Revista Brasileira de Climatologia
Brazilian Journal of Climatology
OPEN ACCESS
UFGD Editora

UMA METODOLOGIA PARA PESQUISAS DE CONFORTO TÉRMICO A PARTIR DO ESTUDO DA CIDADE UNIVERSITÁRIA DE DOURADOS (MS)

A methodology for thermal comfort research based on the study of the University City of Dourados (MS)

Una metodología para la investigación del confort térmico basada en el estudio del Ciudad Universitaria de Dourados (MS)

Priscila Moreira Santos
Universidade Federal da Grande Dourados
priscilamoreira@ufgd.edu.br

Charlei Aparecido da Silva
Universidade Federal da Grande Dourados
charleisilva@ufgd.edu.br

Resumo: Este estudo tem como objetivo apresentar uma metodologia de análise de desconforto térmico que levou em consideração a Temperatura Efetiva e respostas de entrevistas realizadas com frequentadores da Cidade Universitária de Dourados, situada no município de Dourados (MS). A área abrange a Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul e a Universidade Federal da Grande Dourados. A Temperatura Efetiva foi calculada a partir dos registros de 13 termo-higrômetros instalados na área de pesquisa, que coletaram dados de hora em hora durante o período de 22/03/2022 a 23/03/2023. Entre maio 2022 e dezembro 2022 (dois períodos), foram realizadas 393 entrevistas. As variáveis subjetivas analisadas incluíram percepção térmica, estado emocional, preferência e satisfação dos entrevistados em relação ao conforto térmico nas áreas externas da Cidade Universitária. Os resultados revelam que a combinação da análise da Temperatura Efetiva e das entrevistas enriqueceu a pesquisa, evidenciando que a compreensão do desconforto não se restringe apenas aos dados termo-higrométricos. As entrevistas proporcionaram uma visão mais holística, destacando nuances que não seriam percebidas apenas por meio de análises objetivas.

Palavras-chave: Temperatura Efetiva. Clima Urbano. Espaços Livres.

Abstract: This study aims to introduce a methodology for analyzing thermal discomfort, considering the Effective Temperature and responses gathered from interviews with visitors to the University Campus of Dourados, situated in the municipality of Dourados (MS). The scope of the study encompasses the State University of Mato Grosso do Sul and the Federal University of Grande Dourados. The Effective Temperature was computed using data from 13 thermo-hygrometers strategically placed in the research area, recording hourly data spanning from March 22, 2022, to March 23, 2023. Over two periods, between May 2022 and December 2022, a total of 393 interviews were conducted. Subjective variables under analysis included thermal perception, emotional state, preference, and satisfaction of interviewees regarding thermal comfort in the outdoor areas of the University Campus. The findings indicate that the synergy of Effective Temperature analysis and interview responses enhanced the research, highlighting that an understanding of discomfort extends beyond mere thermo-hygrometric data. The interviews offered a more holistic perspective, uncovering subtleties not discernible through objective analyses alone.
Keywords: Effective Temperature. Urban Climate. Open Spaces.

Resumen: Este estudio tiene como objetivo presentar una metodología para analizar el malestar térmico, teniendo en cuenta la Temperatura Efectiva y las respuestas recopiladas en entrevistas con visitantes del Campus Universitario de Dourados, ubicado en el municipio de Dourados (MS). El ámbito de estudio abarca la Universidad Estatal de Mato Grosso do Sul y la Universidad Federal de Grande Dourados. La Temperatura Efectiva se calculó utilizando datos de 13 termohigrómetros estratégicamente ubicados en el área de investigación, registrando datos cada hora desde el 22 de marzo de 2022 hasta el 23 de marzo de 2023. Durante dos períodos, entre mayo de 2022 y diciembre de 2022, se realizaron un total de 393 entrevistas. Las variables subjetivas analizadas incluyeron percepción térmica, estado emocional, preferencia y satisfacción de los entrevistados con respecto al confort térmico en las áreas exteriores del Campus Universitario. Los resultados indican que la combinación del análisis de la Temperatura Efectiva y las entrevistas enriqueció la investigación, destacando que la comprensión del malestar no se limita solo a los datos termohigrométricos. Las entrevistas proporcionaron una perspectiva más holística, revelando matices que no serían perceptibles solo mediante análisis objetivos.
Palabras clave: Temperatura Efectiva. Clima Urbano. Espacios Abiertos.

Submetido em: 11/03/2024
Aceito para publicação em: 22/05/2024
Publicado em: 19/07/2024

1. INTRODUÇÃO

A população urbana em todo o mundo está em constante crescimento. Estimativas indicam que até 2050, cerca de 68% da população global residirá em áreas urbanas, e em algumas regiões, como na Europa, esse número pode chegar a quase 85% (UNITED NATIONS, 2018). Esse aumento na densidade urbana não apenas impulsiona a necessidade de expansão das infraestruturas, mas também tem impactos significativos nas atividades econômicas e sociais das áreas urbanas. Além disso, esse fenômeno é capaz de desencadear efeitos como as ilhas de calor e alterar a atmosfera próxima à superfície, modificando o clima local e gerando um clima característico das cidades, denominado de clima urbano (MONTEIRO, 1976; PITTON, 1997). Diante desse contexto, o século XXI apresenta desafios que precisam ser enfrentados.

As mudanças na paisagem urbana têm um efeito significativo no clima (TEIXEIRA; AMORIM, 2022). Chandler (1965) já esclarecia que a urbanização ocasiona a substituição de materiais rurais por materiais urbanos, o que tem o potencial de alterar substancialmente as características meteorológicas nas áreas urbanas.

A revisão da literatura permite inferir que os primeiros estudos sobre climatologia urbana remontam a Luke Howard, que, já em 1818 observou contrastes meteorológicos entre áreas urbanas e rurais em Londres (HOWARD, 1833). Mais de um século depois, as obras de Chandler (1965), Landsberg (1981), tornaram-se referências na compreensão das mudanças climáticas resultantes da urbanização. No Brasil o marco inicial de estudos sobre o clima urbano é a obra intitulada “Teoria e Clima Urbano”, Monteiro (1976).

Dentro do escopo dos estudos sobre o clima urbano, destaca-se a relevância do trabalho “Boundary Layer Climates'”, elaborado por Timothy Richard Oke (1978). O autor examina os processos que ocorrem na atmosfera próxima à superfície. Sua análise dos ambientes urbanos se fundamenta em propriedades físicas da atmosfera superior como radiação, umidade e aerodinâmica, contribuindo assim para a compreensão desses cenários urbanos complexos.

O interesse inicial na pesquisa sobre estresse térmico surgiu no início do século XIX devido a problemas de saúde enfrentados por trabalhadores em ambientes industriais e mineradores, essencialmente na Europa. No entanto, o desenvolvimento de métodos para

medir e correlacionar variáveis ao conforto térmico ganhou destaque apenas no século XX, em grande parte devido à popularização do ar-condicionado (ARAUJO, 1996 apud MONTEIRO; ALUCCI, 2007).

A Sociedade Americana de Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Ar-Condicionado (ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers), define o conforto térmico como o estado da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico e é avaliado de maneira subjetiva (ASHRAE, 2017).

Corroborando com este entendimento Lamberts (2016) reforça que o conforto térmico é uma sensação com forte viés subjetivo, pois além de depender de fatores físicos e fisiológicos depende de fatores psicológicos. Estes últimos são influenciados por variações na percepção, estímulos sensoriais, experiências anteriores e expectativas relacionadas ao ambiente térmico. Conforme apontado por Dávila et al. (2024), gênero e idade são, igualmente, fatores determinantes que afetam a percepção de conforto térmico de um indivíduo.

Já a neutralidade térmica pode ser observada dentro de uma ótica física, levando-se em consideração os mecanismos de trocas de calor. Neste sentido Lamberts (2011), define a neutralidade térmica como: “O estado físico no qual todo o calor gerado pelo organismo através do metabolismo seja trocado em igual proporção com o ambiente ao seu redor, não havendo nem acúmulo de calor e nem perda excessiva do mesmo, mantendo a temperatura corporal constante. (LAMBERTS, 2011, p. 5).

