



**GUSTAVO FERREIRA JARDIM**

**AVALIAÇÃO DE TENDÊNCIAS DE PRECIPITAÇÃO PLUVIAL,  
TEMPERATURA MÉDIA E UMIDADE RELATIVA NA REGIÃO  
DE LAVRAS - MG, ANTES E APÓS A FORMAÇÃO DO LAGO DO  
FUNIL**

**LAVRAS – MG**

**2022**

**GUSTAVO FERREIRA JARDIM**

**AVALIAÇÃO DE TENDÊNCIAS DE PRECIPITAÇÃO PLUVIAL,  
TEMPERATURA MÉDIA E UMIDADE RELATIVA NA REGIÃO  
DE LAVRAS - MG, ANTES E APÓS A FORMAÇÃO DO LAGO DO  
FUNIL**

Trabalho apresentado como parte das exigências do curso de Engenharia Agrícola para a obtenção do título de Engenheiro Agrícola.

**Orientador:** Prof. Dr. Luiz Gonsaga de Carvalho

**LAVRAS – MG**

**2022**

**GUSTAVO FERREIRA JARDIM**

**AVALIAÇÃO DE TENDÊNCIAS DE PRECIPITAÇÃO PLUVIAL,  
TEMPERATURA MÉDIA E UMIDADE RELATIVA NA REGIÃO  
DE LAVRAS - MG, ANTES E APÓS A FORMAÇÃO DO LAGO DO  
FUNIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte das exigências do curso de Engenharia Agrícola para a obtenção do título de Engenheiro Agrícola.

APROVADA EM: 25 de abril de 2022.

---

**Prof. Dr.** Luiz Gonsaga de Carvalho

---

**Prof. Dr.** Frederico Faúla de Sousa

---

**Prof. Dr.** Rafael de Oliveira Faria

**LAVRAS – MG**

**2022**

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar a Deus.

À minha família por todo amor e apoio essenciais para mim.

À Universidade Federal de Lavras e a todo o Departamento de Engenharia Agrícola.

Ao professor Dr. Luiz Gonsaga de Carvalho, pela competência, profissionalismo e por toda a orientação e conhecimentos transmitidos.

À composição da banca examinadora, professor Dr. Frederico Faúla de Sousa e professor Dr. Rafael de Oliveira Faria pela disponibilidade e atenção.

Aos meus amigos feitos durante a graduação, por todos os momentos de alegria e companheirismo, em especial Hamilton Lima, Fernanda Castro, Artur Sousa, André Gonçalves e Silei Júnior.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Lago do Funil.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 Estação Meteorológica.....</b>	<b>9</b>
<b>2.3 Normais Climatológicas.....</b>	<b>10</b>
<b>2.4 Descrição dos dados.....</b>	<b>10</b>
<b>2.5 Teste estatístico para tendências de séries temporais.....</b>	<b>11</b>
<b>2.6 Análises estatísticas.....</b>	<b>12</b>
<b>2.6.1 Análise do regime de precipitação pluvial.....</b>	<b>12</b>
<b>2.6.2 Análise da temperatura média e umidade relativa do ar.....</b>	<b>13</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>3.1 Normais Climatológicas.....</b>	<b>13</b>
<b>3.2 Análise das precipitações pluviais.....</b>	<b>19</b>
<b>3.3 Análise de temperatura média e umidade relativa.....</b>	<b>23</b>
<b>4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>28</b>

## RESUMO

Nas últimas décadas, o debate acerca das alterações climáticas tem crescido devido à constante preocupação que estas alterações podem causar no meio ambiente e nas atividades humanas. Uma vez que a vida humana está condicionada aos fatores ambientais, é possível que tais variações afetem de maneira significativa a atividade humana no planeta. Objetivou-se com este estudo avaliar as tendências dos padrões de precipitação pluvial e das variáveis de temperatura média e umidade relativa do ar na região de Lavras, Minas Gerais, Brasil, antes e após a formação do Lago do Funil. O estudo utilizou dados diários de precipitação da base de dados BDMEP, disponível no site do Instituto Brasileiro de Meteorologia (INMET). A análise da variação foi realizada por meio do teste de Mann-Kendall para precipitação pluvial média mensal, estação chuvosa e seca do ano e temperatura e umidade relativa média mensal para o período anterior à formação do lago (AFL) e para o período posterior à formação do lago (PFL). Na análise do padrão de precipitação pluvial verificou-se, para o período AFL, que abril e agosto tiveram tendências significativas. Para o AFL, os meses de fevereiro, junho, julho e dezembro atingiram tendências significativas. O período PFL, na estação chuvosa, teve uma tendência negativa significativa, e o período AFL na estação seca também teve uma tendência negativa significativa. Para a análise de tendências na temperatura média e umidade relativa observou-se alguns casos de tendências significativas. No período AFL, verificou-se tendências significativas para temperatura nos meses de fevereiro, junho, julho, agosto e dezembro. E para umidade relativa foram encontrados resultados significativos para os meses de janeiro, abril, maio, junho, julho e agosto. No período PFL, observaram-se tendências significativas para temperatura nos meses de janeiro, março, abril, maio e junho. E para umidade relativa foram observados resultados significativos para os meses de janeiro, julho, setembro e dezembro. Apesar de terem sido observados alguns resultados significativos de tendência para a análise de temperatura e umidade relativa, não podemos afirmar que o Lago do Funil interferiu nestas variáveis uma vez que já havia resultados significativos de tendência para estas variáveis no período anterior à formação do Lago do Funil por provavelmente outros fatores não avaliados neste trabalho.

**Palavras-chave:** teste Mann-Kendall; precipitação pluvial; temperatura; umidade relativa.

## 1. Introdução

Nas últimas décadas, o debate acerca das alterações climáticas tem crescido devido à constante preocupação que estas alterações podem causar no meio ambiente e nas atividades humanas (Souza & Azevedo, 2009). O debate a respeito das causas destas alterações climáticas é extenso e incerto, no entanto, sabe-se que existem variações climáticas ocorrendo e, ainda, que há uma tendência de elevação da temperatura global (Silva et al., 2017). Uma vez que a vida humana está condicionada aos fatores ambientais, é possível que tais variações afetem de maneira significativa a atividade humana no planeta.

Os recursos hídricos estão intrinsecamente relacionados com a vida humana, a água tem uma ampla gama de usos na civilização, como: abastecimento doméstico, irrigação, lazer, indústria, geração de energia e assim por diante. É impossível imaginar a vida humana sem água (Marengo, 2008). No entanto, os recursos hídricos estão intimamente ligados às mudanças climáticas e se tornaram objeto de muitos estudos ao longo últimas décadas devido à crescente preocupação com seu uso e conservação (Gocik & Trajkovic, 2013; Neves et al., 2018; Schmidt et al., 2018; Schuster, 2019).

No contexto de possíveis mudanças climáticas, a avaliação de tendências em séries de dados climatológicos é comum. Onde tendências são definidas como um processo sistemático e contínuo de alteração em qualquer parâmetro de uma determinada amostra, no caso de tendências climáticas, tem como objetivo estudar o comportamento de parâmetros climáticos juntamente com uma série temporal (Yevjevich, 1972). Estes estudos são essenciais para, além disso, descobrir possíveis flutuações que podem ocorrer ao longo do tempo. Paulino et al. (2019) mostrou, para o Estado brasileiro do Ceará, que há tendências positivas na temperatura máxima para cinco estações meteorológicas analisadas. Além disso, verificam-se tendências crescentes para a evapotranspiração, o que também aumenta a necessidade para irrigação nas próximas décadas. Souza et al. (2018) demonstrou uma redução na precipitação pluvial acumulada para a região de Alfenas, município de Minas Gerais no Brasil, para a série histórica de 1984 a 2016. Salviano et al. (2016) também observou tendências significativas para o regime de chuvas em todas as regiões políticas do Brasil. Back (2001) verificou tendências de crescimento para a precipitação média.

