



JAQUELINE FAGUNDES COSTA

**IDENTIFICAÇÃO DE TENDÊNCIAS NO CONFORTO E
DESCONFORTO TÉRMICO HUMANO EM AMBIENTES
EXTERNOS NO VALE DO JEQUITINHONHA E NORTE
DE MINAS GERAIS**

**LAVRAS-MG
2023**

JAQUELINE FAGUNDES COSTA

**IDENTIFICAÇÃO DE TENDÊNCIAS NO CONFORTO E DESCONFORTO
TÉRMICO HUMANO EM AMBIENTES EXTERNOS NO VALE DO
JEQUITINHONHA E NORTE DE MINAS GERAIS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, para a obtenção do título de Bacharel.

Profa. DSc. Silvia de Nazaré Monteiro Yanagi

Orientadora

MSc. Arthur Boari

Coorientador

LAVRAS-MG

2023

JAQUELINE FAGUNDES COSTA

**IDENTIFICAÇÃO DE TENDÊNCIAS NO CONFORTO E DESCONFORTO
TÉRMICO HUMANO EM AMBIENTES EXTERNOS NO VALE DO
JEQUITINHONHA E NORTE DE MINAS GERAIS**

**IDENTIFICATION OF TRENDS IN HUMAN THERMAL COMFORT AND
DISCOMFORT IN OUTDOOR ENVIROMENTS IN THE JEQUITINHONHA
VALLEY AND NORTHERN MINAS GERAIS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 20 de julho de 2023.

DSc. Silvia de Nazaré Monteiro Yanagi	UFLA
MSc. Arthur Boari	UFLA
DSc. Tadayuki Yanagi Junior	UFLA
MSc. Lucas Ribeiro Guimarães	UFLA

Profa. DSc. Silvia de Nazaré Monteiro Yanagi

Orientadora

MSc. Arthur Boari

Coorientador

LAVRAS-MG

2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me ajudado a chegar até aqui, sou muito abençoada pela realização desse enorme sonho que foi estudar na Universidade Federal de Lavras e cursar o curso de Engenharia Ambiental e Sanitária.

Agradeço aos meus pais, Maria Aparecida e Geraldo Ângelo, os quais não mediram esforços para me apoiar durante essa jornada, afinal foram muitos altos e baixos. Agradeço aos meus avós, Maria Luciana e Sebastião pelo carinho e orações e a todos meus familiares e a claro não posso deixar de agradecer meu namorado Douglas pelo carinho, cumplicidade e motivação e a minha sogra Maria Aparecida pela amizade e carinho.

Agradeço aos meus amigos de curso, Layne, Thaís, Vanessa e Wesley por todo companheirismo, trabalhos feitos em grupo e por todas as risadas de desespero. E claro, um agradecimento a todos meus amigos que carinhosamente sempre me encorajaram e deram um ombro amigo.

Agradeço toda a equipe no Núcleo de Estudos em Pesquisa e Planejamento Ambiental, NEPPA e PETi Ambiental com certeza a minha participação me proporcionou enorme crescimento pessoal e profissional. Agradeço a todos os professores da Universidade Federal de Lavras, sem vocês nunca teria me tornado a profissional que sou hoje, obrigada por tamanho conhecimento compartilhado.

Agradeço de forma carinhosa a minha orientadora Prof Dr^a Silvia Monteiro, pela parceria, paciência, motivação e por todo conhecimento compartilhado, professora serei eternamente grata e ficarei com enormes saudades da senhora. Agradeço carinhosamente também ao meu coorientador Arthur Boari se tornou um grande amigo, obrigada por todo seu conhecimento e suporte.

Por fim, agradeço a Raízen pela oportunidade em realizar meu estágio, foi de grande valia todo aprendizado adquirido, agradeço de forma especial ao meu gestor Rafael Depierri pelo conhecimento compartilhado e acolhimento durante a minha jornada na empresa.

O insucesso é apenas uma oportunidade para recomeçar com mais inteligência.

(Henry Ford)

RESUMO

O efeito estufa está contribuindo para a alteração do clima no planeta, tanto no aumento quanto no resfriamento da Terra. Alterações na temperatura e na umidade do ar, impactam diretamente no grau de conforto ou desconforto térmico, o qual é um aspecto importante, que está relacionado à qualidade de vida dos seres humanos, que pode ser definido como a sensação de satisfação do indivíduo em relação ao ambiente térmico ao seu redor. Diante disso, o objetivo deste estudo é identificar tendências de conforto e desconforto térmico para 6 estações localizadas na mesorregião do Vale do Jequitinhonha e norte de Minas Gerais. Foram utilizadas séries de dados mensais de temperatura do ar (T), umidade relativa (UR) do ar e velocidade do vento (V), no período entre os anos de 1989 a 2022, pertencentes ao Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), para as estações de Diamantina, Itamarandiba, Montes Claros, Mocambinho, Pirapora e Salinas. Em seguida, procedeu-se o preenchimento dos dados faltosos através da média móvel ou de dados de estações automáticas ou ainda da média de dados diários fornecidos por estações convencionais. Posteriormente, foram determinados os Índices de Temperatura e Umidade (ITU), Índice de Temperatura efetiva em função do vento (TEv) e o Índice de Desconforto Humano (IDH) baseados na temperatura e umidade relativa do ar, e na velocidade do vento corrigida para uma altura em relação ao solo de 1,2 m, respectivamente. Posteriormente, foi aplicado o teste de Mann-Kendall, afim de verificar a existência de tendência nos índices de conforto e nas variáveis meteorológicas e ainda, foi ajustado com auxílio da regressão linear simples para identificar crescimento ou decréscimo nos índices e variáveis. Os ambientes térmicos classificados por meio do ITU e o IDH foram confortáveis para a maioria das cidades, já o TEv exibiu sensação de desconforto devido ao frio para a maioria dos casos, sendo um índice não recomendado para as estações de primavera e verão. Na aplicação do teste de Mann-Kendall verificou-se presença de tendências para as estações de Mocambinho para as variáveis UR e V, Montes Claros para T, V, TEv, IDH e ITU, Pirapora para a UR e V e em Salinas para T, ITU, TEv e IDH. Diante desse resultado, se faz importante o estudo da climatologia dessas regiões para que se aplique técnicas de aclimatização que amenizem o desconforto causado por tais alterações.

Palavras-chave: Ambiência humana, índice de temperatura e umidade, temperatura efetiva em função do vento, índice de desconforto humano, série de dados.

ABSTRACT

The greenhouse effect is contributing to climate change on the planet, affecting both the warming and cooling of the Earth. Changes in temperature and air humidity directly impact the level of thermal comfort or discomfort, which is an important aspect related to the quality of human life. Thermal comfort can be defined as an individual's satisfaction with the thermal environment around them. Therefore, the objective of this study is to identify trends in thermal comfort and discomfort for six stations located in the mesoregion of Vale do Jequitinhonha and northern Minas Gerais, Brazil. Monthly data series of air temperature (T), relative humidity (UR), and wind speed (V) from the years 1989 to 2022 were used for the stations of Diamantina, Itamarandiba, Montes Claros, Mocambinho, Pirapora, and Salinas. Missing data were filled using moving averages, data from automatic stations, or daily data averages provided by conventional stations. Subsequently, the Temperature and Humidity Index (ITU), Effective Temperature Index due to wind (TE_v), and Human Discomfort Index (IDH) were determined based on temperature, relative humidity, and wind speed corrected for a height of 1.2 m above the ground, respectively. The Mann-Kendall test was applied to check for trends in thermal comfort indices and meteorological variables. Additionally, a simple linear regression was performed to identify any growth or decline in the indices and variables. The thermal environments classified based on ITU and IDH were found to be comfortable for most cities, while TE_v indicated a feeling of discomfort due to cold for most cases. Thus, TE_v is not recommended for the spring and summer seasons. The Mann-Kendall test revealed trends for specific stations: Mocambinho for UR and V, Montes Claros for T (temperature), V (wind speed), TE_v, IDH, and ITU, Pirapora for UR and V, and Salinas for T, ITU, TE_v, and IDH. Considering these results, they highlight the importance of studying the climatology of these regions and apply acclimatization techniques to alleviate the discomfort caused by such changes.

Keywords: Human ambience, ITU, TE_v, IDH, data series.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Mapa do Estado de Minas Gerais com enfoque na região do Jequitinhonha e norte de Minas com a localização das estações utilizadas no presente estudo20
- Figura 2 – Ilustração da presença de tendências no aumento ou diminuição para a variável meteorológica temperatura média (T). Em que (A) se refere a Diamantina, (B) Itamarandiba, (C) Mocambinho, (D) Montes Claros, (E) Pirapora e (F) Salinas30
- Figura 3 – Ilustração da presença de tendências no aumento ou na diminuição dos valores da umidade relativa do ar (UR). Em que (A) se refere a Diamantina, (B) Itamarandiba, (C) Mocambinho, (D) Montes Claros, (E) Pirapora e (F) Salinas.31
- Figura 4 – Ilustração da presença de tendências no aumento ou na diminuição dos valores da velocidade média do vento (V). Em que (A) se refere a Diamantina, (B) Itamarandiba, (C) Mocambinho, (D) Montes Claros, (E) Pirapora e (F) Salinas32
- Figura 5 – Ilustração da presença de tendências no aumento ou na diminuição dos valores do índice de temperatura e umidade (ITU). Em que (A) se refere a Diamantina, (B) Itamarandiba, (C) Mocambinho, (D) Montes Claros, (E) Pirapora e (F) Salinas.34
- Figura 6 – Ilustração da presença de tendências no aumento ou na diminuição dos valores da temperatura efetiva em função do vento (TEv). Em que (A) se refere a Diamantina, (B) Itamarandiba, (C) Mocambinho, (D) Montes Claros, (E) Pirapora e (F) Salinas35
- Figura 7 – Ilustração da presença de tendências no aumento ou na diminuição dos valores do índice de desconforto humano (IDH). Em que (A) se refere a Diamantina, (B) Itamarandiba, (C) Mocambinho, (D) Montes Claros, (E) Pirapora e (F) Salinas.36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Zonas de conforto e desconforto adotadas para o índice de temperatura e umidade (ITU) em referência ao trabalhador rural	15
Tabela 2: Sensação térmica e grau de estresse fisiológico por faixas de valores do índice de Temperatura efetiva em função do vento (TEv)	16
Tabela 3: Faixas de valores do índice de desconforto humano (IDH) relativa às condições de conforto e desconforto térmico	16
Tabela 4: Caracterização climatológica, populacional e dados dos municípios os quais se encontram as estações estudadas	19
Tabela 5: Média mensal e anual para as variáveis temperatura média (T, °C), umidade média relativa do ar (UR, %), velocidade média do vento (V, m s ⁻¹), índice de temperatura e umidade (ITU, adimensional), temperatura efetiva em função do vento (TEv, °C) e índice de desconforto humano (IDH, adimensional), para os municípios de Diamantina, Itamarandiba e Mocambinho.....	25
Tabela 6: Média mensal e anual para as variáveis temperatura média (T, °C), umidade média relativa do ar (UR, %), velocidade média do vento (V, m s ⁻¹), índice de temperatura e umidade (ITU, adimensional), temperatura efetiva em função do vento (TEv, °C) e índice de desconforto humano (IDH, adimensional), para os municípios de Montes Claros, Pirapora e Salinas, (Continuação).....	26
Tabela 7: Valores mensais de Z, coeficiente angular b e resultado Ho para as de variáveis temperatura média (T), umidade média relativa do ar (UR), velocidade média do ar (V), índice de temperatura e umidade (ITU), temperatura efetiva em função do vento (TEv) e índice de desconforto humano (IDH) para a cidade de Diamantina no período de 1990-2022.....	35
Tabela 8: Valores mensais de Z, coeficiente angular b e resultado Ho para as de variáveis temperatura média (T), umidade média relativa do ar (UR), velocidade média do ar (V), índice de temperatura e umidade (ITU), temperatura efetiva em função do vento (TEv) e índice de desconforto humano (IDH) para a cidade de Itamarandiba no período de 1992-2022.	36
Tabela 9: Valores mensais de Z, coeficiente angular b e resultado Ho para as de variáveis temperatura média (T), umidade média relativa do ar (UR), velocidade média do ar (V), índice de temperatura e umidade (ITU), temperatura efetiva em função do vento (TEv)	

e índice de desconforto humano (IDH) para a cidade de Mocambinho no período de 1991-2022.	37
Tabela 10: Valores mensais de Z, coeficiente angular b e resultado Ho para as de variáveis temperatura média (T), umidade média relativa do ar (UR), velocidade média do ar (V), índice de temperatura e umidade (ITU), temperatura efetiva em função do vento (TEv) e índice de desconforto humano (IDH) para a cidade de Montes Claros no período de 1992-2022.	38
Tabela 11: Valores mensais de Z, coeficiente angular b e resultado Ho para as de variáveis temperatura média (T), umidade média relativa do ar (UR), velocidade média do ar (V), índice de temperatura e umidade (ITU), temperatura efetiva em função do vento (TEv) e índice de desconforto humano (IDH) para a cidade de Pirapora no período de 1989-2022.....	39
Tabela 12: Valores mensais de Z, coeficiente angular b e resultado Ho para as de variáveis temperatura média (T), umidade média relativa do ar (UR), velocidade média do ar (V), índice de temperatura e umidade (ITU), temperatura efetiva em função do vento (TEv) e índice de desconforto humano (IDH) para a cidade Salinas no período de 1991-2022.	40

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1.	Conforto térmico	14
2.2	Índices de conforto térmico	15
2.2.1	Índice de umidade e temperatura (ITU)	16
2.2.2	Temperatura efetiva em função do vento (TEv)	16
2.2.3	Índice de desconforto humano (IDH)	17
3.	MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1	Área de estudo	18
3.2	Descrição dos dados	20
3.3	Índices de conforto	21
3.4	Teste de Mann-Kendall (MK)	23
3.4	Regressão linear	24
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

1. INTRODUÇÃO

A revolução industrial no Brasil ocorreu no final do século XIX e início do século XX, trouxe consigo grande melhoria para o território nacional, sobretudo nas regiões sudeste e sul do país. As principais vantagens desse fenômeno foi a oferta de empregos para a população e a modernização desses locais, com a inserção de locomotivas, telefone, etc. Porém, o crescimento desenfreado destes centros urbanos somado às indústrias trouxe uma série de impactos, sobretudo ambientais. Estes, foram causados principalmente pelo lançamento de efluentes industriais e domésticos nos corpos hídricos sem tratamento, lançamento de gases causando a poluição atmosférica e a disposição inapropriada de resíduos sólidos.

