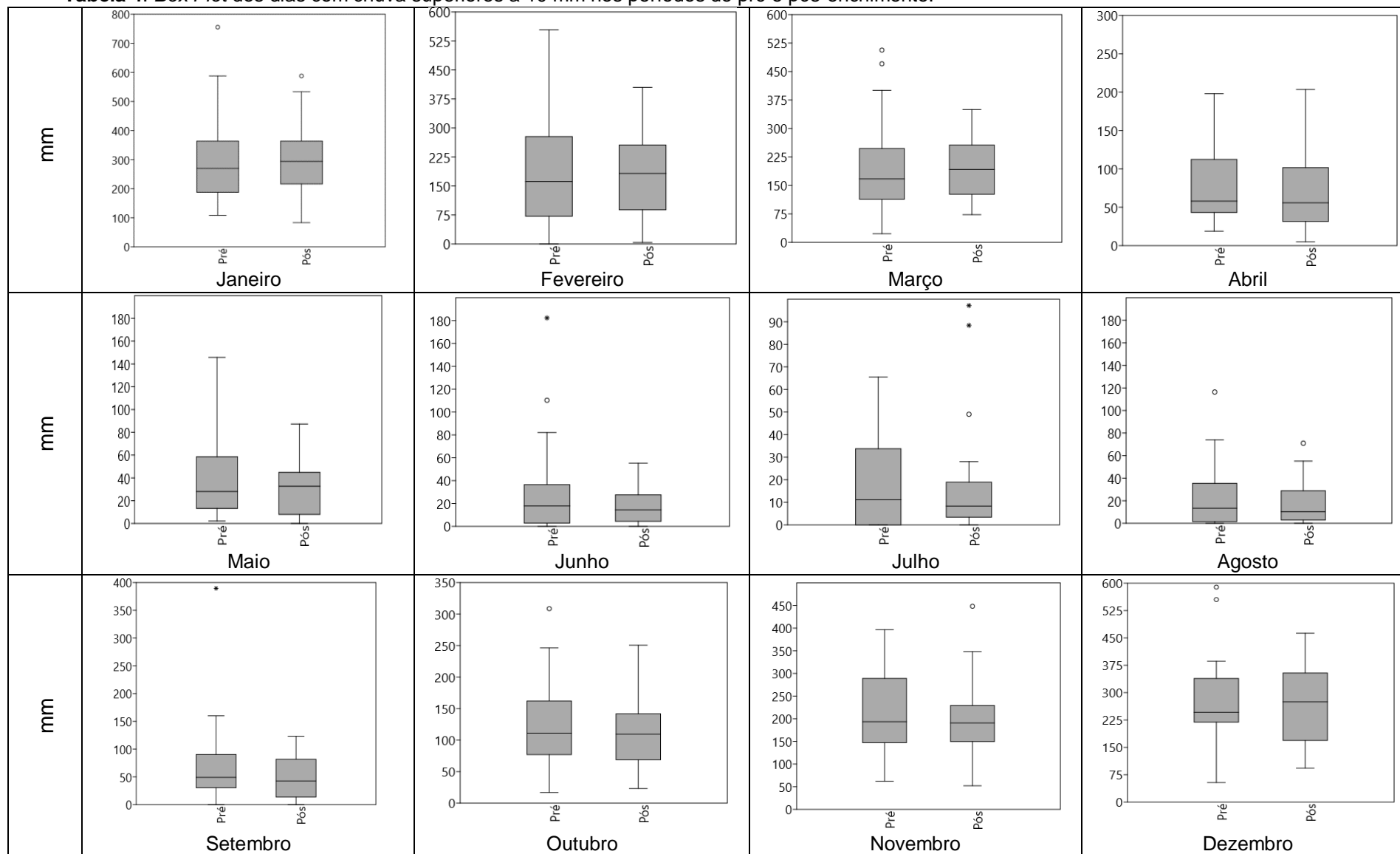
Nos meses de julho, embora haja uma redução dos valores e uma concentração destes próximos ao conjunto central, destaca-se a ocorrência de valores pluviométricos mensais extremos, provavelmente associados à participação de sistemas atmosféricos anômalos ocorridos nos anos de 2003 (88,4 mm), 2004 (49,0 mm) e 2013 (97,2 mm).

