

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV**  
**ENGENHARIA FLORESTAL**

**GABRIEL MANCINI ANTUNES DA SILVA**

**CONFORTO TÉRMICO PROPORCIONADO PELA  
ARBORIZAÇÃO NA REGIÃO CENTRAL DE LAGES-SC**

**LAGES, SC**

**2021**

**GABRIEL MANCINI ANTUNES DA SILVA**

**CONFORTO TÉRMICO PROPORCIONADO PELA ARBORIZAÇÃO NA REGIÃO  
CENTRAL DE LAGES - SC**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Florestal ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina.

Orientadora: Dr.<sup>a</sup> Maria Raquel Kanieski

Coorientadora: Dr.<sup>a</sup> Flávia Gizele König Brun

**LAGES, SC**

**2021**

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da  
Biblioteca Setorial do CAV/UDESC,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Silva, Gabriel Mancini Antunes da  
Conforto térmico proporcionado pela arborização na região  
central de Lages-SC / Gabriel Mancini Antunes da Silva. -- 2021.  
103 p.

Orientadora: Maria Raquel Kanieski  
Coorientadora: Flávia Gizele König Brun  
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de  
Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Lages, 2021.

I. Florestas Urbanas. 2. Percepção Ambiental. 3. Climatologia  
Urbana. 4. Ecologia Urbana. 5. UTCL I. Kanieski, Maria Raquel . II.  
Brun, Flávia Gizele König. III. Universidade do Estado de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de  
Pós-Graduação em Engenharia Florestal. IV. Titulo.

**GABRIEL MANCINI ANTUNES DA SILVA**

**CONFORTO TÉRMICO PROPORCIONADO PELA ARBORIZAÇÃO NA REGIÃO  
CENTRAL DE LAGES - SC**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Florestal, área de concentração em Ecologia e Conservação da Natureza.

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Dr.<sup>a</sup> Maria Raquel Kanieski**

**Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC/CAV**

**Membros:**

---

**Dr.<sup>a</sup> Jaçanan Eloisa de Freitas Milani**

**Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT**

---

**Dr. Juliano Pereira Gomes**

**Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC/CAV**

**Lages, 26 de Fevereiro de 2021**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela oportunidade de estar concluindo um mestrado, sem ele eu não teria chegado até aqui. A minha mãe Cláudia e meu pai José Sérgio, por sempre me apoiarem nas minhas escolhas, sei que foi difícil a batalha deles, porém, eles sempre confiaram em mim, me deram muito amor, carinho e compreensão. Eu dei muito orgulho para eles e pretendo ser grato para sempre pelos ensinamentos que eles me deram e sempre me dão. A minha avó Emília, minhas tias Maria de Fátima, Rosângela e Regina, pelo apoio e amor incondicional sempre.

Ao meu namorado Jaison Comin Lima, por sempre me apoiar, nunca me abandonar nos momentos difíceis e acreditar sempre nos meus sonhos e no meu potencial, por seu infinito amor, sua paciência e sua amizade, que foram essenciais para eu chegar até aqui, passamos por muita coisa e sei que você sempre cooperou comigo e eu sempre vou cooperar com você, me mostrando ser um exemplo de pessoa e de profissional.

A minha orientadora Maria Raquel Kanieski, por ter aceitado me orientar, pela compreensão, paciência, pelos puxões de orelha (necessários para minha evolução) e também por estar ao meu lado. Você é uma profissional incrível, gratidão pela oportunidade de estar nesse programa de mestrado. Agradeço também minha coorientadora Flávia Gizele König Brun, Eleandro José Brun e também ao Ciro Duarte de Paula Costa, aos professores Ana Carolina da Silva, Pedro Higuchi, Martha Andréia Brand, Luciana Magda de Oliveira, Marcos Felipe Nicoletti e Marcio Carlos Navroski por sempre estarem disponíveis e por sempre acreditarem no meu potencial.

Aos amigos que fiz durante o mestrado, principalmente Alice Rhoana Zanoello, Aline Sena, Betel Cavalcante, Daiane de Oliveira Vargas e Felipe Domingos Machado, que me ajudaram de alguma forma, seja ouvindo meus desabafos, seja me ajudando na coleta de dados, seja saindo comigo, tenho certeza de que a amizade de vocês é para sempre, enfim, agradeço a todos vocês pelo carinho e amor para comigo.

A cooperação e a amizade de amigos incríveis que fiz durante esses dois anos em Lages: Edlena, Gregory, Letícia e Rafaela, que me apoiaram sempre que puderam e ficarão sempre na minha memória.

Agradeço também os meus outros melhores amigos da graduação e da vida: Ana Carolina, Charles, Caroline, Dennis, Eliel, Emerson, Fernando, Gabriel Misse, Lucas Dambróz, Lucas Mendes, Larissa, Marcos Henrique, Rachel, Raquel, Roberto, Tamara, Thais e Victor,

por sempre me apoiarem nas minhas decisões, pelo amor, carinho e por não me deixarem sozinho.

As pessoas do laboratório de Silvicultura e Restauração Florestal (LABSIRF), que fizeram parte de sonho de alguma maneira: Guilherme, Isabelle, Jonathan, Mariana, Victor, entre outras pessoas, que tiveram sempre ao meu lado me apoiando de alguma maneira. Acreditem, sem vocês nada disso seria possível, muito obrigado por sempre permanecerem ao meu lado. Agradeço também ao Grupo de Pesquisa de Gestão de Recursos Florestais, no qual me encontro vinculado, pelo aprendizado, ensinamentos e oportunidades.

A PROMOP, por me conceder a bolsa de quase dois anos e permitir que esse sonho se tornasse cada vez mais perto da realidade. A UDESC, pelo ensino 100% gratuito e de qualidade.

“O que prevemos raramente ocorre; o que menos esperamos geralmente acontece.”

Benjamin Disraeli

## RESUMO

SILVA, G. M. A. da. **Conforto térmico proporcionado pela arborização na região central de Lages - SC.** 2021. 103f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Lages, SC, 2021.

Este trabalho objetivou analisar a composição arbórea em ruas arborizadas e não arborizadas no bairro Centro de Lages-SC e avaliar o efeito da arborização no conforto térmico para a população do Centro em todas as estações. O estudo foi realizado na cidade de Lages – SC, abrangendo as seguintes etapas: 1: Percepção da população do Centro acerca do conforto térmico promovido pela arborização na primavera e no verão a partir de questionários; 2: Análise da influência das árvores nas variáveis meteorológicas que afetam o conforto térmico mensuradas em todas as estações do ano e 3: Determinação dos índices de conforto térmico UTCI (*Universal Thermal Climate Index*) para as ruas estudadas nas quatro estações e correlação das áreas de copas nas ruas arborizadas com esses índices. A normalidade dos dados foi verificada por Shapiro-Wilk e atestando a normalidade, foi aplicado Scott-Knott e o teste Bifatorial, ambos a 5% de significância, para verificar a diferença entre as médias. Os índices foram correlacionados com as áreas de copas por meio da correlação de Pearson a 5% de significância. As árvores influenciam no conforto térmico para a população do bairro Centro de Lages – SC nas quatro estações do ano, porém, também há influência de outros fatores como o clima da região, a concentração população e a grande quantidade de edificações na região central da cidade. As variáveis temperatura atmosférica e de superfície e a umidade relativa do ar são fortemente influenciadas pelas árvores da cidade, enquanto a velocidade do vento apresentou poucas influências.