A atmosfera terrestre é formada por uma mistura de gases, sendo eles o nitrogênio, oxigênio, gás carbônico e demais gases nobres. E ainda, observa-se a presença do dióxido de carbono, metano, óxido nítrico, os quais são considerados gases de efeito estufa. O efeito estufa é um fenômeno natural e importante, pois é ele responsável por manter a temperatura média da Terra ideal para existência da vida terrestre. Por sua vez, o aquecimento global, ocorre em decorrência da retenção de energia por estes.

O uso excessivo de combustíveis fósseis, o lançamento de efluentes atmosféricos por indústrias sem o tratamento e outros, liberam grande quantidade de concentração dos gases responsáveis pelo efeito estufa. Estes gases se encontram no meio em grandes concentrações que podem causar mudanças climáticas severas, como o aquecimento ou resfriamento atmosférico. Segundo Solomon et al. (2007), o aumento das concentrações de gases do efeito estufa observados na atmosfera em meados do século XX são os principais responsáveis pelo aumento da temperatura média global, afetando diretamente o clima urbano e contribuindo para impactos como a poluição do ar, chuvas ácidas, dentre outros.

Ademais, com o crescimento dos centros urbanos verifica-se a retirada da cobertura vegetal para a construção civil e ainda a canalização das superfícies líquidas. Estas impactam o clima, pois reduzem o fluxo de calor latente aumentando o calor sensível, resultando no aumento da temperatura e na redução da umidade relativa do ar, gerando, conseqüentemente, o desconforto térmico (ALVES; BRÚSSULO; NEVES, 2020). O ser humano necessita manter sua temperatura corporal por volta dos 37°C e

para que isto aconteça trocas com o meio são necessárias, entretanto, em condições caracterizadas por altos valores de temperatura e umidade relativa do ar pode ocorrer fadiga termo-higrométrica no organismo humano devido ao trabalho excessivo, como resposta às condições ambientais desfavoráveis, (FROTA; SCHIFFER, 2003).

O conforto térmico está ligado com a satisfação do ser humano a estar em um determinado ambiente e para que este seja considerado confortável vários fatores devem ser analisados, a temperatura média, umidade relativa, velocidade do vento, saúde física e outros. O estudo acerca do tema vem sendo muito debatido nos últimos tempos, pois a análise prévia do comportamento térmico do ambiente, permite auxiliar na tomada de decisão em relação às várias técnicas de aclimatização, como a inserção de gramados, árvores, corpos de água, configuração espacial e o tipo e a forma de infraestruturas, propiciando qualidade de vida, o mínimo impacto à saúde e desempenho adequado perante as atividades realizadas diariamente.

Nesse contexto, o presente trabalho, tem por objetivo o tratamento das séries temporais para a temperatura média, umidade relativa do ar e velocidade do vento para posterior estimativa do índice de temperatura e umidade (ITU), temperatura efetiva em função do vento (TEv) e índice de desconforto humano (IDH) e ainda, a identificação por meio do Teste de Mann-Kendall e regressão linear se existe presença de tendência no conforto e desconforto térmico da temperatura média, umidade relativa do ar, velocidade do vento, ITU, TEv e IDH para os dados das estações climatológicas de Diamantina, Itamarandiba, Porteirinha, Montes Claros, Pirapora e Salinas localizados no vale do Jequitinhonha e norte de Minas Gerais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Conforto térmico

O conforto térmico, segundo Nicol e Roaf (2017), pode ser considerado como um resultado de uma construção psicológica que remete a um estado de espírito que traduz satisfação térmica, podendo ser simploriamente avaliado em uma única escala linear. Ou ainda, pode ser definido como o estado da mente, no qual se expressa satisfação com a ambiência térmica, (ASHRAE, 2017). Os primeiros estudos acerca do tema, surgiram nas primeiras décadas do século XX, com pesquisas voltadas para a identificação de situações de estresse térmico no ambiente de trabalho, um dos pioneiros nesse ramo foi o pesquisador Thomas Bedfordqueem, o qual realizou seus estudos em fábricas (SOUZA; LEDER, 2019).

O homem é um ser homeotérmico, o qual, possui um mecanismo termorregulador para manter a temperatura interna do corpo aproximadamente constante, através de trocas de calor com o meio. Quando estas ocorrem sem maior esforço, a sensação do indivíduo é de conforto térmico e sua capacidade de trabalho é máxima. Porém, se para este fenômeno for requerido um esforço adicional, o organismo terá uma sobrecarga, apresentando queda do rendimento em suas atividades diárias. Sob condições térmicas muito estressantes, poderá ocorrer a perda total da capacidade para realização de trabalho ou apresentação de problemas de saúde (Frota e Schiffer, 2001) e, em situações extremas, pode ocorrer a morte do indivíduo.

Fatores como a idade do indivíduo, sexo, condição de saúde e métodos da adaptação ao clima local são exemplos de características particulares de cada um, que ao serem combinadas a condicionantes ambientais implicam na sensação de conforto térmico (SILVA; GONZALEZ; SILVA F., 2011), sendo a sensação térmica definida por fatores físicos, psicológicos e fisiológicos. De acordo com Guo et al. (2014), os indivíduos possuem a capacidade de se adaptar a climas locais específicos, porém, ao serem expostos a temperaturas extremamente frias e quentes ainda há um risco associado, aumentado a taxa de mortalidade. Sendo então necessário a implantação de estratégias de saúde pública para aliviar o impacto das temperaturas nos ambientes.

Conforme descrito por Bracarense et al. (2018) se faz importante estudar o conforto térmico a partir da presença de três fatores como: a satisfação do homem ou seu bem-estar permitindo se sentir termicamente confortável; a performance humana,

onde os mostram uma clara tendência de que o desconforto causado por calor ou frio reduz o desempenho nas atividades intelectuais, manuais e perceptivas; e a conservação de energia, pois através do conhecimento das condições e características referentes ao conforto térmico dos ocupantes do ambiente evitam-se desperdícios com aquecimento e resfriamento do ambiente.

A aplicação do conceito de conforto térmico na prática era compreendida nas formas as quais podiam proporcionar satisfação dentro dos ambientes, ou seja, quais máquinas movidas por uma fonte de energia e que através de ductos distribuía o aquecimento ou resfriamento no interior destes locais. Sendo então, um conceito precursor, o qual era utilizado como incentivo ao comércio da época, proporcionando assim, a criação de um produto afim de promover a satisfação térmica dos indivíduos. De acordo com Shoveetal (2008), essa poderia ser uma prática aceitável na época, quando a energia era abundante e as questões ambientais eram negligenciadas, porém com as problemáticas ambientais atuais e a elevação do preço da energia, o custo e o impacto da climatização artificial passou a ser questionado e também, o conceito de desconforto e conforto passou a ser aplicado a ambientes externos, sobretudo nos centros urbanos.

Ademais, existem evidências de que os espaços condicionados artificialmente possuem um maior nível de rejeição térmica por parte de seus ocupantes, principalmente ambientes com sistemas centrais de ar (NODA et al., 2016), assim como a tolerância a temperaturas dentro dos limites considerados confortáveis é expressivamente reduzida em ambientes climatizados artificialmente (DEAR; KIM; PARKINSON, 2018; VECCHI; CÂNDIDO; LAMBERTS, 2016), o que o fomenta a necessidade de pesquisas que buscam avaliar o conforto térmico em espaços ventilados naturalmente, (DEAR et al.).

2.2 Índices de conforto térmico

Para a identificação de situações de conforto e desconforto térmico em relação ao ambiente foram desenvolvidos mais de cem índices para avaliar as condições bioclimáticas para os seres humanos no último século, (BLAZEJCZYK et al., 2012). Foram desenvolvidos índices biofísicos, os quais são baseados nas trocas de calor entre o corpo e o ambiente. E os índices fisiológicos os quais se baseiam nas reações fisiológicas originadas por condições conhecidas de temperatura seca do ar, temperatura

radiante média, umidade do ar e velocidade do vento. E ainda, os índices subjetivos, os quais se baseiam nas sensações subjetivas de conforto experimentadas em condições em que os elementos de conforto térmico variam (Silva et al., 2018).

Nas subseções que seguem, são conceituados diferentes índices de conforto térmico.

2.2.1 Índice de umidade e temperatura (ITU)

O índice de Temperatura e Umidade, ITU, foi desenvolvido por Thom (1959), visando classificar as zonas de conforto e desconforto térmico para os seres humanos (Tabela 1), sendo posteriormente usado para avaliar o conforto térmico de animais. Apesar da existência de índices mais completos, o ITU, tem sido utilizado por envolver apenas informações meteorológicas, normalmente disponíveis, em estações meteorológicas e em bancos de dados obtidos a partir de imagens de satélite (OLIVEIRA et al., 2006).

Tabela 1: Zonas de conforto e desconforto térmico adotadas para o índice de temperatura e umidade (ITU) para seres humanos.

Parâmetros de Conforto e desconforto térmico	Zonas de Conforto e desconforto térmico
ITU < 74	Conforto térmico adequado
74 ≤ ITU < 79	Ambiente quente, no qual se inicia o desconforto térmico, podendo causar problemas de saúde e redução no rendimento do trabalhador rural
79 ≤ ITU < 84	Condições ambientais muito quentes, indicando perigo e podendo trazer consequências graves à saúde humana
ITU > 84	Indica condição extremamente quente, risco muito grave à saúde humana

Fonte: SOUZA et al. (2010)

2.2.2 Temperatura efetiva em função do vento (TEv)

O índice de temperatura efetiva em função do vento (TEv), originalmente denominado *effective temperature as a function of wind (ETW)*, é baseado não somente nas variáveis temperatura média do ar e umidade relativa média, como também se baseia

na velocidade do vento (V) (HOUGHTON; YAGLOU, 1923). As sensações térmicas e graus de estresse fisiológico em função do TEv são listados na Tabela 2.

De acordo com o laboratório MASTER (IAG/USP), o TEv é utilizado para prever as condições de conforto térmico no Sul, Sudeste e Centro Oeste do Brasil. Lealet al. (2017), a comparação entre o índice de desconforto térmico (IDT), índice de temperatura e umidade (ITU) e temperatura efetiva em função do vento (TEv), o qual pode concluir que o TEv foi o que mais representou adequadamente as condições climáticas para a cidade de Vitória, Espírito Santo.

Em um outro estudo conduzido por Globo e Galvani, (2012), no estado do Rio Grande do Sul, concluiu que o TEv não seria tão adequado para a avaliação em situações de primavera e verão por não representar tão bem as condições de desconforto em cenários onde ocorre excesso de calor por ocultar alguns resultados suavizando os valores.

Tabela 2: Sensação térmica e grau de estresse fisiológico por faixas de valores do índice de Temperatura efetiva em função do vento (TEv).

TEv (°C)	Sensação Térmica	Grau de estresse fisiológico
TEv < 13	Muito Frio	Extremo estresse ao frio
13 ≤ TEv < 16	Frio	Tiritar
16 ≤ TEv < 19	Frio moderado	Ligeiro resfriamento do corpo
19 ≤ TEv < 22	Ligeiramente frio	Vasoconstrição
22 ≤ TEv < 25	Confortável	Neutralidade térmica
25 ≤ TEv < 28	Ligeiramente quente	Ligeiro suor; vasodilatação
28 ≤ TEv < 31	Quente moderado	Suando
31 ≤ TEv < 34	Quente	Suor em profusão
TEv > 34	Muito quente	Falha na termorregulação

Fonte: FANGER (1970)

2.2.3 Índice de desconforto humano (IDH)

O índice de desconforto humano, IDH, foi proposto por ONO e KAWAMURA (1991), em um estudo realizado na região monstônica da Ásia, o qual apresenta um bom aproveitamento em climas quente e úmido. As classificações propostas para o IDH são listadas na Tabela 3.