Descarta-se a possibilidade de associação destes meses à participação do ENOS, uma vez que, segundo o Centro de Previsão Climática e Monitoramento do ENOS (https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php), da NOAA, o fenômeno encontrava-se e sua fase neutra nesses períodos.

Corroborando com tais dados, observa-se no trabalho de Oliveira et al (2020), o qual constatou que tanto ENOS quanto a Oscilação Decadal do Pacífico¹ (ODP) pouco influenciaram sobre o regime de chuvas regionais (Zona da Mata Mineira) desde o início do século XX.

¹ A Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) é um fenômeno climático que ocorre, principalmente, no Oceano Pacífico Norte. A "oscilação" acontece entre fases quentes (valores positivos) e frias (valores negativos) que podem permanecer de 10 a 40 anos. As fases estão associadas às mudanças nas temperaturas da superfície do mar (TSM). Disponível em: < www.skepticalscience.com/> Acesso em 15 de outubro de 2020.

Tabela 4: Box Plot dos dias com chuva superiores a 10 mm nos períodos de pré e pós-enchimento.



Organizado pelo autor.

O mesmo padrão pode ser observado para os meses de novembro na fase de pós-enchimento. No entanto, ao contrário do observado nos meses de junho (pós), o valor extremo indicado (448,3 mm) refere-se ao ano de 2006 (ano de El Niño).

Por fim, ao contrário do observado na maioria dos meses, nas análises de dezembro (pós-enchimento), os valores mensais de chuva apresentaram maior dispersão em relação à fase de pré-enchimento.

A aplicação do teste *t* de *Student* ao conjunto dos totais mensais (Tabela 5), igualmente, não indicou qualquer alteração significativa, sugerindo que ambos os conjuntos de dados (pré e pós-enchimento) são, estatisticamente, homogêneos.

Tabela 5: Escore (z) do Teste *t* de *Student* para os totais mensais de chuva.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Escore z	0,01	0,37	0,08	0,37	0,77	1,38	-0,01	0,83	1,0	0,65	0,52	0,27

Organizado pelo Autor.

Dessa forma, é possível inferir a ideia de que o represas Chapéu d'Uvas não tenha influenciado no regime mensal das chuvas no seu entorno após sua formação.

Tais resultados corroboram com os observados para as chuvas mensais nos trabalhos de Grimm (1988), Sanches e Fisch (2005), Sanches et al (2015), Sanches et al (2017).

5.3 Análise das tendências dos dias com chuva (chuva \geq 1mm)

Os gráficos de tendências (Figura 6) para os dias com chuvas acima de 1mm mostram um padrão de redução da frequência de ocorrência destes dias em quase todos os meses, com exceção de Março. Esta frequência, de acordo com a linha de ajuste, inicia sua queda ainda no período anterior à inauguração da represa e cada mês apresenta um comportamento ligeiramente diferentes, como será visto a seguir.

Para o mês de Janeiro, os dias de chuva se mantém na faixa dos 15 aos 20 dias, com uma suave queda na frequência de ocorrência destes dias, não é possível notar picos positivos notáveis de frequência, porém, em 2014 e 2015 ocorre um pico negativo considerável, que levou à menos de 5 dias de chuva. Este período é coincidente com um evento de seca que atingiu o Brasil nestes anos, com a parada de uma ampla massa de ar seco.

O mês de Fevereiro apresenta uma queda de frequências ligeiramente mais

acentuada, com a presença de vários picos negativos notáveis, tanto no período anterior como no posterior à inauguração da represa, sendo que as frequências de dias de chuva se mantem em uma faixa entre 10 e 15 dias.

O mês de Março é o único que apresenta um ligeiro aumento na frequência dos dias de chuva, apresentando dois picos positivos notáveis de frequência entre os anos de 2009 a 2016 (Período de pós-enchimento). A frequência varia entre 10 e 15 dias de chuva em média.

O mês de Abril apresenta uma queda de frequência semelhante ao mês de fevereiro, porém com uma faixa de frequência menor (entre 8 e 6 dias), com a ocorrência de um pico positivo e um negativo notáveis após a instalação da represa.