**Palavras-chave:** Florestas Urbanas; Percepção Ambiental; Climatologia Urbana; Ecologia Urbana; UTCI.

## **ABSTRACT**

SILVA, G. M. A. da. **Evaluation of thermal comfort provided by urban forest in the downtown of the municipality of Lages - SC.** 2021. 103f. Dissertation (Master's in Forest Engineering) – Santa Catarina State University. Post-Graduate Program in Forestry, Lages, SC, 2021.

This work aimed to analyze the tree composition in wooded and non-wooded streets in the Lages-SC downtown neighborhood and to evaluate the effect of urban trees on thermal comfort for the downtown population in all seasons. The study was carried out in the city of Lages - SC, covering the following stages: 1: Perception of the downtown population about the thermal comfort promoted by urban trees in spring and summer from questionnaires; 2: Analysis of the influence of trees on meteorological variables that affect thermal comfort measured in all seasons of the year and 3: Determination of UTCI (Universal Thermal Climate Index) thermal comfort indices for the streets studied in the four seasons and correlation of tree canopy areas on these wooded streets with these indexes. The normality of the data was verified by Shapiro-Wilk and attesting to the normality, Scott-Knott and the Bifactorial test were applied, both at 5% of significance, to verify the difference between the means. The indexes were correlated with the canopy areas using Pearson's correlation at 5% significance. The trees influence the thermal comfort for the Lages-SC downtown population in the four seasons of the year, however, there is also influence of other factors such as the region's climate, population concentration and the large number of buildings in the city downtown. The variables atmospheric and surface temperature and the relative humidity of the air are strongly influenced by the trees of the city, while the wind speed showed few influences.

**Key-words:** Urban Forests; Environmental Perception; Urban Climatology; Urban Ecology; UTCI.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Localização do município de Lages no estado de Santa Catarina, Brasil .....	36
<b>Figura 2</b> - Níveis de precipitação acumulada nas estações dos anos de 2019 e 2020.....	37
<b>Figura 3</b> - Faixa etária dos entrevistados.....	42
<b>Figura 4</b> - Fatores fisiológicos humanos: a – Vestimentas utilizadas pelos entrevistados; b – Atividades físicas realizadas pelos entrevistados antes da entrevista .....	43
<b>Figura 5</b> - Preferência das pessoas em relação ao clima .....	46
<b>Figura 6</b> - Justificativas da presença de árvores no meio urbano serem suficientes .....	48
<b>Figura 7</b> - Justificativas das árvores em meio urbano não serem suficientes .....	49
<b>Figura 8</b> - Preferência dos entrevistados de locais para circular ou andar .....	50
<b>Figura 9</b> - Árvore de classificação proveniente da interação das respostas dos moradores do bairro Centro de Lages – SC.....	51
<b>Figura 10</b> - Localização do município de Lages no Estado de Santa Catarina, Brasil.....	65
<b>Figura 11</b> - Níveis de precipitação acumulada nas estações dos anos de 2019 e 2020 .....	66
<b>Figura 12:</b> Utilização dos equipamentos de medições micrclimáticas: a – Termo-higro-anemômetro KR825; b - Termômetro infravermelho KR380.....	67
<b>Figura 13</b> - Ruas escolhidas para avaliação do conforto térmico urbano: a – rua Zeca Neves – Parque Jonas Ramos (tanque), b – rua Presidente Nereu Ramos, c – rua Praça Vidal Ramos Sênior (rua lateral ao terminal de ônibus de Lages-SC) e d – rua Frei Rogério .....	68
<b>Figura 14</b> - Pontos na rua Zeca Neves (Parque Jonas Ramos – tanque): a - ao sul, b – ao centro e c – ao norte; pontos na rua Frei Rogério: d – ao sul, e – ao centro e f – ao norte; pontos na rua Presidente Nereu Ramos: g – ao sul; h – ao centro e i – ao norte; pontos na rua Praça Vidal Ramos Sênior (rua lateral ao terminal de ônibus de Lages-SC): j – ao sul, k – ao centro e l – ao norte .....	69

## **LISTA DE QUADROS**

<b>Quadro 1</b> - Questionário de percepção ambiental em relação ao conforto térmico proporcionado pelas árvores no bairro centro da cidade de Lages, SC .....	38
<b>Quadro 2</b> - Classificação das vestimentas para homens e mulheres (Continua).....	39
<b>Quadro 3</b> - Variáveis quantitativas coletadas no trabalho.....	67
<b>Quadro 4</b> - Categorias de classes e níveis de estresse térmico baseado no UTCI.....	71

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Temperatura atmosférica (°C) nas quatro estações .....	72
<b>Tabela 2</b> - Umidade relativa do ar (%) nas quatro estações .....	75
<b>Tabela 3</b> - Velocidade do vento (m/s) nas quatro estações .....	78
<b>Tabela 4</b> - Temperatura de superfície (°C) nas quatro estações .....	79
<b>Tabela 5</b> - Graus de estresse térmico do UTCI para as ruas avaliadas nas quatro estações .....	81
<b>Tabela 6</b> - Inventário da rua Zeca Neves (Continua) .....	85
<b>Tabela 7</b> - Inventário da rua Presidente Nereu Ramos .....	86
<b>Tabela 8</b> - Correlações entre áreas de copas (m) e graus de estresse térmico (°C) nas ruas arborizadas .....	87

## SUMÁRIO

<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	17
<b>2.1 Percepção ambiental .....</b>	17
<b>2.2 O clima e o conforto térmico urbano.....</b>	19
<b>2.2.3 Universal Thermal Climate Index (UTCI) .....</b>	23
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	25
<b>3 CAPÍTULO I - PERCEPÇÃO AMBIENTAL DO CONFORTO TÉRMICO PROPORCIONADO PELA ARBORIZAÇÃO DO CENTRO DE LAGES – SC .....</b>	33
<b>3.1 INTRODUÇÃO .....</b>	34
<b>3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	36
<b>3.2.1 Descrição da área de estudo .....</b>	36
<b>3.2.2 Coleta dos dados.....</b>	37
<b>3.2.3 Análise e processamento dos dados.....</b>	41
<b>3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	41
<b>3.3.1 Dados demográficos.....</b>	41
<b>3.3.2 Fatores fisiológicos humanos .....</b>	43
<b>3.3.3. Opinião pública sobre as árvores .....</b>	47
<b>3.3.4 Árvore de classificação.....</b>	51
<b>3.4 CONCLUSÕES .....</b>	54
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	55
<b>4 CAPÍTULO II – INFLUÊNCIA DA ARBORIZAÇÃO NO MICROCLIMA E NO CONFORTO TÉRMICO URBANO DO BAIRRO CENTRO DE LAGES – SC .....</b>	61
<b>4.1 INTRODUÇÃO .....</b>	62
<b>4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	64
<b>4.2.1 Descrição da área de estudo .....</b>	65
<b>4.2.3 Análise e processamento dos dados.....</b>	70
<b>4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	71
<b>4.4 CONCLUSÕES .....</b>	89
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	90
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	98
<b>6 APÊNDICES.....</b>	100
<b>APÊNDICE A - Questionário de percepção do conforto térmico aplicado na população do bairro centro de Lages-SC .....</b>	100
<b>APÊNDICE B - Termo de consentimento livre e esclarecido para maiores de 18 anos .....</b>	102



## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A arborização traz vários benefícios para a sociedade, quando bem planejada e conduzida. Dentre eles, destacam-se a redução da temperatura, o aumento da umidade relativa do ar e a redução da velocidade dos ventos, proporcionando às cidades um melhor conforto térmico para a população nas quatro estações do ano (DACANAL *et al.*, 2010; MARIA, 2014; MARTINI; BIONDI, 2015; PEREIRA JÚNIOR *et al.*, 2016; GRZECA, 2019).