Desta maneira Sousa e Leder (2019), reforçam que a neutralidade térmica não pode ser considerada sinônimo de conforto térmico. Isso nos leva a perceber que, mesmo quando em um estado de neutralidade térmica, uma pessoa pode não se sentir satisfeita com o ambiente térmico e, assim, expressar desconforto devido à sua expectativa ou percepção não estarem sendo supridas de maneira satisfatória.

Sartori (2014) também explica a diferença entre sensação e percepção. “Na primeira fase, os estímulos atingem os órgãos dos sentidos e são reenviados aos centros do cérebro por rotas neurais específicas – é a fase da sensação. Na segunda, os estímulos são interpretados com base na experiência e a resposta apropriada é emitida – é a fase da percepção.” (SARTORI, 2014, p.35).

Devido a essa condição objetiva e também subjetiva que são necessárias para avaliar o conforto térmico frequentemente escalas de classificação são usadas para essa avaliação, sendo que a sensação térmica pode variar de “frio” a “quente” para definir se o ambiente está confortável ou não. Paralelamente outras dimensões da percepção térmica são aplicadas como a avaliação afetiva que pode variar de "confortável" a "extremamente desconfortável", a preferência térmica variando de “mais frio" a "mais quente" ou a aceitação pessoal variando de "aceitável" a "inaceitável" (SCHWEIKER et al., 2019).

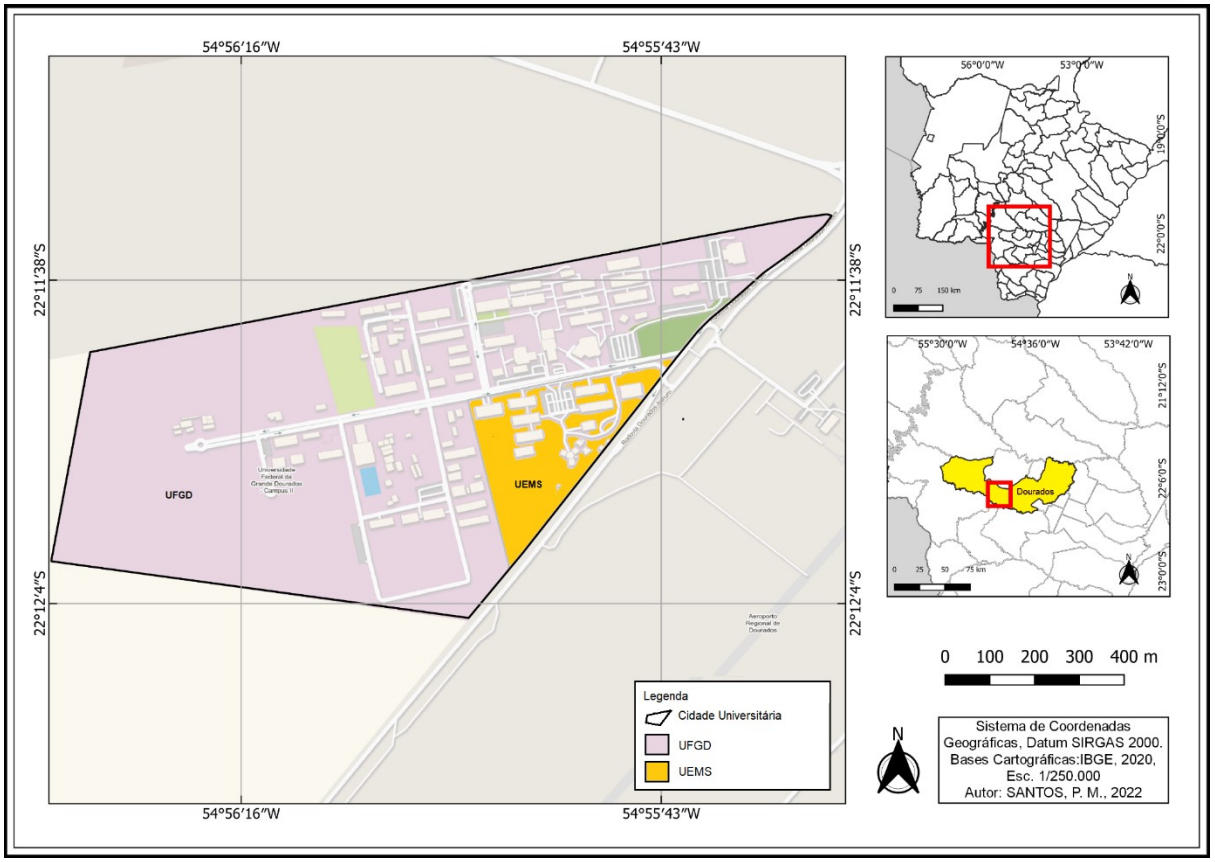
Neste sentido toma-se como objetivo apresentar uma metodologia de análise de desconforto térmico que levou em consideração a Temperatura Efetiva e respostas de entrevistas realizadas em frequentadores da Cidade Universitária de Dourados, a qual localiza-se no município de Dourados (MS), e, abarca a Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) e a Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Dessa forma, determinar a efetividade da combinação de dois procedimentos distintos para avaliar o desconforto em ambientes abertos nos parece uma contribuição significativa para estudos no campo da Geografia e ciências correlatas, que focam na análise do tempo e do clima.

1.1. A Cidade Universitária de Dourados

Dourados é a segunda maior cidade do estado, com uma população de 227.990 habitantes (IBGE, 2021), destacando-se como polo urbano na Região da Grande Dourados. Nesse contexto, a Universidade Federal da Grande Dourados e a Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul desempenham papéis fundamentais na oferta de ensino superior, pesquisa e extensão, contribuindo para o desenvolvimento regional.

O objeto desta pesquisa é a Unidade II da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) e a Cidade Universitária da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul (UEMS), uma área com aproximadamente 80 hectares. Neste estudo, denominaremos essa área de “Cidade Universitária”. Ela está localizada no município de Dourados, dentro do perímetro urbano (Figura 1). No entanto, até 2011, a Cidade Universitária estava localizada na zona rural, e foi incorporada à área urbana após uma revisão do perímetro urbano. Mesmo mais de dez anos após essa revisão, a região ainda possui características de zona rural, incluindo lavouras em seus limites.

Figura 1 – A Cidade Universitária de Dourados (MS)



Organização: Santos e Silva (2024)

A UFGD, criada em 2005, atualmente oferece 41 cursos de graduação, 23 cursos de mestrado e 11 cursos de doutorado, atendendo a uma comunidade de 7.805 estudantes de graduação e aproximadamente dois mil estudantes de pós-graduação (UFGD, 2019; 2021). Sua estrutura abrange diversas áreas de conhecimento e bases de estudos em diferentes municípios, consolidando-se como um importante centro acadêmico e de pesquisa na região. A UEMS, por sua vez, fundada em 1993, possui 38 cursos de graduação distribuídos em 14 municípios, com foco nas necessidades regionais (UEMS, 2021). Suas atividades, que incluem cursos à distância, refletem o compromisso com a democratização do acesso à educação superior, contribuindo significativamente para o desenvolvimento educacional e social do estado.

Atualmente a população estimada da Cidade Universitária é de 12 mil pessoas (UFGD, 2019; UEMS, 2021), dentre os frequentadores, em maior quantidade, temos os discentes, os técnicos, os docentes e o pessoal terceirizado.

Estudos como os conduzidos por Cui et al. (2013), Jiang et al. (2018), Marçal et al. (2018) e Liu et al. (2021) que avaliaram as consequências do desconforto na aprendizagem apontaram a perda de eficiência do aprendizado em situações de desconforto.

Nesta perspectiva, Kowaltowski (2011) também destaca a importância do conforto térmico em ambientes escolares:

> O conforto térmico de um ambiente é essencial para o bem estar e o desenvolvimento das atividades dos usuários. Situações de desconforto, causadas por temperaturas extremas, falta de ventilação adequada, umidade excessiva combinada com temperaturas elevadas, radiação térmica provocada por superfícies muito aquecidas, são prejudiciais. Psicologicamente, provoca apatia e desinteresse pelo trabalho, o que é desfavorável num ambiente escolar. (KOWALTOWSKI, 2011, p. 188-189).