Os meses de Maio e Junho possuem uma queda muito semelhante na frequência de dias chuvosos, embora com ocorrências de chuvas ligeiramente distintas.

O mês de Julho apresenta uma suave queda de frequência de dias chuvosos, com a ocorrência de picos positivos notáveis tanto anteriormente como posteriormente à instalação da represa.

Agosto e Setembro possuem quedas semelhantes, embora o mês de Setembro apresente uma curva mais homogênea de ocorrência de chuvas, com dois picos positivos bastante pronunciados no período anterior à instalação da represa.

Outubro apresenta uma queda considerável nos dias de chuva, saindo da faixa de 10 a 15 dias e chegando próximo dos 5 dias de chuva ao fim da série em análise. Há picos positivos consideráveis tanto antes como depois da inauguração da represa.

A tendência de queda tende a diminuir nos meses de Novembro e Dezembro e as ocorrências de dias chuvosos mostram dois picos negativos notáveis entre os anos de 2013 e 2015, quando houve o supracitado evento de seca no Brasil.

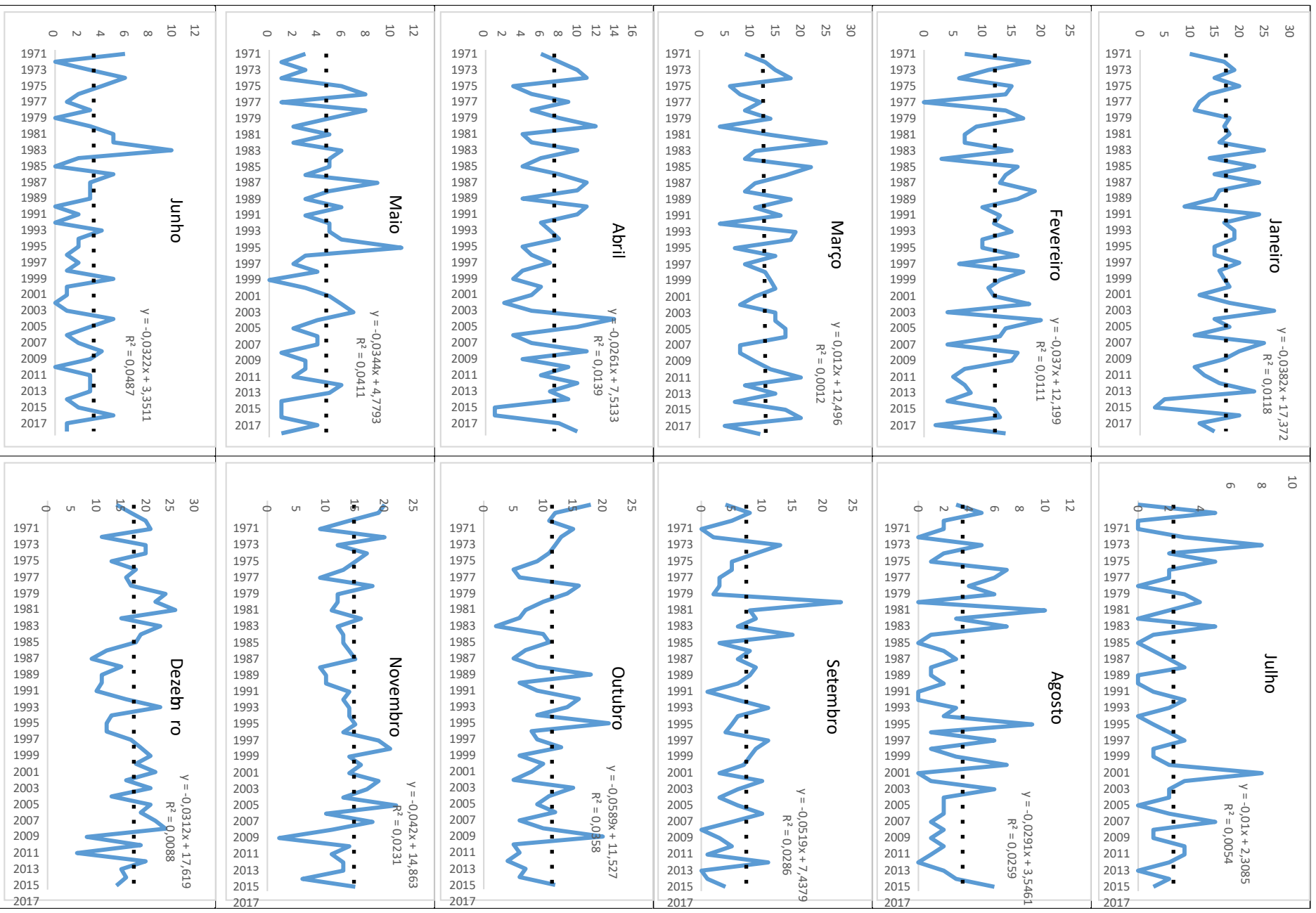


Figura 6: Tendências mensais das chuvas diárias (dias com chuva ≥ 1mm). Organizado pelo Autor.

Tabela 6: Escore (z) do Teste de Mann-Kendall para os dias com chuva (chuvas ≥ 1 mm).

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Dias c/ chuva	-0,36	-0,82	0,36	-0,82	-1,44	-1,32	-0,06	-0,97	-0,96	-1,71	-0,42	-0,34

Organizado pelo Autor.

Os escores (z) para os dias de chuva, de acordo com o teste de Mann-Kendall estão todos entre -1,96 e +1,96, dentro do intervalo de confiança/aceitação, o que leva a se considerar a possibilidade de que a hipótese H_0 considerada seja verdadeira, ou seja, de que as tendências observadas não são significativas para mudança de comportamento.