Segundo Ruas (1999), o conforto térmico em um determinado ambiente pode ser definido como a sensação de bem-estar de uma pessoa, como resultado da combinação satisfatória, nesse ambiente, da temperatura atmosférica ( $^{\circ}\text{C}$ ), umidade relativa do ar (%) e velocidade do vento ( $\text{m/s}^2$ ), com as atividades desenvolvidas e com as vestimentas usadas pelas pessoas.

Para obter benefícios como conforto térmico, redução do estresse psicológico das pessoas, das poluições sonora, atmosférica, visual, entre outras, é necessário que se tenha um planejamento adequado da arborização. Nesse sentido, também é de extrema importância que a população local seja ouvida, pois são os moradores das cidades que, na maioria das vezes, acabam tendo maior contato com as árvores, sentindo-se confortáveis termicamente ou não com as mesmas (DACANAL *et al.*, 2010).

Para atender o objetivo de conforto térmico, nas regiões de climas mais quentes são necessárias mais espécies perenifólias (que mantêm as folhas durante todos os anos), isso porque as mesmas reduzem a temperatura atmosférica e de superfície, aumentam a umidade relativa do ar e reduzem a velocidade dos ventos, gerando melhores condições para a população, por possuírem copas perenes no ano todo. Em contrapartida, para locais de clima frio, é mais interessante a maior presença de espécies caducifólias (que perdem as folhas em estações mais frias), capazes de estabilizar a temperatura atmosférica e de superfície consideravelmente, manter a umidade relativa do ar e reduzir a velocidade dos ventos e permitindo a entrada de luminosidade em períodos mais frios, por ficarem desprovidas de folhas nesses momentos (ABREU; LABAKI, 2010; RIBEIRO *et al.*, 2015).

Diversos trabalhos vêm sendo desenvolvidos de forma a avaliar o conforto térmico que as pessoas sentem nos ambientes urbanos abertos e sua respectiva relação com a vegetação demonstrando que com a presença das árvores, há a redução da temperatura atmosférica e do solo, redução da velocidade do vento e aumento da umidade relativa do ar em diversas cidades brasileiras (MARTELLI, SANTOS Jr., 2015; FRANÇA *et al.*, 2016; SILVA, PIMENTEL, 2019).

Mendes *et al.* (2019) relatam que para a arborização urbana gerar benefícios relacionados ao conforto térmico, por outro lado, é necessário que os órgãos públicos criem iniciativas para melhorar a forma como a mesma é manejada nos centros urbanos. Em muitas situações, a arborização é desvalorizada pelos órgãos públicos, não sendo realizados os procedimentos corretos de planejamento, implantação, condução e manejo adequados para as cidades do país. Muitas vezes, há falta de estrutura e de técnicos especializados com atribuição na maioria das prefeituras, dificultando a execução de ações de fiscalização, que, mesmo as cidades que possuem leis específicas, essas leis não sejam de fato aplicadas (MELO; ROMANINI, 2007; BRUN *et al.*, 2008; RIBEIRO, 2009; SILVA *et al.*, 2011; MARTELLI, 2016; DUARTE *et al.*, 2018).

Essa situação também é verificada em Lages, Santa Catarina, que como muitas cidades, não possui um Plano Diretor de Arborização Urbana (PDAU), tendo apenas poucas leis específicas para o planejamento da arborização (LAGES, 1959; LAGES, 1962; LAGES, 1963; LAGES, 1965; LAGES, 1986; LAGES, 1988; LAGES, 1999; LAGES, 2004; FREIRE *et al.*, 2012; LAGES, 2014; LAGES, 2018), dificultando a obtenção do conforto térmico e de outros serviços ecossistêmicos que poderiam ser proporcionados pelas árvores.

Atualmente, se tem poucos estudos relacionados à composição arbóreo-urbana e a percepção ambiental do centro da cidade e esses estudos são pontuais de praças, algumas ruas e bairros da cidade (REIS *et al.*, 2009; MOSER *et al.*, 2010; GROSS *et al.*, 2012; KÜSTER *et al.*, 2012; SANTOS *et al.*, 2013; BASTOS *et al.*, 2016; MOSER *et al.*, 2017), e nenhum é relacionado ao conforto térmico proporcionado pela arborização. Estudos referentes ao conforto térmico gerados pelas árvores no ambiente urbano podem fomentar subsídios técnicos e científicos para a escolha e implantação de árvores no meio urbano, de modo a otimizar o conforto térmico nas cidades. Além disso, podem servir como balizadores para a elaboração de um PDAU nas cidades que não o possuem, podendo ser fonte para futuros estudos na área de arborização urbana.

Neste contexto, este trabalho visou analisar a composição arbórea nas ruas Frei Rogério, Zeca Neves, Presidente Nereu Ramos e Praça Vidal Ramos Sênior, localizadas no bairro Centro de Lages-SC e avaliar o efeito que a arborização destes locais promove no conforto térmico para a população do bairro Centro nas quatro estações do ano. Os objetivos específicos foram: i) Avaliar a percepção ambiental da população quanto à influência da arborização urbana no conforto térmico da Centro da cidade na primavera e verão; ii) Analisar o comportamento das variáveis climáticas (Temperatura Atmosférica (°C), Temperatura de Superfície (°C),

Velocidade do Vento (m/s) e Umidade Relativa do ar (%)) que afetam o conforto térmico urbano em locais arborizados e não-arborizados no centro da cidade nas estações do ano; e iii) Verificar níveis de estresse térmico em locais arborizados e não arborizados no centro da cidade durante as quatro estações do ano e correlaciona-los nas áreas arborizadas com áreas de copas das árvores presentes nesses locais.

As hipóteses do estudo foram: i) A população Lageana do bairro Centro acredita que as árvores desse local não estão proporcionando o conforto térmico adequado; ii) A vegetação arbórea urbana do bairro Centro de Lages-SC pode vir a influenciar fortemente as variáveis: temperatura atmosférica ( $^{\circ}\text{C}$ ), umidade relativa do ar (%), velocidade do vento (m/s) e temperatura de superfície ( $^{\circ}\text{C}$ ) e iii) O componente arbóreo urbano do bairro Centro de Lages-SC não está sendo suficiente para manter conforto térmico nas quatro estações.

