

Meio Ambiente, Paisagem e Qualidade Ambiental

## Análise do (des)conforto térmico da cidade de Viçosa (MG) no ano de 2014

Analysis of thermal (dis)comfort in the city of Viçosa (MG) in 2014

Edson Soares Fialho<sup>I</sup> , Júlia Borges Furtado<sup>II</sup> , Tatiana Camello Xavier<sup>III</sup>

<sup>I</sup> Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil

<sup>II</sup> Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil

<sup>III</sup> Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, Brasil

### RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar o conforto térmico do município de Viçosa (MG), na Zona da Mata Mineira, no ano de 2014, por ser considerado um ano em que a precipitação média anual foi abaixo da normalidade. O índice de Temperatura Efetiva (TE), proposto por Missenard (1948), foi estimado através das médias de temperatura do ar e umidade relativa do ar, procurando identificar e justificar os valores que se encontraram nas zonas de classificação de desconforto térmico. Os resultados mostraram que, na maior parte do ano de 2014 (84,9%), a cidade de Viçosa apresentou sensações de desconforto térmico caracterizando como frio, chegando a atingir valores próximos de 13,0°C. No entanto, foi verificado que o ano de 2014 não apresentou um maior desconforto tendo em vista que os valores de umidade não ficaram tão abaixo do habitual, chegando a no máximo 11,0% de diferença nos meses de setembro e outubro.

**Palavras-chave:** Desconforto térmico; temperatura efetiva; umidade.

### ABSTRACT

This study aims on analyzing the thermal comfort of the urban area of Viçosa (MG), located in Zona da Mata Mineira, in the year 2014. This year was chosen given that the perceived average rainfall was below the expected normal. The Effective Temperature Index (ET), as proposed by Missenard (1948), was estimated through average air temperature and relative air humidity, and indices found in the thermal discomfort classification zones were identified and justified. The results showed that during most of 2014 (84,9%) the city of Viçosa presented thermal discomfort, classified as cold, reaching values close to 13,0°C. However, it was verified that the year of 2014 did not present a high discomfort given that humidity values were not considerably below the normal, with a variation peaking 11,0% in the months of September and October.

**Keywords:** Thermal discomfort; effective temperature; humidity.

## 1 INTRODUÇÃO

O aumento da ocupação humana nas áreas urbanas tem se tornado cada vez mais intenso no mundo atual, de forma com que a aglomeração nas cidades, juntamente da ocupação densificada e a falta de planejamento urbano e ambiental, provoque interferências no meio natural por meio de ações humanas, que trazem em si a questão da divisão social. Dentre as consequências desses processos intensos de urbanização se destaca a modificação do balanço de energia, alterando a natureza e a dinâmica dos locais, com consequências na área urbanizada, mas também, de forma indireta e difusa, nas áreas vizinhas (MENDONÇA, 2015).

A intensificação da urbanização modifica a atmosfera, gerando um clima particular denominado clima urbano (MONTEIRO, 1975, FIALHO, 2002, UGEDA JUNIOR e AMORIM, 2016 e FIALHO *et al.*, 2019). Todavia, este processo, quando é acompanhado de políticas e ações decorrentes do planejamento e da gestão do espaço urbano, o processo de expansão da malha urbana e de revitalização urbana pode amenizar os problemas de ordem ambiental, porém, ocorrendo de forma desorganizada, as condições ambientais podem ter implicações sobre a vida humana (DREW, 2002). Como a piora das condições de conforto térmico na cidade e as demais dimensões da vida urbana, cada vez mais complexa, intensa e fugaz.

O conforto térmico, segundo Fanger (1972), é uma condição que expressa o nível de satisfação do indivíduo em relação ao ambiente, que pode ser afetado por diversos parâmetros, entre eles os climáticos e ambientais, vestimentas, processos físicos, entre outros. A temperatura efetiva analisa os níveis de conforto térmico que está interligada com as alterações de balanço de energia.

Quando o balanço das trocas de calor submetidas ao corpo for nulo e a temperatura do corpo estiver constante sem a necessidade de esforço adicional (por volta de 37,0°C), a sensação do homem é de conforto térmico. Porém, quando as condições térmicas do meio se tornam adversas, torna-se necessário ativar os

mecanismos termorreguladores do corpo a fim de preservar a temperatura interna constante, como explicam Lamberts *et al.* (1997).

O conforto térmico se apresenta como um índice de importância para determinar a qualidade ambiental. Nessa direção, Monteiro (2008) diz que a interação entre o indivíduo e o ambiente nos aspectos higrotérmicos referem-se a parâmetros ambientais e climáticos, que são eles: temperatura do ar, velocidade do ar, umidade do ar e radiação térmica.

Para avaliação das condições de conforto térmico, Frota e Schiffer (2003) ressaltam que estudiosos definiram certos índices, no intuito de agrupar as condições geradas pelo comportamento de algumas variáveis, produzindo sensações ou respostas similares ou até mesmo iguais, determinando graus de conforto ou desconforto por frio ou por calor.

No ano de 2014, o município de Viçosa-MG registrou um total pluvial anual muito abaixo da Normal Climatológica Provisória (1981-2010), com o total acumulado de 804,4mm, enquanto a média total anual normalmente se dá em torno de 1229,0mm. Esta realidade de redução das chuvas atingiu gravemente a região Sudeste, que segundo Coelho (2015) teve origem nas condições climáticas anormais do norte da Austrália, as quais desencadearam uma sequência de eventos climáticos que atingiram a região tropical e extratropical do oceano Pacífico, afetando não apenas a região Sudeste, como também oceano Atlântico adjacente. Um desses eventos subsequentes foi o aumento da pressão atmosférica sobre o oceano Atlântico, fazendo com que o ar seco, localizado nas camadas mais superiores da atmosfera, descesse para as camadas mais inferiores, impedindo a formação de nebulosidades e forçando o deslocamento dos sistemas extratropicais. Esse evento favoreceu a manutenção de temperaturas elevadas no oceano, devido à incidência de radiação solar, como também o transporte da umidade da Amazônia foi deslocado para o sul do Brasil, o que não favoreceu a formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul, um dos principais mecanismos de produção de chuva na região Sudeste.

Este cenário de poucas chuvas, por sua vez tendem a tornar os dias termicamente mais desconfortáveis devido ao período mais seco (INMET, 2020b) e por isto a escolha do ano de 2014 para as análises do (des)conforto térmico.

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo principal analisar o conforto térmico na cidade de Viçosa (MG), a partir da temperatura do ar e umidade relativa do ar, através do método de Missenard (1948) ao longo do ano de 2014, por ser um ano com índice de precipitação muito menor do que o esperado. Também foram identificados e justificados os índices de temperatura efetiva obtidos que se enquadram na classificação de desconforto térmico, apontando elementos do clima e sistemas atmosféricos atuantes.

