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 hidrelétricos 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 (≥ 1mm) 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 (≥ 1mm) 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

portugués), organizados en dos períodos distintos: prellenado (1971-1994) y posllenado (1995-2018). Los datos se organizaron en días lluviosos (≥ 1 mm) y precipitaciones mensuales. Se aplicaron gráficos de diagrama de caja, prueba t de Student y prueba de Mann-Kendall a los conjuntos de datos para verificar la existencia de cambios significativos. Hubo una reducción en el número de días lluviosos en los meses de marzo, abril, mayo, junio y agosto después de la formación del embalse. La prueba t de Student reveló que las reducciones observadas no se consideraron significativas. La prueba de Mann-Kendall también consideró que las tendencias de reducción observadas no eran significativas. Las tendencias en las reducciones en los días lluviosos y los volúmenes mensuales en septiembre y octubre pueden indicar una posible prolongación de la estación seca. Por lo tanto, se señala que la formación del embalse Chapéu d'Uvas no cambió la dinámica de las lluvias locales.

PALABRAS CLAVE: Microclima en embalses; Pruebas estadísticas; Zona da Mata Mineira

1. INTRODUÇÃO

Preocupações sobre a influência de reservatórios e lagos artificiais no clima local remontam trabalhos desenvolvidos ao longo do século XX (BIGELOW, 1908; PALMER, 1910; HENRY, 1920; GOODLAND, 1977; BAXTER; GLAUDE, 1980; FERNANDEZ et al., 1986; SADEK et al., 1997).

No Brasil, a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1986) determina que para a construção de empreendimentos hidrelétricos com capacidade superior a 10 MW é necessário o desenvolvimento de Estudos de Impactos Ambientais e seu respectivo Relatório de Impactos sobre o Meio Ambiente (EIA/RIMA). Dentre o rol de parâmetros referente a esta resolução, figura a avaliação da capacidade do reservatório formado modificar as variáveis atmosféricas locais.

Nessa perspectiva, em virtude das exigências legais e do fato do país possuir um dos maiores potenciais hidráulicos do mundo, diversos trabalhos buscaram avaliar as possíveis influências desses reservatórios na climatologia local.

Grimm (1988) verificou a influência do reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) de Itaipu (PR) na climatologia local e regional detectando mudanças na direção dos ventos, aumento da nebulosidade e elevação das temperaturas mínimas após a formação do reservatório. No trabalho de Campos (1990), o autor avaliou os efeitos do lago da UHE de Sobradinho (BA) na climatologia de seu entorno resultando em mudanças na direção e na velocidade dos ventos e, aumento das chuvas nas cidades do entorno do reservatório.

No mundo amazônico, a dinâmica da evapotranspiração e das chuvas no entorno da do reservatório da UHE de Tucuruí (PA) foi o objeto de estudo nos trabalhos de Fisch, Januário e Senna (1990), Guidon (1991) e Sanches e Fisch (2005), os quais observaram elevação dos volumes evapotranspirados, aumentos das chuvas fracas nos meses de agosto e das chuvas com maior intensidade nos meses de setembro após a formação o reservatório. Já Gunkel et al (2003) avaliou a influência do lago da UHE Curuá-Una (PA) na dinâmica climática além de outros parâmetros ambientais locais.

Rodrigues e Canônica (2006), Czarnobai et al (2006) e Sanches et al (2015) desenvolveram estudos sobre a influência do lago da UHE de Itá (RS/SC) nas temperaturas (máxima e mínima), na direção e velocidade dos ventos e nas precipitações no seu entorno. Foram observados elevação das temperaturas mínimas e médias, mudanças na direção e velocidade dos ventos, sem, no entanto, modificar as chuvas locais.

Souza e Galvani (2010) avaliaram a influência do lago da UHE Porto Primavera (SP/MS), o qual promoveu aumento da umidade relativa no seu entorno, principalmente na cidade de Presidente Epitácio.

Silva Filho e Rabelo (2012) e Dantas e Sales (2010) desenvolveram estudos sobre mudanças no regime das chuvas, na direção e velocidade dos ventos e na umidade relativa no entorno do Açude (lago) Castanhão (CE), constatando mudanças significativas no aumento das chuvas e mudanças na velocidade e direção dos ventos em função da formação do reservatório.