É comum associar a ideia de que a construção de reservatórios hídricos causem impactos sensíveis ao clima local e em suas proximidades, tal como descrito no trabalho de Rodrigues e Canônica (2006), referente a UHE de Itá (RS), o qual demonstra diferenças perceptíveis nas temperaturas locais, fortemente influenciadas pelo relevo local.

No caso da represa Chapéu D'Uvas, com base nos dados pluviométricos submetidos ao teste estatístico (Teste t de *Student*), não há alterações no que concerne à variação nos dias de chuva, embora tenha sido observada uma tendência de diminuição dos dias chuvosos (Figura 6). No entanto, acredita-se que tal redução não pode ser atribuída à influência da represa, haja vista que a região sudeste do Brasil pode sofrer influência de sistemas atmosféricos de grande abrangência, que alteram as condições climáticas regionais, conforme descrevem Degola (2013) e Oliveira et al (2020).

5.4 Análise das tendências dos totais mensais de chuva

Os gráficos de tendências dos totais mensais (Figura 7) mostram um padrão de queda nestes totais, sendo que os meses de Janeiro, Fevereiro, Março e Julho apresentam as menores quedas. Estes resultados não parecem apontar para uma influência da instalação da represa na alteração dos totais mensais de chuvas. Estas pequenas alterações podem estar ligadas à atuação de sistemas atmosféricos oceânicos que podem abarcar a região da jusante da Bacia do rio Paraíba do Sul, onde a represa está localizada.