Minuzzi et al. (2010), usando o teste de Mann-Kendall, encontrou tendências positivas significativas para a temperatura máxima no estado de Minas Gerais de 1961 a 2004.

Estudos recentes realizados na cidade de Goiânia, GO, apontam para uma tendência de elevação das temperaturas máxima e média na região. Também foi observado que há é um declínio nos valores de umidade relativa do ar para a mesma região. Os resultados apresentaram um problema de impacto socioambiental uma vez que podem resultar em problemas de saúde como problemas respiratórios e doenças transmitidas pelo ar (Luiz et al., 2012). Estas mudanças climáticas podem resultar em impactos nos segmentos socioeconômicos da agricultura e pecuária no Brasil (Pinto et al., 2009).

Neste sentido, é de extrema importância o estudo das variações climáticas uma vez que a variabilidade pode causar mudanças severas no comportamento humano e no meio ambiente. Comparando a precipitação mensal em Marcelino Ramos (RS, Brasil) antes e depois do enchimento do lago da hidrelétrica no Itá, Sanches et al. (2015) descobriu que não havia mudanças significativas no regime de chuvas da região. Resultados semelhantes foram encontrados por Sanches et al. (2017) que descobriu que a formação do lago da hidrelétrica de Passo Fundo (RS) não provocou mudanças na precipitação mensal local. Silva Filho & Rabelo (2012) constataram que houve um aumento na precipitação na região de Jaguarema (CE) devido à formação do lago Castanhão.

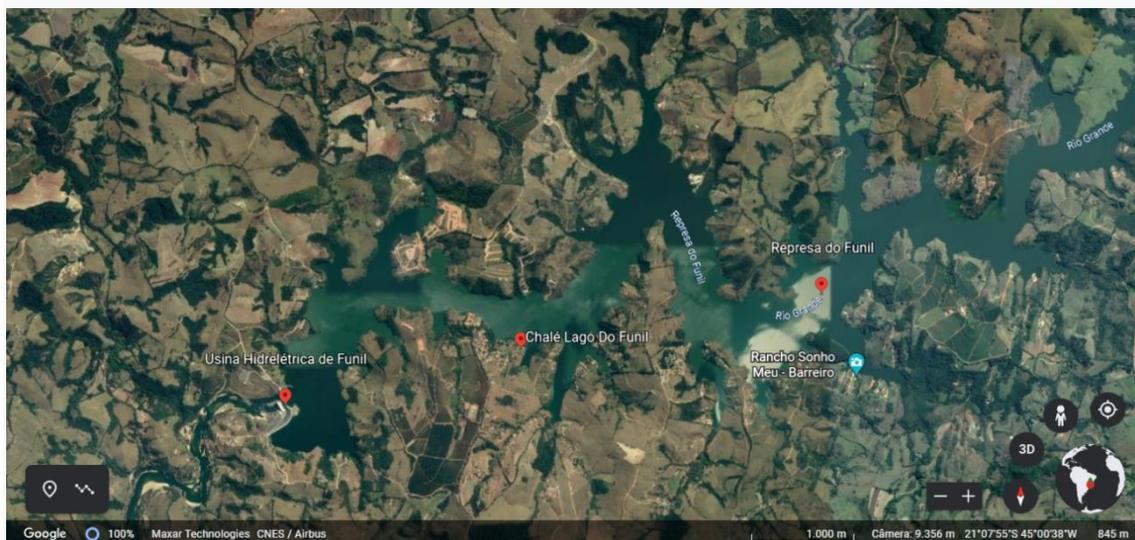
Com relação às variáveis de temperatura média e umidade relativa, ainda no reservatório do Castanhão, Dantas & Sales (2015) constataram que o reservatório influenciou a temperatura do ar local e a umidade relativa do ar. Souza (2010), em Presidente Epitácio (SP), constatou que o lago artificial da Usina hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta não provocou mudanças na temperatura local e umidade relativa do ar, no entanto, o lago contribuiu para um melhor desempenho do balanço térmico e higrométrico. Assim, objetivou-se com este trabalho verificar a possível influência na precipitação pluvial, na temperatura média e na umidade relativa devido à formação do Lago do Funil que abastecem a usina hidrelétrica na região de Lavras, Minas Gerais, Brasil.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1 Lago do Funil

O Lago do Funil foi criado por represamento da água do Rio Grande para a geração de energia pela Usina Hidrelétrica Engenheiro José Mendes Júnior, também conhecida como Usina Hidrelétrica do Funil. Seu processo de formação teve uma duração de 23 meses e foi concluído em novembro de 2002. O lago cobre uma área de 40 quilômetros quadrados com capacidade máxima de 258 milhões de metros cúbicos de água. Localiza-se na região da cidade de Lavras, próxima às cidades de Perdões, Ijaci, Bom Sucesso, Itumirim e Ibituruna, no sul do estado de Minas Gerais, Brasil (Figura 1) (CVRD/CEMIG, 2001).

**Figura 1.** Vista parcial por satélite do Lago do Funil.



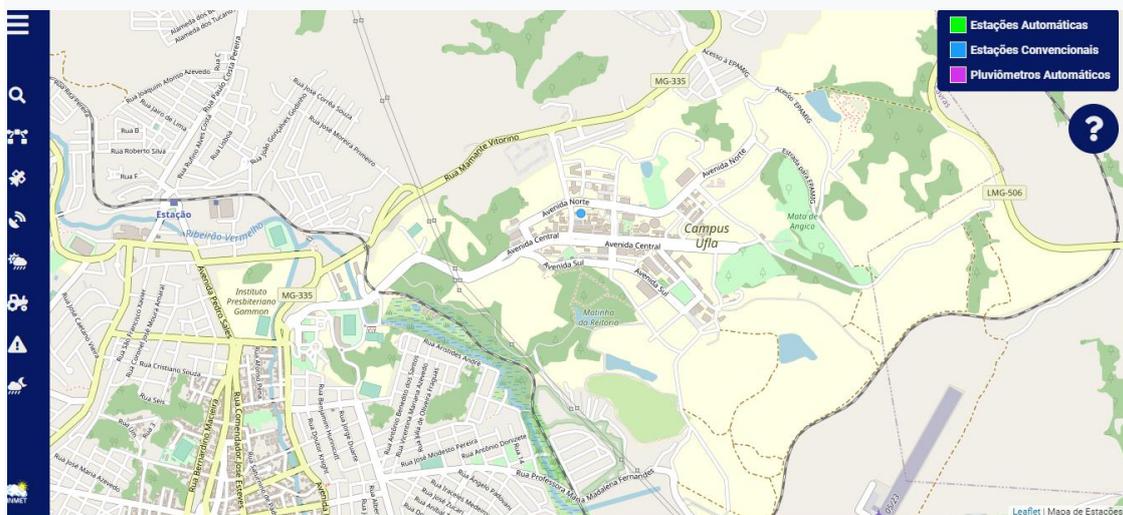
Fonte: Google Earth, 2022.

### 2.2 Estação Meteorológica

A estação meteorológica usada neste estudo (Convênio entre UFLA e Instituto Nacional de Meteorologia - INMET) é a única estação utilizada para inferir o clima da região. Seu registro na Organização Meteorológica Mundial (OMM) é 83687, com coordenadas geográficas de latitude de 21°14' S, longitude de 45°00' W e altitude de

918,8 metros. A referida estação é do tipo convencional e localiza-se próxima ao Departamento de Ciência dos Solos na Universidade Federal de Lavras (Figura 2). A distância entre a estação meteorológica e o trecho mais próximo do Lago do Funil é de, aproximadamente, 10,4 km (INMET, 2022).

**Figura 2.** Estação meteorológica convencional de Lavras – MG.



Fonte: INMET, 2022.

### 2.3 Normais Climatológicas

Para este estudo, foram coletados os dados de médias mensais de precipitação pluvial, temperatura média e umidade relativa da região de Lavras, MG, para os períodos de 1961 a 1990 e de 1991 a 2020.