Portanto, a pesquisa sobre o clima na Cidade Universitária não apenas atende às demandas locais, mas também contribui para o entendimento mais amplo dos desafios e oportunidades enfrentados por ambientes universitários em áreas urbanas em cidades médias.

1.2. O clima de Dourados (MS)

Fietz e Fisch (2008) destacam que, de acordo com a literatura, a região de Dourados é classificada, conforme a classificação climática de Köppen, como Cfa, Cwa e Aw. No entanto, sua pesquisa revelou que o clima da região se alinha melhor com a classificação Cwa, caracterizado por um clima mesotérmico úmido, com verões quentes e invernos secos. Essa reclassificação se faz pertinente devido à observação de que a temperatura no mês mais frio é inferior a 18 °C, enquanto no mês mais quente ultrapassa os 22 °C. Além disso, os pesquisadores salientam que durante o verão, a quantidade de chuva é mais de dez vezes superior à menor precipitação mensal, que ocorre em julho (FIETZ; FISCH, 2008, p. 29). Essa classificação climática de Köppen apontada por Fietz e Fisch (2008), é confirmada nos estudos de Dubreuil et al. (2018), que destaca que mesmo depois de um século após o seu desenvolvimento o método de Köppen ainda se mostra eficaz para abordar a questão dos limites climáticos.

Novais (2023) classifica Dourados como TMMMF úmido, sem a influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), caracterizando-a como Tropical Mesotérmica. Isso implica

em uma temperatura média anual acima de 18 °C. A designação "F" sugere a ausência de uma estação seca definida, resultando em precipitação regular ao longo do ano. A exclusão da influência da ZCIT aponta para uma menor propensão a eventos climáticos extremos, destacando a regularidade das precipitações.

A classificação climática de Thornthwaite, baseada no balanço hídrico climatológico normal, descreve o clima da região de Dourados como subúmido em relação à pluviosidade e megatérmico em termos de temperatura, já que a região geralmente não sofre com deficiência hídrica.

Outra classificação relevante, proposta por Zavattini (1992), considera os mecanismos atmosféricos rítmicos que influenciam a região de Dourados, enquadrando-a na categoria dos climas subtropicais úmidos. A região experimenta a influência das massas de ar Tropical Atlântica, Tropical Continental e Polar Atlântica.

Nimer (1989) contribui significativamente para a compreensão das dinâmicas climáticas no Brasil, destacando a influência crucial do relevo, altitude e outros fatores geográficos na determinação do clima de diferentes regiões. Em sua análise específica da região Centro-Oeste, Nimer (1979) enfatiza as variações sazonais, destacando o efeito da latitude, altitude e a participação da massa polar. Ele identifica quatro massas atmosféricas atuantes na região, caracterizando suas origens e propriedades distintas. Essas informações são essenciais para compreender as complexas interações que moldam o clima na região Centro-Oeste do Brasil.

Em suma, as características climáticas do município de Dourados e região, conforme sintetizado por Schneider e Silva (2012; 2014) em seu estudo que analisou uma série de dados abrangendo trinta anos (de 1980 a 2009), disponíveis no site da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/ Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste (EMBRAPA/CPAO), as características climáticas da cidade de Dourados incluem uma temperatura média de 21 °C, uma temperatura máxima de 28 °C, uma temperatura mínima de 16 °C, uma umidade relativa de 70% e uma precipitação anual de 1.400 mm.

2. A METODOLOGIA

2.1. Temperatura Efetiva - TE

O índice térmico utilizado para a avaliação do conforto foi a Temperatura Efetiva, TE. Segundo Blazejczyk et al. (2011), o termo "Temperatura Efetiva" foi usado pela primeira vez na comunidade de fisiologistas ocupacionais. Originalmente denominado de Índice de Temperatura Efetiva (ET), foi proposto por Houghton e Yaglou em 1923.

Esse índice foi estabelecido para fornecer um método capaz de avaliar os efeitos relativos da temperatura do ar e umidade relativa do ar no conforto térmico.

A equação é amplamente utilizada e de fácil aplicação, pois leva em consideração apenas duas variáveis ambientais, que por sua vez desempenham um papel importante no conforto humano.

A Temperatura Efetiva pode ser calculada pela seguinte equação:

$$TE = T - 0{,}4\,(T - 10)\,(1 - 0{,}01UR)$$

Onde:

TE é a Temperatura Efetiva (°C);

T é a Temperatura do ar (°C);

UR é a umidade relativa (%).

Para a classificação da Temperatura Efetiva neste estudo, foram adotados os parâmetros considerados pelo Laboratório de Meteorologia Aplicada a Sistemas de Tempo Regionais (MASTER – IAG/USP), que são utilizados para prever as condições de conforto térmico no Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil (Quadro 1).

Quadro 1 – Classificação da Temperatura Efetiva

COR	TE ou TEv (°C)	Sensação Térmica	Grau de Estresse Fisiológico
	< 05	Muito Frio	Extremo estresse ao frio
	05 |– 10	Frio	Extremo estresse ao frio
	10 |– 13	Moderadamente Frio	Tiritar
	13 |– 16	Ligeiramente Frio	Resfriamento do corpo
	16 |– 19	Pouco Frio	Ligeiro resfriamento do corpo
	19 |– 22	Ligeiramente Fresco	Vasoconstrição
	22 |– 25	Confortável	Neutralidade térmica
	25 |– 28	Ligeiramente Quente	Ligeiro suor, vasodilatação
	28 |– 31	Quente Moderado	Suando
	31 |– 34	Quente	Suor em profusão
	>34	Muito Quente	Falha na termorregulação

Fonte: Adaptado do Laboratório de Meteorologia Aplicada a Sistemas de Tempo Regionais (MASTER) apud Souza e Nery (2012).

2.2. A coleta de dados

A coleta de dados foi realizada de duas maneiras: através do monitoramento microclimático e da realização de entrevistas.

Para o cálculo do índice térmico proposto, foram instalados 18 termo-higrômetros, sendo 4 em ambientes internos e 14 em ambientes externos. Os equipamentos foram configurados para registrar os dados de hora em hora, coletando as seguintes variáveis:

- Temperatura do ar – máxima, mínima e média (em °C);
- Umidade relativa do ar – máxima, mínima e média (em %);

Sobre os critérios de escolha dos pontos de instalação dos equipamentos, o objetivo foi selecionar espaços onde o fluxo de pessoas fosse considerável, uma vez que o intuito da pesquisa é a avaliação do conforto térmico humano. Nesse sentido inferimos que seria interessante optar por locais com maior concentração de pessoas e sem interferência de sistemas de climatização, pois a pesquisa objetiva avaliar o espaço em situações naturais. Para isso, estabelecemos os seguintes critérios de escolha dos 18 pontos, vide quadro 2:

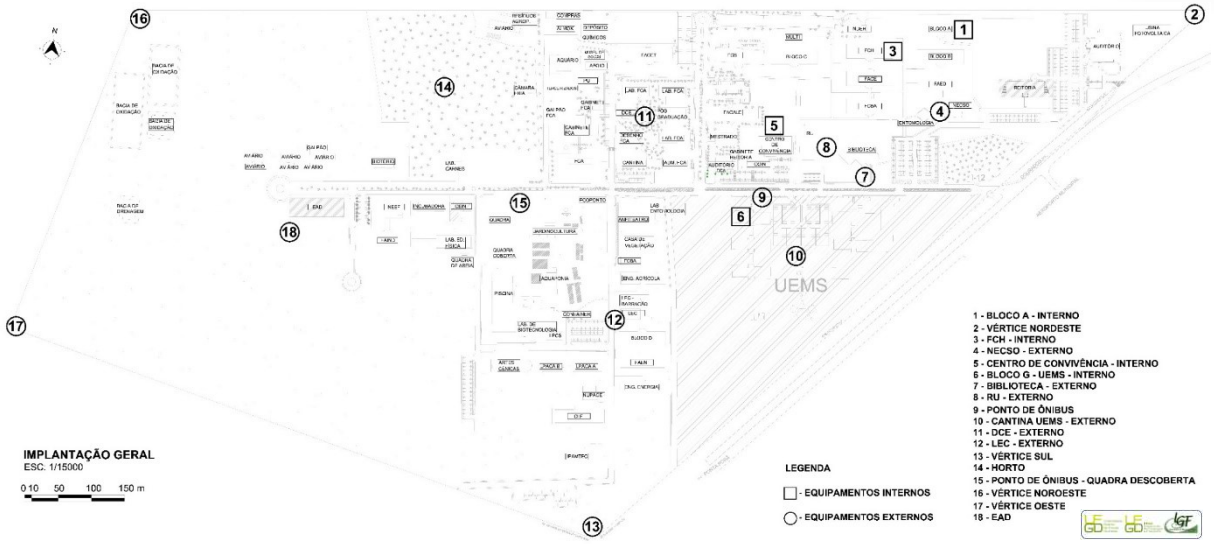
Quadro 2 – Critérios de escolha e distribuição dos pontos de coleta de dados