Tabela 3: Faixas de valores do índice de desconforto humano (IDH) relativa às condições de conforto e desconforto térmico.

2.1 Intervalo do IDH (adimensional)	Efeito
IDH > 80	Estresse devido ao calor
75 > IDH > 80	Desconfortável devido ao calor
60 > IDH > 75	Confortável
55 > IDH > 60	Desconfortável devido ao frio
IDH < 55	Estresse devido ao frio

Fonte: SANTOS, MELO (2010)

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

A área analisada no presente estudo, compreende as mesorregiões Norte de Minas e Jequitinhonha localizados no estado de Minas Gerais, na região sudeste do Brasil. O estudo foi realizado com base nos dados meteorológicos das estações de Diamantina, Itamarandiba, Mocambinho, Montes Claros, Pirapora e Salinas as quais, com exceção de Mocambinho coincidem com os municípios estudados. A estação de Mocambinho está localizada no município de Porteirinha. O local apresenta extensão aproximada de 178.597 km² e altitudes que variam de 60 a 2.040 m, (SISEMA,2023). O clima do estado é caracterizado por duas estações bem definidas, a estação chuvosa que compreende os meses de outubro a março e a estação seca entre os meses de abril a setembro, (CURI et al., 1992; REBOITA et al., 2015). Na tabela 4 estão listadas as informações climatológicas dos 6 municípios estudados de acordo com a Normal Climatológica, referente ao período de 1981 a 2010, sendo a população estimada no último censo 2022, (IBGE,2022). As localizações das estações meteorológicas estão ilustradas Figura 1.

Conforme listado na Tabela 4, a região estudada compreende climas Aw, clima tropical de savana (Cerrado) com estação seca no inverno; e climas do tipo Cwa, clima temperado quente com inverno seco e verão quente (MARTINS et al., 2018).

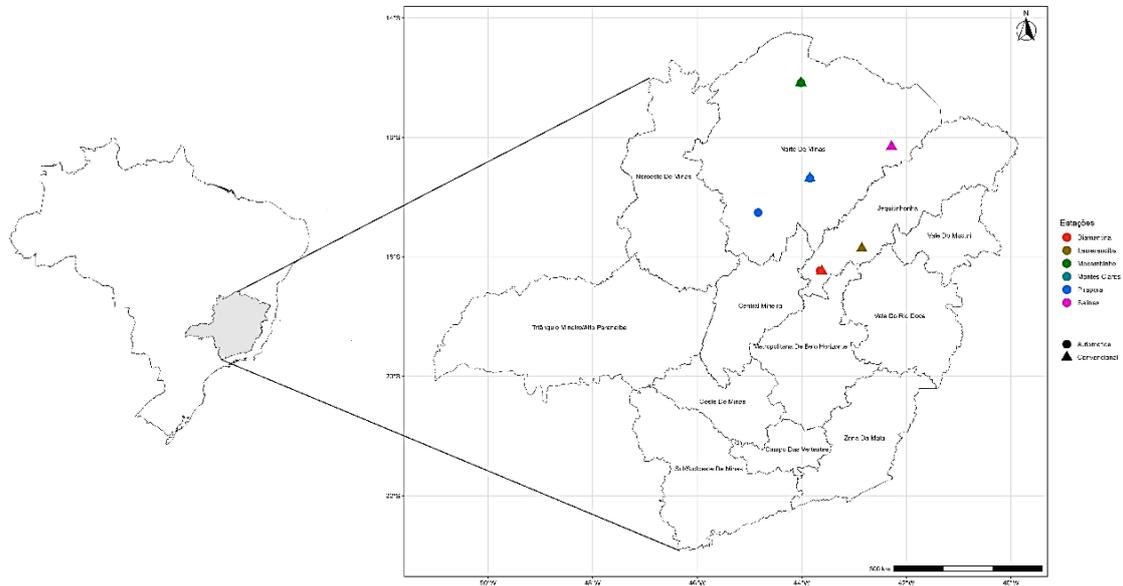
Tabela 4: Caracterização climatológica, populacional e dados dos municípios os quais se encontram as estações estudadas.

Estação	Cód	Coordenadas		Alt. (m)	Pop. (pessoas)	Precipitação	T (°C)	Köppen	Período Estudado
		Lat	Long			mm			
Diamantina	A537 (Aut.)	-18,23	-43,65	1359,25	47.702	1.375,3	18,71	Cwa	1990-2022 (32)
	83538(Conv.)	-18,24	-43,62	1318,05					
Itamarandiba	-	-	-	-	32.948	1.076,1	20,1	Cwa	1992-2022(30)
	83488(Conv.)	-17,86	-42,85	919,37					
Mocambinho	A539 (Aut.)	-15,09	-44,02	454	37.438	834,2	24,7	Aw	1991-2022(31)
	83389(Conv.)	-15,09	-44,02	453,62					
Montes Claros	A506 (Aut.)	-16,70	-43,84	645,87	414.240	1.086,4	23,1	Aw	1992-2022(30)
	83437(Conv.)	-16,70	-43,84	645,87					
Pirapora	A545 (Aut.)	-17,26	-44,84	505,32	55.606	1.118,1	24,4	Aw	1989-2022(33)
	83483(Conv.)	-17,35	-44,92	509,52					
Salinas	-	-	-	-	40.178	877,2	23,5	Aw	1991-2022(31)
	83441(Conv.)	-16,15	-42,28	476,07					

Fonte: Dados da Rede do INMET (2022), IBGE (2022)

“Cód.” é o código de cadastro da estação no catálogo da Organização Mundial de Meteorologia (OMM), “Aut” é o indicativo que a estação é do tipo automática e “Conv” convencional; “Pop.” é a população estimada no último censo realizado no ano de 2022, “T” é a temperatura média anual; “P” é a precipitação média total anual; “Köppen” é a classificação climática das estações (Martins et al., 2010)

Figura 1- Mapa do Estado de Minas Gerais com enfoque na região do Jequitinhonha e norte de Minas com a localização das estações utilizadas no presente estudo.



Fonte: Do autor (2023)

3.2 Descrição dos dados

Os dados utilizados no presente estudo foram obtidos do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), através do link <https://bdmep.inmet.gov.br/#>, sendo obtidos de forma a caracterizar uma média de 30 anos de séries de dados (Tabela 4). As variáveis obtidas foram a temperatura média do ar (T), umidade média relativa do ar (UR) e velocidade média do vento (V) cuja altitude para cada estação está exposta na (Tabela 4).

Após o *download* das séries de dados, foi realizado o preenchimento dos dados faltosos por meio da média móvel de até três dias consecutivos ou ainda, por dados de estações automáticas próxima ao local e também através da média dos dados diários disponibilizados pelas referidas estações estudadas.

3.3 Índices de conforto

Após o preenchimento das falhas da série de dados, foram determinados os índices de conforto térmico, sendo que, o índice de temperatura e umidade (ITU) foi obtido através da equação 1 (THOM, 1959).

$$ITU=t_{bs}+0,36\cdot t_{p0}+41,5 \quad (1)$$

em que;

ITU: Índice de temperatura e umidade (adimensional);

t_{bs} : temperatura de bulbo seco do ar (°C);

t_{p0} : temperatura de ponto de orvalho (°C).

e: pressão real de vapor d'água (hPa).

$$t_{p0}=\frac{186,4905-237,3 \log e}{\log e -8,2859} \quad (2)$$

Em seguida, para o cálculo do índice de temperatura efetiva em função do vento (TEv), utilizou-se a equação 3, (MISSENARD, 1937).

$$TEv=37-\left(\frac{37-t_{bs}}{0,68-00014\cdot UR+\left(\frac{1}{1,76+1,4\cdot V^{0,75}}\right)}\right)-0,29\cdot t_{bs}\cdot(1-0,01\cdot UR) \quad (3)$$

em que;

TEv: temperatura efetiva em função do vento (°C);

t_{bs} : temperatura de bulbo seco do ar (°C);

UR: umidade relativa do ar (%);

V: velocidade do vento a uma altura em relação ao solo de 1,2 m (m s⁻¹)

Os valores da velocidade do vento foram corrigidos para 1,2 metros, por meio da equação abaixo, proposta por Pasquill (1949).

$$\frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{z_2}{z_1}\right)^{0,143} \quad (4)$$

U₂ e U₁: são as velocidades (m . s⁻¹) para as alturas z₂ (m) e z₁ (m), respectivamente. Sendo U₂ e z₂ variáveis que assumiram os valores condizentes aos armazenados nas bases de dados, neste caso, U₂ a velocidade (m . s⁻¹) encontrada na base de dados a uma dada altura da estação (z₂), U₁ o valor da velocidade (m . s⁻¹) convertida para uma de 1,2 m (z₁).

Por fim, o índice de desconforto humano (IDH), foi obtido por meio da equação 5 (ONO; KAWAMURA, 1991).

$$IDH=0,99t_{bs}+0,36\cdot t_{p0}+41,5 \quad (5)$$

em que;

IDH: Índice de desconforto humano (adimensional);

t_{bs}: temperatura de bulbo seco do ar (°C);

t_{p0}: temperatura de ponto de orvalho (°C);

O t_{p0} foi estimado por meio da equação 4.

3.4 Teste de Mann-Kendall (MK)

O teste de Mann-Kendall (MK) é aplicado com frequência para detectar tendências em séries de dados climáticos (Back et al., 2012), e ainda, avaliar a ocorrência de mudanças climáticas. Este, por sua vez, é recomendado pela Organização Meteorológica Mundial (Yu et al., 2002) para avaliação de mudanças climáticas, pois é considerado o método mais adequado para este tipo de análise. Segundo Blain et al. (2011), o teste MK é amplamente utilizado, em estudos de tendências com séries temporais climatológicas, por apresentar comportamento robusto quanto aos desvios de normalidade e à não estacionariedade dos dados.

O teste considera que, no caso de estabilidade da série temporal (Hipótese H_0), a sucessão de valores ocorre de forma independente, e a distribuição de probabilidade permanece sempre a mesma (série aleatória simples). Assim, valores positivos do coeficiente de Mann-Kendall ($MK > 0$) indicam tendência de crescimento da variável em estudo, enquanto valores negativos ($MK < 0$) indicam tendência de diminuição. Considerando-se a probabilidade de 5%, a Tabela de Z fornece $Z_{0,975} = 1,96$. Assim, se a estatística do teste de Mann Kendall (MK) for superior a 1,96 – ou seja $|MK| > Z_{1-\alpha/2}$ rejeita-se a hipótese H_0 e aceita-se a existência de tendência significativa na série de dados de temperatura.

Para o presente trabalho o cálculo Z, foi realizado utilizando a estatística do teste (S) e variância (Var (s)), cujas variáveis são disponibilizadas pelo programa XLSTAT, o mesmo foi utilizado, na versão 2023.1.6.1410. Para o cálculo do Z foram utilizados os critérios estabelecidos nas equações 6 e 7.

$$S > 0 \quad Z = \frac{(S-1)}{(V(S))^{0,5}} \quad (6)$$

$$S < 0 \quad Z = \frac{(S+1)}{(V(S))^{0,5}} \quad (7)$$

3.4 Regressão linear

A análise de regressão linear é usada para indicar as mudanças climáticas através dos dados coletados ao longo do tempo, por meio da significância do coeficiente angular de uma reta que é ajustada aos dados. Essa análise é feita para a determinação de um intervalo de confiança do coeficiente angular, sendo que, se esse intervalo de segurança não incluir o valor zero, a tendência é significativa, para a análise adota-se a equação 8.

$$y=ax+b \quad (8)$$

em que,

a = intercepto, e b = coeficiente angular.

Para o presente estudo, foram executadas duas análises de regressão linear, a primeira feita através do *MS Excel*, na qual, foi feita a partir da média dos dados anuais para as estações estudadas e a partir disso foi plotado resultados gráficos e equações da reta. E a segunda análise, foi feita a partir do programa XLSTAT 2023.1.6.1410, para possível comparação com a análise realizada no *MS Excel*.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo o estudo realizado pela *World Health Organization e a United Nations Environment Programme* (WHO/UNEP, 1990), define a faixa de temperatura de 18°C e 24°C como conforto térmico adequado, nesta não há risco para a saúde de pessoas saudáveis, sob condições apropriadas de vestimenta, isolamento, umidade, temperatura radiante, vento e estado psicológico. Já para o autor, Weihe, (1986), a faixa de 17°C e 31°C é considerado como condicionante para neutralidade térmica não ocorrendo impacto na saúde humana. E por fim, Scorre, (1984) a faixa de conforto é compreendida pelo intervalo de 16°C e 23°C. De acordo, com os resultados apresentados no presente estudo e ao compará-los com as faixas de conforto proposta pelos três autores, a estação de Diamantina apresenta como limite inferior 15,88°C e média anual de 18,71°C, possivelmente em épocas com temperaturas baixas a população estará submetida ao desconforto térmico devido ao frio. Itamarandiba possui limite inferior de 16,98°C que segundo os dois últimos autores respectivamente configura possível desconforto devido

ao frio em épocas com temperaturas amenas, porém a média anual 20,31°C indica que para as demais épocas tendem a estar dentro das faixas de conforto térmico. Para as demais estações meteorológicas, os resultados encontrados se enquadram dentro dos limites de conforto térmico.