### 2.4 Descrição dos dados

Os dados pluviométricos foram coletados a partir do banco de dados meteorológicos para estudos e pesquisas (BDMEP), disponíveis no site do Instituto Brasileiro de Meteorologia (INMET) (INMET, 2022). A plataforma BDMEP detém séries históricas a partir de observações contínuas de variáveis meteorológicas, obtidas a partir de estações distribuídas por todo o território brasileiro, como parte da rede

nacional de estações meteorológicas para observações de superfície. Este estudo utilizou uma série histórica de dados do BDMEP da Estação Meteorológica da região de Lavras, MG, obtida para o período de 1º de janeiro de 1987 a 31 de dezembro de 2017 para a análise das tendências de precipitação pluvial, e para o período de 1º de janeiro de 1985 a 31 de dezembro de 2020 para a análise das tendências de temperatura média e umidade relativa do ar.

## 2.5 Teste estatístico para tendências de séries temporais

Entre os métodos estatísticos aplicados para estudar tendências em séries temporais o teste de Mann-Kendall é um dos métodos usados. Este método foi proposto por Mann (1945) e Kendall (1975), é um teste estatístico não paramétrico usado para detectar tendências significativas em variações de certas séries de dados (Salviano et al., 2016). O teste aceita ou rejeita uma hipótese nula ( $H_0$ ) que não há tendência significativa na série de dados analisado considerando um nível de significância ( $\alpha$ ), que indica a porcentagem de erro na aceitação ou rejeição de a hipótese  $H_0$  (Salviano et al., 2016). No teste de Mann-Kendall a variável estatística  $S$  é estimada a partir da soma dos sinais ( $s$ ) da diferença em pares de valores tomados para todos os  $n$  valores da amostra, que é obtido pela diferença em cada valor inicial, de acordo com a equação abaixo:

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n S(x_j - x_i) \quad (1)$$

A variância estatística  $\text{Var}(S)$  pode ser obtida usando a equação (2), que é comparada à distribuição normal para casos em que  $n > 10$ .

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

Seguindo a distribuição normal, o índice  $Z$ , de equação (3), é calculado para verificar a hipótese e comparando-o com o valor da tabela. O caso de um índice  $Z$  positivo indica que há tendências de crescimento, e o caso de um índice  $Z$  negativo mostra tendências de queda.

Para  $S > 0$ ,

$$Z = \frac{S-1}{\sqrt{Var(S)}} \quad (3)$$

Para  $S < 0$ ,

$$Z = \frac{S+1}{\sqrt{Var(S)}} \quad (4)$$

Para  $S = 0$ ,  $Z = 0$ .

Para rejeitar a hipótese nula que afirma que há não há tendências significativas, o valor modal  $Z$  deve ser maior que o valor da tabela  $Z$  para o nível de significância usado no teste. Considerando, por exemplo, um nível de significância a 5%, o valor da tabela  $Z$  é 1,96. Então, o valor modal  $Z$  calculado deve ser maior que 1,96.

Ao realizar o teste de Mann-Kendall no presente estudo para verificar tendências significativas, os níveis de significância de 1, 5 e 10% foram usados seguindo a distribuição normal para a tabela  $Z$ .

## **2.6 Análises estatísticas**

### **2.6.1 Análise da precipitação pluvial**

Tabulados os dados diários de precipitação acumulada da plataforma BDMEP procedeu-se aos cálculos da precipitação pluvial total e o desvio padrão para cada mês de 1987 a 2017. A partir da quantidade mensal de chuva, foi obtido o valor médio de precipitação para cada mês nos dois períodos analisados. O primeiro período foi de 1987 a 2002, ano da formação do lago na região, e o segundo período corresponde ao período após a formação do Lago do Funil, de 2003 a 2017.

Usando os dados pluviométricos mensais, o teste Mann-Kendall foi aplicado para verificar tendências positivas ou negativas. O teste foi realizado usando planilhas computacionais para dados de precipitação pluvial em três partes.

O primeiro teste foi realizado para cada mês do ano usando os valores mensais separadamente, para o período anterior à formação do lago (AFL) e para o período posterior à formação do lago (PFL).

O segundo teste foi realizado com dados da estação chuvosa do ano, considerando a soma do volume total de precipitação pluvial para os meses de outubro a março. A estação chuvosa de cada ano foi compilada em duas tabelas de 1987 a 2002, e de 2003 a 2017, aplicando o teste no período AFL e no período PFL.

O terceiro teste foi realizado usando os dados de 1987 a 2017 para a estação seca de cada ano considerando o total volume de chuvas para os meses de abril a setembro. Para isso, os testes foram feitos separadamente para o período AFL e para o período PFL.

## **2.6.2 Análise da temperatura média e da umidade relativa do ar**

Com os dados diários de temperatura média e umidade relativa do ar da plataforma BDMEP foi possível calcular os valores médios de temperatura média e umidade relativa do ar para cada mês do período de 1º de janeiro de 1985 a 31 de dezembro de 2020. Uma vez que as variáveis de temperatura e umidade não são cumulativas, obtiveram-se os valores mensais de temperatura média e umidade relativa por médias aritméticas.

A partir das médias mensais de temperaturas e umidade relativa realizou-se o teste Mann-Kendall em duas etapas, a primeira foi feita para o período AFL (1985 a 2002) e a segunda para o período PFL (2003 a 2020). Os cálculos foram feitos em planilha computacional.

## **3. Resultados e discussão**

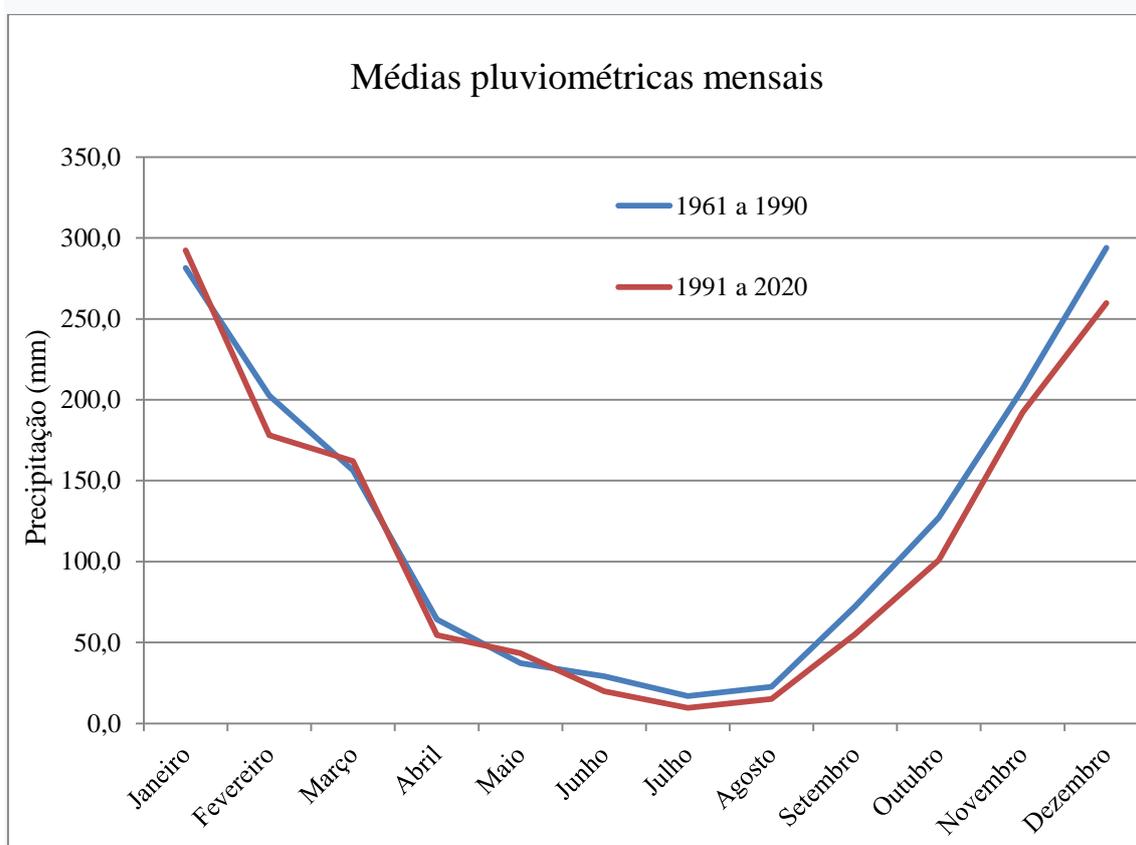
### **3.1 Normais Climatológicas**

Ao analisarmos o período compreendido entre 1961 a 1990 observamos valores máximos de médias pluviométricas nos meses de janeiro e dezembro de 281,6 e 293,9 mm, respectivamente, e valores mínimos de médias pluviométricas nos meses de agosto e setembro de 16,9 e 22,6 mm, respectivamente. Para o período entre 1991 a 2020, observamos valores máximos de médias pluviométricas nos meses de janeiro e

dezembro de 292,4 e 259,8 mm, respectivamente, e valores mínimos de médias pluviométricas nos meses de agosto e setembro de 9,5 e 15,1 mm, respectivamente.