Este estudo foi dividido em revisão bibliográfica e, na sequência, em dois capítulos, ambos redigidos na forma de artigos científicos. O primeiro capítulo demonstra a percepção ambiental de moradores, estudantes e trabalhadores do bairro Centro da cidade de Lages – SC sobre o conforto térmico promovido pela arborização da região central da cidade. O segundo capítulo refere-se às áreas arborizadas e não arborizadas quanto à aferição das variáveis meteorológicas de ruas específicas do bairro centro da cidade, em diferentes horários do dia nas quatro estações do ano e analisa índices de estresse térmico no bairro Centro de Lages - SC, baseados no *Universal Thermal Climate Index* (UTCI), os correlacionando com as áreas de copas das árvores presentes nas ruas avaliadas, verificando se estas estão ou não ajudando a proporcionar um conforto térmico adequado para a população Lageana do bairro Centro.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Percepção ambiental

Nas questões que envolvem arborização de vias públicas, é importante avaliar o que a população pensa e como ela age nesse aspecto e, nesse contexto, verificar estratégias de planejamento técnico para que a implantação e o manejo arbóreo sejam coerentes com a opinião e o pensamento da população local, sendo o método mais utilizado para esse fim o de percepção ambiental, no qual pode ser analisado por meio da aplicação de questionários às pessoas que vivem na cidade (CADORIN, 2013). Dessa forma, a arborização urbana é uma prática que pode se associar com a percepção ambiental, visando servir para o envolvimento da população na implantação e gestão adequada das árvores da cidade (ARAÚJO *et al.*, 2010).

A percepção da população e dos benefícios advindos da arborização adequada tem sido utilizada em alguns bairros ou cidades do Brasil. Assim como a educação ambiental, a percepção é uma ferramenta que irá ajudar as pessoas a perceberem mais o seu meio, conscientizando-se da necessidade de preservação (LACERDA *et al.*, 2010).

Quadros e Frei (2009), em seus estudos, utilizaram o método de fotografias de várias partes da cidade de Assis – SP e um questionário contendo questões fechadas aplicado aos habitantes dessa cidade e, por meio da interpretação das mesmas, puderam entender como a população cuida e interage com o ambiente em que vive.

Roppa *et al.* (2007) afirmam que, dentre os diversos métodos de avaliar a percepção ambiental, destaca-se a aplicação de perguntas abertas, quando se deseja instigar a real opinião do entrevistado com suas próprias palavras, e o de perguntas fechadas, com as opções pré-determinadas pelo entrevistador, ou ainda, uma junção de questões com respostas abertas e fechadas no mesmo questionário, sendo assim, é considerado um instrumento muito importante para medição do grau de conscientização dos entrevistados.

Boschetti (2020) realizou, em Blumenau – SC, uma avaliação de percepção sobre a valoração ecossistêmica e monetária de áreas verdes da cidade por meio de questionários aplicados de formas física e digital e também com a aplicação de questionários para o Sindicato de Construção Civil da cidade, com a finalidade de verificar a valoração de imóveis com áreas verdes.

Coelho (2020) avaliou a percepção por meio de um questionário misto, dividido em dois grupos: perguntas e afirmações, para a finalidade de verificar o quanto a arborização pode ser

atrativa para o turismo da região serrana catarinense. Nessa pesquisa, foi aplicado o método do tipo Survey, caracterizado por utilizar de instrumentos predefinidos para obtenção de dados quantitativos, também foram coletados dados mediante entrevistas, com observação direta e notas sobre comentários dos entrevistados perante cada questão, de tal modo que complementasse a leitura e interpretação de dados obtidos no questionário.

Zem e Biondi (2014) na cidade de Curitiba - PR, verificaram pela percepção ambiental com o uso de questionários, que 77,78% dos entrevistados em nove regionais administrativas da cidade, possuem conhecimento sobre os benefícios da arborização viária. Conforme Silva *et al.* (2014), a percepção dos moradores de Visconde do Rio Branco – MG em uma das questões abordadas, verificou o que a população observava os benefícios relacionados a arborização viária, sendo que 71% dos entrevistados responderam sombreamento, 20% preservação da biodiversidade, 6% redução dos impactos da chuva e 3% redução de ruídos.

Gross *et al.* (2012) verificaram em sua pesquisa nos bairros periféricos de Lages-SC, com o uso de perguntas, que 91,4% dos questionados do bairro Caravágio, 91,7% dos entrevistados do bairro Gethal e 92,3% dos entrevistados do bairro Penha, acreditam que as áreas verdes urbanas são importantes para o bem-estar da população, pois dispõem de espaço para exercícios físicos, contribuindo na qualidade da saúde física e psicológica dos mesmos.

Em um estudo realizado em Piracicaba – SP, Brun *et al.* (2010), por meio de questionários, compreenderam a opinião popular acerca do conforto térmico relacionado a dois parques urbanos da cidade de Piracicaba – SP (Parque da ESALQ (mais arborizado) e Parque da Estação Piracicaba Paulista (menos arborizado)), no qual, apenas 33,3% dos entrevistados se sentiram confortáveis em ambos os locais, sugerindo que deveriam ser implantados espaços para lazer e presença de mais vegetação, para a melhoria desses parques.

Segundo Martini *et al.* (2014), pela percepção ambiental com o uso de perguntas, pode-se avaliar se a população da cidade de Curitiba – PR sente ou não maior conforto térmico quando está em uma rua arborizada, no qual a maior parte das pessoas (60%), quando questionadas diretamente, afirmam que a arborização proporciona um ambiente mais confortável termicamente.

Pode ser verificado um grande número de trabalhos de percepção ambiental com a utilização de questionários, e os seus resultados são bem significativos, sendo assim, esse método possui uma grande eficácia para a compreensão da relação entre as pessoas e o ambiente onde elas vivem, como por exemplo em temas ligados a arborização (BRUN *et al.*, 2010; GROSS *et al.*, 2012; MARTINI *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2014; ZEM; BIONDI, 2014).

## 2.2 O clima e o conforto térmico urbano

LIMA *et al.* (2012), afirmam que o crescimento das cidades, conjuntamente ao das populações urbanas, introduzem novos elementos físicos e químicos na atmosfera, alterando as condições naturais precedentes e originando o clima urbano. Este pode causar problemas relacionados à atmosfera urbana, tornando-se evidente, por meio da precariedade na qualidade do ar, das ilhas de calor e de ilhas de frio, das chuvas ácidas, entre outros, afetando o conforto térmico da população.

Conforme Labaki *et al.* (2011), as árvores, isoladas ou em grupos, atenuam grande parte da radiação incidente, impedindo que sua totalidade atinja o solo ou as construções. De acordo com Martelli e Santos Jr. (2015), a vegetação propicia resfriamento passivo em uma edificação por meio do sombreamento e da evapotranspiração. O sombreamento atenua a radiação solar incidente e, consequentemente, o aquecimento das superfícies, reduzindo a temperatura superficial destas. Portanto, com a emissão de radiação de onda longa para o meio, por intermédio da evapotranspiração, ocorre o resfriamento das folhas e do ar adjacente, devido à retirada de calor latente (MARTELLI e SANTOS JR., 2015).

De acordo com Jardim (2018), o clima urbano pode ser classificado em níveis de escalas temporais, subdivididos em eventos de macro escalas, que são aqueles que podem ser identificados em variações de séculos a milhares de anos (mudanças climáticas), mesoclimáticas, em sequências de vários anos (variabilidade climática), até variações horário-díárias típicas de eventos microclimáticos (ilhas de calor, chuvas orográficas, conforto térmico, etc.).