## **2 METODOLOGIA**

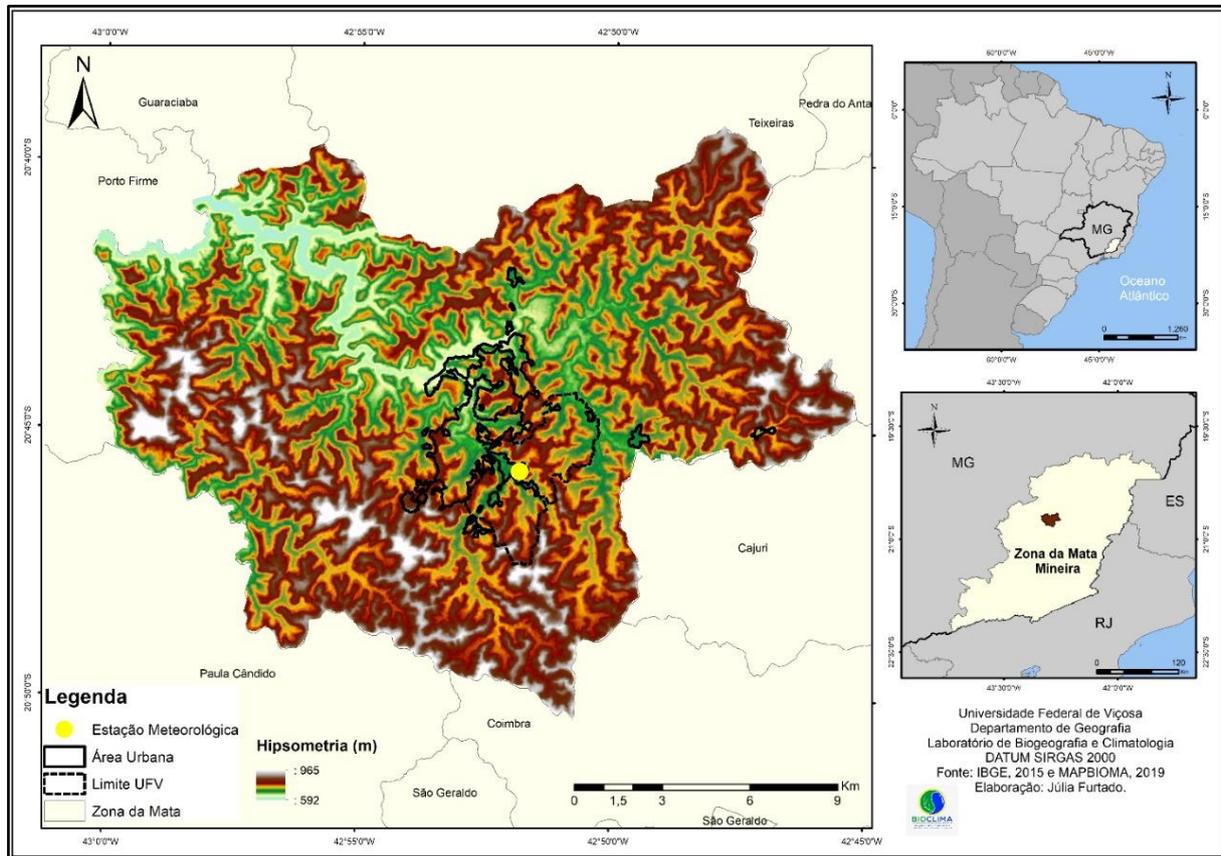
### **2.1 Área de estudo**

O município de Viçosa (MG) está localizado na porção central da Zona da Mata Mineira, divisa com o Estado do Rio de Janeiro, com uma área total de 299,418km<sup>2</sup>, altitude de 649 metros, e se insere, segundo Ab'Saber (2003), no domínio morfoclimático de mar de morros florestados (Figura 1). O nome atribuído ocorre em função das feições do relevo, que apresentam morros arredondados ou mamelonares, com destaque para a Serra do Mar. Essas feições devem-se ao fato de esse ser um revelo antigo, resultante da formação de dobramentos da Era Pré-Cambriana e que, portanto, foram muito desgastados por agentes exógenos, contribuindo, assim, para a formação de vertentes com topo arredondado.

Atualmente, com população estimada de 78.846 mil habitantes segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), Viçosa apresenta um crescimento populacional desde meados da década de 1960, quando a população urbana supera o contingente da população rural, significando um crescimento urbano que pode ser relacionado diretamente com a expansão da Universidade,

que oferece emprego e dinamizava a economia local (MELLO, 2002), proporcionando maiores oportunidades.

Figura 1 - Localização do município de Viçosa-MG.



Fonte: IBGE (2020). Organização dos autores (2020).

Em virtude disso, o centro de Viçosa se tornou densamente habitado, apresentando intensa verticalização (ZACCHI, 2014) e com pouca cobertura vegetal (FIALHO, 2009) com o passar dos anos, o que veio a modificar o campo térmico de superfície (PRADO et al., 2020).

O processo de ocupação do centro urbano de Viçosa ocorreu de forma acelerada, atingindo áreas de preservação permanente (APP), o que hoje favorece o surgimento de diversos problemas de ordem ambiental e social (FIALHO e QUINA, 2017), como inundações e alagamentos. Dessa forma, é notório que as intervenções humanas juntamente com fatores geográficos possam provocar

alterações térmicas que são capazes de afetar diretamente a qualidade de vida e o conforto térmico (FIALHO, 2015).

A cidade de Viçosa possui uma estação meteorológica (Figura 2), na qual seus dados servem para caracterizar dois diferentes períodos durante o ano, uma época chuvosa que engloba os meses de outubro a março, e uma época seca, entre abril e setembro.

De acordo com os dados da Normai Climatológica Provisória de 1981 a 2010 do Instituto Nacional de Meteorologia (2020b), a precipitação acumulada varia de 104,6mm (outubro) a 255,3mm (janeiro) no período chuvoso e de 7,5mm (julho) a 55mm (abril) no período seco.

Figura 2 - A) Localização da Estação Meteorológica do INMET na Universidade Federal de Viçosa. B) Vista da Estação Meteorológica. C) Vista superior da Estação Meteorológica.



Fonte: Fotografias de Edson Soares Fialho (11 nov. 2012) e Valdir Steinke (3 set. 2018).  
Organização dos autores (2020).

## 2.2 Obtenção e análise do índice de temperatura efetiva (TE)

Para a realização deste trabalho, optou-se por utilizar o Índice de Temperatura Efetiva (TE) proposto por Missenard (1948), representado pela

Equação (1) que propõe mensurar o conforto térmico relacionando com a temperatura e a umidade relativa do ar.

(1)

$$TE = Ts - 0,4 (Ts - 10) (1 - UR / 100)$$

Em que TE é temperatura efetiva (°C), Ts é a temperatura do ar (bulbo seco) (°C) e UR é a umidade relativa do ar dada em %.

Foram utilizados os dados climáticos da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2020a) de Viçosa, a partir do Boletim Meteorológico 2014 disponibilizado pelo Departamento de Engenharia Agrícola (UFV, 2020), localizada no campus da Universidade Federal de Viçosa, para o ano de 2014. A partir dos dados, foram realizadas as médias das temperaturas do ar e umidade relativa diárias, ambas processadas no programa Microsoft Excel (Office 365) e aplicadas na Equação 1, gerando gráficos e tabelas para facilitar a análise.

Os índices obtidos de TE seguem a Tabela 1 de classificação de conforto térmico elaborada por Fanger (1972) que também foi utilizada anteriormente em pesquisas brasileiras (MAIA; GONÇALVES; 2002; GOBO, 2013; NEDEL et al., 2015 e XAVIER et al., 2021). Além disso, foram utilizadas imagens de satélite (GOES-13-canal 4-12 GMT), obtidas no Centro de Previsão de Tempo e Estudos climáticos.

Tabela 1 - Classes de conforto térmico aplicado aos índices de temperatura efetiva (TE).

<b>Resultado dos índices (°C)</b>	<b>Sensação térmica</b>	<b>Grau de estresse fisiológico</b>
<13,0	Muito frio	Extremo estresse ao frio
13,0 – 16,0	Frio	Tiritar
16,1 – 19,0	Frio moderado	Ligeiro resfriamento do corpo
19,1 – 22,0	Ligeiramente frio	Vasoconstrição
22,1 – 25,0	Confortável	Neutralidade térmica
25,1 – 28,0	Ligeiramente quente	Ligeiro suor e vasodilatação
28,1 – 31,0	Quente moderado	Suor

31,1 – 34,0	Quente	Suor em profusão
>34,0	Muito quente	Falha na termorregulação

Fonte: Adaptada de Fanger (1972), Maia e Gonçalves (2002, p.312), Gobo (2013, p. 80) e Nedel et al. (2015, p.191).