Para uma melhor contextualização do tema de estudo deste trabalho, visualiza-se na Figura 3 o padrão climático de chuvas no decorrer do ano correspondentes às Normais Climatológicas dos períodos de 1961 a 1990 e para o período compreendido entre 1991 a 2020 (INMET, 2022).

**Figura 3.** Normais climatológicas de precipitação pluvial para Lavras, MG.



Fonte: do autor.

Observa-se que, de maneira geral, os valores das médias de precipitação pluvial apresentados nas duas curvas da Figura 3 possuem um comportamento muito similar entre si, porém, nota-se que o período de 1991 a 2020 apresenta médias de precipitação pluvial menores quando comparado ao período de 1961 a 1990. Tal indício pode sugerir que há uma tendência de redução na precipitação pluvial média na região de Lavras.

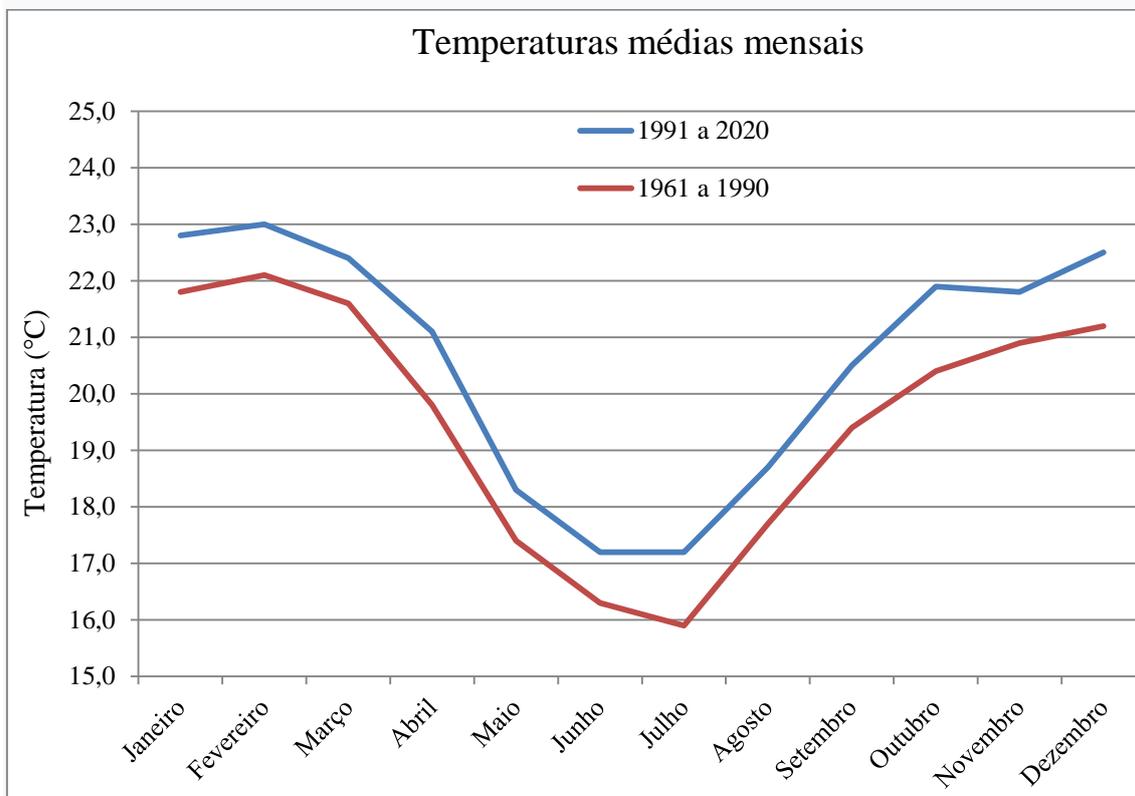
Este comportamento está de acordo com os resultados obtidos por Dantas et al. (2007) que verificou uma diminuição na precipitação média da região de Lavras para o período de 1991 a 2004 quando comparado ao período de 1961 a 1990. Logo, é possível que a região de Lavras esteja passando por uma redução de suas médias pluviométricas ao longo dos anos.

Para o período seco e o período chuvoso observou-se este mesmo comportamento de redução da precipitação pluvial no período de 1991 a 2020. Para o período seco (1991 a 2020) foi verificado que houve uma redução de 42,6 mm de precipitação pluvial média em comparação com o período de 1961 a 1990. Para o período chuvoso (1991 a 2020) houve uma redução de 82,6 mm de precipitação pluvial média em comparação com o período de 1961 a 1990.

Na Figura 4 são apresentadas as médias mensais de temperatura para os períodos de 1961 a 1990 e de 1991 a 2020.

Podemos observar que os valores médios de temperatura média tiveram um aumento no período compreendido entre 1991 a 2020. Ou seja, é provável que haja algum fator causando um aumento na temperatura média da região de Lavras no decorrer dos anos, no entanto, não é possível afirmar com exatidão qual seria este fator. Esta observação está de acordo com Dantas et al. (2007) que também observou um aumento na temperatura média da região de Lavras no período de 1991 a 2004 quando comparado com o período de 1961 a 1990.