Por fim, o trabalho de Sanches et al (2017) procurou avaliar a dinâmica das chuvas junto a UHE de Passo Fundo (RS) a partir da formação de seu lago. Mudanças significativas

foram observadas apenas na redução da quantidade de dias secos após a formação do reservatório.

Sendo assim, este trabalho pretende avaliar, inicialmente, se a formação do reservatório Chapéu d'Uvas alterou a dinâmica das chuvas locais.

2. METODOLOGIA

2.1 LOCALIZAÇÃO

Implantado em dezembro de 1995, o reservatório Chapéu d'Uvas possui uma superfície de 12km² ao longo de 23 km de extensão. O reservatório (Figura 1) localiza-se no rio Paraibuna, na bacia do rio Paraíba do Sul, nos municípios de Ewbank da Câmara (barramento) e Santos Dumont, em Minas Gerais (ALCÂNTARA JUNIOR, et al., 2009).

Inaugurada 1995, foi concebida para auxiliar na contensão das águas pluviais, e assim evitar os recorrentes episódios de transbordamento de canal, inundações e enchentes promovidas pelo rio Paraibuna nas áreas urbanas de Juiz de Fora (OLIVEIRA & LACERDA, 2004). Entretanto, recentemente, uma nova função foi atribuída ao reservatório: o de manancial ao abastecimento público (CESAMA, 2020).