A umidade relativa média do ar conforme indicado na literatura, para oferecer um conforto adequado deve estar entre o intervalo de 40% e 70%, (Tromp, 1980; Arundel et al, 1986). Para os resultados encontrados, os limites inferiores não ultrapassam valores menores que 40%, porém para os limites superiores, estes atingem valores acima de 70%, com destaque para a estação meteorológica de Diamantina, que exibiu o valor máximo analisado de 78,78%. Estudos apontam, que valores superiores a 70% propiciam o crescimento de fungos e ácaros que podem estar relacionados com alergias e doenças respiratórias, (Garrett et al, 1998).

O vento é uma variável que promove sensação de conforto em períodos os quais a temperatura está elevada, pois são responsáveis por refrigerar o ambiente diminuindo a sensação de calor, embora em dias que a temperatura já está baixa este, pode favorecer o resfriamento local causando desconforto devido ao frio. No presente estudo, foram encontrados o valor máximo mensal para a estação de Itamarandiba, sendo o valor de 4,48 m/s e um máximo anual para Montes Claros 1,86 m/s. O menor valor para a média mensal e anual foi apresentado nos dados referente a Mocambinho 1,17 m/s e 1,35 m/s, respectivamente.

O ITU para a maioria dos casos, segundo a classificação de Souza et al. (2010), se mostrou confortável com valores inferiores a 74. Porém, nos meses que compreende o verão e primavera nota-se que para algumas localidades uma variação de 0,5 pode ser observada. Por menor que seja essa variação, ainda pode ser indicativo de desconforto térmico devido ao calor, o índice variou entre 64,98 a 72,28. Em contraste,

Conforme os intervalos de classificação propostos por Fagner (1970), Diamantina ficou dentro das zonas de sensação térmica muito frio e frio moderado, já Itamarandiba exibiu resultados compreendidos em muito frio, frio moderado e sensação de frio, para Mocambinho a sensação foi frio e confortável, Montes Claros frio e frio moderado, Pirapora frio moderado e conforto e Salinas frio moderado. Para a maioria das estações índices baixos podem ser observados, o que fomenta os estudos realizados por Globo e

Galvani (2012), como observado o TEv não é propício para a avaliação em situações de primavera e verão.

Por fim, o IDH, o qual para a maioria dos casos, ficou compreendido dentro do intervalo de 60 a 75, que segundo a classificação disposta por Santos; e Mello (2010), configura conforto térmico, somente um caso em específico, configurou desconforto térmico devido ao calor, o qual ocorreu no mês de dezembro, que compreende a média dos valores do período de 1991-2022 na estação Mocambinho.

Nas Tabelas 5 e 6 estão listados os valores mensais e anuais das variáveis meteorológicas e índices de conforto térmico para os referidos períodos estudados.

Tabela 5: Média mensal e anual para as variáveis temperatura média (T, °C), umidade média relativa do ar (UR, %), velocidade média do vento (V, m s⁻¹), índice de temperatura e umidade (ITU, adimensional), temperatura efetiva em função do vento (TE_v, °C) e índice de desconforto humano (IDH, adimensional), para os municípios de Diamantina, Itamarandiba e Mocambinho.

Meses	Diamantina						Itamarandiba						Mocambinho					
	T	UR	V	ITU	TE _v	IDH	T	UR	V	ITU	TE _v	IDH	T	UR	V	ITU	TE _v	IDH
1	20,54	77,16	1,92	67,62	16,40	67,71	22,33	76,30	1,50	69,98	18,88	70,06	25,66	72,54	1,25	74,15	22,41	74,19
2	20,48	76,52	1,78	67,49	16,46	65,59	22,30	76,35	4,48	69,95	18,89	70,03	25,83	72,23	1,21	74,37	22,63	74,41
3	20,20	78,78	1,64	67,29	16,47	67,39	22,03	78,12	1,53	69,72	18,55	69,80	25,64	73,18	1,19	74,18	22,51	74,23
4	19,21	78,25	1,53	65,92	15,56	66,03	20,88	78,88	1,56	68,22	17,23	68,31	25,22	69,86	1,17	73,35	21,94	73,39
5	17,40	76,50	1,57	63,35	13,53	63,48	18,83	78,78	1,55	65,45	15,01	65,56	23,71	65,57	1,28	70,97	20,10	71,04
6	16,23	74,72	1,65	61,64	12,14	61,78	17,34	78,09	1,51	63,39	13,51	63,51	22,51	61,58	1,33	69,00	18,66	69,07
7	15,88	71,36	1,78	60,92	11,60	61,06	16,98	74,96	1,64	62,68	12,90	62,81	22,13	58,83	1,47	68,22	17,99	68,30
8	16,77	68,56	1,97	61,90	12,10	62,03	17,88	69,35	1,78	63,46	13,51	63,58	23,32	53,34	1,54	69,27	18,83	69,34
9	18,48	67,13	2,01	64,05	13,86	64,17	19,99	65,31	1,85	65,95	15,55	66,05	25,50	49,75	1,56	71,76	20,70	71,80
10	19,70	70,52	1,95	65,96	15,31	66,07	21,58	67,41	1,79	68,24	17,40	68,33	26,86	55,32	1,59	74,14	22,28	74,18
11	19,59	78,75	1,86	66,45	15,48	66,56	21,56	76,65	1,59	68,91	17,89	69,00	25,62	70,56	1,31	73,92	22,19	73,97
12	20,09	79,55	1,80	67,20	16,15	67,30	22,04	78,82	1,48	69,77	18,70	69,85	25,45	74,46	1,26	74,01	22,29	76,73
Anual	18,71	74,82	1,79	64,98	14,59	65,10	20,31	74,87	1,60	67,14	16,50	67,24	24,79	64,77	1,35	72,28	21,04	72,55

Fonte: Do autor (2023)

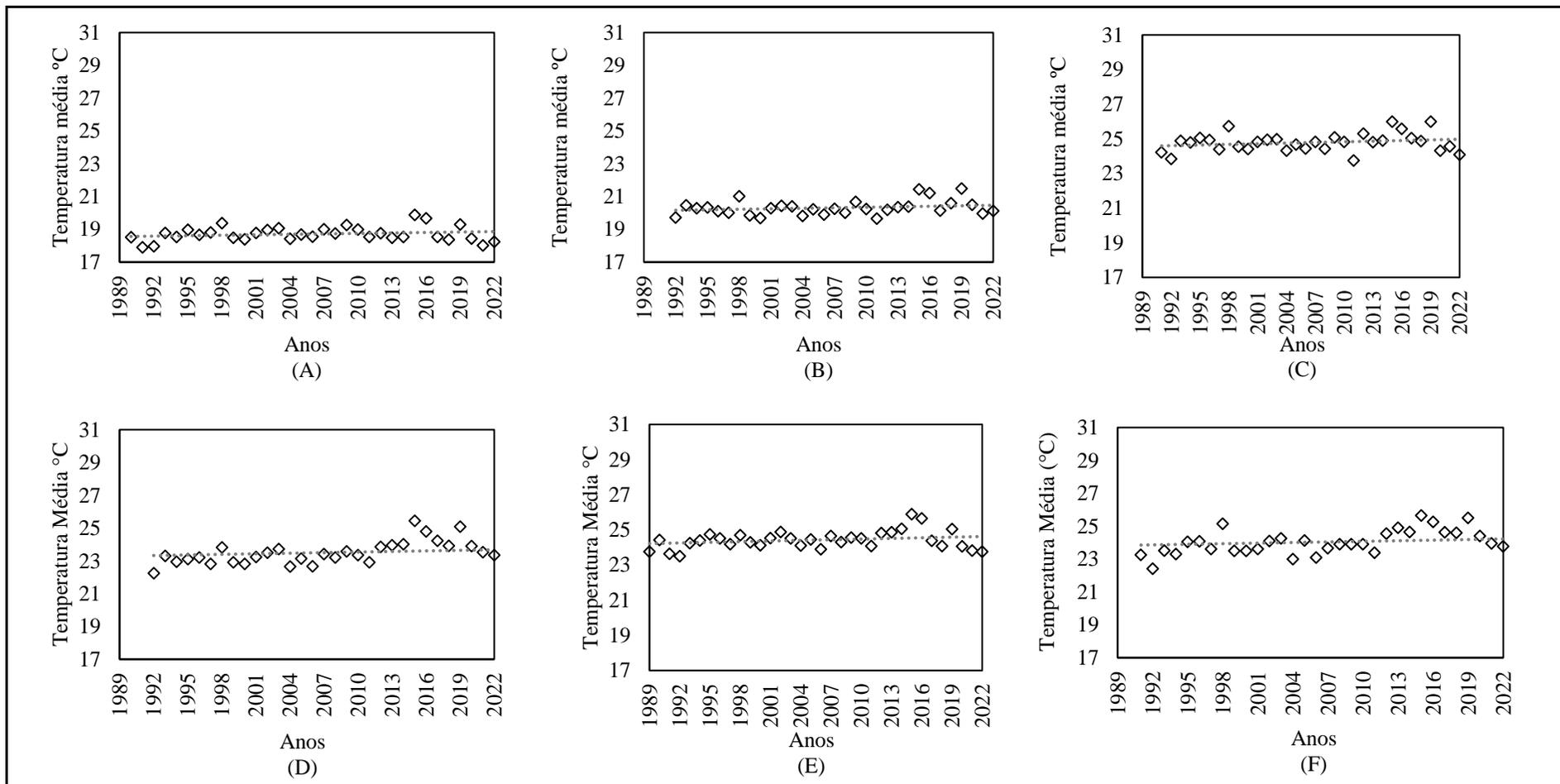
Tabela 6: Média mensal e anual para as variáveis temperatura média (T, °C), umidade média relativa do ar (UR, %), velocidade média do ar (V, m s⁻¹), índice de temperatura e umidade (ITU, adimensional), temperatura efetiva em função do vento (TEv, °C) e índice de desconforto humano (IDH, adimensional), para os municípios de Montes Claros, Pirapora e Salinas, (Continuação).

Meses	Montes Claros						Pirapora						Salinas					
	T	UR	V	ITU	TEv	IDH	T	UR	V	ITU	TEv	IDH	T	UR	V	ITU	TEv	IDH
1	24,65	70,63	1,81	72,62	20,62	72,68	25,78	74,29	1,57	74,46	22,28	74,51	25,30	74,22	1,43	73,80	21,90	67,50
2	24,79	69,25	1,82	72,71	20,72	72,77	25,95	73,81	1,53	74,66	22,47	74,70	25,50	72,10	1,45	73,91	21,98	67,55
3	24,49	72,08	1,70	72,54	20,65	72,60	25,43	75,56	1,44	74,08	22,12	74,15	25,25	74,41	1,38	73,75	21,93	67,46
4	23,74	69,72	1,62	71,35	19,84	71,41	24,66	73,27	1,34	72,90	21,30	72,93	24,38	73,71	1,38	72,52	20,97	66,55
5	22,07	65,48	1,52	68,76	18,04	68,84	22,45	70,89	1,32	69,87	18,95	69,81	22,52	72,11	1,40	69,90	18,95	64,60
6	20,77	62,14	1,58	66,73	16,55	66,83	21,04	68,11	1,35	67,79	17,35	67,70	21,17	69,08	1,44	67,85	17,39	63,06
7	20,61	56,91	1,77	66,03	15,98	66,13	21,10	62,59	1,55	67,38	16,94	67,30	21,04	64,87	1,68	67,32	16,79	62,61
8	22,04	50,73	2,11	67,31	16,83	67,39	23,00	55,34	1,91	69,20	18,16	69,13	22,34	58,91	1,96	68,52	17,60	63,41
9	24,42	48,13	2,33	70,16	18,88	70,22	25,67	52,66	2,07	72,35	20,55	72,36	24,68	55,99	2,24	71,35	19,59	65,47
10	25,61	53,08	2,24	72,26	20,39	72,30	26,92	57,67	1,96	74,46	22,17	74,52	26,11	59,23	2,14	73,57	21,32	67,16
11	24,52	68,72	1,94	72,29	20,29	72,35	25,66	71,99	1,68	74,04	21,91	74,15	25,11	72,70	1,66	73,41	21,37	67,19
12	24,34	73,95	1,84	72,49	20,43	72,55	25,40	76,83	1,54	74,13	22,04	74,20	25,02	77,04	1,48	73,64	21,70	67,40
Anual	23,50	63,40	1,86	70,44	19,10	70,51	24,42	67,75	1,60	72,11	20,52	72,12	24,03	68,70	1,64	71,63	20,13	65,83