**Figura 4.** Normais climatológicas de temperatura média para Lavras, MG.

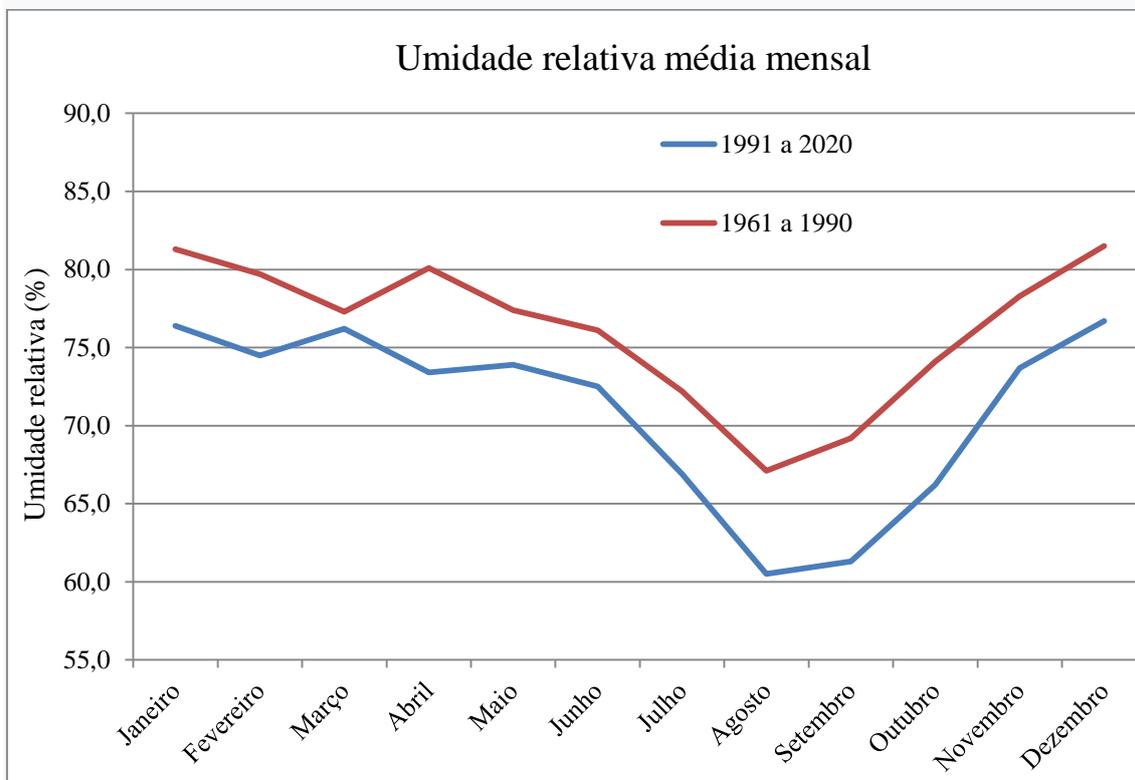


Fonte: do autor.

Seguindo o estudo das normais climatológicas da região de Lavras, na Figura 5 temos os valores médios de umidade relativa para os períodos de 1961 a 1990 e 1991 a 2020.

Como podemos observar, há um decréscimo nos valores médios de umidade relativa para a região de Lavras no período de 1991 a 2020 quando comparado ao período de 1961 a 1990.

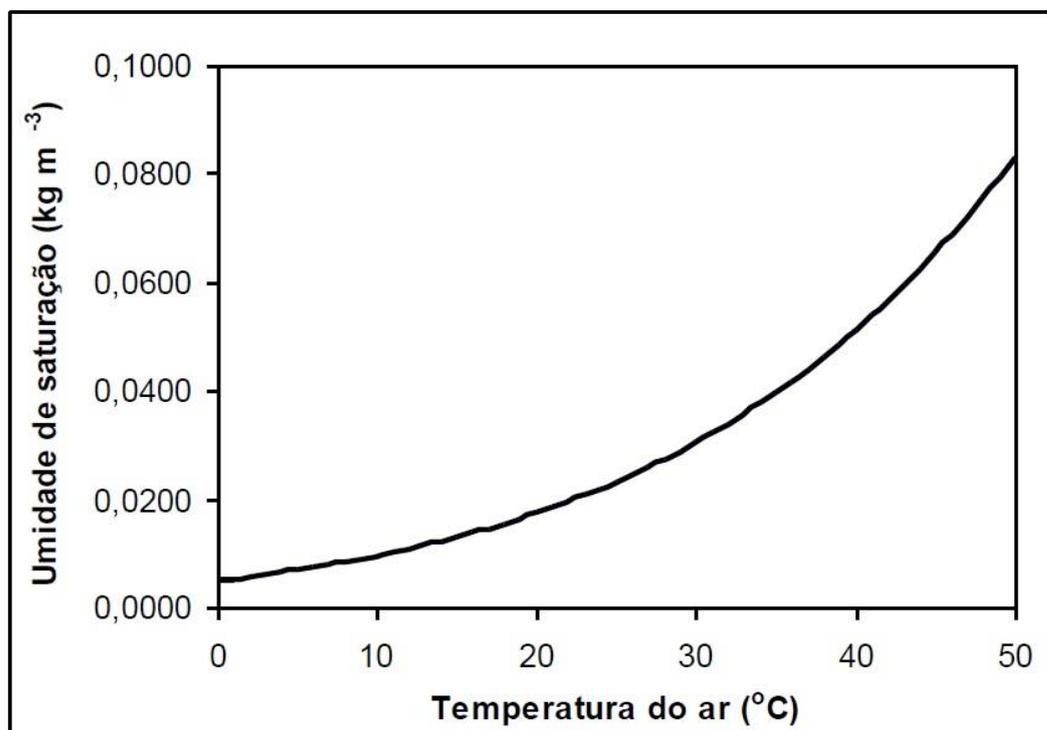
**Figura 5.** Normais climatológicas de umidade relativa para Lavras, MG.



Fonte: do autor.

Do ponto de vista climático, na escala de 30 anos observa-se que o índice de precipitação pluvial variou numa proporção relativamente bem menor que a temperatura média. Por sua vez, a umidade relativa do período de 1991 a 2020 diminuiu na escala anual. Segundo Vianello & Alves (1991), a razão entre a umidade atual ( $U_a$ ) e a quantidade máxima de vapor d'água no ar a dada temperatura, ou seja, a sua umidade de saturação ( $U_s$ ), é denominada de umidade relativa do ar ( $UR$ ). Sendo assim, atribui-se, em condições médias, que a umidificação do ar pela contribuição das precipitações pluviais apresentou baixa variação enquanto que a temperatura média apresentou uma maior variação com um acréscimo de, em média,  $1,1^{\circ}\text{C}$  (1991 a 2020). Logo, justica-se a tendência de redução da umidade relativa (1991 a 2020) conforme a figura abaixo:

**Figura 6.** Gráfico da variação da umidade de saturação ( $kg\ m^{-3}$ ) em função da temperatura do ar ( $^{\circ}C$ ) para o intervalo de 0 a  $50^{\circ}C$ .



Fonte: Texto Acadêmico – GNE109 Agrometeorologia (UFLA).

A equação que fornece a umidade relativa do ar é definida como:

$$UR = \frac{U_a}{U_s} * 100 \quad (5)$$

Portanto, com uma baixa variação da umidade atual ( $U_a$ ) seguida por uma elevação da umidade de saturação ( $U_s$ ) em decorrência do acréscimo da temperatura média (1991 a 2020), tem-se a tendência para uma menor umidade relativa média do ar (1991 a 2020) (Tubelis & Nascimento, 1986).

Considerando estas análises iniciais, vemos que a região de Lavras está passando por uma mudança no seu comportamento climático. Essas análises das Normais Climatológicas evidenciam a justificativa em procurar estudar/analisar qual(is) fator(es) podem estar contribuindo para essas alterações climáticas reforçando a análise

isolada da influência da formação do Lago do Funil na variabilidade dos elementos climáticos da região.

### 3.2 Análises de precipitação pluvial

O valor máximo de precipitação pluvial mensal, no período AFL, foi de 284 mm para o mês de janeiro, enquanto o valor mínimo foi de 9 mm para o mês de julho. Para o período PFL, a precipitação máxima foi de 308 mm para o mês de janeiro, enquanto o mínimo foi de 10 mm para o mês de agosto (Tabela 1).

Verificamos nas Normais Climatológicas que para o período compreendido entre 1961 a 1990 há uma precipitação média mensal máxima de 293,9 mm no mês de dezembro e uma precipitação média mensal mínima de 16,9 mm no mês de julho. Para o período de 1991 a 2020, a precipitação média mensal máxima foi de 292,4 mm no mês de janeiro e a precipitação média mensal mínima foi de 9,5 mm no mês de julho. De forma geral, o comportamento das Normais Climatológicas assemelha-se aos resultados obtidos na Tabela 1, no entanto, com algumas pequenas discrepâncias.

**Tabela 1.** Médias pluviométricas e desvios padrões para cada mês antes e após a formação do Lago do Funil.

Mês	1987 a 2002		2003 a 2017	
	Média pluviométrica (mm)	Desvio padrão (mm)	Média pluviométrica (mm)	Desvio padrão (mm)
Janeiro	284	174	308	156
Fevereiro	222	94	141	85
Março	168	57	159	71
Abril	52	33	61	39
Mai	53	50	36	25
Junho	16	19	26	28
Julho	9	10	13	14
Agosto	16	20	10	11
Setembro	64	44	50	42
Outubro	103	55	95	38

Novembro	180	65	187	75
Dezembro	249	84	245	107

Fonte: do autor.