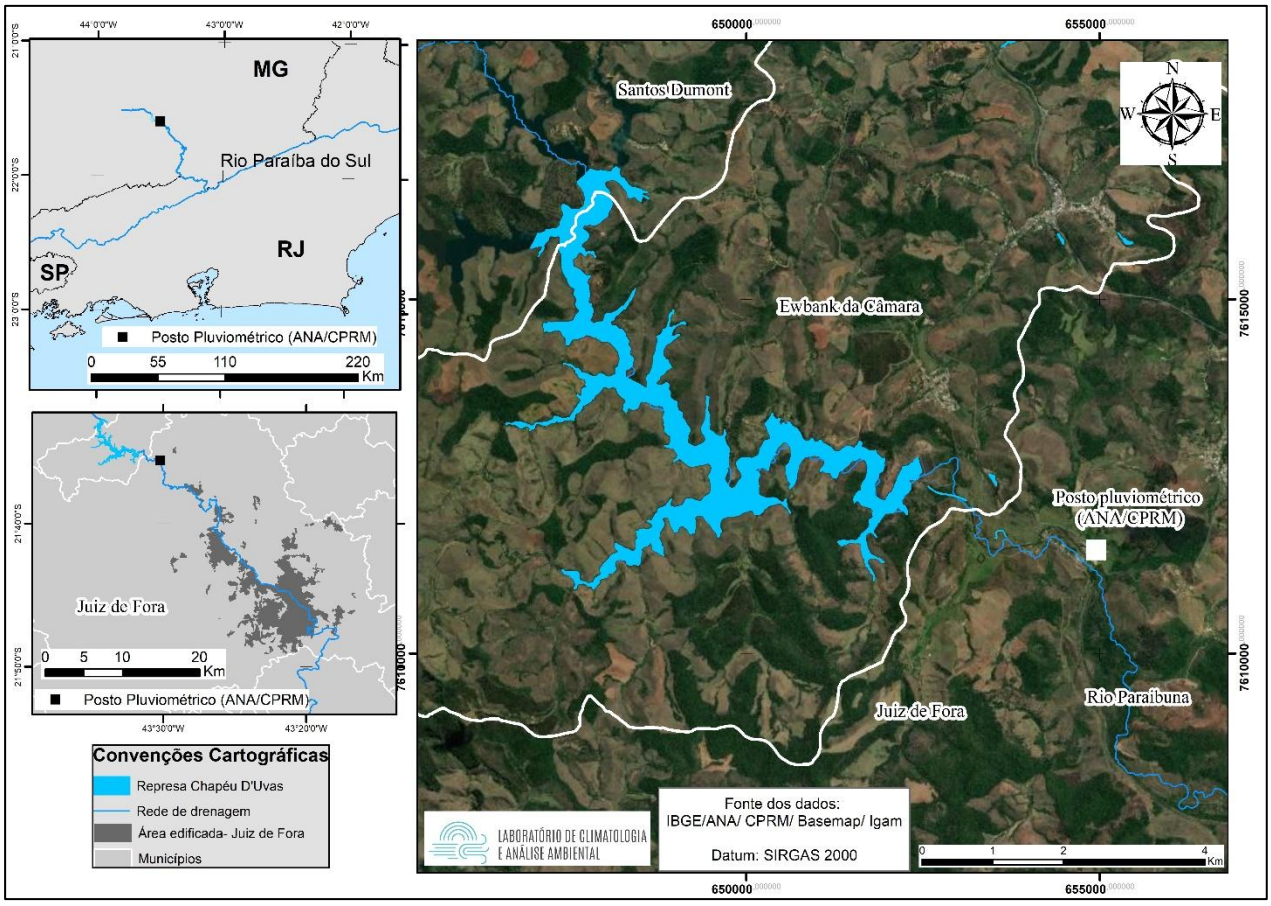


Figura 1 - Localização do reservatório Chapéu d'Uvas.

De acordo com Ferreira (2012) e Oliveira et al (2020), o regime pluviométrico na região onde se insere o reservatório (Zona da Mata Mineira) apresenta duas estações distintas: uma chuvosa (out/mar) e outra seca (abri/set), com volumes anuais em torno de 1494,87 mm, típicas de uma condição de tropicalidade.

Dada a sua localização geográfica, a região recebe a ação de diversos sistemas atmosféricos (Massa Tropical Atlântica, Massa Polar Atlântica, Sistemas Frontais, ZCAS, ZCOU, JBN etc.), bem como de modos de variabilidade climática – ENOS, TSA[1] e ODP, por exemplo -

[1] Tropical Southern Atlantic

(CAVALCANTI et al., 2009), cada qual com suas características, duração e abrangência, sendo responsáveis por condicionar as chuvas, bem como, a climatologia local.

2.2. DADOS E TÉCNICAS UTILIZADAS

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizados dados pluviométricos diários da estação meteorológica Chapéu d'Uvas (nº 2143020), da Agência Nacional de Águas (ANA), localizada a 2600m a sudeste da barragem (Figura 1). De acordo com OMM (1994), a área de confiança direta de uma estação meteorológica consiste em um raio de 13,5 km.

A partir da metodologia e das técnicas utilizadas nos trabalhos de Grimm (1988) e Sanches e Fisch (2005) foram identificados dois períodos para análise: período de pré-enchimento (1971-1994) e o período de pós-enchimento (1995-2018).

Foi considerado "dia com chuva" aquele em que a precipitação diária foi igual ou superior a 1 mm (VAREJÃO-SILVA, 2001). A partir desse parâmetro verificou-se a quantidade de dias com chuva em cada mês, em ambos os períodos.

Inicialmente buscou-se comparar a distribuição da quantidade mensal de dias com chuva em ambos os períodos (pré e pós-enchimento) utilizando gráficos *Box Plot*. O mesmo procedimento foi aplicado aos totais pluviométricos mensais para ambos os períodos.

Assim como recomendam Grimm (1988) e Sanches e Fisch (2005), os dados diários de chuva e os totais pluviométricos mensais foram submetidos ao teste *t* de *Student* para verificar se houve (ou não) homogeneidade estatística entre os períodos de pré e pós-enchimento.

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 do reservatório, 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 ($-2{,}06 \leq z \leq 2{,}06$).

Por fim, a tendência geral dos dias com chuva ao longo da série, bem como a tendência dos totais pluviométricos mensais foram avaliadas a partir da aplicação do Teste de Mann-Kendall (MK).

O MK consiste em um teste não-paramétrico, recomendado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) para avaliação de tendências em longas séries temporais como nos trabalhos de Marengo e Alves (2005), Folhes e Fisch (2006), Blain (2009), Sanches et al (2014) entre outros.

O teste (MK) adota a hipótese 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:

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

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

$$S = \sum_{j=i+1}^{n} sinal\ (Rj - Ri) \quad (6)$$

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:

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

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

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

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 a favor da hipótese alternativa. O sinal da estatística de MK indica se a tendência é crescente (MK>0) ou decrescente (MK<0).

Considerando o nível de significância de 95% (*p-value*=0,05), a hipótese H_0 deverá ser rejeitada sempre que o valor de MK for inferior a -1,96 e superior a +1,96 (-1,96 ≤ z ≤ 1,96).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ANÁLISE DOS DIAS COM CHUVA

A análise dos gráficos *box plot* permitiu comparar a distribuição dos dias de chuva para cada mês, em ambos os períodos (Tabela 1).