Critério	Descrição
Fluxo de pessoas	Optamos por locais com considerável fluxo de pessoas, abrangendo não apenas permanência prolongada, mas também a circulação transitória de pedestres.
Uso da edificação	A escolha deste critério está relacionada ao anterior, uma vez que foi priorizada áreas com maior concentração de pessoas, como o Centro de Convivência, Restaurante Universitário, Biblioteca, entre outros.
Localização espacial	Um dos objetivos da pesquisa era elaborar um mapa de temperatura, desta maneira selecionamos pontos que possibilitassem monitorar todo o perímetro da área estudada, para além desses pontos instalados nos vértices, escolhemos outros pontos de controle estratégico que poderiam contribuir para uma espacialização adequada dos dados.
Presença de vegetação	Conforme destacado por Mascaró e Mascaró (2015), a vegetação desempenha papel crucial na arborização urbana, proporcionando sombreamento essencial para suavizar o calor nas estações quentes. A escolha deste critério visa entender como a vegetação influencia o desconforto térmico.
Tipo de pavimentação adjacente	Relacionado ao item anterior, consideramos a predominância de pavimentação permeável ou impermeável, assim como a presença ou ausência de cobertura vegetal adjacente.

Organização: Santos e Silva (2024)

A seleção estratégica dos pontos, conforme destacado por Rampazzo e Sant'Anna Neto (2012; 2019), desempenha papel fundamental na coleta de dados. Essa abordagem possibilita comparações entre os pontos, levando em consideração seus entornos, identificando assim os locais mais confortáveis termicamente. Desta maneira os pontos foram dispostos, espacializados, conforme exposto na figura 2.

Figura 2 – Localização dos equipamentos dentro da Cidade Universitária de Dourados (MS)



Organização: Santos e Silva (2024)

Neste momento cabe ressaltar, explicar, que para realização da pesquisa que subsidia esse texto foram considerados apenas os dados registrados pelos equipamentos instalados nos espaços abertos da cidade universitária. Ademais, os registros, os dados, do equipamento 04 também foram desprezados devido inconsistência nos dados. Desta maneira foram efetivamente utilizados dados de 13 equipamentos; as análises realizadas neste estudo têm como base portanto os equipamentos: 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 e 18.

2.3. As entrevistas

Para avaliar a condição subjetiva-qualitativa foi elaborado um questionário, figura 3, que objetivou traduzir a percepção das pessoas que circulam na cidade universitária, essencialmente sobre as condições climáticas experienciadas no momento da entrevista. A base para a formulação do questionário foi fundamentada nos princípios de percepção demonstrados por Sartori (2014), no questionário aplicado por Gobo (2018), em Remelli e Silva (2021), esses somados as orientações presentes na ISO 10551 (2001) e na ISO 7730 (2005).

As perguntas foram elaboradas para serem objetivas, fáceis e rápidas, para conveniência dos respondentes e visando a eficiência da entrevista. As respostas dos questionários foram anônimas, não houve, portanto, a identificação nominal dos sujeitos. As entrevistas foram realizadas com pessoas que estavam no local, nenhum participante foi

deslocado para que pudesse ser entrevistado. Sendo assim, se o mesmo se encontrava na sombra ou sob o sol, apenas foi registrada a condição da exposição solar.

Importante, para fins de aperfeiçoamento e validação o questionário foi devidamente testado antes de serem realizadas as entrevistas que compuseram este estudo. A amostra teste teve como intuito avaliar se as perguntas estavam sendo objetivas e se o formulário atendia ao proposto.

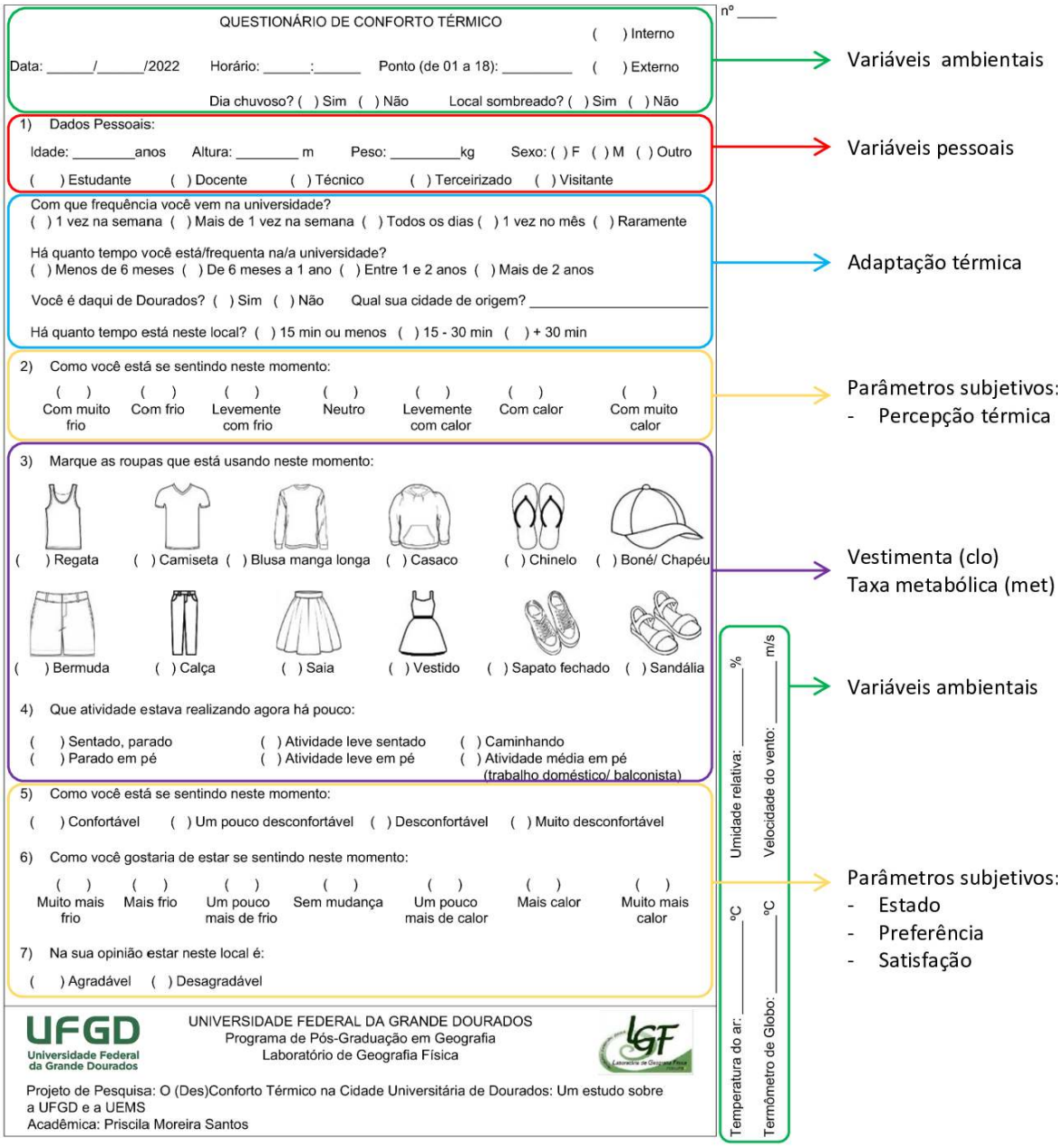
A versão final do questionário apresenta cinco seções, a saber: variáveis ambientais; variáveis pessoais; adaptação térmica; parâmetros subjetivos; vestimentas. No quadro 3 é apresentado uma síntese dos objetivos de cada seção e suas respectivas contribuições no entendimento da percepção climática dos entrevistados.