Em relação as cartas sinóticas, estas foram obtidas junto ao Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), a fim de auxiliar na compreensão das influências atmosféricas em alguns períodos e entender os resultados obtidos, a partir da avaliação da nebulosidade. Também foram utilizados dados das Normais Climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2020b) dos anos de 1981 a 2010 visando entender a variabilidade habitual dos dados locais e possibilitar a comparação com os dados do ano de 2014.

Para definição dos meses secos, calculou-se o índice xerotérmico para a representação dos períodos secos, úmidos e super úmidos. A metodologia utilizada foi a de Bognouls e Gaussen (1962), que considera que o período seco se estabelece quando a pluviosidade mensal (P) expressa em mm é inferior ao dobro da temperatura média mensal (T), expressa em °C, enquanto o mês úmido a pluviosidade é superior ao dobro da temperatura do ar. Além do mês super-úmido, definido por Walter (1986) para os meses com total mensais superiores a 100mm, uma adaptação proposta em cima da proposta de Bognouls e Gaussen (op. cit.). Nesse sentido, foi traçado um gráfico ombrotérmico em que no eixo das abscissas se localizam os meses e no eixo das ordenadas, as temperaturas e precipitações, de maneira que a escala da temperatura do ar foi definida como o dobro da pluviosidade, nos quais os meses secos e úmidos são definidos a partir das equações 2 (mês úmido) e 3 (mês seco).

(2)

$$P \geq 2T = \text{Mês úmido}$$

(3)

$$P < 2T = \text{Mês seco}$$

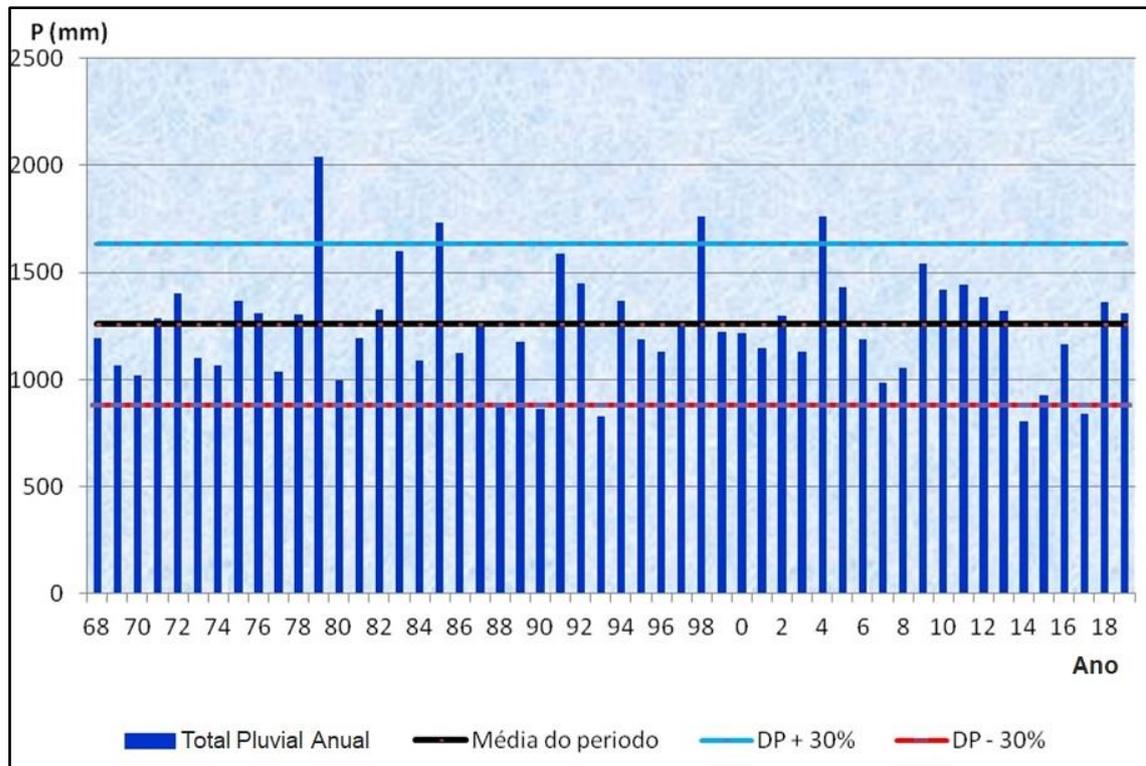
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O ano de 2014 (Gráfico 1) foi o mais seco na série histórica para a Estação Meteorológica de Viçosa, com um total pluvial anual abaixo da média climatológica: o total acumulado de chuva foi 804,4mm, 34,0% abaixo da média climatológica (1.289,0mm), calculada a partir da Normal Climatológica referente ao período de 1961 a 1990 (INMET, 2020b).

Sanches *et al.* (2017) ressaltam que apesar de algumas vezes os totais anuais não apresentarem tendência de redução das chuvas, se constatou um aumento do período seco, que normalmente compreende os meses de maio a setembro.

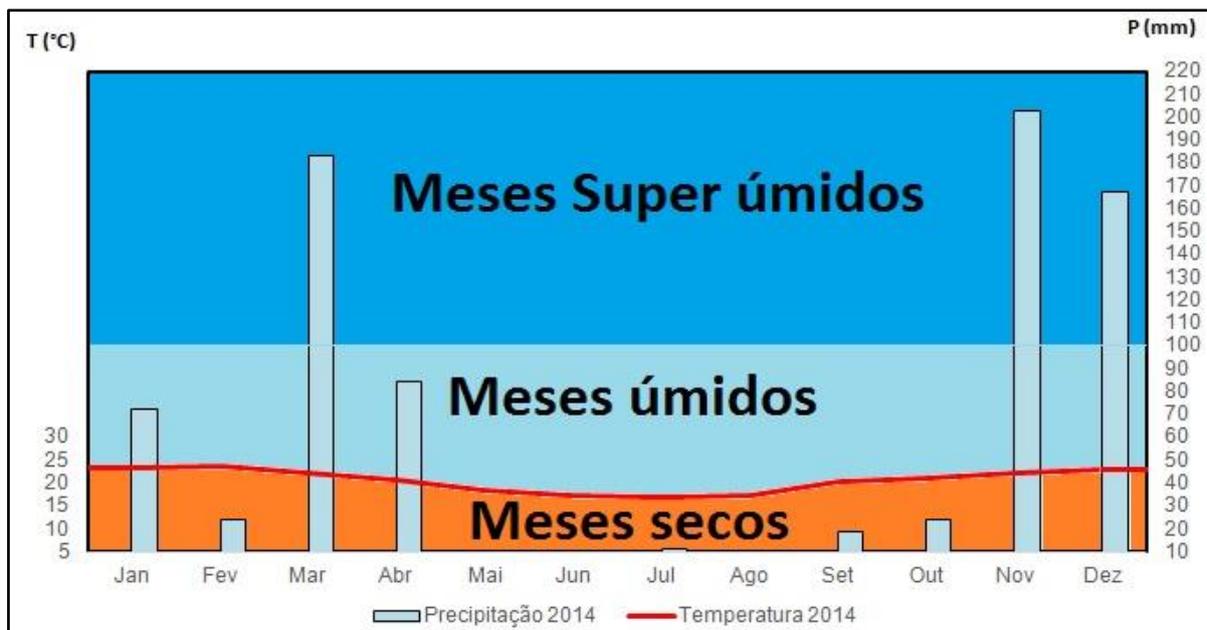
Contudo, no ano de 2014 o período seco se estendeu até o mês outubro, apresentando sete meses secos (Gráfico 2), colocando a cidade em estado de alerta, muito em razão dos problemas relacionados ao abastecimento de água, que não ficaram restritos a Viçosa ou a Zona da Mata Mineira. A região Sudeste, entre os anos de 2014 e 2015, passou por sérios problemas relacionados a redução dos totais pluviais e, por conseguinte, ao processo de recarga dos canais fluviais, como pode ser constatado em trabalho realizado por Marengo *et al.* (2015). Tal observação de Jardim (2015) é corroborada pelos estudos de Coelho *et al.* (2015), quando destacam que um dos fatores que contribuíram para o déficit expressivo de precipitação durante o verão 2013/2014 foi o término antecipado da estação chuvosa.