A análise dos gráficos da tabela 1 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 meses de agosto também se destacaram por apresentarem mudanças na distribuição dos dias de chuva após a formação do reservatório. 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.

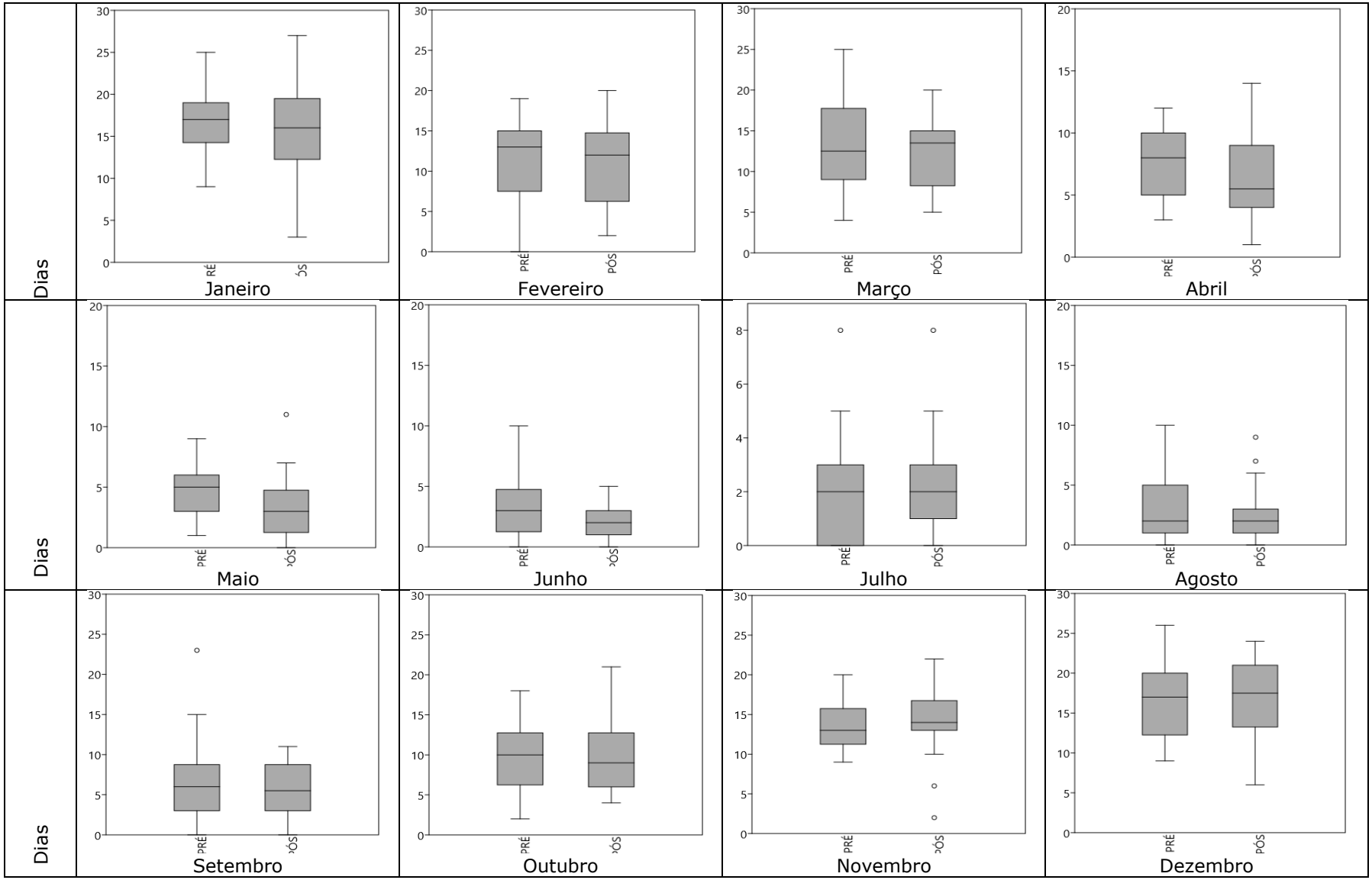
Nos meses de março também são observadas pequenas modificações na distribuição dos dias de chuva após a formação do reservatório. Verifica-se uma redução do espectro da distribuição desses dias após a formação do reservatório, concentrando tais eventos no terceiro quartil.