Quadro 3 – Seções do questionário e suas possíveis correlações na percepção climática

Seção	Descrição
Variáveis ambientais	Esta seção foi estruturada para a organização dos dados, registrando a data, horário e local de cada entrevista, permitindo a correlação com os dados dos termo-higrômetros.
Variáveis pessoais	Esta seção objetivou registrar altura, peso, gênero e vínculo com a instituição, essenciais para realização de comparações entre os gêneros.
Adaptação térmica	Nesta seção, o objetivo era analisar se o respondente estava habituado ao clima local.
Parâmetros subjetivos	Baseando-nos na ISO 10551 (2001), adotamos quatro parâmetros. A **escala de percepção térmica** foi apresentada textualmente, suprimindo a escala numérica (Tabela 1), mas complementada por uma escala cromática (Figura 4) para facilitar a visualização. A **escala de avaliação sobre o estado térmico pessoal e a escala de preferência térmica** seguiram estruturas semelhantes, avaliando o conforto no momento da entrevista e as preferências térmicas, respectivamente. A **declaração de aceitabilidade e satisfação** foi formulada de maneira binária para evidenciar a situação térmica do ambiente, conforme a preferência pessoal do entrevistado.
Vestimenta e taxa metabólica	Com base na ISO 7730 (2005) e ASHRAE 55 (2017), a vestimenta foi analisada em relação à resistência térmica, expressa em clo. Foram consideradas oito tipos de roupas, três opções de calçado e um acessório, apresentados graficamente. A taxa metabólica, relacionada à atividade física, foi determinada conforme as normas mencionadas, expressa em met.
Período de amostragem	As entrevistas foram conduzidas em dois períodos opostos: dias de temperaturas mais baixas e mais elevadas. A escolha desses períodos considerou o fluxo de pessoas na Cidade Universitária, eventos climáticos críticos, a atuação de massas polares e eventos típicos de temperaturas baixas e altas.
Critérios para escolha do período de amostragem	Consideramos o fluxo de pessoas, evitando períodos de férias, feriados e finais de semana. A escolha baseou-se em eventos críticos, como a atuação de massas polares e eventos típicos de temperaturas extremas.
Horário das entrevistas	As entrevistas foram realizadas das 7h às 9h e das 11h às 13h no Episódio de Desconforto por Frio. Já no Episódio de Desconforto por Calor, iniciaram-se às 9h da manhã, concluindo aproximadamente 30 entrevistas, retornando às 12h, concluindo mais 30 entrevistas e às 19h concluindo mais 30 entrevistas, totalizando 90 entrevistas diárias.
Episódio de Desconforto por Frio	11/05/2022 – 11 h às 13 h; 12/05/2022 – 7 h às 9 h; 18/05/2022 – 7 h às 9 h; 19/05/2022 – 11 h às 13 h. Total 123 entrevistas
Episódio de Desconforto por Calor	12, 13 e 14 de dezembro de 2022 - entrevistas realizadas no horário das 9 h às 21 h. Total 270 entrevistas

Organização: Santos e Silva (2024)

Figura 3 – Questionário, objetivo evidenciar a percepção climática



Organização: Santos e Silva (2024)

No contexto da pesquisa, a utilização da escala de percepção térmica da ISO 10551 (2001) revela-se como uma importante ferramenta para coletar dados e traduzir a percepção térmica dos participantes. Esta escala de 7 pontos possibilita a avaliação subjetiva das condições térmicas, abrangendo sensações desde frio extremo (representado pelo -3) até calor excessivo (representado pelo +3). A delimitação das respostas fornecidas pela escala enriquece a análise e promove uma abordagem holística na investigação das respostas subjetivas ao ambiente térmico.

Dessa forma retomamos aquilo exposto no Quadro 1, a ISO 10551 (2001) sugere a seguinte escala de percepção térmica (Tabela 1):

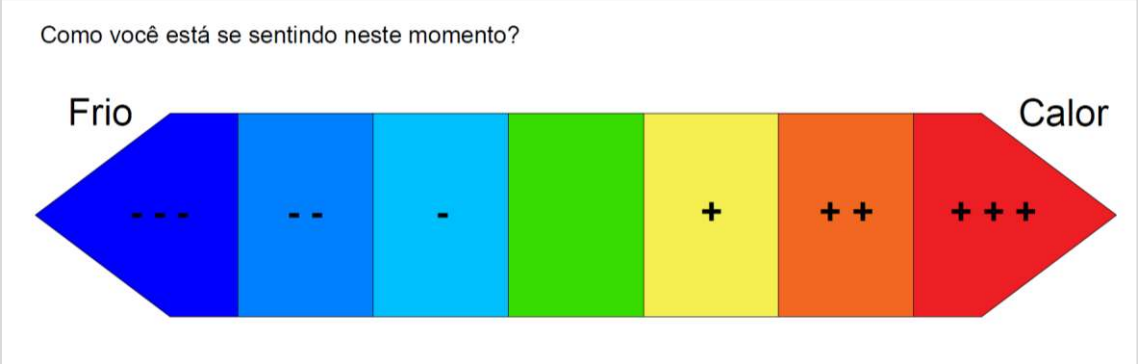
Tabela 1 – Escala de percepção térmica

-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
Com muito frio	Com frio	Ligeiramente com frio	Neutro	Ligeiramente com calor	Com calor	Com muito calor

Fonte: ISO 10551 (2001)

Para traduzir essa escala, com o objetivo de torna-la mais visual e intuitiva, de modo compreensível e acessível aos entrevistados, optou-se por elaborar uma escala cromática de percepção térmica (Figura 4). A escala cromática foi elaborada tomando como princípios elementos da semiologia gráfica presentes em Nogueira (2008), nela a cognição, o ato de conhecer e mesmo de se expressar, traz consigo a percepção, a memória e a imaginação sobre algo ou alguma experiência em si, aspectos que consideramos essenciais quando os indivíduos expressam sua percepção e mesmo a compreensão sobre o clima e o tempo. A escala cromática proposta traz consigo também os condicionantes e as variáveis presentes no quadro 1 e na tabela 1, sintetiza, por meio de cores quentes, frias ou neutras, sete classes, cuja variação do espectro reflete aquilo que os entrevistados consideram muito frio ou muito calor e as nuances possíveis sobre a percepção do tempo no momento da entrevista.

Figura 4 – Proposta de escala cromática para identificação da percepção térmica



Organização: Santos e Silva (2024)

2.4. A escolha dos episódios de frio e calor

Inicialmente, realizou-se uma análise preliminar das condições climáticas na região, com base nos estudos de Schneider (2014) e Fietz et al. (2017). Estas investigações permitiram a identificação de períodos de temperaturas extremas, orientando a escolha dos momentos propícios para a escolha dos episódios e a realização de entrevistas.

Para a seleção dos períodos de amostragem, diversos critérios foram considerados. Primeiramente, o fluxo de pessoas foi um fator determinante, sendo escolhidas datas em que a Cidade Universitária apresentasse circulação de pessoas, excluindo períodos de férias, feriados e finais de semana. Além disso, a ocorrência de eventos críticos, caracterizados por condições climáticas desfavoráveis, influenciou na seleção dos dias de análise. Para avaliar o desconforto causado pelo frio, a atuação de uma massa polar foi monitorada por meio de cartas sinóticas, sendo esta identificada nos dias 18 e 19 de maio de 2022. De maneira semelhante, dias caracterizados por temperaturas baixas, como os dias 11 e 12 de maio de 2022, foram escolhidos para investigar o desconforto em situações típicas de estações frias.