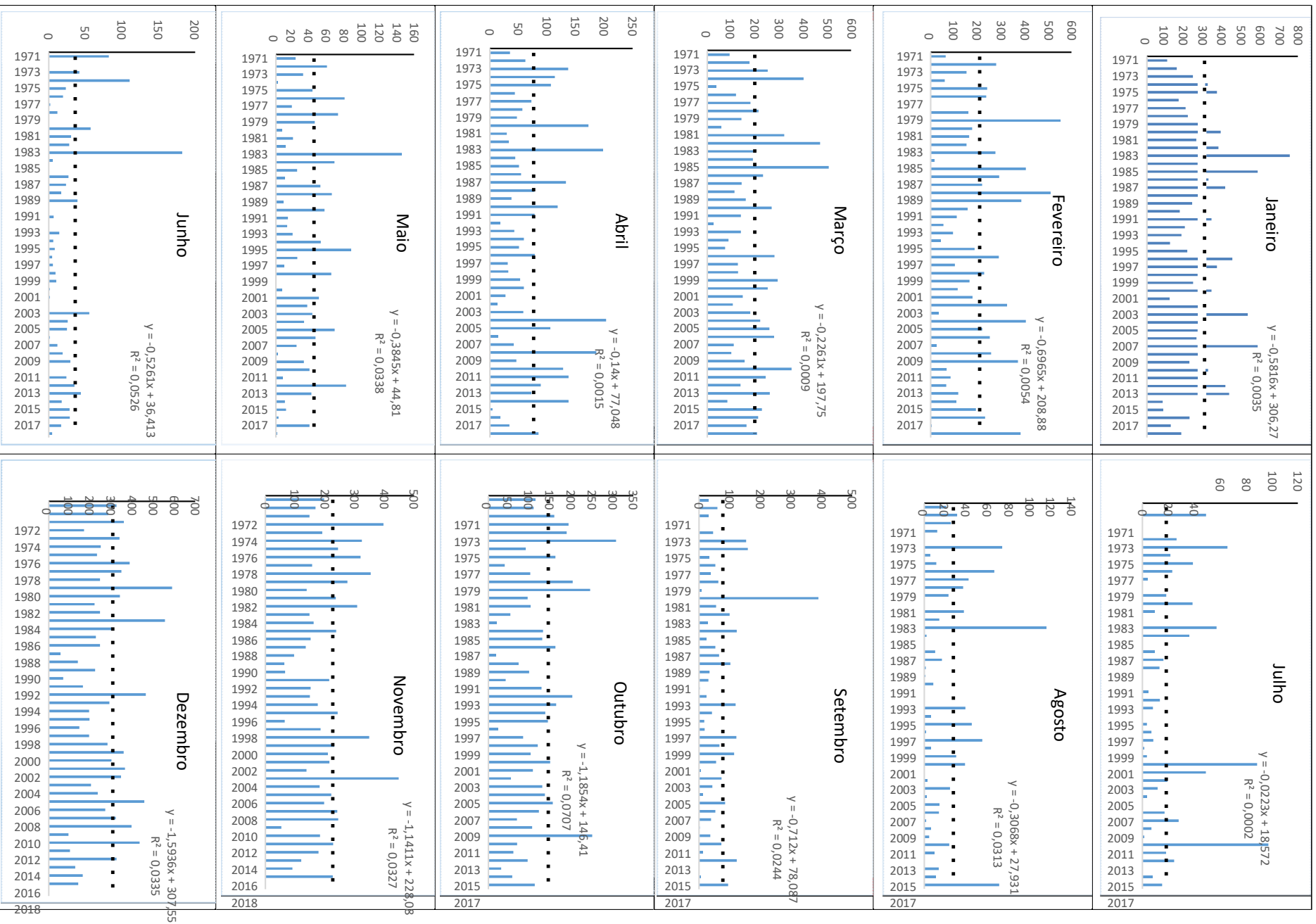


Figura 7: Tendências dos totais pluviométricos mensais de chuvas (mm). Organizado pelo Autor

Tabela 7: Escore (z) do Teste *t* de *Student* para os totais mensais de chuva.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Chuvas mensais	-0,18	-1,71	-0,17	-0,98	-0,82	-0,19	-0,24	-0,17	-0,78	-0,49	-0,29	-0,84

Organizado pelo Autor.

Todos os escores (z) do Teste *t* estão entre -2,06 e +2,06, dentro do intervalo de confiança/aceitação, sendo desta forma possível inferir que os dados apresentam alta homogeneidade, dentro de uma distribuição normal. Estes resultados também parecem evidenciar que a represa não contribuiu para alterações dos totais mensais de chuvas.

6. Considerações Finais.

As preocupações ambientais decorrentes da formação de reservatórios, a avaliação de seus impactos na dinâmica climática em escalas local ou regional podem assumir seu papel de grande importância como norteador às instituições responsáveis de acordo com suas potencialidades (abastecimento, geração de energia, controle de vazões fluviais etc.).

Em relação à possível influência da represa Chapéu d'Uvas no regime de chuvas local, tanto em relação a quantidade de dias com chuva, quanto dos totais pluviométricos mensais, não há correlação entre a instalação do empreendimento e alterações nas chuvas locais.

Entretanto, a tendência de redução das quantidades de dias de chuva e volumes mensais observada para os meses de setembro e outubro, pode apontar para uma possível ampliação da estação seca.