De acordo com a distribuição normal, os valores do índice  $Z$  para níveis de significância de 1, 5 e 10% são 1,64; 1,96 e 2,57, respectivamente. Na primeira parte da análise, o teste Mann-Kendall foi aplicado separadamente para cada mês usando os valores pluviométricos consecutivos ano após ano. Este procedimento foi realizado para os períodos AFL e PFL.

A análise dos índices anteriores a 2002 na Tabela 2 mostrou que apenas os meses de abril e agosto mostraram tendências significativas, onde abril mostrou tendência negativa para níveis de significância de 1, 5 e 10%, e agosto tendência positiva para níveis de significância de 5 e 10%, e sem tendência para 1% de nível de significância. Para o período PFL, os meses de fevereiro, junho, julho e dezembro apresentaram tendências significativas. Fevereiro apresentou tendência negativa para níveis de significância de 5 e 10%, junho apresentou tendência para níveis de significância de 5 e 10%, julho apresentou tendência negativa para o nível de significância de 10% e dezembro mostrou tendência negativa para níveis de significância de 5 e 10%.

De acordo com os resultados obtidos existem tendências para apenas alguns meses, o que indica que possivelmente não houve mudanças climáticas severas na região devido à formação do lago do Funil. Este fato é acentuado ao analisar que os meses de abril e agosto já apresentavam tendências antes de 2002. Resultados semelhantes foram encontrados por alguns outros autores (Gonçalves & Back, 2018; Mondal et al., 2012; Penereiro et al., 2018).

Por sua vez, Sanches et al. (2017) verificou que havia pouca variabilidade estatística na precipitação mensal na cidade de Passo Fundo - RS e, portanto, não houve mudanças climáticas na região devido à formação do lago. Sanches et al. (2015), analisando as mudanças no padrão pluviométrico de Marcelino Ramos - RS, também observou estatisticamente que os valores mensais de precipitação tiveram um comportamento semelhante antes e depois do enchimento do lago Itá e, portanto, não houve mudanças no padrão de precipitação pluvial da região devido à formação do lago.

Os valores do índice  $Z$  calculados pelo teste de Mann-Kendall são mostrados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Valor Z das médias pluviométricas calculado para cada mês no período anterior e após a formação do Lago do Funil.  $Z_{(10\%)} = 2,57$ ;  $Z_{(5\%)} = 1,96$ ;  $Z_{(1\%)} = 1,64$ .

Mês	$Z_c$	
	De 1987 a 2002	De 2003 a 2017
Janeiro	-0,42	-0,52
Fevereiro	0,06	-2,22*
Março	-0,18	0,13
Abril	-3,53*	0,39
Maiο	-0,54	-1,05
Junho	-1,85	2,22*
Julho	-1,37	-1,70*
Agosto	2,33*	-0,26
Setembro	-1,37	0,00
Outubro	-1,02	0,00
Novembro	1,61	-0,26
Dezembro	0,90	-2,22*

Fonte: do autor.

Na segunda parte do teste aplicado, os valores de  $Z$  foram calculados para a série de dados pluviométricos dos períodos chuvoso e a estação seca do ano, considerando antes e depois da formação do lago do Funil (Tabela 3).

Conforme demonstrado nos resultados para a estação chuvosa, os dados após 2002 mostraram uma tendência negativa significativa para níveis de significância de 5 e 10%.

De acordo com os resultados para a estação seca, o período antes de 2002 mostrou uma tendência negativa significativa para níveis de significância de 5 e 10%. Por meio dos resultados, é possível observar uma possível tendência de redução das precipitações pluviais na estação chuvosa após a formação do lago. Esses resultados coincidem com aqueles de Almeida et al. (2019) que encontrou tendências negativas de chuva para a bacia hidrográfica da cidade de Itajubá, na região sul de Minas Gerais.

Tendências negativas para a precipitação também foram demonstradas por Rodrigues et al. (2018) para a região da cidade de Machado, estado de Minas Gerais, para o mês de outubro. Silva et al. (2015), também encontrou tendências negativas para a precipitação anual usando o mesmo teste estatístico de Mann-Kendall. No entanto, parece que o período seco apresentou tendências significativas na redução do volume de chuvas para período anterior à formação do lago. Portanto, pode ser que não haja um padrão de tendência muito bem definido para os períodos seco e chuvoso antes e depois da formação do lago do Funil.

Melo et al. (2018), usou o teste Mann-Kendall para avaliar tendências no padrão de precipitação pluvial na região de Sobradinho - BA após a criação do lago da usina hidrelétrica de Sobradinho. Eles descobriram que não era possível afirmar que houve mudanças no padrão de chuvas na região porque houve tendências significativas em apenas alguns casos dos testes realizados. Sanches & Fisch (2005) também encontraram poucos resultados estatisticamente significativos analisando a distribuição de chuvas e a formação do lago artificial da usina hidrelétrica de Tucuruí - PA.

**Tabela 3.** Valores  $Z$  das médias pluviométricas calculados para a estação chuvosa e seca de ano, antes e depois da formação do Lago do Funil.  $Z_{(10\%)} = 2,57$ ;  $Z_{(5\%)} = 1,96$ ;  $Z_{(1\%)} = 1,64$ .

Período	$Z_c$	
	Período chuvoso	Período seco
De 1987 a 2002	-0,18	-2,09*
De 2003 a 2017	-2,22*	0,92

Fonte: do autor.

De acordo com os resultados obtidos, em que poucos resultados estatisticamente significativos foram observados, não é possível afirmar que a formação do Lago do Funil interferiu no padrão de precipitação pluvial da região de Lavras. No entanto, mais estudos de tendências são necessários, utilizando um período maior de tempo e envolvendo outras variáveis climatológicas para obter um resultado mais expressivo.

### 3.3 Análise de temperatura média e umidade relativa

Com base nas médias mensais de T e UR calculadas a cada ano, pôde-se obter valores médios para cada um dos meses do período de 1985 a 2002 (Tabela 4). Observa-se que os meses de janeiro e fevereiro apresentam a maior temperatura média (22,7°C), seguida pelo mês de dezembro (22,1°C), enquanto que o mês de junho apresentou a menor temperatura média (16,7°C) seguida pelo mês de junho (16,8°C). Analisando os valores de umidade relativa, temos que o mês de dezembro obteve a maior média (78,2%) seguida pelo mês de janeiro (78,0%), enquanto que os meses de agosto e setembro tiveram as menores médias (62,5 e 65,7%, respectivamente).

**Tabela 4.** Valores médios de temperatura média (°C) e umidade relativa (%) para cada mês do período AFL.

Mês	1985 a 2002			
	Temperatura média (°C)	Desvio padrão (°C)	Umidade relativa (%)	Desvio padrão (%)
Janeiro	22,7	0,8	78,0	4,9
Fevereiro	22,7	0,7	77,8	4,2
Março	22,2	0,5	77,7	2,8
Abril	21,1	0,6	74,7	3,6
Mai	18,3	0,8	75,3	3,5
Junho	16,7	0,8	72,0	3,8
Julho	16,8	1,0	68,1	3,1
Agosto	18,4	0,9	62,5	5,8
Setembro	19,8	1,0	65,7	6,2
Outubro	21,4	1,0	68,2	5,8
Novembro	21,7	1,0	73,3	3,2
Dezembro	22,1	0,5	78,2	3,0

Fonte: do autor.

Através das médias mensais de T e UR obtidas para cada mês durante todo o período PFL, verificamos que os meses de janeiro, fevereiro, março e dezembro tiveram os maiores valores de temperatura média: 22,9; 23,2; 22,6 e 22,5°C, respectivamente

(Tabela 5). Os meses de julho e junho tiveram os menores valores de temperatura média: 17,0 e 17,4°C respectivamente. O maior valor médio de umidade relativa foi encontrado no mês de dezembro (76,3%) seguido pelos meses de janeiro e março (75,4% em ambos os meses), enquanto que os menores valores foram observados nos meses de setembro (59,7%) e agosto (61,0%).