No Episódio de Desconforto por Calor, as entrevistas ocorreram em dias característicos de estações mais quentes, com temperatura máxima ultrapassando 36 °C e temperatura mínima de 18 °C.

Assim, foram conduzidas, realizadas, um total de 393 entrevistas, cujos dados e analise serão apresentados na próxima seção intitulada "Resultados". Neste tópico, serão detalhados os procedimentos de análise, acompanhados das tabelas e painéis elaborados. A representação visual por meio desses recursos visa proporcionar clareza e organização às informações coletadas. Essa abordagem permitirá tratar as questões de pesquisa de maneira eficaz, atingindo os objetivos estabelecidos.

3. RESULTADOS

3.1 Análise da Temperatura Efetiva (TE)

Com base no exposto anteriormente foram instalados 18 termo higrômetros, porém para a presente pesquisa, considerou-se somente os dados coletados pelos 13 equipamentos identificados pelos números 02, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 e 18.

Os equipamentos foram instalados no dia 01/02/2023 e retirados no dia 23/03/2023, porém para fins de análise do presente estudo, foram considerados apenas os dados registrados no período de 22/03/2022 a 23/03/2023.

Com os dados de temperatura do ar e umidade relativa, foi possível obter a Temperatura Efetiva. O Quadro 2 apresenta na primeira coluna a quantidade de registros obtidos para cada uma das categorias de desconforto em ordem decrescente da quantidade de registros.

Quadro 4 – Classificação da Temperatura Efetiva

Quantidade	Cor	TE (°C)	Sensação Térmica	Grau de Estresse Fisiológico	Percentual	Ordem
31.658		19 l – 22	Ligeiramente Fresco	Vasoconstrição	28%	1
26.125		22 l – 25	Confortável	Neutralidade térmica	23%	2
19.513		16 l – 19	Pouco Frio	Ligeiro resfriamento do corpo	17%	3
15.918		25 l – 28	Ligeiramente Quente	Ligeiro suor, vasodilatação	14%	4
9.628		13 l – 16	Ligeiramente Frio	Resfriamento do corpo	9%	5
4.248		28 l – 31	Quente Moderado	Suando	4%	6
3.526		10 l – 13	Moderadamente Frio	Tiritar	3%	7
2.050		05 l – 10	Frio	Extremo Estresse ao frio	2%	8
259		< 05	Muito Frio	Extremo Estresse ao frio	0%	9
32		31 l – 34	Quente	Suor em profusão	0%	10
0		> 34	Muito Quente	Falha na termorregulação	0%	11

Organização: Santos e Silva (2024)

Ao longo da análise temporal, não foi registrada incidência de Temperatura Efetiva ultrapassando os 34 °C, indicativo de um nível de desconforto extremo. A categoria mais prevalente durante o período foi a de "Ligeiramente fresco," caracterizada por Temperaturas Efetivas entre 19 °C e 22 °C, representando 28% dos registros. Em segundo lugar, destaca-se a categoria "Confortável," na qual os indivíduos experimentariam "Neutralidade térmica," com 23% das ocorrências.

Cabe destacar a categoria "Muito frio", com 259 ocorrências, associada a Temperaturas Efetivas abaixo de 5 °C. Nesse contexto, os indivíduos enfrentariam um extremo

estresse ao frio, superando inclusive a categoria "Quente," com Temperaturas Efetivas variando entre 31 °C e 34 °C, a qual registrou 32 ocorrências.

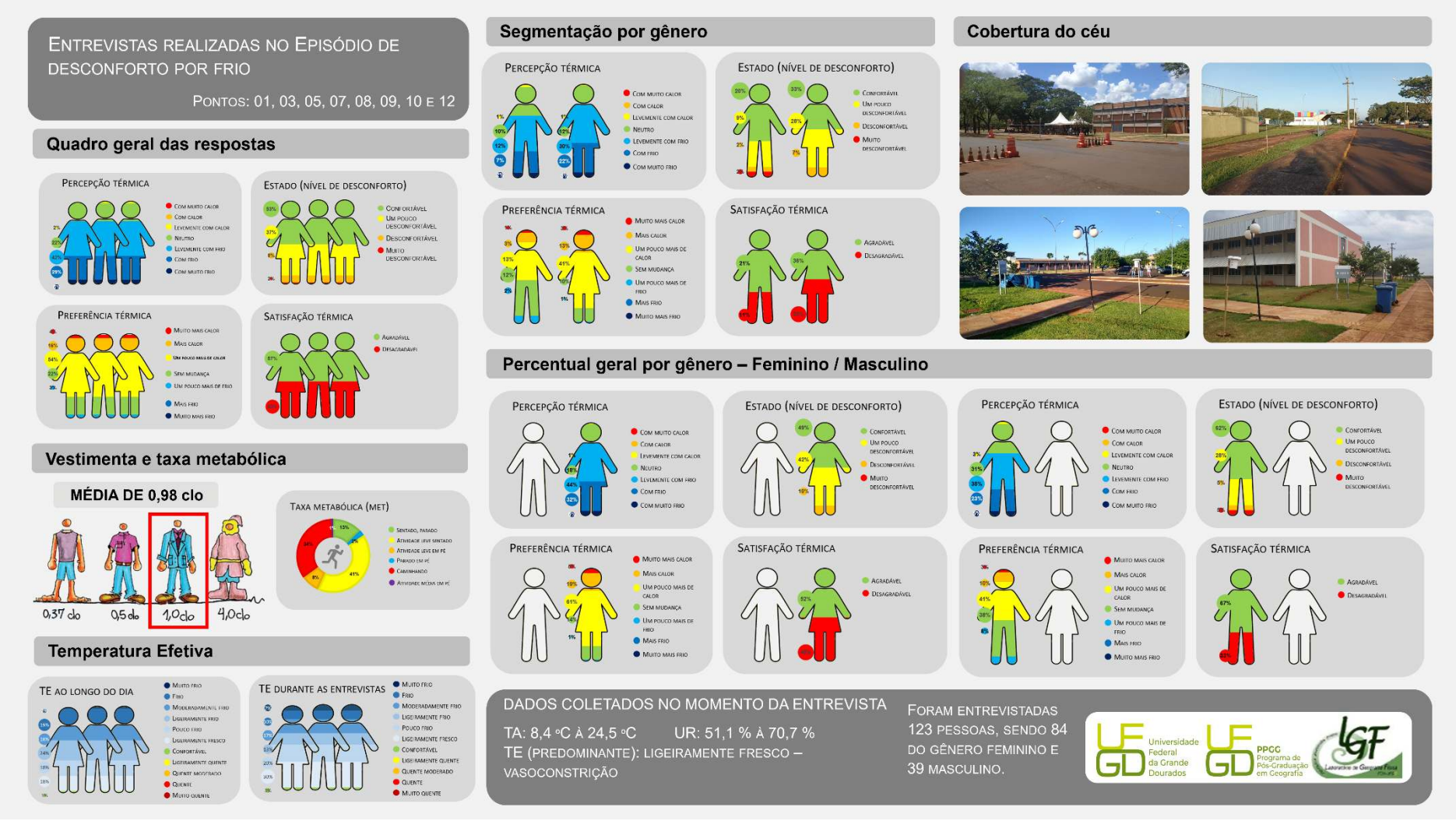
3.2 Análise das respostas das entrevistas

3.2.1 Análise do Episódio de Frio

O Episódio de Desconforto por Frio ocorreu nos dias 11, 12, 18 e 19 de maio de 2022, durante o qual foram conduzidas 123 entrevistas, sendo 68% delas respondidas por mulheres. A média de idade dos participantes foi de 24 anos, a maioria composta por estudantes que frequentam a Cidade Universitária diariamente há mais de dois anos.

A Figura 5 apresenta uma síntese das entrevistas realizadas durante o Episódio.

Figura 5 – Painel síntese das entrevistas realizadas no Episódio de desconforto por frio.