Dada a importância desta represa para o Município de Juiz de Fora e seu entorno estudos futuros devem contemplar tal questão de forma a acrescentar em robustez o plantel de conhecimentos sobre possíveis influências destes empreendimentos em outros elementos climáticos, para que possa haver um entendimento mais completo sobre o assunto.

Há de se ressaltar que os tradicionais modos de variabilidade (ENOS e ODP) não participam na dinâmica das chuvas locais/regionais.

Sendo assim, é possível que outros modos de variabilidade, associados à participação dos sistemas atmosféricos atuantes sobre a região, tenham exercido ou ainda exerçam influência significativa na dinâmica das chuvas locais e regionais, tema este que é extremamente instigante e deve ser estudado futuramente.

Dessa forma sugere-se para trabalhos futuros trabalhos que analisem temas tais como as influências as mudanças climáticas no potencial de evaporação da represa, ou alterações na capacidade de abastecimento do manancial, além de análises de possíveis influências de eventos climáticos extremos no comportamento desta represa, o que pode afetar sobremaneira seu funcionamento no abastecimento da cidade.

Referências Bibliográficas.

AB'SÁBER, A.N.; Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. **Geomorfologia**. São Paulo. 1970.

BAXTER, R.M. Environmental Effects of Dams and Impoundments. **Annual Review of Ecology Systems**, v.8, 1977, p.83-255.

BIGELOW, F.H. Studies on the phenomena of the evaporation of water over lakes and reservoirs. **Monthly Weather Review**, p.311–316, 1907.

BLAIN, G.C. Considerações estatísticas relativas a oito séries de precipitação pluvial da Secretaria de Agricultura e abastecimento do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.24, n.1, 12-23, 2009.

BRITTO, M.C.; FERREIRA, C.C.M.; Análise espacial da diversidade de ecossistemas e paisagens da Bacia do Rio Paraíba – MG utilizando técnicas do sistema de informação geográficas e sensoriamento remoto, In: XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, **Anais....** 2005.

CZARNOBAL, A.F.; PRUDENCIO, R.S.; RODRIGUES, M.L.G. A circulação atmosférica local na região da Usina Hidrelétrica de Itá. In: XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia. **Anais...** Florianópolis, 2006

DANTAS, S.P; SALES, M.C.L. A Influência do Açude Castanhão no Clima local de Jaguaratama- Ceará- Brasil: Uma análise no campo térmico e higrométrico. **Revista Equador**, v.4, n.2, Piauí, 2015, p.2-17.

DEGOLA, T.S.D.; **Impactos e Variabilidade do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul sobre o Brasil no clima presente e em cenários futuros**. Tese de Mestrado, São Paulo, 2013, 112p.

FISCH, G.F.; JANUÁRIO, M.; SENNA, R.C. Impacto ecológico em Tucuruí (PA): Climatologia. **Acta Amazonica**, 20 (Único), 1990. p.49 - 60.

FOLHES, M.T.; FISCH, G. Caracterização climática e estudo de tendência nas séries temporais de temperatura do ar e precipitação em Taubaté (SP). **Ambi-Agua**, Taubaté, v.1, n.1, p.61-71, 2006.

GRIMM, A.M., BARROS, V.R.; DOYLE, M.E. Climate Variability in Southern South America Associated with El Niño and La Niña Events. **Journal of Climate**. 1, 2000, p.35-58.

GRIMM, A.M. Verificação de Variações Climáticas na área do Lago de Itaipu – In: XII Congresso Brasileiro de Meteorologia. **Anais....** Rio de Janeiro. 1988.

HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica** 4(1): 9p, 2001.

HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES, A. C.; CAMPOS NETO, M. C.; SILVA, L. C.; TROUW, R. A. J; JANASI, V. A. Província Mantiqueira. In: MANTESSO NETO, V. et al. (Org.) **Geologia do continente Sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, 2004. 647p.

HENRY, A.J. Would a large reservoir increase rainfall? **Monthly Weather Review**. 48, 1920,

p.311-312.

MACHADO, P.J.O. **Diagnóstico ambiental e ordenamento territorial – Instrumentos para gestão da Bacia de Contribuição da Represa de Chapéu D’Uvas/MG**. Tese de Doutorado, Niterói, 2012, 244p.