Também pode ocorrer em escala espacial, como eventos capazes de influenciar todo o planeta (atividade solar, ciclos de atividade vulcânica, correntes oceânicas, etc.), até controles em microescala circunscritos a espaços de dimensão métrica (porte e cobertura foliar da vegetação, características do solo, propriedades térmicas dos materiais utilizados na construção civil, etc.). Por meio da microescala, é possível realizar estudos pontuais para verificar a mudança sazonal entre os diversos microclimas urbanos, principalmente os que envolvem os impactos das mudanças climáticas urbanas (FRÜH *et al.*, 2011).

Martini *et al.* (2019) utilizaram uma escala microclimática temporal, ao avaliar o tempo de conforto térmico sazonal (nas quatro estações do ano) em diferentes ruas da cidade de Curitiba – PR. Nesse estudo, no inverno, as ruas arborizadas demonstraram conforto em 92,6%

do tempo e, as ruas sem arborização, em 77,3%. No verão, as ruas arborizadas apresentaram conforto térmico em apenas 16,3% do tempo, enquanto as ruas sem arborização não evidenciaram conforto térmico em nenhum momento. Na primavera, o conforto térmico foi em 77,2% do tempo e, as ruas sem arborização, em 51,7%. Já no outono, as ruas arborizadas obtiveram conforto térmico em 93,2% do tempo e, as ruas sem arborização, em 79,2%, demonstrando a importância de ambientes arborizados nas cidades.

Segundo Ruas (1999), o conforto térmico em um determinado ambiente pode ser definido como a sensação de bem-estar de uma pessoa, como resultado da combinação satisfatória, nesse ambiente, da temperatura atmosférica ( $^{\circ}\text{C}$ ), umidade relativa do ar (%) e velocidade do vento ( $\text{m/s}^2$ ), com as atividades desenvolvidas e com as vestimentas usadas pelas pessoas.

Sabe-se que existem intervalos ideais para o conforto térmico, onde a temperatura atmosférica, sendo de 20  $^{\circ}\text{C}$  a 26  $^{\circ}\text{C}$ , a umidade relativa do ar aceitável, deve ser entre 30,01% a 70%, sendo que abaixo de 30% ou acima de 70%, podem gerar sérios problemas de saúde e, a velocidade do vento considerada ideal, são valores menores do que 1,5 m/s (RUAS, 1999; ANVISA, 2003; BLAZEJCZYK *et al.*, 2010; MARTINI *et al.*, 2013a; MARTINI *et al.*, 2013b; MONTEIRO *et al.*, 2016; HIPÓLITO, 2018; UNIVERSAL THERMAL CLIMATE INDEX - UTCI, 2019; CGE, 2020).

Estudos realizados em diversas regiões do Brasil comprovam que as árvores realmente produzem uma redução do estresse térmico em diversas estações do ano (DACANAL *et al.*, 2010; MARTINS, 2012; MARTINI; BIONDI, 2015; PEREIRA JÚNIOR *et al.*, 2016). Martins (2012) verificou em seu trabalho, na região central da cidade de Goiânia – GO que, com a retirada de vegetação arbórea, foi propiciada uma diferença significativa de 10  $^{\circ}\text{C}$  com as áreas da periferia, que mantém a arborização viária.

Grzeca (2019) em seu estudo realizado no município de Dois Vizinhos – PR, encontrou que a menor temperatura do ar registrada às 12 h no verão (horário com maior amplitude térmica do dia), em uma avenida arborizada da cidade, foi de 33,9  $^{\circ}\text{C}$ , sendo que a temperatura de superfície da calçada foi de 51,3  $^{\circ}\text{C}$  e a umidade relativa do ar chegou a 64,6%, enquanto em uma avenida movimentada da cidade com pouca arborização foi a 36  $^{\circ}\text{C}$ , a temperatura de superfície da calçada chegou a 52,7  $^{\circ}\text{C}$  e a umidade relativa do ar a 57,6%.

Martini e Biondi (2015), em uma pesquisa realizada em Curitiba – PR, verificaram que o conforto térmico proporcionado pelas florestas urbanas e em um bosque de *Pinus* spp. em comparação com uma área gramada e um estacionamento é muito maior: os resultados mostram

que os demais ambientes estudados são estatisticamente distintos do fragmento de floresta urbana (como estacionamento e área gramada), pois apresentaram maiores valores de temperatura do ar ( $3,5^{\circ}\text{C}$  em média) e menores valores de umidade relativa (em média 16%) em todas as estações do ano, se enquadrando na classe “sem estresse térmico”.

Pereira Júnior *et al.* (2016) verificaram que, em dois locais da região do núcleo “Marabá pioneira” em Marabá – PA, na estação do inverno, a temperatura do ar da região mais vegetada no horário das 12 h, foi no entorno de  $33,24^{\circ}\text{C}$  com 61,65% de umidade relativa do ar, enquanto no local menos arborizado, essa temperatura atmosférica chegou a  $35,48^{\circ}\text{C}$  com 59,20% de umidade atmosférica.

Conforme Maria (2014), que realizou um estudo no campus da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, em Dois Vizinhos – PR, sob a copa da espécie *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos na primavera, encontrou uma temperatura atmosférica média de  $22,3^{\circ}\text{C}$ , temperatura da superfície de  $19,5^{\circ}\text{C}$  e 45,3% de umidade relativa do ar às 15 h. A 5 m de distância da copa da árvore, no mesmo horário, a temperatura atmosférica chegou a  $22,8^{\circ}\text{C}$ , a temperatura de superfície foi a  $26,5^{\circ}\text{C}$  e a umidade atmosférica atingiu 52,7%. A 15 m de distância da copa, na estação e no mesmo horário, o valor da temperatura atmosférica medido foi de  $23^{\circ}\text{C}$ , a temperatura de superfície foi a  $27,8^{\circ}\text{C}$  e a umidade relativa do ar mensurada foi de 45,1%, mostrando que as áreas abaixo ou ao entorno das árvores proporcionam um microclima mais confortável para as pessoas, do que as áreas mais distantes das árvores.

De acordo com estudo realizado por Dacanal *et al.* (2010), em Campinas – SP, no qual foram medidas temperaturas atmosféricas dentro de bosques urbanos e uma estação meteorológica na cidade, nas estações do verão (4 dias), outono (11 dias) e inverno (7 dias), observou-se que a menor temperatura média do ar no verão é  $1,76^{\circ}\text{C}$  mais baixa nos bosques do que na área pouco arborizada, sendo que no outono a diferença aumenta para  $2,76^{\circ}\text{C}$  e no inverno para  $2^{\circ}\text{C}$ . A diferença entre as temperaturas atmosféricas médias máximas nesses locais chegam a  $2,86^{\circ}\text{C}$  no verão,  $3,17^{\circ}\text{C}$  no outono e  $2,53^{\circ}\text{C}$  no inverno, provavelmente devido ao número de coletas nas estações avaliadas.

Nesse sentido, Abreu e Labaki (2010) e Rossi *et al.* (2012), afirmaram que existem diversos métodos de aferir o conforto térmico de um determinado local, como por exemplo: a Carta Bioclimática Tridimensional para clima Tropical de Altitude, o PET (Temperatura Fisiológica Equivalente), PMV (O Voto Médio Estimado), o SET (Nova Temperatura Efetiva

Padrão) e o UTCI (*Universal Thermal Climate Index*). O UTCI é um dos mais utilizados a nível nacional e internacional, além de ser um dos mais recentes.