Organização: Santos e Silva (2024)

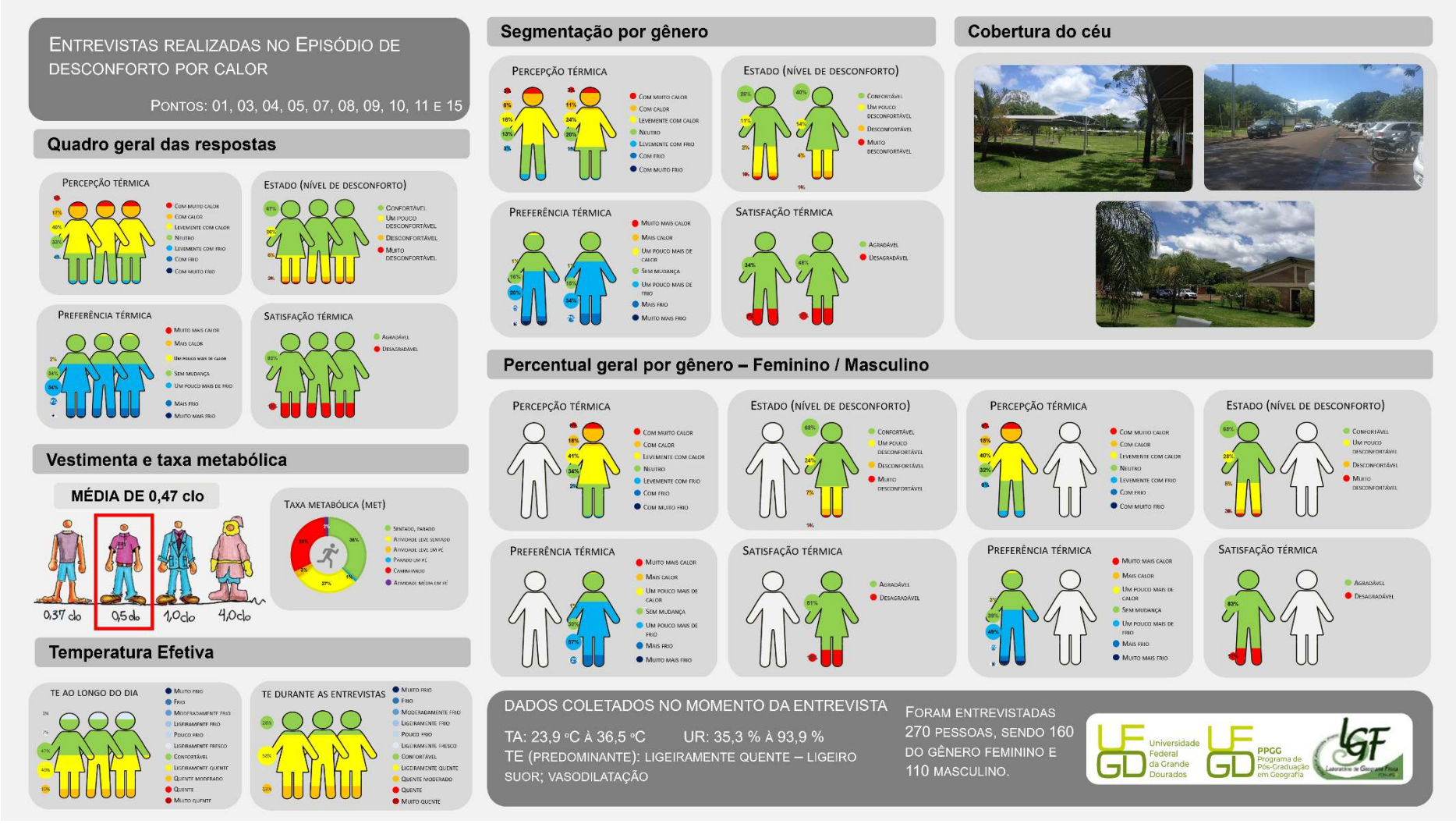
A maioria dos entrevistados (42%) relatou uma sensação de "Levemente com Frio" e manifestou preferência por temperaturas mais elevadas (55%). Embora a maioria tenha expressado conforto (53%) e percebido a situação térmica como "agradável" (57%), 37% mencionaram algum grau de desconforto, e 43% classificaram a condição térmica como "desagradável" durante as entrevistas.

3.2.2 Análise do Episódio de Calor

O Episódio de Desconforto por Calor abrangeu os dias 12, 13 e 14 de dezembro de 2022, durante os quais foram conduzidas 270 entrevistas, sendo 59% delas respondidas por mulheres. A média de idade dos entrevistados foi de 23 anos, sendo a maioria composta por estudantes que frequentam a Cidade Universitária diariamente por mais de dois anos.

A Figura 6 apresenta uma síntese das entrevistas realizadas durante o Episódio.

Figura 6 - Painel síntese das entrevistas realizadas no Episódio de desconforto por calor.



Organização: Santos e Silva (2024)

A maioria dos participantes relatou sentir-se "Levemente com calor" (40%) e expressou preferência por temperaturas mais baixas (53%). A maioria também indicou sensação de conforto (67%) e avaliou a situação térmica como "agradável" (82%). Apenas 25% dos entrevistados mencionaram algum desconforto, e 18% classificaram a condição térmica como "desagradável" no momento da entrevista.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No episódio de desconforto por frio, destacou-se um relato de maior desconforto, especialmente entre as mulheres. A análise de gênero revelou que as mulheres experienciaram desconforto mais pronunciado e avaliaram a situação como mais desagradável em comparação aos homens. Essa discrepância nas respostas sublinha a importância de considerar as nuances de gênero na avaliação do desconforto térmico.

No episódio de desconforto por calor, embora a preferência geral tenha sido por temperaturas mais baixas, a maioria dos participantes declarou sentir-se confortável, mesmo com as temperaturas variando entre 28,5 °C e 31,2 °C. Notavelmente, as respostas foram semelhantes entre homens e mulheres, indicando preferências térmicas distintas em condições semelhantes.

Combinar a análise da Temperatura Efetiva e das entrevistas enriqueceu a pesquisa, evidenciando que a compreensão do desconforto não se limita apenas aos dados termo-higrométricos. As entrevistas forneceram uma visão mais holística, revelando nuances que não seriam capturadas apenas por meio de análises objetivas.

Além disso, a pesquisa sublinha a importância de considerar estratégias para mitigar eventos extremos de temperaturas baixas. Em uma região continental, onde as temperaturas máximas predominam, eventos de temperaturas mínimas extremas podem representar desafios sociais significativos, exigindo abordagens específicas para garantir a satisfação térmica mesmo com vestimentas adequadas.

A pesquisa ressalta não apenas as descobertas específicas do estudo, mas também a importância de integrar análises objetivas e subjetivas para uma compreensão mais completa do desconforto térmico e seu impacto nas experiências individuais em ambientes urbanos.

REFERÊNCIAS

ASHRAE. Standard 55 - **Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**. Atlanta, GA: American Society Of Heating, Refrigerating And Air-Conditioning Engineers, 2017.

BLAZEJCZYK, Krzysztof; EPSTEIN, Yoram; JENDRITZKY, Gerd; STAIGER, Henning; TINZ, Birger. Comparison of UTCI to selected thermal indices. **International Journal Of Biometeorology**, [S.L.], v. 56, n. 3, p. 515-535, 26 maio 2011. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1007/s00484-011-0453-2.

CHANDLER, T. J.. **The climate of London**. Londres: Hutchinson, 1965. 289 p.

CUI, Weilin; CAO, Guoguang; PARK, Jung Ho; OUYANG, Qin; ZHU, Yingxin. Influence of indoor air temperature on human thermal comfort, motivation and performance. **Building And Environment,** [S.L.], v. 68, p. 114-122, out. 2013. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.06.012.

DÁVILA, J. S. ; GRIGOLETTI, G. C. ; FARIA, M. R. ; GOBO, J. P. A. . The thermal comfort of pedestrians in a humid subtropical climate according to different thermal perception ratings. **International Journal Of Biometeorology**, v. 1, p. 1-16, 2024.

DUBREUIL, Vincent et al. Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de köppen de 1961 a 2015. **Confins**, [S.L.], n. 37, 24 set. 2018. OpenEdition. http://dx.doi.org/10.4000/confins.15738.