Fonte: Do autor (2023)

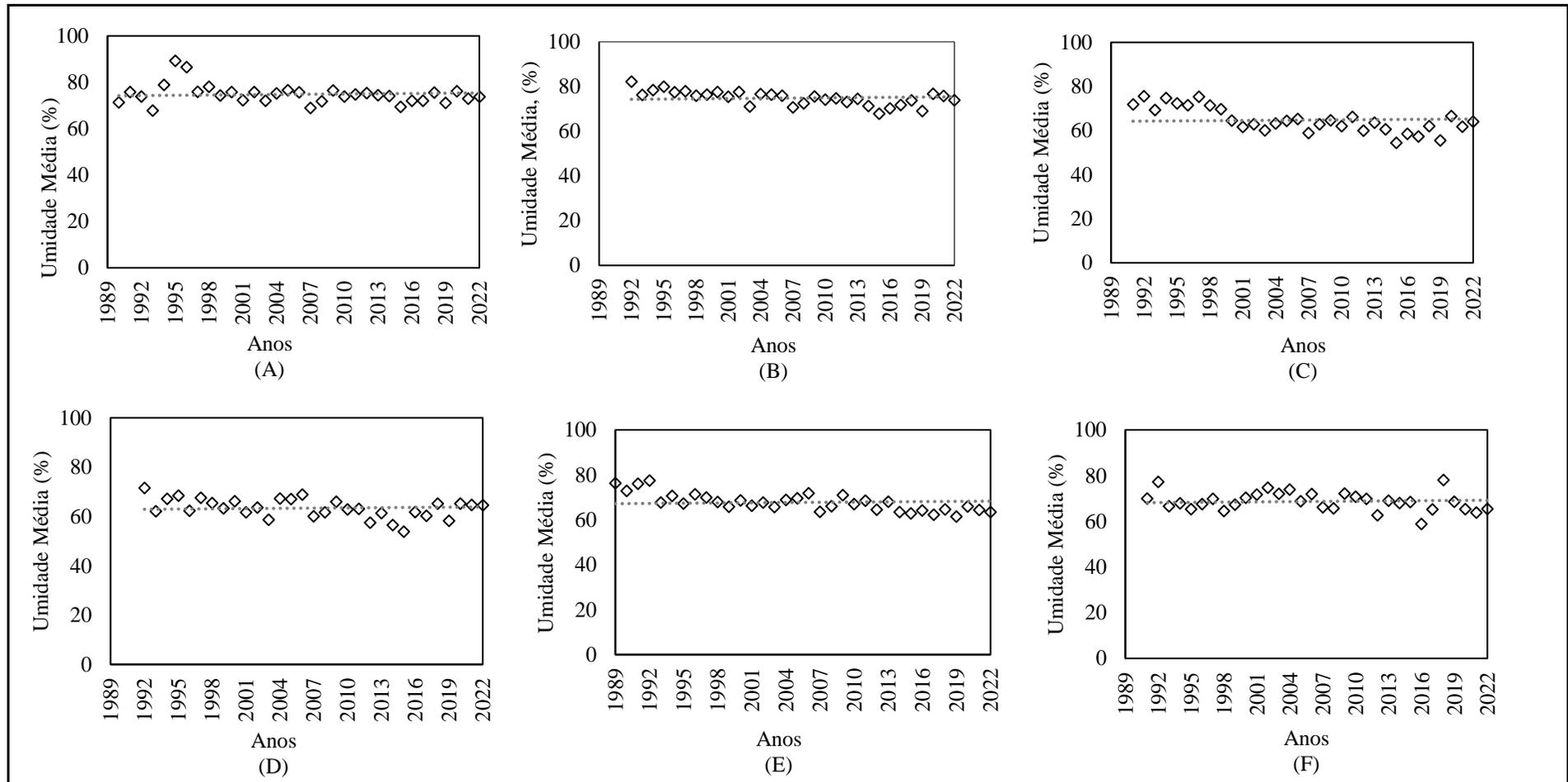
As Figuras 2, 3 e 4 foram realizadas através da regressão linear e se apresentam como orientação para verificar a presença de tendência ao longo período analisado, esta pode ser verificada oferecendo aumento das variáveis ou diminuição destas. O estudo foi realizado para a temperatura média (°C), umidade relativa média (%) e velocidade média (m/s), respectivamente.

Figura 2 – Ilustração da presença de tendências no aumento ou diminuição para a variável meteorológica temperatura média (T). Em que (A) se refere a Diamantina, (B) Itamarandiba, (C) Mocaminho, (D) Montes Claros, (E) Pirapora e (F) Salinas.



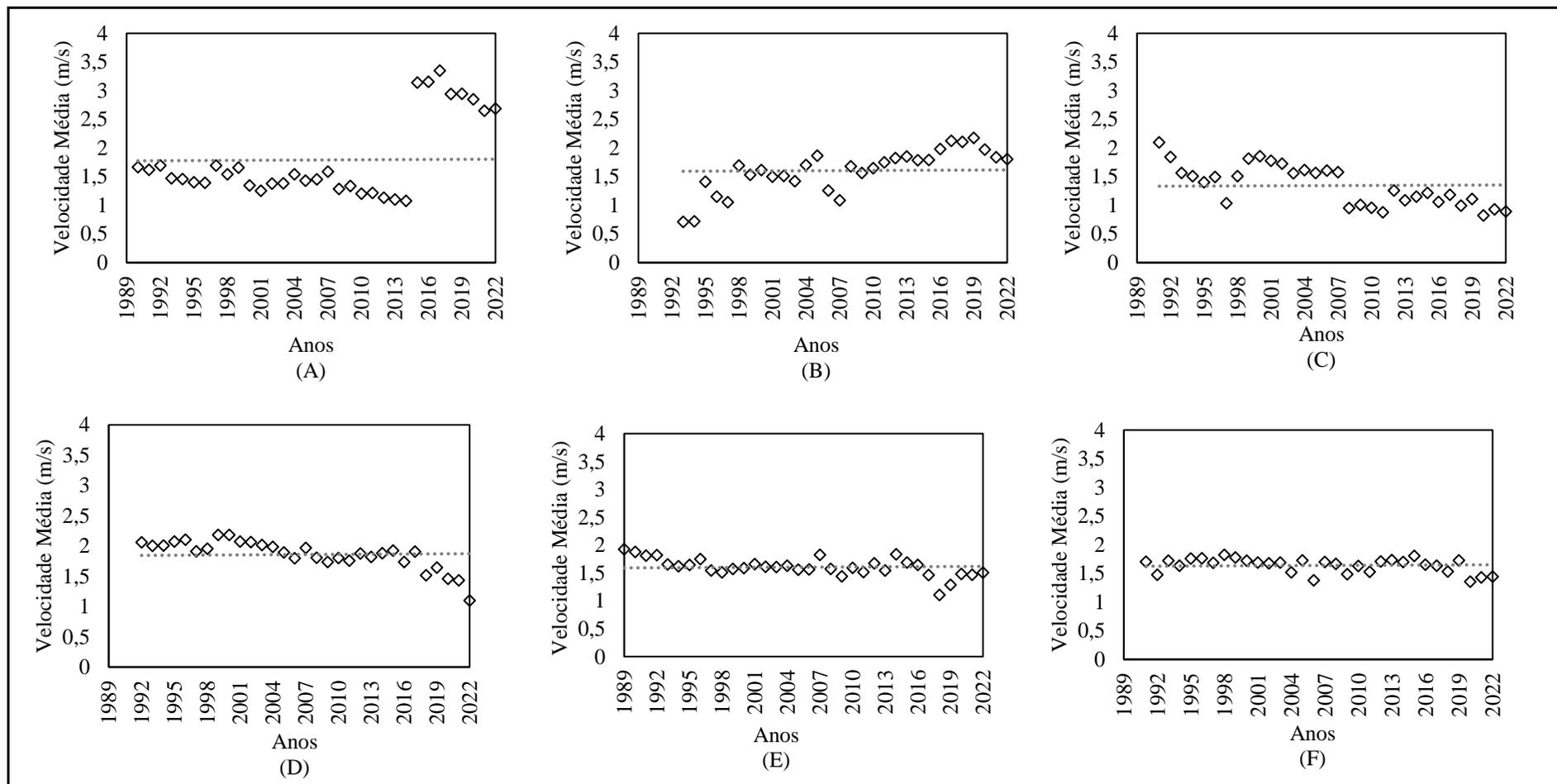
Fonte: Do autor (2023)

Figura 3 – Ilustração da presença de tendências no aumento ou na diminuição dos valores da umidade relativa do ar (UR). Em que (A) se refere a Diamantina, (B) Itamarandiba, (C) Mocambinho, (D) Montes Claros, (E) Pirapora e (F) Salinas.



Fonte: Do Autor (2023)

Figura 4 – Ilustração da presença de tendências no aumento ou na diminuição dos valores da velocidade média do vento (V). Em que (A) se refere a Diamantina, (B) Itamarandiba, (C) Mocambinho, (D) Montes Claros, (E) Pirapora e (F) Salinas.

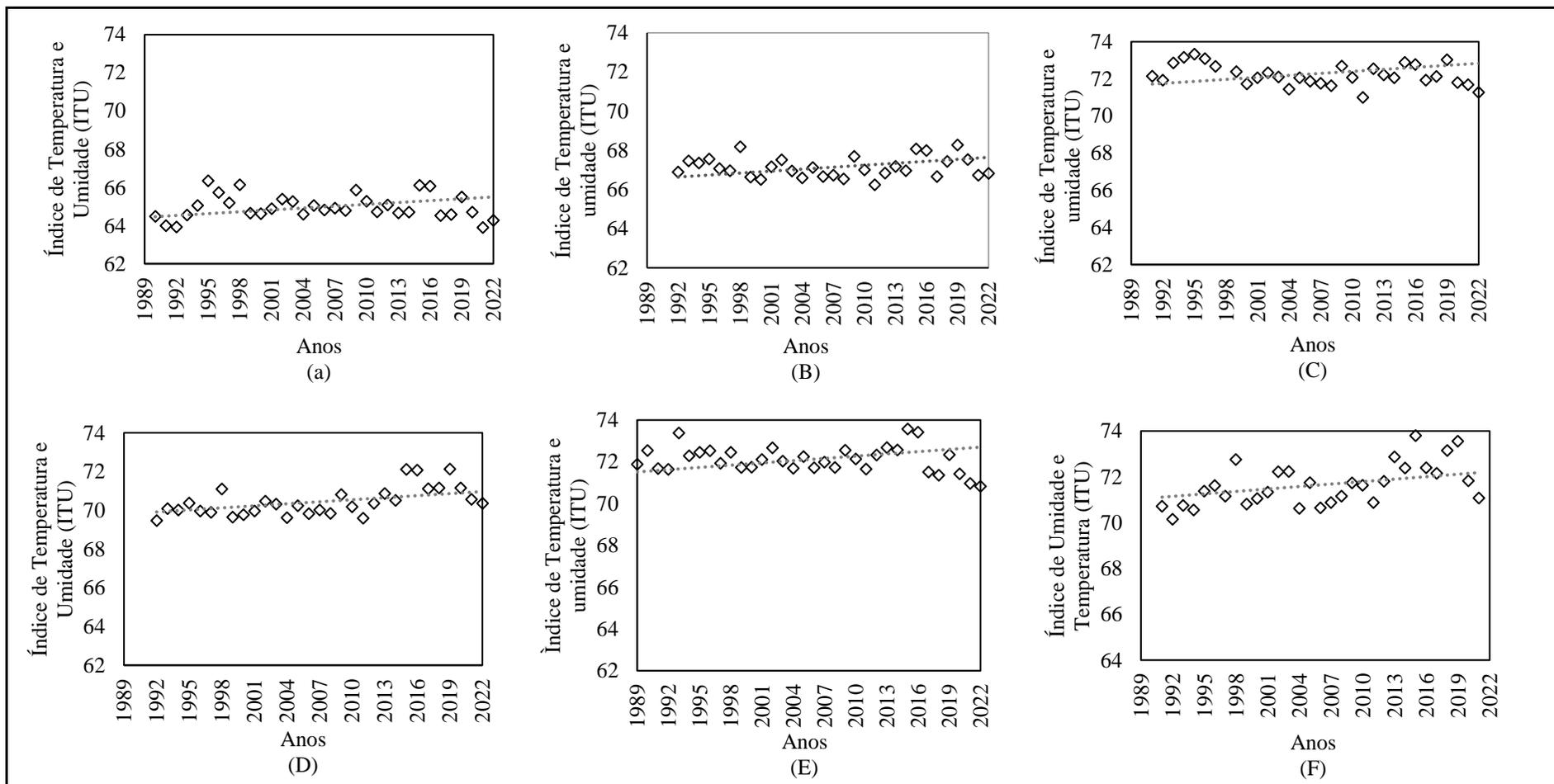


Fonte: Do Autor (2023)

Ao observar a Figura 2, nota-se um comportamento semelhante para todas as localidades, com uma tendência de aumento no valor da temperatura média (T). Com o aumento da temperatura do ambiente o corpo humano aumenta sua eliminação de calor através da evaporação. Na Figura 3, os valores da umidade média relativa mostraram uma leve tendência na diminuição, vale ressaltar que quanto maior a umidade relativa, menor será a eficiência da evaporação na remoção de calor, com estes mostraram comportamento oposto ao descrito, se depender dessa variável haverá uma eficiência na remoção de calor do organismo humano. Na Figura 4 têm-se a velocidade, a qual, mostra uma tendência a ser constante sem variações para aumento e diminuição do seu índice.