Gráfico 1 - Variação do total pluvial anual em Viçosa (MG) para o período de 1968 a 2019



Fonte: INMET (2020a). Organização dos autores (2020).

Gráfico 2 - Gráfico ombrotérmico para Viçosa-MG, no ano de 2014.



Fonte: INMET (2020). Organização dos autores (2020).

Além disso, a cadeia de mecanismos/teleconexões desde a fonte tropical anômala de calor ao norte da Austrália até a região sudeste do Brasil foi diagnosticada ajudando a explicar as causas da seca observada, em particular o estabelecimento do sistema de alta pressão sobre o oceano Atlântico adjacente à região afetada pelo déficit de precipitação.

Os resultados dos estudos, segundo os mesmos autores, não apontaram evidências de alterações no risco climático através das atividades humanas para a ocorrência desse evento de seca. O aumento da população e do consumo de água foram identificados como os prováveis fatores responsáveis pela crise hídrica que afetou a região (JARDIM, 2015; COELHO *et al.*, 2015).

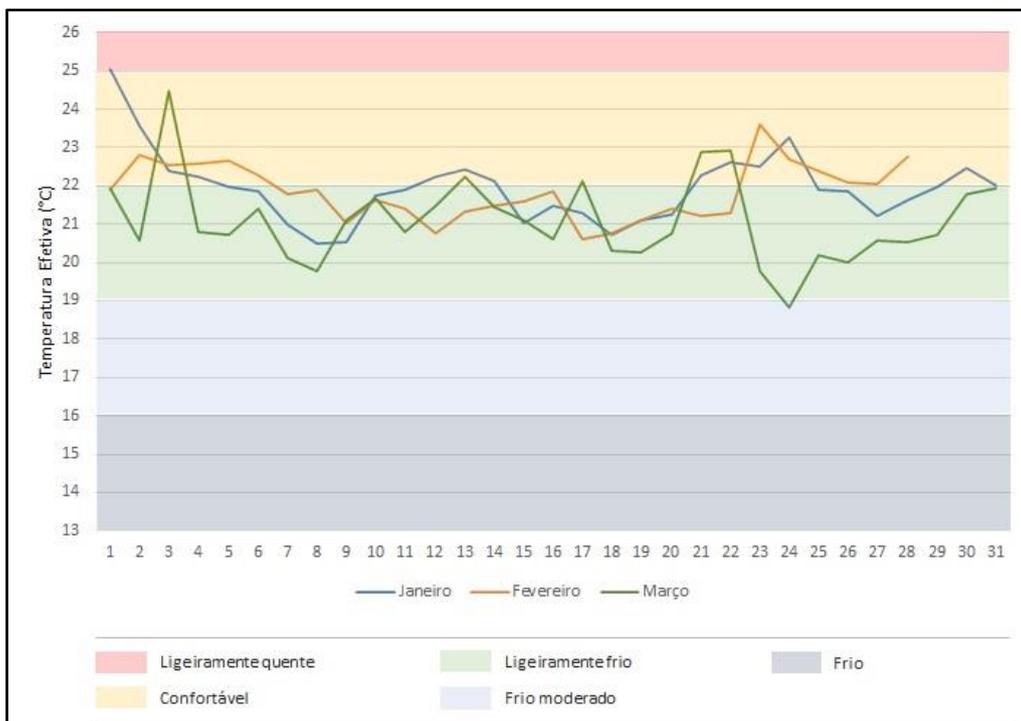
Esclarecido o perfil pluviométrico do ano de 2014, iniciou-se a organização dos dados e foi verificado que, pela classificação do índice de Temperatura Efetiva (TE), o ano de 2014 em Viçosa se encaixou dentro de cinco diferentes faixas de sensação térmica. Os gráficos a seguir foram divididos por cinco classes, representadas da seguinte forma: vermelho – ligeiramente quente (25,0-28,0°C); amarelo – confortável (22,0-25,0°C); verde – ligeiramente frio (19,0-22,0°C); azul claro – frio moderado (16,0-19,0°C); azul escuro – frio (13,0-16,0°C).

De acordo com o Gráfico 3, que representa os meses de janeiro, fevereiro e março, observa-se que as médias diárias se encontram, majoritariamente, dentro da zona de conforto e ligeiramente fria, sem causar tanta preocupação quanto ao desconforto térmico. No primeiro dia do mês de janeiro há o pico de maior índice de temperatura efetiva durante todo o primeiro trimestre do ano de 2014, indicando sensação térmica de 25,0°C, entrando no intervalo ligeiramente quente, apresentando a maior temperatura do ar do mês, de 34,0°C.

O menor valor do índice, registrado em 24 de março, alcançando a zona de frio, é típico de ocorrência de chuvas nessa época do ano, como pode ser verificado nos valores mensais de precipitação na cidade de Viçosa durante o ano de 2014 (Gráfico 4), que apesar de ter se caracterizado como um ano de baixo índice de precipitação, o mês de março obteve um comportamento mais similar ao habitual.

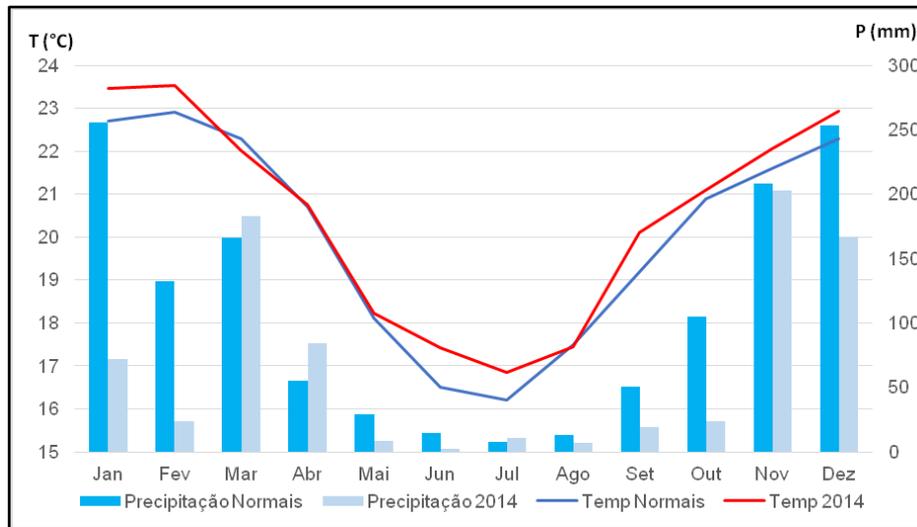
Analisando os dados disponíveis da estação do INMET pelo Boletim Meteorológico 2014 (UFV, 2020) verificou-se a atuação de uma zona de convergência de umidade (ZCOU) e que os índices de radiação solar foram baixos, indicando maior quantidade de nuvens, sugerindo a queda no valor do índice de Temperatura Efetiva no dia 24 de março.

Gráfico 3 - Índice de temperatura efetiva média diária para o primeiro trimestre de 2014.



Fonte: UFV (2020). Organização dos autores (2020).