Essas reduções observadas sugerem que o reservatório 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.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

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



Organização: autores.

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

A Tabela 2 mostra o resultado da aplicação do Teste *t* de *Student* (escore z) aos conjuntos de dados, em um nível de confiança de 95%.

Tabela 2 – 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 z	0,77	0,50	0,29	1,78	1,28	1,45	-0,08	0,6	0,86	0	-0,38	-0,18

Os resultados da aplicação do teste *t* de *Student* para os dias com chuva (Tabela 2) 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 do reservatório 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 de grande dimensão como o da UHE de Itaipu (GRIMM, 1988). 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.

3.2 ANÁLISE DOS MENSAIS DE CHUVA

Os gráficos *box plot* (Tabela 3) 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 do reservatório. 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.

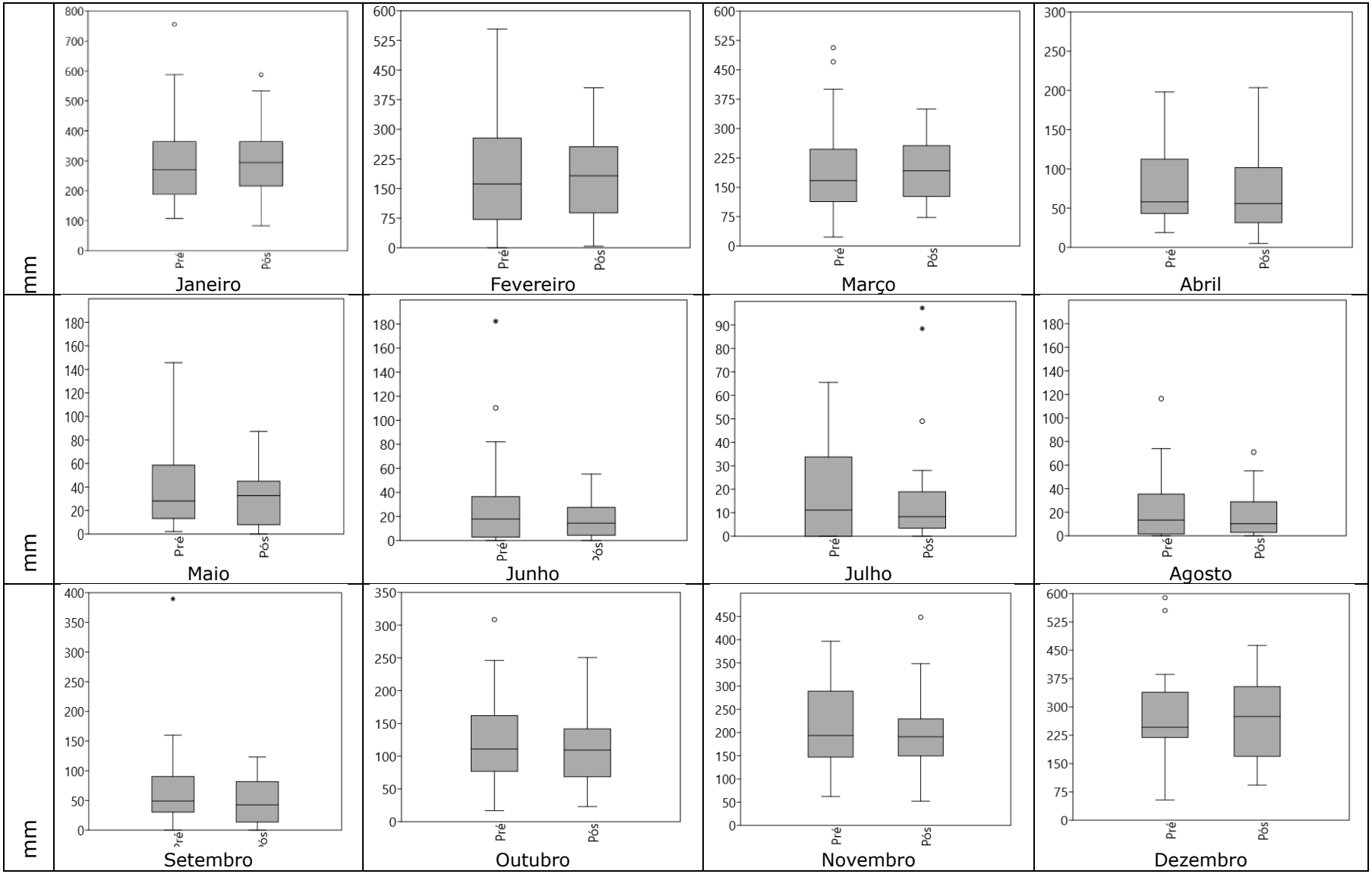
Verifica-se, também, uma diminuição nos valores mais intensos das chuvas mensais, como observado nos meses de janeiro, fevereiro, março, maio, junho, agosto, setembro e outubro.