Kunchen *et al.* (2011), ressaltam que normas internacionais como a ISO 7730 (2005) e a ISO 7726 (1998) são usadas por diversos autores e devem ser aplicadas em estudos de conforto térmico afim de padroniza-los.

Abreu e Labaki (2010), afirmam que a Carta Bioclimática Tridimensional para clima Tropical de Altitude trabalha por meio da interseção da temperatura atmosférica, umidade relativa do ar e velocidade do vento considerados ideais, com resultados obtidos de entrevistas, considera valores entre 1 e -1 correspondentes à sensação térmica, delimitando a zona de conforto com a graduação de Confortável (C), Aceitável Conforto (AC), Tolerável Conforto (TC) e Desconfortável (D).

Sette *et al.* (2012), define o PET (Temperatura Fisiológica Equivalente), como à temperatura equivalente à temperatura do ar de um ambiente interno padrão (sem vento e sem radiação) em que o balanço de calor do corpo humano é mantido, com temperaturas do centro e da pele do corpo iguais às do ambiente de referência. São características desse ambiente de referência, segundo Höppe (1999): o metabolismo de trabalho (80W), e o isolamento térmico 0,9 clo (unidade de medida da resistência térmica oferecida pelo vestuário à troca de calor) para vestimenta, velocidade do vento 0,1 m/s, temperatura média radiante igual a temperatura do ar, pressão de vapor de 12 hPa, correspondente aproximadamente a 50% de umidade relativa à 20 °C.

De acordo com Minella *et al.* (2011), o PMV (Voto Estimado Médio), é decorrente de uma equação geral de conforto que considera tanto as variáveis climáticas como as variáveis pessoais. O PMV prediz o valor médio dos votos de sensação térmica de um grupo de pessoas e tem como base o balanço térmico do corpo humano, ou seja, quando o calor interno produzido pelo corpo é igual à perda de calor para o ambiente. Os votos são dados em uma escala de 7 pontos, variando de muito frio (-3) até muito calor (+3), sendo o valor de neutralidade térmica correspondente a zero.

A SET (Nova Temperatura Efetiva Padrão), foi criada por Gagge *et al.* (1986), sendo equivalente a temperatura de uma pessoa num ambiente com 50% de Umidade Relativa do Ar, enquanto vestida com roupas propícias para determinada atividade e com parte de seu corpo em estresse térmico, ou seja, considerando que parte de seu corpo esteja suado e perdendo calor para o ambiente.

### 2.2.3 Universal Thermal Climate Index (UTCI)

Conforme Martini (2013), a Sociedade Internacional de Biometeorologia, no ano de 2000, criou uma comissão (ISB Commission 6) para desenvolver um índice universal de conforto térmico, denominado *Universal Thermal Climate Index* (UTCI), com o objetivo principal de avaliar as condições térmicas de ambientes externos por meio da resposta fisiológica do corpo humano. Foram considerados neste modelo: o comportamento adaptativo em relação ao isolamento térmico a partir de estudos de campo desenvolvidos na Europa; a distribuição da roupa em diferentes partes do corpo e; a redução da resistência térmica e evaporativa da roupa, causada pelo vento e pelo movimento da pessoa andando a 4 km/h em superfície plana.

Como a resposta dinâmica desse índice é multidimensional termo-psicológico (temperatura corporal, taxa de sudorese, temperatura da pele e outras, em diferentes tempos de exposição), um índice unidimensional foi calculado por meio da análise desses componentes principais. Assim, a temperatura UTCI é equivalente para uma dada combinação das variáveis climáticas (vento, radiação, umidade e temperatura do ar) sendo definida como a temperatura do ar do ambiente de referência, que produz o mesmo valor de estresse térmico (BRÖDE *et al.*, 2012; MARTINI, 2013).

De acordo com Rossi *et al.* (2012) e Martini (2013), o UTCI é limitado pelas faixas de  $-50^{\circ}\text{C} \leq \text{Temperatura ambiente} \leq 50^{\circ}\text{C}$ ,  $-30^{\circ}\text{C} \leq \text{Temperatura radiante média} - \text{Temperatura ambiente} \leq 70^{\circ}\text{C}$ , velocidade do vento entre 0,5 e 30,3 m/s e Umidade relativa de 5% a 100% (pressão de vapor máxima 5 kPa), sendo os valores de UTCI entre  $9^{\circ}\text{C}$  e  $26^{\circ}\text{C}$  podem ser caracterizados como confortáveis e valores mais altos indicam uma possibilidade crescente de estresse térmico para o calor, ao passo que valores menores indicam condições muito frias para conforto. Esse método é considerado novo e vem trazendo uma série de resultados positivos, como a mensuração precisa do estresse térmico em alguns locais, como por exemplo a cidade de Curitiba – PR, no Brasil e Melbourne na Austrália (MARTINI *et al.*, 2015; COUTTS *et al.*, 2016; MELO; DIAS, 2019).

Minella e Krüger (2017) utilizando o UTCI em Curitiba – PR para análise do conforto térmico da cidade, no período do verão, seria necessário um aumento de cerca de 70% de cobertura vegetal para uma redução de  $1^{\circ}\text{C}$  na temperatura ambiente média da área estudada, o que indica o potencial de resfriamento de áreas vegetadas em situações urbanas.

Melo e Dias (2019) analisaram três fragmentos florestais urbanos em Jataí – GO, para verificar o microclima, conforto térmico pelo método do UTCI e o resfriamento promovido por esses ambientes, sendo eles: Mata da Roda d’água (12 ha), Parque Ecológico IPSG (2 ha) e Mata do Açude (30 ha). A Mata do Açude proporcionou o microclima mais confortável do que as demais. Em contrapartida, a Mata da Roda d’água apresentou o menor conforto térmico entre os remanescentes florestais, devido à maior quantidade de clareiras, proporcionando maior radiação solar e menor umidade relativa do ar em seu interior. A Mata do Açude apresentou ausência de estresse térmico, enquanto a Mata da Roda d’água e a borda do Parque Ecológico do IPSG apresentaram moderado estresse por calor. O grau de conservação das florestas, bem como a proximidade com área urbanizada de Jataí influenciam seu microclima e conforto térmico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L. V.; LABAKI, L. C. Conforto térmico propiciado por algumas espécies arbóreas: avaliação do raio de influência através de diferentes índices de conforto. **Revista Ambiente Construído.** Porto Alegre – RS, v.10, n.4, 2010. p.103-117.

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução - RE nº 9, de 16 de janeiro de 2003. Revisão e atualização dos Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em Ambientes Climatizados Artificialmente de Uso Público e Coletivo.** Disponível em: < <https://static.webarcondicionado.com.br/blog/uploads/2012/02/resolucao9anvisa.pdf>>. Acesso em: 16 de jul. 2020.

ARAÚJO, J. de L. O. ARAÚJO, A. C. de; ARAÚJO, A. C. de. Percepção ambiental dos residentes do bairro Presidente Médici em Campina Grande, PB, no tocante à arborização local. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU.** Piracicaba – SP, v.5, n.2, 2010. p.1-14.

BASTOS, F. E. A.; CAMARGO, S. S.; MENEGUZZI, A.; KRETZCHMAR, A. A.; RUFATO, L. Levantamento florístico e características das espécies em praças públicas em Lages-SC. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU.** Piracicaba – SP, v.11, n.1, 2016. p.34-42.