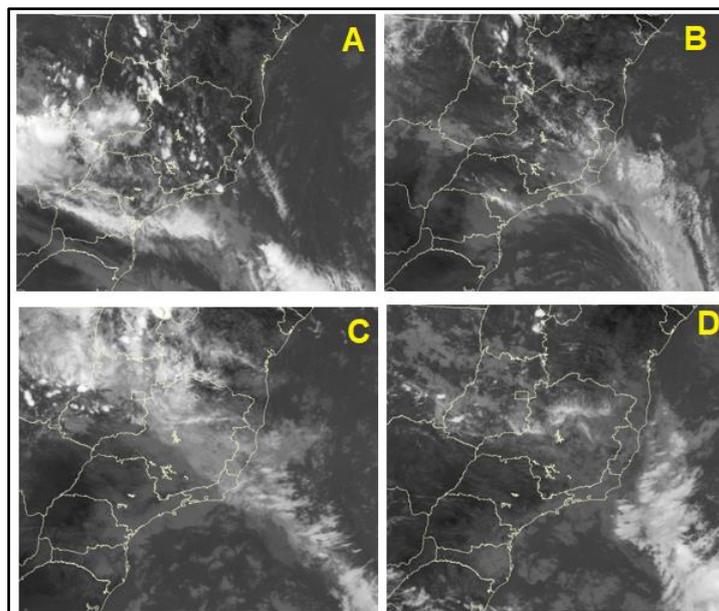
Gráfico 4 - Temperatura média e precipitação acumulada em Viçosa-MG nas Normais Climatológicas Provisória de 1981-2010 e no ano de 2014.



Fonte: INMET (2020b); UFV (2020). Organização dos autores (2020).

Para confirmar as informações foram utilizadas imagens do satélite GOES-13, canal 4, do período de 22 a 25 de março, verificando o aumento da nebulosidade nesses dias (CPTEC, 2020) (Figura 3).

Figura 3 - Cobertura de nuvens – Satélite GOES A) 22 de março de 2014. B) 23 de março de 2014. C) 24 de março de 2014. D) 25 de março de 2014.



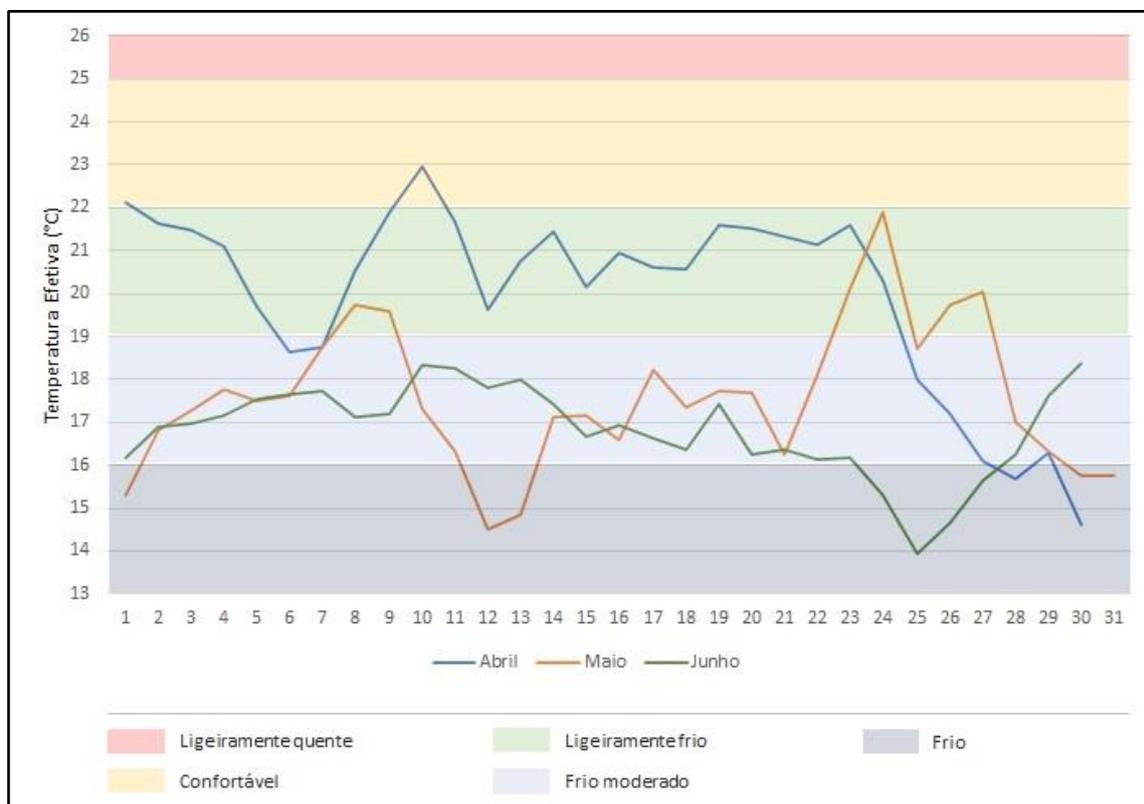
Fonte: CPTEC (2020). Organização dos autores (2020).

Durante o segundo trimestre do ano (Gráfico 5), a maioria dos valores do índice de conforto térmico se concentraram nas classificações consideradas de desconforto: frio moderado e ligeiramente frio, com alguns dias confortáveis e outros frios. Sendo que o mês de abril se manteve com menos desconforto em comparação com os outros meses desse trimestre.

As temperaturas mais baixas registradas coincidem com alguns dos meses de menores valores de precipitação do ano, maio e junho, conseqüentemente com valores mais baixos de umidade, proporcionando maior amplitude térmica.

Os meses de julho e agosto são marcados geralmente por menor quantidade de chuva e por registrarem as temperaturas mais baixas do ano no município de Viçosa (INMET, 2020b; UFV, 2020).

Gráfico 5 - Índice de temperatura efetiva média diária para o segundo trimestre de 2014.



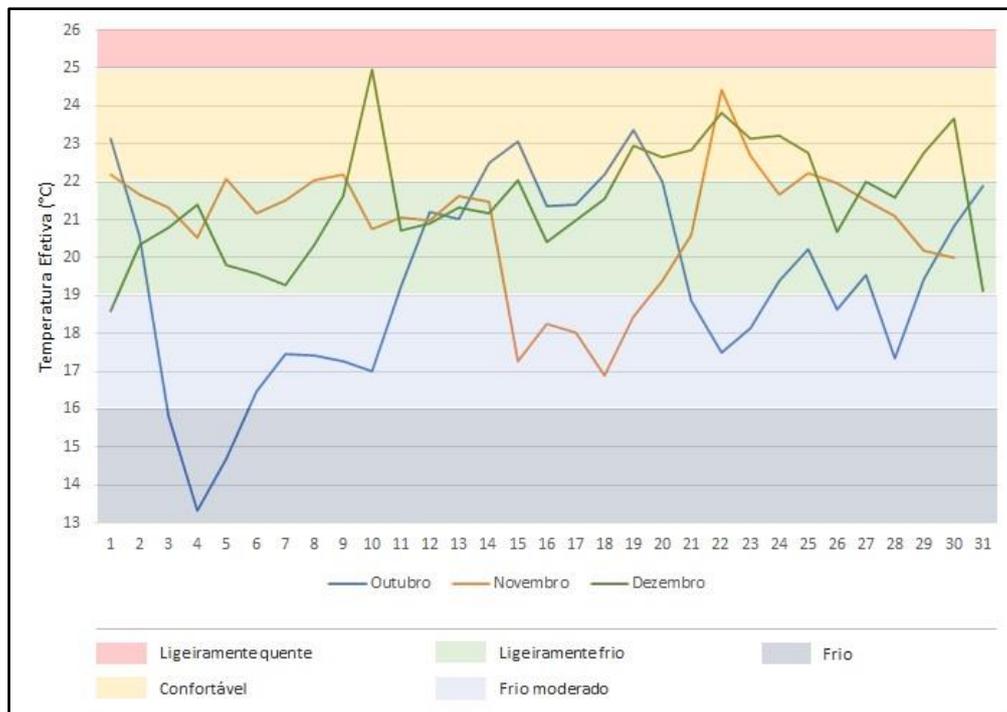
Fonte: UFV (2020). Organização dos autores (2020).