Nos meses de julho, embora se haja uma redução dos valores e uma concentração destes próximos ao conjunto central, destaca-se a ocorrência de valores pluviométricos 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 nos períodos.

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

Tabela 3 – *Box Plot* dos totais pluviométricos mensais para os períodos de pré e pós-enchimento.



Organização: autores.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

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 4), igualmente, não indicou qualquer alteração significativa, sugerindo que ambos os conjuntos de dados (pré e pós-enchimento) são, estatisticamente, homogêneos.

Tabela 4 – 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

Dessa forma, é possível inferir a ideia de que o reservatório 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).

3.3 ANÁLISE DAS TENDÊNCIAS

A análise as tendências mensais dos dias com chuva demonstrou que quase todos os meses apresentaram tendência negativa, sendo que apenas o mês de março apresentou tendência positiva, porém, estável (quase neutra). No entanto, atenção especial deve ser dada as tendências dos dias com chuva nos meses de setembro (Figura 2a) e outubro (Figura 2b).

A diminuição na quantidade de dias com chuva pode influenciar diretamente nos volumes estocásticos mensais, uma vez que não haja intensificação dos volumes diários de chuvas.

Da mesma forma como observado para os dias com chuva, os valores pluviométricos mensais apresentaram tendência negativa para todos os meses.

Novamente, destacam-se as tendências dos meses de setembro e outubro (Figura 2c; 2d), os quais, quando associados as reduções na quantidade de dias com chuva, podem indicar uma condição favorável ao prolongamento da estação seca, visto que esses meses configuram-se como período de transição entre as estações (seca/chuvosa).

Dessa forma, dada a tropicalidade das chuvas na região, a redução na quantidade de dias com chuva, bem como a redução nos volumes pluviométricos mensais desses meses, muito embora não tenham sido considerados significativos pelos resultados dos testes aplicados, merecem especial atenção, sobretudo, pela recente função atribuída ao reservatório: manancial de abastecimento público (CESAMA, 2020).