MARQUES NETO, R; SILVA, F. P; FERNANDES, R. A; BARRETO, J. C; EDUARDO, C. C. A Espacialidade do relevo em paisagens transformadas e sua apresentação: Mapeamento Geomorfológico da bacia do rio Paraibuna, Sudeste de Minas Gerais. **RA’E GA**, v.41, Curitiba, 2017, p. 65-81.

OMM- Organizacion Meteorológica Mundial. **Guía de Prácticas Hidrológicas. Adquisición y proceso de datos, análisis, predicción y otras aplicaciones**, 5.ed., n.168, 1994.

OLIVEIRA, D.E; PIMENTEL, F.O; ASSIS, D.C; FERREIRA, C.C.M. Produção do Espaço, padrões de cobertura da terra e alterações climáticas regionais, um estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Paraibuna – MG/RJ. **Revista de Geografia – PPGeo-UFJF**, v.5, edição especial, 2015, 14p.

RODRIGUES, M.L.G.; CANÔNICA, E. Análise preliminar do impacto do reservatório de Itá no clima local. In: XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia. **Anais...** Florianópolis, 2006.

SANCHES, F.O; BIAVATTI, A; OLIVEIRA E SOUZA, D; SILVA, R. V; FERREIRA, R.V. Chuvas em Marcelino Ramos (RS): influência do lago de Itá ou do ENOS? **Revista de Ciências Humanas**, v.15, n.2, Viçosa, 2015, p.338-348.

SANCHES, F.O; FERRAZO, S.T; SILVA, R.V; CHECHI, L; FERREIRA, R.V. Influence of the Hydroelectric power plant of Passo Fundo Lake (RS, Brazil) on local rainfall pattern. **Revista Brasileira de Climatologia** Ano 13, v.20, 2017, p. 299-312.

SANCHES, F.; FISCH, G. As possíveis alterações microclimáticas devido a formação do lago artificial da hidrelétrica de Tucuruí-PA. **Acta Amazonica**, v.35, n.1, 2005, p.41-50.

SILVA FILHO, V.; RABELO, J.K.L. Detecção de possíveis diferenças ocorridas no comportamento da atmosfera local, como consequência da introdução do lago Castanhão no estado do Ceará. In: XVII Congresso Brasileiro de Meteorologia, **Anais...** Gramado-RS, 2012.

SOUZA, M.B.; GALVANI, E. (2010). Formação de reservatórios e influências no microclima: estudo da cidade de Presidente Epitácio, Estado de São Paulo, Brasil. In: VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física e II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física. **Anais...** Universidade de Coimbra, Portugal, 2010.

SPIEGEL, M.R. **Estatística**. 3.ed. São Paulo: Pearson Makron Books/McGraw-Hill do Brasil, 1993

TROUW, R.A.J.; HEILBRON, M.; RIBEIRO, A.; PACIULLO, F.; VALERIANO, C.M.; ALMEIDA, J.C.H.; TUPINAMBÁ, M.; ANDREIS, R.R. The central segment of the Ribeira belt. In: CORDANI, U.G.; MILANI, E.J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D.A. (Eds.) **Tectonic evolution of South America**. Rio de Janeiro: Instituto Geológico, 2000.

Referências Eletrônicas:

Agência Nacional de Águas – ANA - <https://www.gov.br/ana/pt-br>

Companhia de Saneamento Municipal – Cesama - <http://www.cesama.com.br/>

National Weather Service – Climate Prediction Center -
https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php

Repositório eletrônico de dados da Agência Nacional de Águas – HIDROWEB -
<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>

Anexo A – Artigo publicado na Revista Brasileira de Climatologia

Revista Brasileira de Climatologia

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

CHAPÉU D'UVAS: UM ESTUDO SOBRE AS CHUVAS LOCAIS EM RESERVATÓRIOS EM MINAS GERAIS

FRAUCHES, Matheus da Silva – matheus.frauches@hotmail.com
Universidade Federal de Juiz de Fora / UFJF

OLIVEIRA, Thiago Alves – thiagooliveirageo2014@yahoo.com.br
Universidade Federal de Juiz de Fora / UFJF

SANCHES, Fabio de Oliveira – fsanches73@gmail.com
Universidade Federal de Juiz de Fora / UFJF