Como é possível observar no Gráfico 6, as médias térmicas se concentraram, em sua maioria, nas zonas de classificação mais frias, provocando sensações de desconforto térmico. O mês de julho apresentou a menor temperatura efetiva do ano, no dia 14, atingindo a média de 13,1°C, se aproximando de extremo estresse ao frio. No início do mês de agosto, entre os dias 6 e 8, um sistema de alta pressão se intensificou em grande parte do sudeste, deixando o tempo aberto (Figura 4). Com o avanço do sistema anticiclone (Massa Tropical Atlântica), o céu não apresentou nuvens e a umidade relativa do ar diminuiu consideravelmente, fazendo com que as temperaturas caíssem, atingindo a menor temperatura, de 6,0°C, no ano de 2014, promovendo baixos valores de Temperatura Efetiva.

Nos últimos três meses do ano (Gráfico 7), as temperaturas se elevaram e os índices passaram a ocupar, na maior parte, as classificações que não apresentam riscos de desconforto térmico. Apenas no início de outubro houve uma queda brusca da temperatura efetiva, entre os dias 1 e 4, diminuição que pode estar relacionada com a atuação de uma alta pressão pós-frontal (Massa Polar Atlântica), que favoreceu a queda da temperatura do ar e da umidade do ar, que permaneceu baixa durante a primeira metade do mês, atingindo os menores números do ano, fez com que a temperatura oscilasse e houvesse maior amplitude térmica.



Gráfico 7 - Índice de temperatura efetiva média diária para o quarto trimestre de 2014.



Fonte: UFV (2020). Organização dos autores (2020).

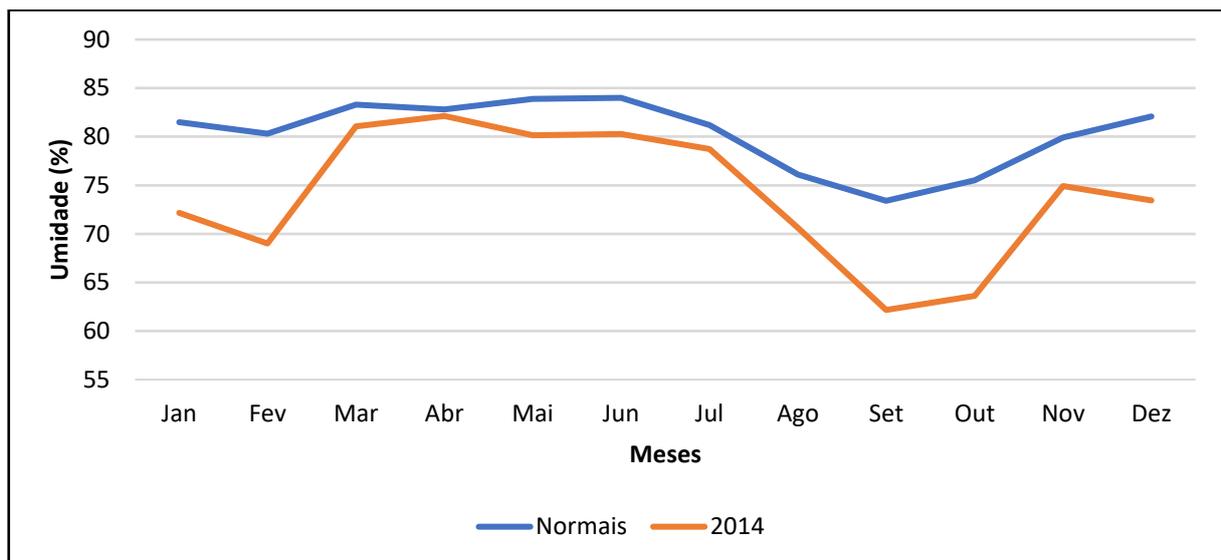
A variação da temperatura efetiva, como observado nos gráficos, encontrou-se, durante a maior parte do tempo, nas categorias de desconforto térmico para o frio, sobretudo nos meses mais secos, com pouca precipitação juntamente com baixos valores de temperatura, tornando-os mais propícios à menores índices. Os maiores valores se concentraram nos meses mais quentes, os quais também houve maiores índices de precipitação, atingindo a zona de conforto durante vários dias.

Nos dias mais quentes, porém com ocorrência de precipitação, os índices se aproximaram ou atingiram a zona de conforto térmico, deixando as zonas mais frias, propiciando um ambiente mais confortável, assim como Nóbrega e Lemos (2011) também apontaram a precipitação como um elemento que ameniza as temperaturas na cidade de Recife-PE.

Comparando o comportamento da umidade relativa em 2014 com os dados das Normais Climatológicas de 1981 a 2010 do INMET (2020b) foi possível verificar que, apesar dos baixos índices de precipitação no ano de 2014, os valores de

umidade relativa não divergiram tanto em relação à normalidade, apresentando uma diferença máxima de 11,9% no mês de outubro (Gráfico 8). Com isso, preservando valores mais amenos de desconforto térmico na análise a partir do índice de Temperatura Efetiva, visto que a equação utilizada considera temperatura e umidade relativa, é claro que essas variáveis climáticas são resultado de um conjunto de fatores, porém, nessa análise, a precipitação não indicou forte influência em intensificar o desconforto no período mais seco do ano, como esperado.

Gráfico 8 - Umidade relativa em Viçosa-MG nas Normais Climatológicas Provisórias de 1981-2010 e no ano de 2014.



Fonte: INMET (2020b); UFV (2020). Organização dos autores (2020).

Avaliando o comportamento das temperaturas médias mensais das Normais (INMET, 2020b) em comparação com o ano de 2014, pode-se perceber valores um pouco mais altos na maioria dos meses de 2014, com exceção dos meses de março, abril e agosto, sendo que em março e abril o índice de precipitação mensal acumulada de 2014 excedeu os valores apontados pelas Normais. Além disso, os meses de janeiro, fevereiro, outubro e dezembro apresentaram valores de precipitação bem abaixo das Normais Climatológicas (Gráfico 4).

Em estudos anteriores, Sanches *et al.* (2017) confirmaram evidências de mudanças climáticas na cidade de Viçosa avaliando o período de 1968 a 2015. Foi verificado uma tendência na elevação das temperaturas máximas (1,0°C) e mínimas (1,4°C) ao longo de 48 anos da série pesquisada. Além disso, também foi salientada uma tendência decrescente na umidade relativa e que, ambas as tendências, da temperatura e da umidade, estão interligadas com o predomínio das massas de ar quentes e secas. Os autores ainda relatam que o aumento das temperaturas mínimas mensais principalmente nos meses de junho (acréscimo médio de 2,1°C) e julho (acréscimo médio de 1,8°C) no período analisado, indica que a cidade está ficando mais quente.

Avaliando de forma geral o comportamento do ano de 2014 na cidade de Viçosa em relação ao índice de Temperatura Efetiva, verifica-se que o ano ficou enquadrado em 5 faixas de sensação. A maioria dos dias ficou classificada em frio moderado e ligeiramente frio em todos os meses, ou seja, com sensação de 16,0 a 22,0°C e estresse fisiológico de ligeiro resfriamento do corpo e vasoconstrição (MAIA; GONÇALVES, 2002; GOBO, 2013; NEDEL *et al.*, 2015).

Os meses que se enquadraram na faixa de confortável, são os que fazem parte do período chuvoso da cidade, também sendo os meses com temperaturas mais altas (Tabela 2).