BLAZEJCZYK, K.; BROEDE, P.; FIALA, D.; HAVENITH, G.; HOLMÉR, I.; JENDRITZKY, G.; KAMPMANN, B.; KUNERT, A. Principles of the new Universal Thermal Climate Index (UTCI) and its application to bioclimatic research in European scale. **Miscellanea Geographica Journal – Regional Studies in Development.** Warsaw – Poland, v.14, 2010. p.91-102.

BOSCHETTI, A. C. **Avaliação dos serviços ecossistêmicos prestados pela arborização urbana viária de Blumenau, SC, Brasil.** 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Regional de Blumenau, Blumenau - SC, 2020. 104 p.

BRÖDE, P.; KRÜGER, E. L.; ROSSI, F. A.; FIALA, D. Predicting urban outdoor thermal comfort by the Universal Thermal Climate Index UTCI – a case study in Southern Brazil. **International Journal of Biometeorology.** Heidelberg – Germany, v.56, n.3, 2012. p.471-480.

BRUN, F. G. K.; FUCHS, R. H.; BRUN, E. J.; ARAÚJO, L. E. B. de. Legislações municipais do Rio Grande do Sul referentes à arborização urbana – estudo de casos. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU.** Piracicaba – SP, v.3, n.3, 2008. p.44-64.

BRUN, F. G. K.; DOBBERT, L. Y.; SERVOLO FILHO, H. J.; ZAIA, H. B. de A.; SILVA FILHO, D. F. da. Percepção dos usuários em relação ao conforto ambiental de duas áreas verdes de Piracicaba – SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU.** Piracicaba – SP, v. 5, n. 3, 2010. p. 59-81.

CADORIN, D. A. **A arborização viária no município de Pato Branco – PR e suas relações com o solos urbanos e percepção dos moradores.** 2013. 155 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional). Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco – PR, 2013.

CGE – CENTRO DE GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIAS CLIMÁTICAS DA PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Umidade Relativa do Ar.** Disponível em: <<https://www.cgesp.org/v3/umidade-relativa-do-ar.jsp>>. Acesso em: 10 de abr. 2020.

COELHO, C. C. **Reordenamento da arborização urbana como atrativo de rota turística para três cidades da Serra Catarinense.** 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Regional de Blumenau, Blumenau - SC, 2020. 70 p.

COUTTS, A. M.; WHITE, E. C.; TAPPER, N. J.; BERINGER, J.; LIVESLEY, S. J. Temperature and human thermal comfort effects of street trees across three contrasting street canyon environments. **Theoretical and Applied Climatology Journal.** Viena – Austria, v.124, n.1, 2016. p.55-68.

DACANAL, C.; LABAKI, L. C.; SILVA, T. M. L. da. Vamos passear na floresta! O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos. **Revista Ambiente Construído.** Porto Alegre – RS, v. 10, n. 2, 2010. p. 115-132.

DUARTE, T. E. P. N.; ANGEOLETTO, F.; SANTOS, J. W. M. C.; SILVA, F. F. da; BOHRER, J. F. C.; MASSAD, L. Reflexões sobre arborização urbana: desafios a serem superados para o incremento da arborização urbana no Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente.** Maringá – PR, v.11, n.1, 2018. p. 327-341.

FRANÇA, M. S. de; FRANÇA, S. M. B. de; NOGUEIRA, M. C. de J. A.; NOGUEIRA, J. de S. Estimativa do conforto térmico na cidade de Cuiabá/MT. **Revista de Ciências Ambientais – RCA.** Canoas – RS, v.10, n.1, 2016. p.59-73.

FREIRE, R. L. da S.; SILVA, A. C. da; TAVARES JÚNIOR, J. M. Avaliação da qualidade ambiental da arborização de ruas nos bairros Aldeota e Messejana, Fortaleza/CE. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU.** Piracicaba – SP, v.7, n.2, 2012. p.116-127.

FRÜH, B.; BECKER, P.; DEUTSCHLÄNDER, T.; HESSEL, J. D.; KOSSMANN, M.; MIESKES, I.; NAMYSLO, J.; ROOS, M.; SIEVERS, U.; STEIGERWALD, T.; TURAU, W.; WIENERT, U. Estimation of climate-change impacts on the urban Urban Heat Load using and urban climate model and regional climate projections. **Journal of Applied Meteorology and Climatology.** U. S. A., v.50, n.1, 2011. p.167-184.

GAGGE, A. P.; FOBELETS, A. P.; BERGLUND, L. G. A Standard Predictive Index Of Human Response To The Thermal Environment. **ASHRAE Transactions.** U.S.A., v.92, n.1, 1986. p.709-731.

GRZECA, L. V. E. **Estudo do comportamento térmico da área urbana no município de Dois Vizinhos – PR.** 2019. 126 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos – PR, 2019.

GROSS, A.; DORS, P.; CAMPOS, K. A. de; SILVA, A. C. da; HIGUCHI, P. Percepção dos moradores e avaliação da arborização em bairros periféricos na cidade de Lages, SC. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU.** Piracicaba – SP, v.7, n.2, 2012. p.24-36.

HIPÓLITO, G. **Umidade do ar: o limite ideal, 2018.** Disponível em: <<https://grupohidrica.com.br/umidade-do-ar-ideal/>>. Acesso em: 10 de abr. 2020.

HÖPPE, P. The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. **International Journal of Biometeorology.** Ohio – U.S.A., v.43, n.1, 1999. p.71-75.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. *Ergonomics of the thermal environment - instruments of measuring physycal quantities*, ISO 7726. Switzerland, 1998.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. *Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*, ISO 7730. Geneva, 2005.

JARDIM, C. H. Aspectos teórico-metodológicos relativos à dimensão temporal e espacial do clima. **Revista Geografias.** Belo Horizonte – MG, v.14, n.1, 2017. p.82,95.

KUNCHEN, E.; FISCH, M. N.; GONZALO, G. E.; NOZICA, G. N. Predição do índice de conforto térmico em edifícios de escritório na Alemanha. **Revista Ambiente Construído.** Porto Alegre - RS, v.11, n.3, 2011. p.39-53.

KÜSTER, L. C.; STEDILLE, L. I. B.; DACOREGIO, H.; SILVA, A. C. da; HIGUCHI, P. Avaliação de riscos e procedência de espécies arbóreas nas escolas estaduais de Lages, SC. **Revista de Ciências Agroveterinárias.** Lages – SC, v.11, n.2, 2012. p.118-125.

LABAKI, L. C.; SANTOS, R. F. dos; BUENO-BARTHOLOMEI, C. L.; ABREU, L. V. de. Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos. **Revista Fórum Patrimônio.** Belo Horizonte – MG, v. 4, n. 1, 2011. p.23-41.

LACERDA, N. P.; SOUTO, P. C.; DIAS, R. S.; SOUTO, L. S.; SOUTO, J. S. Percepção dos residentes sobre a arborização da cidade de São José de Piranhas – PB. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU.** Piracicaba – SP, v.5, n.4, 2010. p.81-95.

LAGES. Lei Complementar nº 246/1959. **Autoriza alienação de terras do patrimônio municipal.** Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a1/sc/l/lages/lei-246-1959.html>> Acesso em: 10 de abr. 2020.

ordinaria/1959/25/246/lei-ordinaria-n-246-1959-autoriza-alienacao-de-terrás-do-patrimonio-municipal?q=arboriza%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 07 de dez. 2020.