FERREIRA, Cássia de Castro Martins – cassia.castro@ufjf.edu.br
Universidade Federal de Juiz de Fora / UFJF

Submetido em: 01/06/2020

Aceito para publicação em: 25/07/2020

Publicado em: 31/07/2020

DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v27i0.74272>

RESUMO: Estudos sobre as alterações microclimáticas em virtude da formação de reservatório hidrelétrico foram desenvolvidos desde o início do século XX. No Brasil, estudos foram desenvolvidos sobre os impactos da formação dos reservatórios de hidrelétricas (UHE) na climatologia local. O objetivo do trabalho foi analisar se o reservatório Chapéu d'Uvas, localizado no município de Ewbank da Câmara - Zona da Mata Mineira, alterou a dinâmica da chuva no local. Foram utilizados dados pluviométricos diários obtidos da Agência Nacional de Águas, organizados em dois períodos distintos: pré-enchimento (1971-1994) e pós-enchimento (1995-2018). Os dados foram organizados em dias chuvosos (≥ 1 mm) e chuvas mensais. Gráficos box plot, teste *t* de Student e teste de Mann-Kendall foram aplicados aos conjuntos de dados para se verificar a existência de mudanças significativas. Constatou-se uma redução na quantidade de dias com chuva nos meses de março, abril, maio, junho e agosto após a formação do reservatório. O teste *t* de Student revelou que as reduções observadas não foram consideradas significativas. O teste de Mann-Kendall também considerou não significativas as tendências de redução observadas. As tendências de reduções nos dias de chuva e nos volumes mensais em setembro e outubro podem indicar possível prolongamento da estação seca. Sendo assim, aponta-se que a formação do reservatório Chapéu d'Uvas não alterou na dinâmica das chuvas locais.

PALAVRAS-CHAVE: Microclima de reservatórios; Testes estatísticos; Zona da Mata Mineira

CHAPÉU D'UVAS: A STUDY OF LOCAL RAIN IN RESERVOIRS IN MINAS GERAIS

ABSTRACT: Studies of microclimate changes due to the formation of hydroelectric reservoirs have been developed since the beginning of the 20th century. In Brazil, research was done the impacts of the formation of Hydropower Plant (HPP) reservoir on local climatology. The aim of the research was to analyze if the Chapéu d'Uvas reservoir, located in the municipality of Ewbank da Câmara - Zona da Mata Mineira, changed the dynamics of the rain in the place. Daily rainfall data obtained from the National Water Agency (Agência Nacional de Águas in Portuguese) were used, organized into two distinct periods: pre-filling (1971-1994) and post-filling (1995-2018). The data were organized in rainy days (≥ 1 mm) and monthly rainfall. Box plot graphs, Student's t-test and Mann-Kendall test were applied to the data sets to check for significant changes. There was a reduction in the number of rainy days in the months of March, April, May, June and August after the formation of the reservoir. Student's t-test stated that the observed reductions were not considered significant. The Mann-Kendall test also stated that the observed reduction trends were not significant. Trends in reductions in rainy days and monthly volumes in September and October may indicate possible prolongation of the dry season. Thus, it can be said that the formation of the Chapéu d'Uvas reservoir did not change the dynamics of local rains.

KEYWORDS: Reservoir microclimate; Statistical tests; Zona da Mata Mineira

CHAPÉU D'UVAS: UN ESTUDIO SOBRE LA LLUVIA LOCAL EN EMBALSES EN MINAS GERAIS

RESUMEN: Los estudios sobre cambios en el microclima debido a la formación de depósitos hidroeléctricos se han desarrollado desde principios del siglo XX. En Brasil, se investigaron los impactos de la formación del embalse de la Central Hidroeléctrica (UHE en portugués) en la climatología local. El objetivo del trabajo fue analizar si el embalse Chapéu d'Uvas, ubicado en el municipio de Ewbank da Câmara - Zona da Mata Mineira, cambió la dinámica de la lluvia en el lugar. Se utilizaron los datos de precipitación diaria obtenidos de la Agencia Nacional del Agua (Agência Nacional de Águas en

Ano 16 – Vol. 27 – JUL/DEZ 2020

289

DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v27i0.74272>