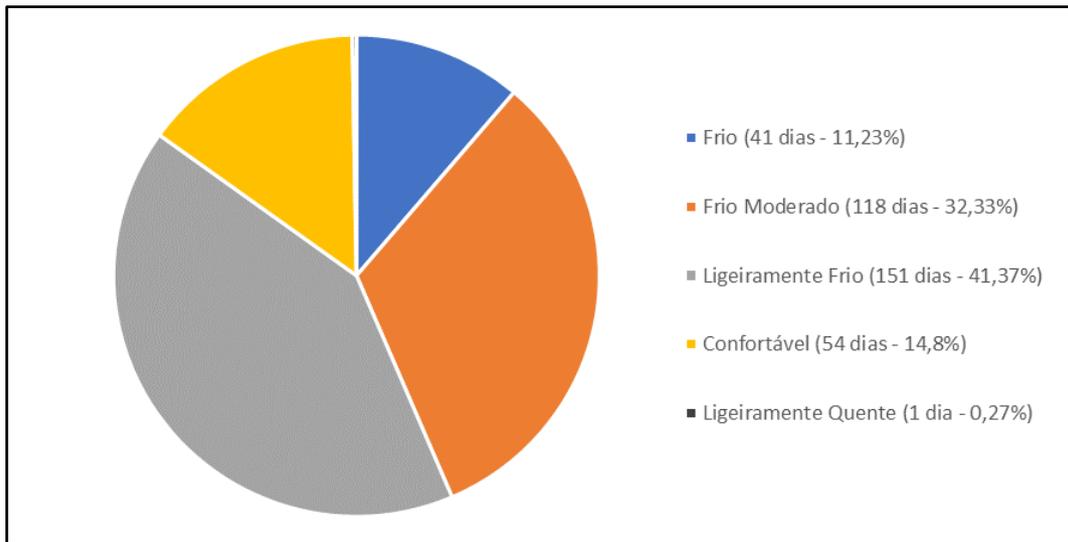
Tabela 2 - Frequência mensal das faixas de sensação térmica do índice TE em Viçosa no ano de 2014

	<b>Frio (13-16°C) (dias)</b>	<b>Frio Moderado (16-19°C) (dias)</b>	<b>Ligeiramente Frio (19-22°C) (dias)</b>	<b>Confortável (22-25°C) (dias)</b>	<b>Ligeiramente Quente (25-28°C) (dias)</b>
Janeiro	-	-	18	12	1
Fevereiro	-	-	17	11	-
Março	-	1	25	5	-
Abril	2	6	20	2	-
Mai	5	20	6	-	-
Junho	4	26	-	-	-
Julho	12	19	-	-	-
Agosto	12	16	3	-	-
Setembro	3	14	12	1	-
Outubro	3	10	13	5	-
Novembro	-	5	18	7	-
Dezembro	-	1	19	11	-

Fonte: Organização dos autores (2020).

No Gráfico 9 constam a frequência e a porcentagem anual em cada faixa de sensação térmica verificada na cidade em 2014. A maioria dos dias (151 dias), representando 41,4% do ano, ficou classificada em ligeiramente frio e 32,3% (118 dias) dos dias classificados como frio moderado, totalizando 73,7% ano nessas duas faixas e, como mencionado anteriormente, presentes em todos os meses do ano.

Gráfico 9 - Frequência das faixas de sensação térmica do TE em Viçosa no ano de 2014



Fonte: Organização dos autores (2020).

## 4 CONCLUSÕES

A partir dos resultados das análises, constatou-se que as temperaturas efetivas indicaram índices de desconforto térmico no município de Viçosa, sobretudo nos meses mais secos, nos quais a maioria dos dias se encaixa nas faixas de ligeiramente frio a frio moderado, causando estresse devido ao frio. Foram 118 dias do ano na faixa de frio moderado e 151 na faixa de ligeiramente frio, além de 41 dias na faixa de frio, totalizando 310 dias de desconforto térmico em relação ao frio, ou seja, 84,9% do ano.

Por ser considerado um ano atípico, apesar de haver desconforto térmico na grande maioria dos dias de 2014, esperava-se que esse desconforto fosse ainda maior mediante os baixos índices de precipitação registrados no período analisado, porém a umidade relativa não sofreu uma influência tão drástica, amenizando o desconforto que o período poderia ter gerado.

A equação utilizada no índice de Temperatura Efetiva se mostrou adequada para a demonstração de (des)conforto térmico em uma cidade com características climáticas como Viçosa, porém, se faz necessário a elaboração de índices de

conforto para cidades de clima tropical ameno, situado em mar de morros, a partir do levantamento a percepção térmica dos moradores, acompanhada pela dinâmica habitual dos tipos de tempo. Além disso, este estudo foi realizado utilizando apenas uma entre diversas equações que calculam índices de conforto térmico, sendo uma investigação inicial para estudos mais detalhados futuramente.

Analisar o (des)conforto térmico vai além dos elementos climáticos, requer atenção devida à elementos que não são normalmente considerados, como condições fisiológicas dos indivíduos e vestimentas que podem influenciar diretamente nos índices obtidos e nas sensações de diferentes grupos da população.

## 5 AGRADECIMENTOS

Aos acadêmicos que fazem parte do Bioclima e que sem eles não seria possível realizar o presente trabalho, que faz parte do projeto: Paisagens, Clima e Territórios apropriados: Uma discussão sobre o significado social do clima em diferentes sociedades e escalas geográficas (Registro SISPPG – Sistema de Pesquisa e Pós-graduação: 10708275919) desenvolvido no Laboratório de Biogeografia e Climatologia (BIOCLIMA-UFV).

## 6 REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editora, 2003. 159p.

BOGNOULS, F., GAUSSEN, H. Estação seca e índice xerotérmico. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro. v. 20, n. 169, 1962. (Traduzido por Ruth Simões Bezerra dos Santos). Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/19/bg\\_1962\\_v20\\_n169\\_jul\\_ago.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/19/bg_1962_v20_n169_jul_ago.pdf). Acesso em 23 mai. 2020.

COELHO, C. A. S.; CARDOSO, D. H. F.; FIRPO, M. A. F. A seca de 2013 a 2015 na região sudeste do Brasil. **Revista Climanálise**, São José dos Campos-SP. Edição comemorativa de 30 anos do CPTEC-INPE, p. 55-61, 2015. Disponível em:

<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/revista/pdf/30anos/Coelhoetal.pdf>. Acesso em 25 mai. 2020.

COELHO, C. A. S. **Diagnóstico da chuva durante um evento excepcionalmente seco em São Paulo, Brasil e a seca durante o verão de 2014 na região Sudeste do Brasil**: mecanismos regionais e conexões remotas. 2015. Disponível em: <https://canalciencia.ibict.br/ciencia-em-sintese1/ciencias-exatas-e-da-terra/238-a-seca-durante-o-verao-de-2014-na-regiao-sudeste-do-brasil>. Acesso em: 22 jul.2021.

**CPTEC**. Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais. Banco de dados de imagens. Disponível em: <http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes.formulario.logic>. Acesso em: 10 abr. 2020.

DREW, D. **Processos interativos Homem-Meio ambiente**. 5ª edição. Traduzido por: João Alves dos Santos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002, 224p.

FANGER, P. O. **Thermal comfort, analysis and application in environmental engineering**. New York: McGraw Hill, 1972.

FIALHO, E. S. **Análise temporoespacial do campo térmico na Ilha do Governador-RJ em situações sazonais de verão e inverno**. 164f. Dissertação (Mestrado em Geografia)–Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza-Instituto de Geociências da UFRJ. Rio de Janeiro, 2002.

FIALHO, E. S. **Ilha de calor em cidade de pequeno porte**: Caso de Viçosa, na Zona da Mata Mineira. 259f. Tese (Geografia Física) Faculdade de Filosofia, Ciência, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo-USP, 2009.

FIALHO, E. S. As repercussões da expansão da mancha urbana na dinâmica climática local de Viçosa-MG. **Revista de Ciências Humanas**, Viçosa, v. 15, n. 2, p. 301-323, 2015. Disponível em: <http://www.cch.ufv.br/revista/pdfs/vol15/artigo1dvol15-2.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2020.