Verificamos que o comportamento dos resultados assemelha-se ao que foi encontrado no período AFL.

**Tabela 5.** Valores médios de temperatura média (°C) e umidade relativa (%) para cada mês do período PFL.

Mês	2003 a 2020			
	Temperatura média (°C)	Desvio padrão (°C)	Umidade relativa (%)	Desvio padrão (%)
Janeiro	22,9	0,8	75,4	6,4
Fevereiro	23,2	0,7	67,3	4,8
Março	22,6	0,6	75,4	4,4
Abril	21,5	1,1	74,0	3,0
Mai	18,4	0,6	73,6	3,7
Junho	17,4	0,8	73,7	3,5
Julho	17,0	1,0	67,0	3,7
Agosto	18,3	1,6	61,0	3,6
Setembro	20,5	1,4	59,7	6,3
Outubro	21,8	1,3	66,5	6,0
Novembro	21,5	1,3	74,6	2,4
Dezembro	22,5	1,1	76,3	2,9

Fonte: do autor.

Segundo a distribuição normal, os valores do índice  $Z$  para níveis de significância de 1, 5 e 10% são 1,64; 1,96 e 2,57, respectivamente. Na primeira etapa desta análise, o teste Mann-Kendall foi aplicado separadamente para cada mês usando

os valores de temperaturas médias e umidades relativas consecutivas ano após ano para o período AFL (Tabela 6).

A partir dos dados de  $Z$  calculados foi possível observar se houve ocorrência de tendências significativas nos dados médios obtidos para o período AFL. Para a temperatura média, foram observadas tendências significativas nos meses de fevereiro, aos níveis de significância de 10 e 5%, junho, aos níveis de significância de 10, 5 e 1%, julho, aos níveis de significância de 10, 5 e 1%, agosto, aos níveis de 10 e 5% e dezembro, aos níveis de significância de 10, 5 e 1%. Para a umidade relativa, foram observadas tendências significativas nos meses de janeiro, ao nível de significância de 10%, abril, aos níveis de significância de 10, 5 e 1%, maio, aos níveis de significância de 10 e 5%, junho, ao nível de significância de 10%, julho, aos níveis de significância de 10 e 5% e agosto aos níveis de significância de 10 e 5%.

Estas observações mostram que já havia tendências significativas ocorrendo em alguns meses no período AFL, o que torna contestável a possível influência da formação do lago do Funil no clima de Lavras. Um ponto importante a se ressaltar é que, de modo geral, os valores de  $Z$  calculados para temperatura média são positivos enquanto que os valores de  $Z$  calculados para umidade relativa são negativos. Isso mostra que, independente da ocorrência de resultados expressivos nas análises, há uma tendência geral do aumento da temperatura média e uma diminuição do teor de umidade relativa na região de Lavras com o passar do tempo. Esta análise está de acordo com o que foi observado por Salviano et al. (2016) que observou que várias regiões do Brasil, incluindo a região sudeste, estão passando por um processo de elevação da temperatura média no decorrer dos anos.

Resultados semelhantes de tendências significativas de elevação da temperatura média e redução da umidade relativa foram encontrados por Luiz et al. (2012) que observaram ainda que estas tendências significativas de acréscimo da temperatura média e decréscimo da umidade relativa podem ocasionar uma antecipação do período seco no outono e seu prolongamento durante a primavera. Logo, é possível que a região de Lavras esteja submetida a uma mudança no comportamento de suas estações do ano, no entanto, ainda não se pode afirmar que a formação do lago do Funil esteja desencadeando estas alterações uma vez que esta primeira análise refere-se ao período AFL.

**Tabela 6.** Valores  $Z$  das temperaturas médias e umidades relativas calculadas para o período anterior à formação do Lago do Funil.  $Z_{(10\%)} = 2,57$ ;  $Z_{(5\%)} = 1,96$ ;  $Z_{(1\%)} = 1,64$ .

Mês (1985 a 2002)	$Z_c$	
	Temperatura média	Umidade relativa
Janeiro	1,32	-1,82*
Fevereiro	2,33*	-0,25
Março	1,32	-1,21
Abril	-0,20	-3,54*
Maiο	-0,50	-2,53*
Junho	4,35*	-1,82*
Julho	3,34*	-2,43*
Agosto	2,12*	-2,22*
Setembro	1,11	-0,50
Outubro	1,21	-1,21
Novembro	0,30	0,50
Dezembro	3,03*	-0,71

Fonte: do autor.

Na segunda etapa desta análise, o teste Mann-Kendall foi aplicado separadamente para cada mês usando os valores de temperaturas médias e umidades relativas consecutivas ano após ano para o período PFL (Tabela 7).

Para a temperatura média, foram observadas tendências significativas nos meses de janeiro, aos níveis de significância de 10, 5 e 1%, março, aos níveis de significância de 10, 5 e 1%, abril, ao nível de significância de 10%, maio, aos níveis de significância de 10, 5 e 1% e junho, aos níveis de significância de 10 e 5%. Para a umidade relativa, foram observadas tendências significativas nos meses de janeiro, aos níveis de significância de 10, 5 e 1%, julho, ao nível de significância de 10%, setembro, ao nível de significância de 10% e dezembro, aos níveis de significância de 10 e 5%.

De maneira geral, o comportamento dos resultados segue o mesmo comportamento do que foi verificado no período AFL, ou seja, tendências significativas positivas para temperatura média e negativas para umidade relativa. Resultados semelhantes de elevação da temperatura média e diminuição da umidade relativa

também foram observados por Pedron et al. (2013). Em relação ao período AFL, o período PFL apresentou a mesma quantidade de resultados significativos para temperatura média, no entanto, enquanto no período AFL foram verificados que cinco dos doze meses analisados tiveram tendências significativas negativas para umidade relativa, no período PFL verificamos estas tendências em apenas quatro meses.

**Tabela 7.** Valores  $Z$  das temperaturas médias e umidades relativas calculadas para o período posterior à formação do Lago do Funil.  $Z_{(10\%)} = 2,57$ ;  $Z_{(5\%)} = 1,96$ ;  $Z_{(1\%)} = 1,64$ .

Mês (2003 a 2020)	$Z_c$	
	Temperatura média	Umidade relativa
Janeiro	3,03*	-2,63*
Fevereiro	1,42	0,20
Março	2,83*	-1,42
Abril	1,82*	-1,32
Maiο	4,25*	-0,51
Junho	2,33*	-0,51
Julho	0,10	-1,82*
Agosto	-0,51	1,01
Setembro	1,42	-1,82*
Outubro	0,71	-0,71
Novembro	0,00	-0,71
Dezembro	1,32	-2,22*

Fonte: do autor.

Mediante os dados e as análises apresentadas, uma vez que os valores da estatística  $Z$  calculados para o período PFL continuam com um comportamento muito similar ao que foi verificado no período AFL; foram encontrados resultados significativos para apenas uma pequena parcela dos meses analisados e, ainda, os meses em que foram observadas tendências significativas em todo o período analisado não apresentam um padrão muito bem definido, não é possível afirmar que a formação do lago do Funil teve interferência nas tendências das variáveis climatológicas de temperatura e umidade relativa na região de Lavras.

#### 4. Conclusão

Para a análise pluviométrica, visto que há resultados expressivos para apenas alguns casos dos testes aplicados, não há tendência significativa para alterar o padrão de precipitação pluvial da região de Lavras devido à formação do lago do Funil.

Para as variáveis climáticas de temperatura média e umidade relativa, uma vez que os resultados expressivos das análises não apresentam um padrão muito bem definido, não é possível afirmar que a formação do lago do Funil interferiu nas tendências de temperatura média e umidade relativa da região de Lavras.

#### 5. Referências Bibliográficas

ALMEIDA, L. T. de; SILVA, F. B.; CECÍLIO, R. A.; ABREU, M. C.; FRAGA, M. de S.; Análise do comportamento da vazão e precipitação na influência de enchentes na bacia hidrográfica a montante da cidade de Itajubá. **Revista Augustus**. Rio de Janeiro, v. 24, n. 49, p. 124-145, 2019.