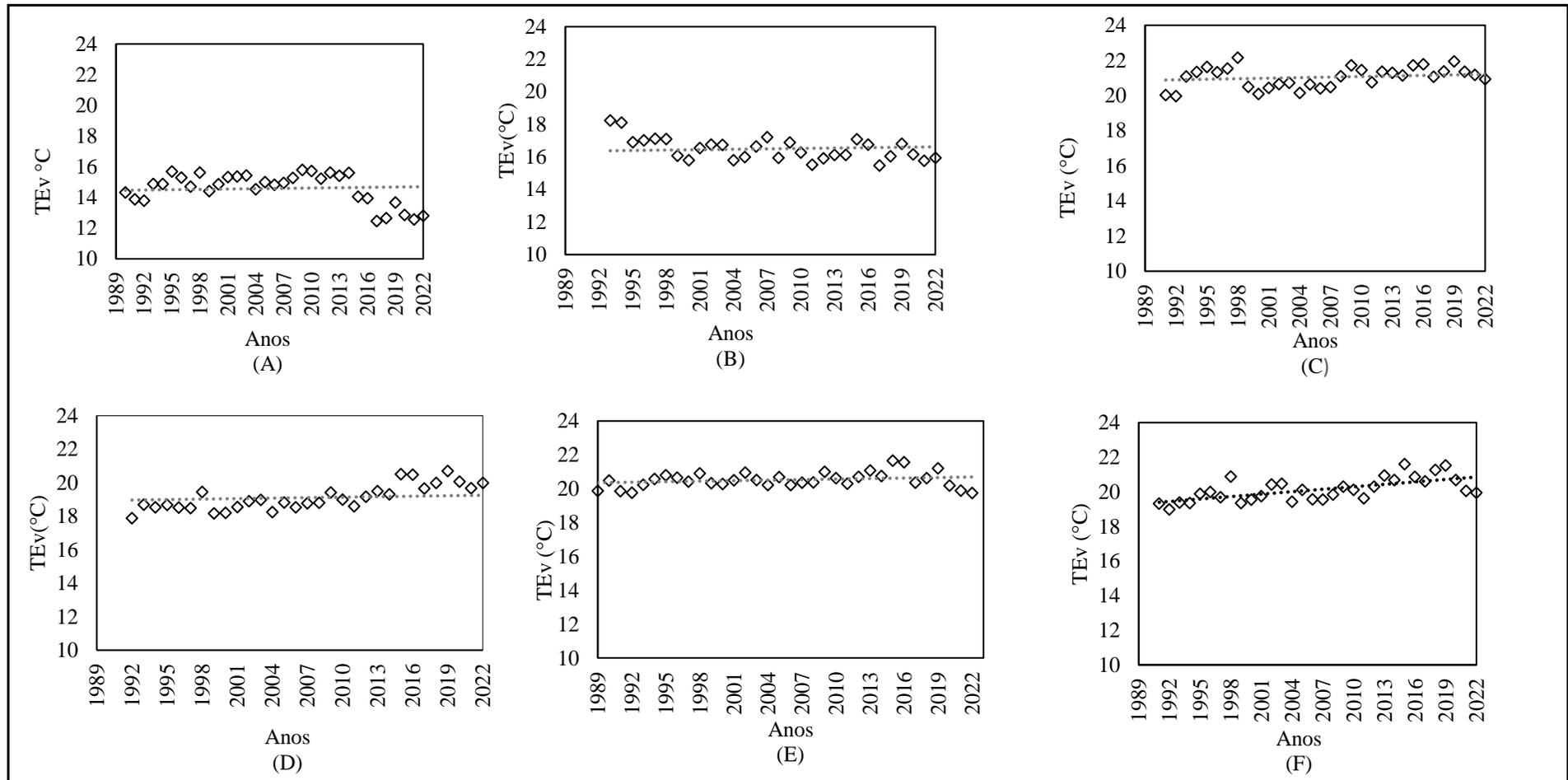
A temperatura, umidade e velocidade são variáveis que estão ligadas diretamente ao clima, portanto estão relacionadas com a sensação de conforto térmico dos indivíduos no meio, ou seja, a alteração das variáveis meteorológicas impacta diretamente nos índices de conforto. Abaixo, nas Figuras 5, 6 e 7 apresentam resultados acerca das tendências de aumento ou diminuição para o ITU, TE_v e IDH.

Figura 5 – Ilustração da presença de tendências no aumento ou na diminuição dos valores do índice de temperatura e umidade (ITU). Em que (A) se refere a Diamantina, (B) Itamarandiba, (C) Mocambinho, (D) Montes Claros, (E) Pirapora e (F) Salinas.



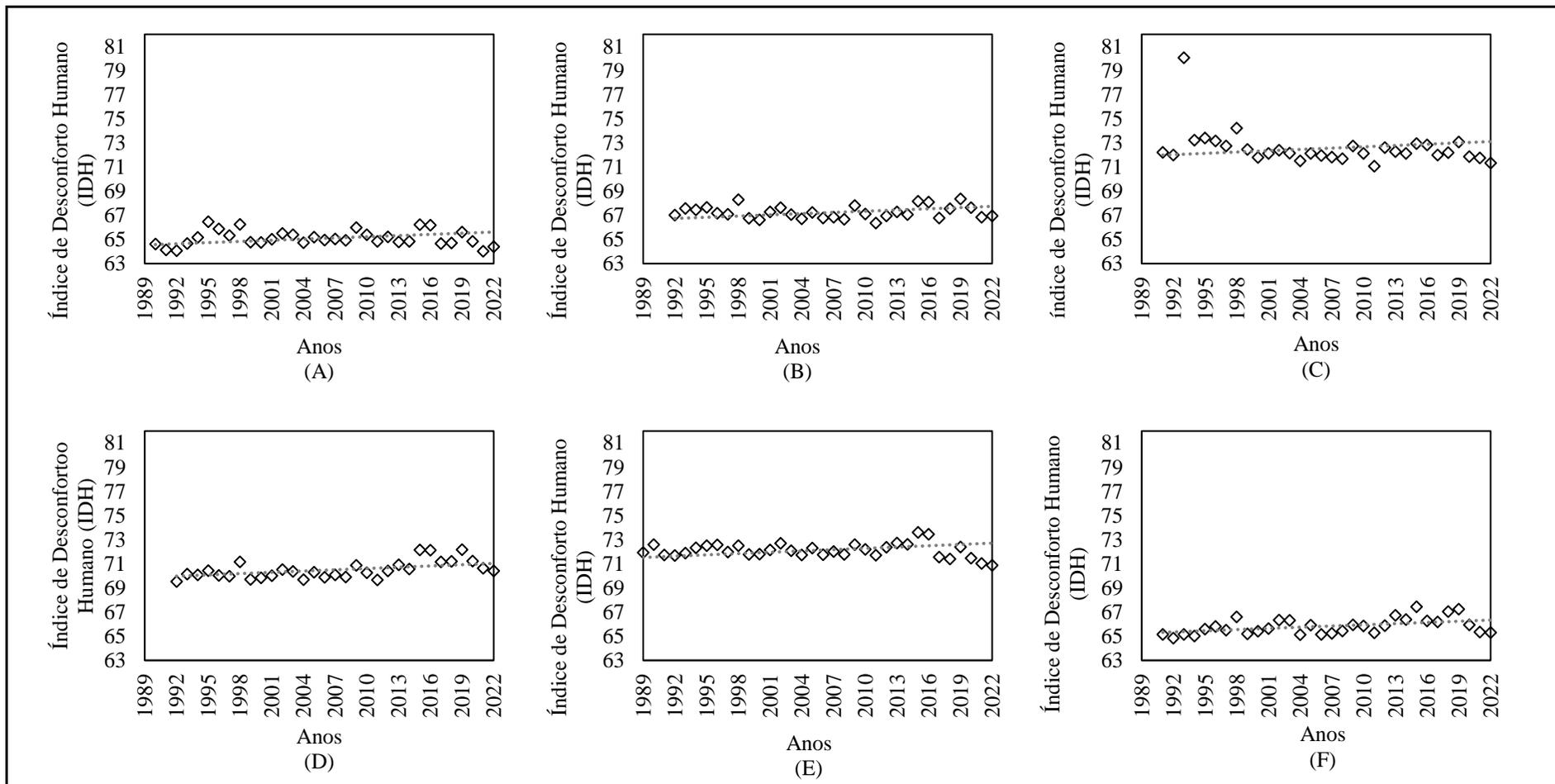
Fonte: Do Autor (2023)

Figura 6 – Ilustração da presença de tendências no aumento ou na diminuição dos valores da temperatura efetiva em função do vento (TEv). Em que (A) se refere a Diamantina, (B) Itamarandiba, (C) Mocambinho, (D) Montes Claros, (E) Pirapora e (F) Salinas.



Fonte: Do autor (2023)

Figura 7 – Ilustração da presença de tendências no aumento ou na diminuição dos valores do índice de desconforto (humano (IDH)). Em que (A) se refere a Diamantina, (B) Itamarandiba, (C) Mocambinho, (D) Montes Claros, (E) Pirapora e (F) Salinas



Fonte: Do autor (2023)

Conforme disposto na Figura 5 o ITU tende a ter uma tendência de aumento em seus valores e com isso ter fortes tendências a ter desconforto térmico devido ao calor, e esta condição se deu para todas as localidades. O IDH disposto na Figura 7, apresentou uma tendência no aumento do seu índice para as cidades estudadas ocasionando futuros desconfortos térmicos devido ao calor. O TEV disposto na Figura 6, apresentou uma suave tendência a diminuir para o município de Diamantina, Itamarandiba e Pirapora ocasionando futuramente tendências ao desconforto devido ao frio já para as cidades de Salinas, Mocambinho e Montes claros houve tendências suaves ao aumento do índice tendo tendências de um ambiente confortável.

A seguir estão dispostas as Tabelas 7, 8, 9, 10, 11 e 12 os resultados encontrados após a realização do teste de Mann-Kendall para os municípios estudados no presente trabalho.

Tabela 7: Valores mensais de Z, coeficiente angular b e resultado Ho para as de variáveis temperatura média (T), umidade média relativa do ar (UR), velocidade média do ar (V), índice de temperatura e umidade (ITU), temperatura efetiva em função do vento (TEv) e índice de desconforto humano (IDH) para a cidade de Diamantina no período de 1990-2022.

	T			UR			V			ITU			TEv			IDH			
	Z	b	H ₀	z	b	H ₀	Z	b	H ₀	z	b	H ₀	z	b	H ₀	z	b	H ₀	
	1	0,762	0,012	A	-1,832	-0,164	A	1,346	0,039	A	0,542	-0,053	A	-2,189	-0,059	R	0,542	-0,055	A
	2	-0,535	-0,002	A	0,114	0,026	A	1,443	0,035	A	-0,201	0,253	A	-1,638	0,008	A	-0,201	0,255	A
	3	-0,405	-0,011	A	-1,508	-0,054	A	1,378	0,041	A	-0,821	-0,201	A	-2,124	-0,074	A	-0,821	-0,203	A
	4	-0,016	-0,009	A	-0,081	-0,020	A	1,411	0,040	A	-0,635	-0,117	A	-1,995	-0,162	A	-0,604	-0,116	A
	5	-0,373	0,000	A	0,341	-0,026	A	1,476	0,041	A	0,015	0,024	A	-2,092	-0,267	A	0,015	0,023	A
Diamantina	6	2,222	0,017	R	-0,470	0,045	A	0,924	0,041	A	1,410	0,489	A	-1,022	-0,145	A	1,410	0,489	A
	7	0,178	0,002	A	-0,600	-0,112	A	0,665	0,046	A	0,015	-0,334	A	-0,957	0,332	A	0,015	-0,332	A
	8	0,308	0,010	A	-0,989	-0,187	A	1,816	0,046	A	0,232	-0,088	A	-1,995	-0,024	A	0,232	-0,088	A
	9	1,346	0,034	A	-3,357	-0,545	A	1,735	0,049	A	0,480	0,181	A	-1,184	-0,123	A	0,480	0,176	A
	10	1,119	0,027	A	-1,800	-0,308	A	1,006	0,044	A	0,418	0,213	A	-1,508	0,255	A	0,418	0,214	A
	11	0,000	-0,004	A	-1,249	-0,052	A	2,108	0,047	R	-0,604	-0,115	A	-1,703	-0,321	A	-0,573	-0,114	A
	12	0,178	0,002	A	-0,892	-0,096	A	1,054	0,040	A	-1,007	-0,148	A	-1,832	-0,074	A	-1,007	-0,147	A

Fonte: Do autor (2023)

Z estatística do teste de Mann-Kendall, b coeficiente angular, Ho hipótese de nulidade de que não há tendência na série histórica, A aceita Ho e R rejeita Ho.