FIALHO E.; QUINA. R. O campo térmico no município de Viçosa-MG, Brasil, durante o período de verão (2014/2015) e inverno (2015). **Revista de Geografia e Ordenamento do Território**, Lisboa-PORT, v. 12, n. 2, p. 127-151, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/pdf/got/n12/n12a07.pdf>. Acesso em: 5 nov. 2020.

FIALHO, E. S.; FERNANDES, L. A.; CORRREA, W. S. C. Climatologia urbana: conceitos, metodologias e técnicas. **Revista Brasileira de Climatologia**, Edição Especial do Simpósio Brasileiro de Climatologia-SBCG-2018, Curitiba-PR, v. 15, n. 2, p. 47-85, 2019. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/65748> . Acesso em: 5 set. 2020.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**: arquitetura e urbanismo. 7.ed. São Paulo: Studio Nobel, 2003.

GOBO, J. P. A. **Regionalização climática do Rio Grande do Sul com base no zoneamento do conforto térmico humano**. 184f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 2013.

**IBGE.** Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/vicosa/panorama>. Acesso em: 10 abr. 2020.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Estações Automáticas.** Disponível em: [http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg\\_dspDadosCodigo\\_sim.php?QTUxMA](http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg_dspDadosCodigo_sim.php?QTUxMA). Acesso em: 17 mai. 2020a.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia: **Normais Climatológicas do Brasil.** Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>. Acesso em: 11 mai. 2020b.

JARDIM, C. H. A. A "crise hídrica" no sudeste do Brasil: aspectos climáticos e repercussões ambientais. **Revista Tamoios**, São Gonçalo-RJ, v. 11, n. 2, p. 67-83, 2015.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. P. **Eficiência Energética na Arquitetura.** São Paulo: PW, 1997.

MAIA, J. A.; GONÇALVES, F. L. T. Uma análise do conforto térmico e suas relações meteorológicas na cidade de São Paulo - parte 1. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...**, 2002, p.305- 314.

MARENGO, J. A. NOBRE, C. A.; SELUCHI, M. E.; CUARTAS, A.; ALVES, L. M.; MENDIONDO, E. M.; OBREGON, G. SAMPAIO, G. A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo, **Revista USP**, São Paulo-SP, n. 106, p. 31-44, p. 33-44, 2015.

MELLO, F. A. O. **Análise do processo de formação da paisagem urbana do município de Viçosa. Minas Gerais.** 103f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Departamento de Engenharia Florestal, UFV, Viçosa, 2002.

MENDONÇA, F. A. **O estudo do SCU – Sistema Clima Urbano – no Brasil:** aplicações e avanços. In: MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo (ORG). A construção da climatologia geográfica no Brasil. Campinas: Editora Alínea, 2015. 194p. p. 155 – 166.

MISSENARD, H. **Equivalence thermique dès ambience.** Chaleur et industrie, 4. p.159-183. 1948.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano.** Tese de livre docência. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas-FFLCH, Universidade de São Paulo-USP, 1975, 181p. Disponível em: [http://www.abclima.ggf.br/arquivos/obrasclimatologia/29/TEORIA%20E%20CLIMA%20URBANO\\_LD\\_1975.pdf](http://www.abclima.ggf.br/arquivos/obrasclimatologia/29/TEORIA%20E%20CLIMA%20URBANO_LD_1975.pdf). Acesso em: 21 jul. 2021.

MONTEIRO, L. M. **Modelos Preditivos de Conforto Térmico:** Quantificação de Relações entre Variáveis Microclimáticas e de Sensação Térmica para Avaliação e Projeto de Espaços Abertos. Tese (Doutorado - área de concentração: Tecnologia da Arquitetura). Universidade de São Paulo, São Paulo, 378 p. 2008.

NEDEL, A. S.; GONÇALVES, F. L. T.; MACEDO JÚNIOR, C.; CARDOSO, M.R.A. Climatology of the human thermal comfort on São Paulo metropolitan area: indoors and outdoors. **Revista Brasileira de Geofísica**, São Paulo, v. 33, n. 2, p.185 – 204, 2015.

NÓBREGA, R. S.; LEMOS, T. V. S. O microclima e o (des) conforto térmico em ambientes abertos na cidade do Recife. **Revista de Geografia (UFPE)**, v. 28, n. 1, 2011.

PRADO, L. B.; FIALHO, E. S.; SANTOS, L. G. F. O sensoriamento remoto e o clima urbano: Uma perspectiva de investigação através do campo térmico de superfície, na área central do município de Viçosa-MG. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba-PR, Ano 16, v. 17, p. 919-946, 2020. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/76384/42620>. Acesso em: 29 nov. 2020.

SANCHES, F. O.; FIALHO, E. S.; QUINA, R. R. Evidências de Mudanças Climáticas em Viçosa (MG). **Revista do Departamento de Geografia USP**, São Paulo, v. 34, p. 122-136, 2017.

UGEDA JÚNIOR, J. C.; AMORIM, M. C. DE C. T. Reflexões acerca do sistema clima urbano e sua aplicabilidade: pressupostos teórico-metodológicos e inovações técnicas. **Revista Do Departamento de Geografia**, São Paulo-SP, Edição Especial 40 anos de Teoria e clima urbano, p.160-174, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/rdg.v0ispe.119402>. Acesso em 20 jul. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. Departamento de Engenharia Agrícola. Estação Climatológica Principal de Viçosa. **Boletim meteorológico 2020**. Viçosa, 2020.

WALTER, H. **Vegetação e Zonas Climáticas**: Tratado de Ecologia global. Traduzido por Anna Terxi Giova e Hildegard T. Buckup. São Paulo: EPU, 1986, 326p.

XAVIER, T. C.; OLIVEIRA, W. D.; FIALHO, E. S. Análise das condições de conforto térmico da cidade de Vitória, ES. *Revista Do Departamento De Geografia*, v. 41, n. 1, 2021, 15p. disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/172471/169751>. Acesso em: 16 jun.2021.

ZACCHI, R. C. O espaço urbano da cidade capitalista: um estudo sobre o processo de verticalização da área central da cidade de Viçosa (MG) (1970-2007). **Brazilian Geographical Journal**: Geosciences and Humanities research medium, Ituiutaba-MG, v. 5, n. 2, p. 350-370, 2014.

### **1 – Edson Soares Fialho:**

Coordenador do Laboratório de Biogeografia e Climatologia (Bioclima), Professor Associado II do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Viçosa.

<https://orcid.org/0000-0002-1162-632X> • [fialho@ufv.br](mailto:fialho@ufv.br)

Contribuição: Concepção, escrita - primeira redação e análise dos resultados e redação de todas as versões.

### **2 – Júlia Borges Furtado:**

Bolsista de Iniciação científica e Membro do Laboratório de Biogeografia e Climatologia (Bioclima) da Universidade Federal de Viçosa.

<http://orcid.org/0000-0002-0675-3287> • [julia.furtado@ufv.br](mailto:julia.furtado@ufv.br)

Contribuição: Planejamento da pesquisa e coletas de dados.

### **3 – Tatiana Camello Xavier:**

Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo e Membro do Laboratório de Biogeografia e Climatologia (Bioclima) da Universidade Federal de Viçosa..

<https://orcid.org/0000-0002-5325-1036> • [taianax@ifes.edu.br](mailto:taianax@ifes.edu.br)

Contribuição: Escrita – primeira redação, planejamento da metodologia da pesquisa, edição e revisão da redação de todas as versões.

### **Como citar este artigo**

FIALHO, E. S.; FURTADO, J. B.; XAVIER, T. C. Análise do (des)conforto térmico da cidade de Viçosa (MG) no ano de 2014. **Geografia Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 23, e25, p. 01-26, 2021. DOI 10.5902/2236499446846. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2236499446846>. Acesso em: dia mês abreviado. ano.