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

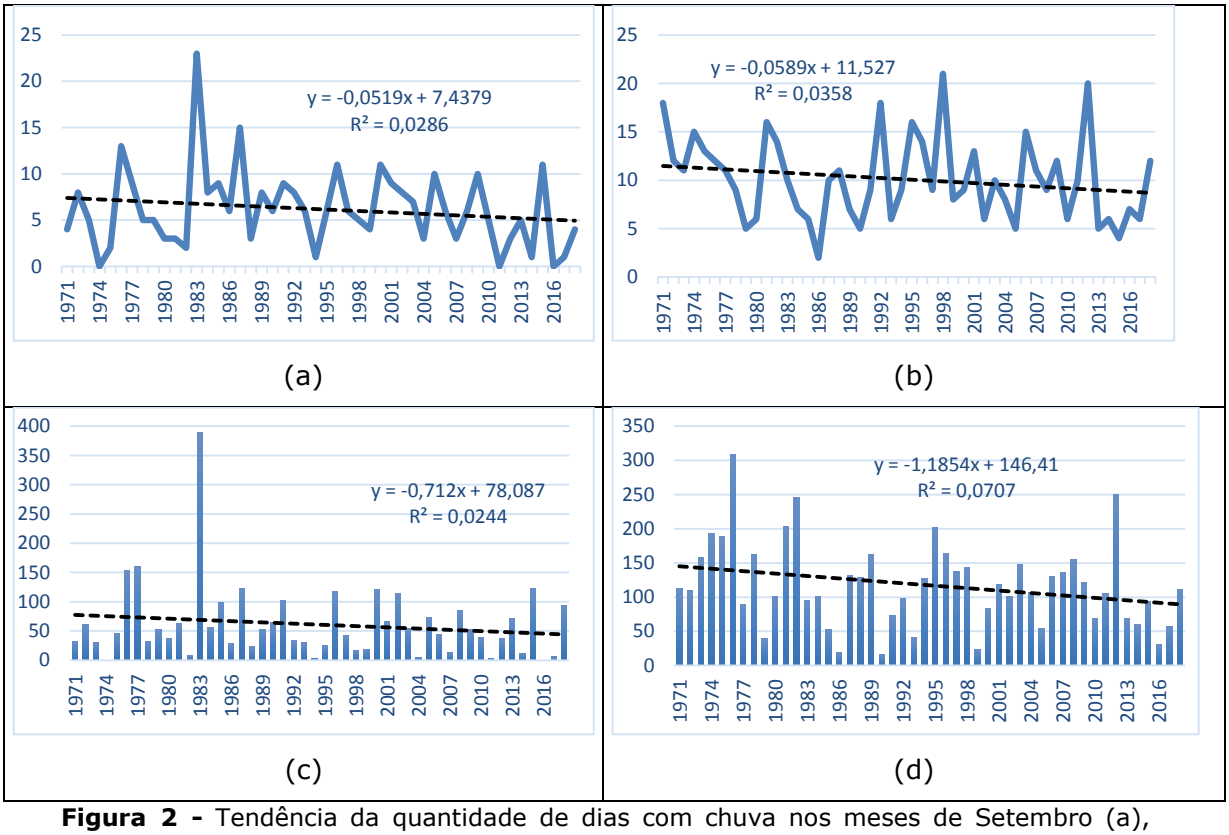


Figura 2 - Tendência da quantidade de dias com chuva nos meses de Setembro (a), Outubro (b) e dos totais mensais de precipitação (mm) para Setembro (c) e Outubro (d).

De acordo com os resultados da estatística MK (Tabela 5), nenhuma das tendências observadas não podem ser consideradas como significativas para mudança de comportamento/padrão, uma vez que seus escores (z) ficaram dentro de seus respectivos intervalos de confiança, considerado seus p-value:0,05.

Dessa forma, não há resultado a ser considerado como significativo para alteração/mudança nos conjuntos de dados.

Tabela 5 – Escore (z) do Teste de Mann-Kendall para os dias com chuva e para os totais mensais de chuva.

	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
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

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista as preocupações ambientais decorrentes da formação de reservatórios hidrelétricos, a avaliação de seus impactos na dinâmica climática local/regional assume sua importância como subsídio aos órgãos gestores dadas as suas finalidades (abastecimento, geração de energia, controle de vazões fluviais etc.).

Do ponto de vista da possível influência do reservatório Chapéu d'Uvas no regime de chuvas local, tanto a quantidade de dias com chuva, quanto dos totais pluviométricos mensais não sofreram alteração após a formação do reservatório.

No entanto, a tendência de redução (tanto da quantidade de dias de chuva, como nos volumes mensais) observada para os meses de setembro e outubro, chamam a atenção para uma possível ampliação da estação seca.

Estudos futuros devem contemplar tal questão uma vez que as águas deste reservatório servem, atualmente, como manancial para o abastecimento público ao município de Juiz de Fora e entorno.

Cabe, porém, uma ressalva quanto a (não) participação dos tradicionais modos de variabilidade (ENOS e ODP) na dinâmica das chuvas locais/regionais.

Dessa forma, acredita-se que outros modos de variabilidade, associados à participação dos sistemas atmosféricos atuantes sobre a região, tenham exercido (ou exerçam) influência na dinâmica das chuvas local/regional, os quais serão estudados futuramente.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA JUNIOR, L.C.; OLIVEIRA FILHO, G.R.; PEREIRA, L.F. Estudo dos impactos sócio-ambientais da represa de Chapéu d'Uvas e análise de sua importância para o município de Juiz de Fora. In: XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, *Anais...* Viçosa-MG, 2009.

BAXTER, R.M.; GLAUDE, P. *Environmental effects of dams and impoundments in Canada:* experience and prospects. Ottawa: Department of Fisheries and Oceans, 34 p. 1980.

BIGELOW, F.H. Studies on the phenomena of the evaporation of water over lakes and reservoirs. *Monthly Weather Review*, 35: p.437–445, 1908.

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.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n.001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 17 fev. 1986.