Tabela 8: Valores mensais de Z, coeficiente angular b e resultado Ho para as de variáveis temperatura média (T), umidade média relativa do ar (UR), velocidade média do ar (V), índice de temperatura e umidade (ITU), temperatura efetiva em função do vento (TEv) e índice de desconforto humano (IDH) para a cidade de Itamarandiba no período de 1992-2022.

	T			UR			V			ITU			Tev			IDH			
	Z	b	H ₀	z	b	H ₀	Z	b	H ₀	z	b	H ₀	z	b	H ₀	z	b	H ₀	
Itamarandiba	1	1,632	0,143	A	-2,821	-0,255	A	4,596	0,497	A	1,346	-0,040	A	1,346	-0,404	A	1,346	-0,042	A
	2	0,408	0,131	A	-0,680	0,285	A	4,090	0,135	A	1,443	0,219	A	1,443	-0,036	A	1,443	0,221	A
	3	0,340	0,083	A	-2,176	0,129	A	4,183	0,200	A	1,378	0,034	A	1,378	-0,222	A	1,378	0,033	A
	4	0,578	0,023	A	-2,719	-0,335	A	2,853	0,114	A	1,411	-0,026	A	1,411	-0,141	A	1,411	-0,026	A
	5	-0,034	-0,163	A	-2,413	-0,303	A	2,852	-0,428	A	1,476	-0,246	A	1,476	0,326	A	1,476	-0,247	A
	6	1,700	0,331	A	-2,379	0,259	A	3,170	-0,022	A	0,924	0,442	A	0,924	-0,192	A	0,924	0,443	A
	7	-0,442	-0,476	A	-2,991	-0,236	A	3,152	-0,416	A	0,665	-0,347	A	0,665	0,232	A	0,665	-0,345	A
	8	0,306	0,002	A	-2,074	-0,005	A	3,770	-0,189	A	1,816	-0,049	A	1,816	-0,224	A	1,816	-0,049	A
	9	1,632	0,269	A	-3,263	-0,396	A	2,832	0,290	A	1,735	-0,117	A	1,735	0,239	A	1,735	-0,122	A
	10	2,447	0,179	A	-1,802	0,154	A	4,390	0,445	A	1,006	0,374	A	1,006	0,027	A	1,006	0,376	A
	11	1,292	-0,121	A	-1,632	-0,126	A	3,995	-0,431	A	2,108	0,075	A	2,108	0,080	A	2,108	0,079	A
	12	0,816	0,131	A	-2,685	-0,110	A	4,896	0,694	A	1,054	-0,051	A	1,054	-0,611	A	1,054	-0,054	A

Fonte: Do autor (2023)

Z estatística do teste de Mann-Kendall, b coeficiente angular, Ho hipótese de nulidade de que não há tendência na série histórica, A aceita Ho e R rejeita Ho.

Tabela 9: Valores mensais de Z, coeficiente angular b e resultado Ho para as de variáveis temperatura média (T), umidade média relativa do ar (UR), velocidade média do ar (V), índice de temperatura e umidade (ITU), temperatura efetiva em função do vento (TEv) e índice de desconforto humano (IDH) para a cidade de Mocimbinho no período de 1991-2022.

	T			UR			V			ITU			Tev			IDH			
	Z	b	H ₀	z	b	H ₀	Z	b	H ₀	z	b	H ₀	z	b	H ₀	z	b	H ₀	
Mocimbinho	1	1,930	5,868	A	-3,616	-0,384	R	-3,422	-2,643	R	1,930	-1,391	A	1,605	1,838	A	-0,373	-1,442	A
	2	-0,373	-1,185	A	-2,416	-0,240	R	-3,811	7,094	R	-0,373	-3,534	A	0,762	-2,281	A	-1,443	-4,174	A
	3	1,119	3,701	A	-2,481	-0,246	R	-3,876	-4,834	R	1,119	6,769	A	1,897	3,505	A	-0,081	6,581	A
	4	0,373	-3,006	A	-2,092	0,147	R	-4,168	-7,551	R	0,373	1,091	A	1,638	2,704	A	-1,346	0,422	A
	5	0,178	-3,015	A	-3,097	-0,258	R	-4,265	2,482	R	0,178	-2,411	A	1,281	-3,387	A	-1,249	-2,670	A
	6	1,119	3,288	A	-3,616	0,850	R	-4,362	-9,249	R	1,119	0,924	A	2,546	5,243	R	-1,151	0,724	A
	7	-0,178	-3,701	A	-3,519	-0,713	R	-4,881	-17,791	R	-0,178	-3,046	A	1,119	-0,498	A	-2,319	-2,531	R
	8	1,281	1,834	A	-2,903	0,486	R	-4,265	2,210	R	1,281	-1,584	A	1,541	1,024	A	-1,314	-0,809	A
	9	1,281	2,195	A	-4,103	-0,850	R	-3,260	16,062	R	1,281	-1,693	A	0,632	-4,711	A	-1,411	-1,999	A
	10	1,800	4,310	A	-2,643	-0,213	R	-3,714	-8,196	R	1,800	3,817	A	1,184	4,290	A	-0,211	3,953	A
	11	-0,049	-1,339	A	-2,530	0,157	R	-3,649	4,445	R	-0,049	-1,620	A	0,924	1,662	A	-0,024	-0,367	A
	12	-0,762	-0,434	A	-2,514	0,257	R	3,422	-5,381	R	-0,762	0,170	A	0,632	-0,189	A	-2,092	-0,165	R

Fonte: Do autor (2023)

Z estatística do teste de Mann-Kendall, b coeficiente angular, Ho hipótese de nulidade de que não há tendência na série histórica, A aceita Ho e R rejeita Ho.

Tabela 10: Valores mensais de Z, coeficiente angular b e resultado Ho para as de variáveis temperatura média (T), umidade média relativa do ar (UR), velocidade média do ar (V), índice de temperatura e umidade (ITU), temperatura efetiva em função do vento (TEv) e índice de desconforto humano (IDH) para a cidade de Montes Claros no período de 1992-2022.

	T			UR			V			ITU			Tev			IDH			
	Z	b	H ₀	Z	b	H ₀	Z	b	H ₀	Z	b	H ₀	Z	b	H ₀	Z	b	H ₀	
Montes Claros	1	2,923	2,040	A	-1,802	-0,174	A	-2,975	-1,722	A	2,991	1,565	A	3,365	1,301	R	2,991	1,556	R
	2	1,717	0,743	A	-0,306	0,638	A	-3,841	2,016	R	2,312	2,414	R	3,195	2,124	R	2,312	2,417	R
	3	2,142	-3,604	R	-0,714	-0,246	A	-4,691	-9,759	R	2,413	-1,942	A	3,767	-2,232	R	2,447	-1,910	R
	4	1,802	0,395	A	-0,544	0,472	A	-4,147	-6,120	R	2,413	2,286	R	3,739	-0,070	R	2,413	2,337	R
	5	1,734	-0,786	A	-1,666	0,166	A	-3,909	-0,364	R	1,258	-3,179	R	3,025	-0,689	R	1,258	-3,222	A
	6	3,433	3,196	R	-2,413	-0,364	R	-3,569	0,053	R	2,991	4,996	R	4,419	5,296	R	2,923	5,049	R
	7	2,244	0,609	R	-1,972	-0,124	R	-3,587	-5,766	R	1,666	0,332	A	3,161	0,260	R	1,666	0,329	A
	8	3,127	3,543	R	-2,379	-1,285	A	-3,093	0,650	R	2,074	0,435	A	3,399	1,872	R	2,074	0,409	R
	9	2,821	1,615	R	-2,617	-0,287	A	-2,499	7,177	R	1,666	-2,187	R	2,515	-1,597	R	1,666	-2,236	A
	10	2,923	1,413	R	-0,680	0,382	A	-2,839	4,332	R	2,957	4,863	R	3,841	3,496	R	2,889	4,936	R
	11	1,632	-1,109	A	-0,578	0,235	A	-3,603	-7,038	R	1,904	-0,548	A	3,331	0,468	R	1,904	-0,539	A
	12	1,938	0,421	A	-1,666	-0,700	A	-4,895	-13,759	R	2,108	0,382	A	3,875	0,292	R	2,074	0,390	R

Fonte: Do autor (2023)

Z estatística do teste de Mann-Kendall, b coeficiente angular, Ho hipótese de nulidade de que não há tendência na série histórica, A aceita Ho e R rejeita Ho.

Tabela 11: Valores mensais de Z, coeficiente angular b e resultado Ho para as de variáveis temperatura média (T), umidade média relativa do ar (UR), velocidade média do ar (V), índice de temperatura e umidade (ITU), temperatura efetiva em função do vento (TEv) e índice de desconforto humano (IDH) para a cidade de Pirapora no período de 1989-2022.

	T			UR			V			ITU			Tev			IDH			
	Z	b	H ₀	Z	b	H ₀	Z	b	H ₀	Z	b	H ₀	Z	b	H ₀	Z	b	H ₀	
Pirapora	1	1,601	5,383	A	-3,024	-0,473	A	-2,431	1,533	R	-0,178	5,141	A	0,949	8,790	A	-0,178	4,908	A
	2	0,119	-3,406	A	-1,838	0,014	A	-2,431	-0,665	R	-1,038	-2,425	A	-0,267	-4,788	A	-1,038	-2,468	A
	3	0,563	-1,490	A	-2,639	-0,442	R	-3,647	-25,849	R	-0,830	0,338	A	0,474	0,720	A	-1,038	-1,330	A
	4	0,237	-0,165	A	-2,253	0,382	R	-3,113	13,331	R	-1,275	-2,082	A	-0,208	-1,495	A	-0,978	-2,070	A
	5	0,385	-3,943	A	-3,083	-0,374	R	-3,410	-19,971	R	-1,127	-3,400	A	0,563	-2,187	A	-0,652	-2,819	A
	6	1,631	4,142	A	-2,876	0,403	R	-3,380	-21,615	R	0,415	4,246	A	2,224	7,982	R	0,860	5,363	A
	7	0,919	0,216	A	-3,973	0,269	R	-1,838	-1,310	A	-0,504	-0,912	A	0,771	-2,011	A	-0,208	0,100	A
	8	1,364	0,711	A	-3,943	-1,103	R	-1,156	-5,796	A	-0,534	-0,987	A	1,216	0,246	A	-0,148	-0,227	A
	9	2,016	2,690	R	-4,180	-0,084	R	-1,512	2,997	A	-0,889	-1,833	A	0,771	-1,084	A	-0,682	-2,168	A
	10	1,245	-0,023	A	-2,061	0,084	R	-1,334	10,844	A	0,178	1,910	A	1,245	0,438	A	0,030	1,779	A
	11	0,059	-1,819	A	-2,283	0,120	R	-3,024	-7,924	R	-0,474	-0,091	A	0,474	-0,934	A	-0,889	-0,948	A
	12	-0,030	2,992	A	-2,491	-0,728	R	-2,342	-5,696	R	-0,534	-0,106	A	0,119	0,998	A	-0,830	-0,376	A

Fonte: Do autor (2023)

Z estatística do teste de Mann-Kendall, b coeficiente angular, H₀ hipótese de nulidade, de que não há tendência na série histórica, A aceita H₀ e R rejeita H₀

Tabela 12: Valores mensais de Z, coeficiente angular b e resultado Ho para as de variáveis temperatura média (T), umidade média relativa do ar (UR), velocidade média do ar (V), índice de temperatura e umidade (ITU), temperatura efetiva em função do vento (TEv) e índice de desconforto humano (IDH) para a cidade Salinas no período de 1991-2022.