ANA - Agência Nacional de Águas (Brasil). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2013. Brasília: ANA, 432p., 2013.

BACK, A. J. Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 36, n. 5, p. 717- 726, 2001.

Consórcio CVRD/CEMIG. Relatório de Avaliação de Desempenho Ambiental – Consórcio AHE Funil. Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM, 2001. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/siam/lc/2006/0012219920112006/4484532006.pdf>  
Consultado em 20 de abril de 2022

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, Teresina, v. 4, n. 2, p. 2-17, 2015.

ELY, D. F.; ALMEIDA, I. R.; SANT'ANNA NETO, J. L. Variabilidade climática e o rendimento da cultura do milho no estado do Paraná: algumas implicações políticas e econômicas. *Geografia, Londrina*, v. 12, n. 1, p. 495-508, 2003.

GOCIK, M.; TRAJKOVIC, S. Analysis of changes in meteorological variables using Mann-Kendall and Sen's slope estimator statistical tests in Serbia. *Global and Planetary Change*, v. 100, p. 172-182, 2013.

GONÇALVES, F. N.; BACK, A. J. Análise da variação espacial e sazonal e de tendências na precipitação da região sul do Brasil. *Revista de Ciências Agrárias, Lisboa*, v. 41, n. 3, p. 592-602, 2018.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. BDMEP – BANCO DE DADOS METEOROLÓGICOS PARA ENSINO E PESQUISA. Brasília, DF. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/> . Acesso em: 15 nov. 2017.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. BDMEP – BANCO DE DADOS METEOROLÓGICOS PARA ENSINO E PESQUISA. Brasília, DF. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/> . Acesso em: 04 abr. 2022.

KENDALL, M. G. Rank correlation methods. London: Charles Griffin, 1975. 120p.

LIMBERGER, L. O clima do oeste do Paraná: análises da presença do lago de Itapu. 2007, 136p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP.

LUIZ, G. C.; CARDOSO, H. C.; RIBEIRO, L. L. Aplicação do teste sazonal de Mann-Kendall na análise de tendência da temperatura e umidade relativa do ar – Goiânia – GO: série histórica 1961 a 2008. *Revista Geonorte, Manaus, Edição Especial 2*, v. 3, n. 8, p. 414-427, 2012.

MANN, H. B. Nonparametric tests against trend. *Econometrica*, v. 13, n. 3, p. 245–259, 1945.

MARENGO, J. A. Água e mudanças climáticas. *Estudos Avançados*, v. 22, n. 63, 2008.

MELO, M. M. M. S.; SANTOS, C. A. C. dos; OLINDA, R. A. de; SILVA, M. T.; ABRAHÃO, R.; RUIZ-ALVAREZ, O. Trends in temperature and rainfall extremes

near the artificial Sobradinho lake, Brazil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São José dos Campos, v. 33, n. 3, p. 426-440, 2018.

MINUZZI, R. B.; VIANELLO, R. L.; SEDIYAMA, G. C. Oscilações climáticas em Minas Gerais. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São José dos Campos, v. 25, n. 2, p. 227–236, 2010.

MONDAL, A.; KUNDU, S.; MUKHOPADHYAY, A. Rainfall trend analysis by Mann-Kendall test: a case study of north-eastern part of Cuttack district, Orissa. *Internacional Journal of Geology, Earth and Environmental Sciences*, Jaipur, v. 2, n. 1, p.70-78, 2012.

NEVES, G. L.; VIRGENS FILHO, J. S. das; LEITE, M. de L.; MAUAD, F. F. Disponibilidade hídrica do solo, em Ponta Grossa – PR, sob diferentes cenários de mudanças climáticas globais. *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba, v. 23, p. 116-133, 2018.

PAULINO, V. E. do N. P.; STUDART, T. M. de C.; CAMPOS, J. N. B.; PESTANA, C. J.; LUNA, R. M.; ALVES, J. M. B. Análise de tendências na evapotranspiração de referência e nas variáveis climatológicas do estado do Ceará-Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São José dos Campos, v. 34, n. 1, p. 79-88, 2019.

PEDRON, I. T.; MARIANI, K. L.; DE FARIAS, J. L. R.; ROSSETO, A. Comportamento do clima de Palotina/PR de 1973 a 2010. ***Scientia Agraria Paranaensis***, [S. l.], v. 12, p. 411–419, 2013. DOI: 10.18188/sap.v12i0.9570. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/9570>. Acesso em: 4 abr. 2022.

PENEREIRO, J. C.; MESCHIATTI, M. C. Tendências em séries anuais de precipitação e temperaturas no Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 23, n. 2, p.3 19-331, 2018.

PINTO, H. S. Adaptação do Setor Agrícola Brasileiro. In: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável - FBDS. (Org.). *Mudanças Climáticas e Eventos Extremos no Brasil*. Rio de Janeiro: DaGema Comunicação, v. 1, p. 34-51. 2009.

RODRIGUES, G. S.; PUTTI, F. F.; SILVA, A. C. da; OLIVEIRA, A. S. de; FILHO, L. R. A. G. Climatological hydric balance and the trends analysis climatic in the region of

Machado in Minas Gerais State, Brazil. *American Journal of Climate Change*, v. 7, n. 4, p.558-574, 2018.

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.

SALVIANO, M. F.; GROppo, J. D.; PELLEGRINO, G. Q. Análise de tendências em dados de precipitação e temperatura no Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São José dos Campos, v. 31, n. 1, p. 64-73, 2016.

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

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

SANCHES, F. de 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*, Curitiba, v. 20, p. 299-312, 2017.

SCHMIDT, D. M.; LIMA, K. C.; JESUS, E. dos S. Variabilidade climática da disponibilidade hídrica na região semiárida do estado do Rio Grande do Norte. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, Rio de Janeiro, v. 41, n. 3, p. 483-491, 2018.

SCHUSTER, R. C. Análise de cenários futuros de mudanças climáticas na disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica da Laguna dos Patos. 2019, 124p. Tese (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SILVA, R. M. da; SANTOS, C. A. G.; MOREIRA, M.; CORTE-REAL, J.; SILVA, V. C. L.; MEDEIROS, I.C. Rainfall and river flow trends using MannKendall and Sen's slope estimator statistical tests in the Cobres River basin. *Natural Hazards*, Springer, v. 77, p. 1205-1221, 2015.

SILVA, R. O. B. da; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SOUZA, W. M. de. Tendências de mudanças climáticas na precipitação pluviométrica nas bacias hidrográficas do estado de Pernambuco. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 22, n. 3, p. 579-589, 2017.

SILVA FILHO, V. P.; 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: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 17., 2012, Gramado, RS. Anais... 2012. DVD

SOUZA, W. M. de; AZEVEDO, P. V. de. Avaliação de tendências das temperaturas em Recife-PE: mudanças climáticas ou variabilidade? *Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal*, v. 6, n. 3, p. 462-472, 2009.

SOUZA, M. B. de. Influência de lagos artificiais no clima local e no clima urbano: estudo de caso em Presidente Epitácio (SP). 2010, 204p. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

SOUZA, P. H. de; SANCHES, R. G.; SANTOS, B. C. dos. Índices climáticos e chuvas intensas no município de Alfenas/MG no período de 1984 a 2016. *Revista Brasileira de Climatologia, Curitiba, DOSSIÊ CLIMATOLOGIA DE MINAS GERAIS*, p. 320-341, 2018.

Texto Acadêmico – GNE109 Agrometeorologia. DEA/UFLA.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. L. do. **Meteorologia descritiva**: fundamentos e aplicações brasileiras. São Paulo: Nobel, 1986. 374 p.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa, MG: UFV, 1991. 449 p.

YEVJEVICH, V. *Probability and statistics in hydrology*. Fort Collins: Water Resources Publication, 1972. 276 p.