CAMPOS, F.S. *Estudo de variabilidade de precipitação*. Monografia de graduação, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, SP. 1990.

CAVALCANTI, I.F.A.; FERREIRA, N.J.; DA SILVA, M.G.A.J.; SILVA DIAS, M.A.F. *Tempo e Clima no Brasil.* São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

CESAMA – Companhia de Saneamento Municipal. Disponivel em: http://www.cesama.com.br/mananciais/barragem-de-chapeu-d-uvas-2. Acesso: 01 mar 2020.

CZARNOBAI, A.F.; PRUDENCIO, R.S.; RODRIGUES, M.L.G. A circulação atmosférica loca 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 Jaguarema - Ceará – Brasil: Uma análise no campo térmico e higrométrico. *Revista Equador*, v.4, p. 2-17, 2015.

FERNANDEZ, W.; CHACÓN, R. E.; MELGAREJO, E.E.J.W. (1986). Modifications of Air Flow Due to the Formation of a Reservoir. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 25: 982–988, 1986.

FERREIRA, C.C.M. Estudo do comportamento do período chuvoso em Juiz de Fora-MG. *Revista Geonorte*. UFAM, v.1, n.5, 2012, p. 953-963.

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

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, 2006. p.61-71.

GOODLAND, R.J.A. (1977). Environmental optimization in hydrodevelopment of tropical forest regions. In. *MAN-MADE LAKES AND HUMAN HEALTHY*. Proceedings of the symposium on man-made and human healthy, Faculty of Medicien, University of Suriname, Paramaribo: ed. Panday R.S, p. 73. 1977.

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

GUIDON, M.A.A.O. *Estudo das variações climáticas na área do lago de Tucuruí*. Dissertação de Mestrado, FFLCH/USP, São Paulo. 1991.

GUNKEL, G.; LANGE, U.; WALDE, D.; ROSA, J.W.C. The environmental and operational impacts of Curuá-Una, a reservoir in the Amazon region of Pará, Brazil. *Lake & Reservoirs: Research and Management*, v. 8, n. 3-4, p.201-220, 2003.

HENRY, A.J. Would a large reservoir increase rainfall? *Monthly Weather Review*, 48:31–32, 1920.

MARENGO, J.A.; ALVES, L.M. Tendências hidrológicas da bacia do rio Paraíba do Sul. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.20, n.2, p.215-226. 2005.

OLIVEIRA, J.C.; LACERCA, A.K.G. Alterações na composição e distribuição longitudinal da ictiofauna na área de influência do reservatório de Chapéu d'Uvas, bacia do rio Paraíba do Sul (MG), pouco depois da sua implantação. *Revista Brasileira de Zoociências*, v.6, n.1, p.45-60, 2004.

OLIVEIRA, T.A.; TAVARES, C.M.G.; SANCHES, F.; FERREIRA, C.C.M. Variabilidade pluviométrica no município de Juiz de Fora-MG no período de 1910-2018: investigação a partir da técnica do box plot. *Revista Brasileira de Climatologia*, v.26, 2020.

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

PALMER, W.S. The shoshone reservoir. *Monthly Weather Review*, 38: 394–395, 1910.

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.

SADEK, M.F.; SHAHIN, M.M.; STIGTER, C.J. Evaporation from the reservoir of the High Aswan Dam. Egypt: A new comparison of relevant methods with limited data. *Theoretical and Applied Climatology*, 56:57-66, 1997.

SANCHES, F.; FISCH, G. As possíveis alterações microclimáticas devido à formação do lago artificial da hidrelétrica de Tucuruí–PA. *Acta Amazonica*, vol. 35 n.1, 2005.

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

SANCHES, F.O.; VERDUM, R.; FISCH, G. Tendência de longo prazo das chuvas diárias no Sudoeste do Rio Grande do Sul: os eventos extremos e a arenização. *Revista Brasileira de Geografia Física,* v. 7, p. 1100-1109, 2014.

SANCHES, F.O.; FERRAZO, S.T., SILVA, R.V., CHECHI, L., FERREIRA, R.V. Influence o the Hydroeletric Power Plant of Passo Fundo Lake (RS, Brazil) on local rainfall pattern. *Revista Brasileira de Climatologia,* ano 13, v.20, 2017.

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.

VAREJÃO-SILVA, M. A. *Meteorologia e Climatologia*. Brasília: MA-INMET, 2001