FIETZ, Carlos Ricardo. et al. **O clima da Região de Dourados**, MS. 3. ed. Dourados: Embrapa, 2017. 31 p. Documento 138. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1079733/1/DOC2017138FIETZ.pdf. Acesso em: 05 abr. 2022.

FIETZ, Carlos Ricardo; FISCH, Gilberto Fernando. **O Clima da Região de Dourados**, MS. 2. ed. Dourados: Embrapa, 2008. 32 p. Documento 92. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/37989/1/DOC200892.pdf. Acesso em: 05 abr. 2022.

GOBO, João Paulo de Assis. **Bioclimatologia Subtropical E Modelização Do Conforto Humano**: da escala local à regional. 2018. 396 f. Tese (Doutorado) – Curso de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

HOWARD, L. **The Climate of London**: Deduced from Meteorological Observations, made in the metropolis and at various places around it. 2. ed. Londres: IAUC, 1833. 285 p. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/292141041_The_Climate_of_London_by_Luke_Howard_1833> Acesso em: 22 fev. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **População estimada 2021**. IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ms/dourados/panorama> Acesso em: 31 mar. 2022.

INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDISATION. ISO 10551: **Ergonomics of the thermal environment** - Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgment scales. Genebra: ISO, 2001.

INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDISATION. ISO 7730. **Ergonomics of Thermal Environment** – Analytical Determination and Interpretation of Thermal Comfort Using Calculation of the PMV and PPD Indices and Local Thermal Comfort Criteria. Genebra: ISO, 2005.

JIANG, J.; WANG, D.; LIU, Y.; XU, Y. LIU, J. A study on pupils' learning performance and thermal comfort of primary schools in China. **Building and Environment**, n. 134, p. 102-113, 2018. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.02.036

KOWALTOWSKI, Doris Catharine Cornelie Knatz. **Arquitetura Escolar**: o projeto do ambiente de ensino. 1. ed. São Paulo: Oficina de Texto, 2011. 272 p.

LAMBERTS, R. **Conforto e stress térmico**. Florianópolis: UFSC, 2011. 87 p.

LAMBERTS, R. **Desempenho térmico de edificações**. Florianópolis: UFSC, 2016. 239 p.

LANDSBERG, M. E. **The urban climate**. New York: Academia Press, 1981. 276 p.

LIU, H.; MA, X.; ZHANG, Z.; CHENG, X.; CHEN, Y.; KOJIMA, S. Study on the Relationship between Thermal Comfort and Learning Efficiency of Different Classroom-Types in Transitional Seasons in the Hot Summer and ColdWinter Zone of China. **Energies**, n. 14, 2021. https://doi.org/10.3390/en14196338.

MARÇAL, V. G.; SOUZA, H. A.; COELHO, F. F. M.; MARÇAL, C. C. S. **Relevância e percepção do conforto térmico no processo de aprendizagem em sala de aula**. Boletim Técnico do Senac, v. 44, p. 190-201, 2018.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Teoria e clima urbano**. São Paulo, USP, 1976. 181 p.

MONTEIRO, Leonardo Marques; ALUCCI, Marcia Peinado. Questões teóricas de conforto térmico em espaços abertos: consideração histórica, discussão do estado da arte e proposição de classificação de modelos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 43-58, jul./set. 2007

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Série Recursos Naturais e Meio Ambiente – N° 4, Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente – SUPREN. Rio de Janeiro: IBGE, 1979, 422 p.

NIMER, Edmon. **Climatologia do Brasil**. 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989. 421 p.

NOGUEIRA, Ruth E. **Cartografia**: representação, comunicação e visualização de dados espaciais. 2ª Ed. Revista. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2008. 314 p.

NOVAIS, G. T.; MACHADO, L. A. Os climas do Brasil: segundo a classificação climática de Novais. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S. l.], v. 32, n. 19, p. 1–39, 2023. DOI: 10.55761/abclima.v32i19.16163. Disponível em: https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/16163. Acesso em: 25 fev. 2024.

OKE, T. R. **Boundary Layer Climates**. London: Methuen young books, 1978. 318 p.

PITTON, S. E. C. **As cidades como indicadores de alterações térmicas**. 1997. Tese (Doutorado em Geografia Física) -Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo,1997.

RAMPAZZO, C. R.; SANT'ANNA NETO, J. L. . Clima e qualidade ambiental urbana em Alfredo Marcondes/SP: análise em episódio de inverno. **Revista Geonorte**, v. 2, p. 194-206, 2012.

RAMPAZZO, C. R.; SANT'ANNA NETO, J. L. . Episódio do clima urbano em São Carlos/SP em situação sazonal de outono em 2014: modelagem da ilha de calor urbana. **Revista Entre-Lugar**, v. 10, p. 133-150, 2019.

REMELLI, Andressa Garcia; SILVA, Charlei Aparecido da. Espaços livres, a percepção do calor em uma cidade continental, o inverno de 2018 – Dourados (MS / Brasil). **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, ano. 17, v. 28, p. 406-429, abr. 2021. Semestral.

SARTORI, Maria da Graça Barros. **Clima e Percepção Geográfica**: fundamentos teóricos à percepção climática e á bioclimatologia humana. Santa Maria, 2014. 192 p.

SCHNEIDER, H. ; SILVA, C. A. . As características do clima de Dourados/MS e adjacências a partir da série histórica de 1980 a 2009. **Revista Geografares**, v. 16, p. 01-21-01-21, 2014.

SCHNEIDER, H. ; SILVA, C. A. . Características da dinâmica climática de Dourados/MS. **Revista GeoNorte**, v. 1, p.782-791, 2012.

SCHWEIKER, Marcel et al. Contextual differences in the interpretation of thermal perception scales – the data base from a large-scale international questionnaire study. **Open Science Framework**, [S.L.], ago. 2019. Open Science Framework. http://dx.doi.org/10.17605/OSF.IO/9P2GQ.

SOUSA, M. C. B. de; LEDER, S. M. Reflexões sobre terminologias utilizadas para definir o conforto térmico humano. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 10, p. e019028, 2019. DOI: 10.20396/parc.v10i0.8653185. Disponível em: https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8653185. Acesso em: 24 mar. 2023.

SOUZA, Débora Moreira de; NERY, Jonas Teixeira. O Conforto térmico na perspectiva da Climatologia Geográfica. **Geografia**, Londrina, v.21, n. 2, p. 65-83, maio/ago. 2012.

TEIXEIRA, Danielle Cardoso Frasca; AMORIM, M. C. C. T. . Intensidade, magnitude e evolução diária da ilha de calor atmosférica em cidades de pequeno porte: análise simultânea a partir das Zonas Climáticas Locais (LCZs). **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 30, p. 377-401, 2022.

UEMS – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. **Plano de desenvolvimento institucional:** Período: 2021 – 2025. Dourados, UEMS, 2021. Disponível em: < http://www.uems.br/pdi/assets/arquivos/PPI%202021-2025%20-%20Vers%C3%A3o%20Final.pdf>. Acesso em: 28 de abr. 2022.

UFGD - Universidade Federal da Grande Dourados. **2019_Relatório de Indicadores da PROGESP - UFGD**. v.4.0: Dourados, UFGD, 2019. Disponível em: < https://portal.ufgd.edu.br/setor/indicadores/gestao-pessoas>. Acesso em: 22 de abr. 2022.

UFGD - Universidade Federal da Grande Dourados. **Carta de serviços 2021**. Dourados, UFGD, 2021. Disponível em: <https://files.ufgd.edu.br/arquivos/arquivos/78/CARTA-DE-SERVICO/Carta%20de%20Servi%C3%A7os%20ao%20Usu%C3%A1rio%20da%20UFGD/Carta%20de%20servi%C3%A7os%20ao%20cidad%C3%A3o%20(UFGD).pdf>. Acesso em: 20 de abr. 2022.

UNITED NATIONS. **World Urbanization Prospects 2018 Highlights**. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. 2019. Disponível em: < https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Highlights.pdf> Acessado em 19 de ago. 2022.

ZAVATINI, J. A. Dinâmica climática no Mato Grosso do Sul. **Geografia**, Rio Claro, v. 17, n. 2, 1992, p. 65-91.