	T			UR			V			ITU			Tev			IDH			
	Z	b	H ₀	z	b	H ₀	Z	b	H ₀	z	b	H ₀	z	b	H ₀	z	b	H ₀	
Salinas	1	2,935	2,959	A	-2,449	-0,675	R	1,995	-1,722	R	2,870	-4,062	R	2,741	-2,425	A	2,514	-1,117	R
	2	0,989	1,969	A	0,341	0,214	A	-0,924	2,016	A	2,481	3,109	R	3,000	6,594	R	2,676	7,645	R
	3	1,768	-3,659	A	-0,795	0,223	A	-0,584	-9,759	A	1,865	0,322	A	2,027	-6,346	R	1,768	-7,115	A
	4	1,930	0,615	A	0,000	0,047	A	-1,768	-6,120	A	2,222	0,060	R	3,357	2,645	R	2,676	-3,609	R
	5	1,800	-2,476	A	-0,438	-0,403	A	-0,730	-0,364	A	1,151	-3,533	A	1,995	-1,225	R	1,184	-3,382	A
	6	2,189	3,033	R	-0,146	0,335	A	-0,860	0,053	A	2,481	3,601	R	3,195	5,101	R	2,676	4,935	R
	7	2,384	0,968	R	-0,568	-0,624	A	-1,784	-5,766	A	1,930	1,206	A	3,260	2,041	R	1,897	1,019	A
	8	2,903	3,065	R	0,243	0,914	A	-1,946	0,650	A	2,578	2,369	R	3,422	0,134	R	2,319	1,802	R
	9	2,805	-0,822	R	-1,735	-0,485	A	-1,541	7,177	A	2,222	-3,219	R	2,449	-2,295	R	1,638	-4,833	A
	10	3,357	2,909	R	-1,168	-0,019	A	-1,605	4,332	A	3,227	-0,433	R	3,876	7,044	R	2,968	6,730	R
	11	1,816	-0,247	A	-0,957	0,080	A	0,195	-7,038	A	1,897	0,954	A	2,124	-1,604	R	2,092	0,931	R
	12	0,924	0,549	A	-0,746	-0,289	A	-1,995	-13,759	R	0,957	-0,761	A	1,962	-0,583	R	0,989	-2,258	A

Fonte: Do autor (2023)

Z estatística do teste de Mann-Kendall, b coeficiente angular, Ho hipótese de nulidade, de que não há tendência na série histórica, A aceita Ho e R rejeita Ho.

Ao analisar os resultados dispostos na tabela, foi possível observar que para Diamantina, conforme a Tabela 7, não houve manifestação de tendências o mesmo se aplica para Itamarandiba, conforme (Tabela 8). Para Mocambinho, de acordo com a Tabela 9, houve significativas tendências para a diminuição da umidade relativa média e aumento da velocidade média do vento, para se analisar se há aumento ou diminuição nessas tendências utilizou-se o coeficiente angular obtido na regressão linear dispostos nas tabelas acima, se o mesmo for maior que zero há uma tendência no aumento e se este for menor que zero há uma tendência em diminuir. Para os dados referentes a estação de Montes Claros, observou tendências no aumento da velocidade do vento, aumento e diminuição ao longo dos meses para o ITU e TEV, aumento para os índices do IDH, de acordo com a (Tabela 10). Para a estação de Pirapora observou na Tabela 11, a presença de tendências de aumento e diminuição para a umidade relativa e velocidade do vento e por fim, pra Salinas como disposto na Tabela 12, houve tendências no aumento do ITU e tendências no aumento e diminuição para o TEV e IDH.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em um cenário atual a temperatura média se mostra abaixo do limite inferior de alguns intervalos propostos por alguns estudiosos, configurando possível desconforto térmico, já os índices ITU e IDH mostra sensação de conforto térmico para a maioria dos meses e o TEV mostra representativo somente para outono e inverno. Porém, para o presente estudo utilizou-se médias mensais e por este fator alguns dados podem não representar de forma assertiva, pois recomenda que o +presente estudo deva tratar as variáveis através de banco de dados horários e diários, em detrimento a isso, pode acontecer de algum dia em específico os índices e variáveis oferecer sensações diferente das citadas.

O teste de Mann-Kendall e a regressão mostrou a presença de tendências tanto no aumento quanto na diminuição das variáveis meteorológicas e índices de conforto. Diante disso, cabe, a inserção de medidas que minimizem a sensação de desconforto térmico, como a arborização, inserção de área verde, fontes hídricas em locais de uso comum como nos centros urbanos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Elis Dener Lima; BRÚSSLO, Rafael Gotardi; NEVES, Gustavo Zen de Figueiredo. Clima urbano: Contribuições teóricas e aplicadas em cidades de pequeno e médio porte. In: VECCHIA, Francisco Arthur da Silva; TECH, Adriano Rogério Bruno; NEVES, Gustavo Zen de Figueiredo (ORG). *Climatologia Dinâmica: conceitos, técnicas e aplicações*. São Carlos: RiMa Editora, 2020. 288p. p. 110 – 161.

ASHRAE -THE AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS IS AN AMERICAN. TANDARD 55 - 2017: Thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta, Georgia, 2017. ISSN 1041-2336.

ÁVILA, Léo Fernandes et al. Tendências de temperaturas mínimas e máximas do ar no Estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, p. 247-256, 2014.

BACK, A.J.; BRUNA, E.D.; VIEIRA, H.J. **Tendências climáticas e produção de uva na região dos Vales da Uva Goethe**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.47, p.497-504, 2012. DOI: 10.1590/ S0100-204X2012000400004.

BRACARENSE, L.S.F.P.; CRUZ, B.C.B.L.; MONTEIRO, A.J.F; SANTOS, A.P.F.; VENÂNCIO, S.L.A.; PEREIRA, E.C. **Índices de Conforto Térmico: Limitações e Variações de Classificação**. In: Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, 8, Coimbra, Anais, 2018.

BLAIN, G.C. **Considerações estatísticas relativas a seis séries mensais de temperatura do ar da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo**. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.26, p.279-296, 2011. DOI: 10.1590/ S0102-77862011000200012.

BLAZEJCZYK, K. et al. Comparison of UTCI to selected thermal indices. *International journal of biometeorology*, v. 56, n. 3, p. 515-535, 2012.

CURI, N. et al. Problemas relativos ao uso, manejo e conservação do solo em Minas Gerais. *Informe Agropecuário*, v. 16, n. 176, p. 5–16, 1992.

DEAR, Richard de, et al. Progress in thermal comfort research over the last twenty years. *Indoor Air*, [s.l.], v. 23, n. 6, p.442-461, 16 maio 2013. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/ina.12046>.

DEAR, Richard de; KIM, Jungsoo; PARKINSON, Thomas. Residential adaptive comfort in a humid subtropical climate—Sydney Australia. *Energy And Buildings*, [s.l.], v. 158, p.1296-1305, jan. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.11.028>.

DE SOUSA, Mayara Cynthia Brasileiro; LEDER, Solange Maria. Reflexões sobre terminologias utilizadas para definir o conforto térmico humano. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 10, p. e019028-e019028, 2019.

DOS SANTOS, Juliete Baraúna; AMORIM, Ricardo FC; CAVALCANTE, Laiane PA. Análise do conforto térmico humano no município de Arapiraca-Alagoas, utilizando software Matlab. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, p. 939-948, 2014.

FROTA, A.B; SCHIFFER, S.R. **Manual de Conforto Térmico**. 5. ed. São Paulo: Editora Studio Nobel, 2001.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico: arquitetura e urbanismo**. 7.ed. São Paulo: Studio Nobel, 2003.

Garrett, MH.; Rayment PR; Hooper, M.A.; Abramson, M.J.; Hooper, B.M. Indoor airborne fungal spores, house dampness and associations with environmental factors and respiratory health in children. *Clin. Exp. Allergy*; 1998; 28(4): 459-67.

GOBO, João Paulo Assis; GALVANI, Emerson. Aplicação do índice de temperatura efetiva com vento (TEv) nos estudos de conforto térmico para o estado do Rio Grande do Sul. *Revista Geonorte, Edição Especial 2*, v. 1, n. 5, p.403 – 413, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/e>. Acesso em: 12 de julho de 2022.

GOBO, João Paulo Assis et al. Calibração das Faixas de Conforto Térmico Humano para Espaços Abertos em Clima Subtropical. **Revista do Departamento de Geografia**, p. 129-139, 2018

GUO, Y.; GASPARRINI, A.; ARMSTRONG, B.; LI, S.; TAWATSUPA, B.; TOBIAS, A.; LAVIGNE, E.; COELHO, M.S.Z.S.; LEONE, M.; PAN, X.; TONG, S.; TIAN, L.; KIM, H.; HASHIZUME, M.; HONDA, Y.; GUO, Y-L.L.; WU, C-F.; PUNNASIRI, K.; YI, S-M.; MICHELOZZI, P.; SALDIVA, P.H.N.; WILLIAMS, G. Global Variation in the Effects of Ambient Temperature on Mortality - A Systematic Evaluation. *Epidemiology*, v. 25, n. 6, p. 781-789, 2014.

HOUGHTON, F. C; YAGLOU, C. P. Determining equal comfort lines. J Am Soc Heat Vent Eng.;29:165 - 176, 1923.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em 13 de julho de 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Conforto térmico humano. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/#> . Acesso em: 13 de julho de 2023.

MARTINS, F. B. et al. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite para Minas Gerais : Cenário atual e projeções futuras. Revista Brasileira de Climatologia, p. 129–156, 2018.

MISSENARD A. L'Homme et le climat. Paris, 1937.

NICOL, J. Fergus; ROAF, Susan. Rethinking thermal comfort. Building Research & Information, [s.l.], v. 45, n. 7, p.711-716, 30 mar. 2017. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/09613218.2017.1301698>.

NODA, L. et al. Condições ambientais e percepção do conforto térmico: estudo de caso com trabalhadores de escritórios. XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, setembro de 2016.

NOVAIS, Jonathan Willian Zangeski et al. **Índice de Temperatura e Umidade (ITU) Visando o Conforto Térmico para o Parque Mãe Bonifácia, Cuiabá-MT. Ensaios e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 22, n. 2, p. 69-75, 2018.

OLIVEIRA, A. R. C. S. Avaliação da Incerteza na Determinação dos Índices de Conforto Térmico PMV e PPD. Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Mecânica. Universidade de Coimbra. 2008.

ONO, H. S. P.; KAWAMURA, T. Sensible Climates in Monsoon Asia. International Journal of Biometeorology, Vol. 35, nº XX, p.39-47, 1991

PASQUILL, F. 1949. Eddy diffusion of water vapour and heat near the ground. Proceedings of the Royal Society of London. Series A. Mathematical and Physical Sciences, v. 198, n. 1052, p. 116-140.

SANTOS, J. B. dos. Análise do conforto térmico humano no município de Arapiraca – Alagoas, utilizando software Matlab. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 7, n. 5, p. 939- 948, 2015.

SANTOS, W. R. T.; MELO, M. L. D. Índices de Conforto e Desconforto Térmico Humano segundo os Cenários Climáticos do IPCC. In: XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia, Belém do Pará - PA. 2010.

SILVA, F.D.S.; COSTA, R.L.; ANTONIO, M.A.V.; AFONSO, E.O.; SANTOS, D.M.; MATEUS, N.P.A.; ANTONIO, J.F. Tendências observadas da evapotranspiração potencial no estado de Alagoas (1961-2016). *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 11, n. 1, p. 2036-2049, 2018.

SILVA, I. M. da.; GONZALEZ, L. R.; SILVA, D. F. F. da. Recursos naturais de conforto térmico: um enfoque urbano. 2011.

SISEMA. Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Belo Horizonte: IDE-Sisema, 2023. Disponível em: idesisema.meioambiente.mg.gov.br. Acesso em: 05/07/2023.

Sorre M. A adaptação ao meio climático e biossocial: geografia psicológica. In: Megale JF, organizador. *Max Sorre: geografia*. São Paulo: Ática; 1984. p. 29-86.

SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K.B.; TIGNOR, M.; MILLER, H.L. (Ed.). *Climate change 2007: the physical science basis: contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University, 2007.

SHOVE, Elizabeth et al. Comfort in a lower carbon society. *Building Research & Information*, [s.l.], v. 36, n. 4, p.307-311, ago. 2008. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/09613210802079322>.

TETENS, O. Über einige meteorologische Begriffe. *Z. Geophys.*, n.6, p. 297-309, 1930.

THOM, E.C. The discomfort index *Weatherwise*. 60:12-57, 1959.

Tromp, S.W. *Biometeorology*. 3rd Heyden & Son Ltd, Inglaterra, 1980.

VECCHI, Renata de; CÂNDIDO, Christhina Maria; LAMBERTS, Roberto. Thermal history and comfort in a Brazilian subtropical climate: a 'cool' addiction hypothesis.

Ambiente Construído, [s.l.], v. 16, n. 1, p.7-20, jan. 2016. FapUNIFESP (SciELO).
<http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212016000100057>.

Weihe WH. La esperanza de vida en los climas tropicales en función de la urbanización. In: Organización Meteorológica Mundial. Conferencia técnica sobre climatología urbana y sus aplicaciones con especial referencia a las zonas tropicales in México. Geneva; 1986. p. 1-26.

World Health Organization - WHO; United Nations Environment Programme - UNEP. Indoor environment: health aspects of air quality, thermal environment, light and noise. Geneva; 1990.

XAVIER, Tatiana Camello et al. Análise comparativa de índices de conforto térmico em Viçosa-MG, Zona da Mata Mineira. **Geo UERJ**, n. 41, p. 54585, 2022.

YU, P.S.; TAO, T.C.; CHOU, C.C. Effects of climate change on evapotranspiration from paddy fields in Southern Taiwan. *Climatic Change*, v.54, p.165-179, 2002. DOI: 10.1023/A:1015764831165.