LAGES. Lei nº 57/1962. **Autoriza arborização de ruas e dá outras providências.** Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a1/sc/l/lages/lei-ordinaria/1962/6/57/lei-ordinaria-n-57-1962-autoriza-arborizacao-de-ruas-e-da-outras-providencias?q=arboriza%E7%E3o>>. Acesso em: 07 de dez. 2020.

LAGES. Lei nº 134/1963. **Código de Posturas do Município de Lages.** Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a1/sc/l/lages/lei-ordinaria/1963/14/134/lei-ordinaria-n-134-1963-codigo-de-posturas-do-municipio-de-lages?q=arboriza%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em: 07 de dez. 2020.

LAGES. Lei nº 236/1965. **Aprova o Código de Obras e dá outras providências.** Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a1/sc/l/lages/lei-ordinaria/1965/24/236/lei-ordinaria-n-236-1965-aprova-o-codigo-de-obras-e-da-outras-providencias?q=arboriza%E7%E3o>>. Acesso em: 07 de dez. 2020.

LAGES. Lei nº 1052/1986. **Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano.** Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sc/l/lages/lei-ordinaria/1986/105/1052/lei-ordinaria-n-1052-1986-dispoe-sobre-o-parcelamento-do-solo-urbano>>. Acesso em: 07 de dez. 2020.

LAGES. Lei nº 1362/1988. **Estabelece diretrizes, normas e critérios para o uso e ocupação do solo urbano no município.** Disponível em: <<https://www.camaralages.sc.gov.br/camara/proposicao/Leis-ordinarias/1988/4/0/22681>>. Acesso em: 07 de dez. 2020.

LAGES. Lei Complementar nº 118, de 18 de novembro de 1999. **Protege e conserva a vegetação de porte arbóreo no perímetro urbano do município de Lages e dá outras providências.** Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sc/l/lages/lei-complementar/1999/12/118/lei-complementar-n-118-1999-protege-e-conserva-a-vegetacao-de-ponte-arboreo-no-perimetro-urbano-do-municipio-de-lages-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 03 de ago. 2019.

LAGES. Lei complementar nº 218, de 02 de junho de 2004. **Institui o Código Municipal do Meio Ambiente.** Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sc/l/lages/lei-complementar/2004/21/218/lei-complementar-n-218-2004-institui-o-codigo-municipal-do-meio-ambiente>>. Acesso em: 03 de ago. 2019.

LAGES. Lei nº 4030, de 06 de maio de 2014. **Institui o programa de adoção de logradouros e praças públicas e áreas verdes, estabelece seus objetivos e processos, suas espécies e limitações, das responsabilidades e dos benefícios dos adotantes.** Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sc/l/lages/lei-ordinaria/2014/403/4030/lei-ordinaria-n-4030-2014-institui-o-programa-de-adocao-de-logradouros-e-pracas-publicas-e-areas-verdes-estabelece-seus-objetivos-e-processos-suas-especies-e-limitacoes-das-responsabilidades-e-dos-beneficios-dos-adotantes-2014-05-06-versao-original>>. Acesso em: 07 de dez. 2020.

LAGES. Lei complementar nº 523, de 22 de agosto de 2018. **Institui o Plano de Desenvolvimento Territorial de Lages – PDDT – Lages.** Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sc/l/lages/lei-complementar/2018/52/523/lei-complementar-n-523-2018-institui-o-plano-diretor-de-desenvolvimento-territorial-de-lages-pddt-lages>>. Acesso em: 03 de ago. 2019.

LIMA, N. R. de; PINHEIRO, G. M.; MENDONÇA, F. Clima urbano no Brasil: análise e contribuição da metodologia de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro. **Revista Geonorte.** Manaus – AM, Ed. Especial 2, v.2, n.5, 2012. p.626-638.

MARIA, T. R. B. de C. **Potencial de duas espécies arbóreas nativas para a melhoria da qualidade climática de centros urbanos.** 2014. 73f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos – PR, 2014.

MARTELLI, A.; SANTOS JR., A. R. Arborização urbana do município de Itapira – SP: perspectivas para educação ambiental e sua influência no conforto térmico. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental.** Santa Maria – RS, Universidade Federal de Santa Maria, v.19, n.2, 2015. p.1018-1031.

MARTELLI, A. Arborização urbana *versus* qualidade de vida no ambiente construído. **Revista Científica Faculdades do Saber.** Mogi Guaçu – SP, v.1, n.2, 2016. p.133-142.

MARTINI, A. **Microclima e conforto térmico proporcionado pelas árvores de rua na cidade de Curitiba – PR.** 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2013. 129 p.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C.; ZAMPRONI, K. A periodicidade diária do índice de conforto térmico na arborização das ruas de Curitiba – PR. **Revista Scientia Plena.** Universidade Federal de Sergipe, Aracaju – SE, v.9, n.5, 2013a. p.1-9.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA A. C. Variação diária e estacional do microclima urbano em ruas arborizadas de Curitiba – PR. **Revista Floresta e Ambiente - FLORAM.** Seropédica - RJ, v.20, n.4, 2013b. p.460-469.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C.; ZAMPRONI, K.; VIEZZER, J.; GRISE, M. M.; LIMA NETO, E. M. Percepção da população sobre o conforto térmico proporcionado pela arborização de ruas de Curitiba – PR. **Revista Floresta.** Curitiba – PR, v. 44, n. 3, 2014. p. 515-524.

MARTINI, A.; BIONDI, D. Microclima e conforto térmico de um fragmento de floresta urbana em Curitiba, PR. **Revista Floresta e Ambiente.** Seropédica – RJ, v.22, n.2, 2015. p. 182-193.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C. Tempo de conforto térmico proporcionado pela arborização de ruas. **Revista Acta Biológica Catarinense.** Joinville – SC, v.6, n.4, 2019. p.5-14.

MARTINS, B. O. Dinâmica populacional e temperatura do ar: mudanças no padrão térmico na cidade de Goiânia – GO. **Revista Geonorte**. Manaus – AM, edição especial 2, v.2, n.5, 2012. p.319-330.

MELO, E. F. R. Q.; ROMANINI, A. A gestão da arborização urbana na cidade de Passo Fundo/RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana - REVSBAU**. Piracicaba - SP, v.2, n.1, 2007. p.1-16.

MELO, B. M.; DIAS, D. P. Microclima e conforto térmico de remanescentes florestais urbanos no município de Jataí – GO. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana - REVSBAU**. Curitiba - PR, v.14, n.2, 2019. p.1-15.

MENDES, B. M.; BARBA, C. H. de; LUS, D. A. Educação ambiental como alternativa para o planejamento na arborização em Porto Velho/RO. **Revista Presença Geográfica**. Porto Velho – RO, v.6, n.2, 2019. p.57-68.

MINELLA, F. C. O.; ROSSI, F. A.; KRÜGER, E. L. Análise do efeito diurno do fator de visão do céu no microclima e nos níveis de conforto térmico em ruas de pedestres em Curitiba. **Revista Ambiente Construído**. Porto Alegre – RS, v.11, n.1, 2011. p.123-143.

MINELLA, F. C. O.; KRÜGER, E. L. Proposição do índice “fração vegetada” e sua relação com alterações na temperatura do ar e no conforto térmico no período diurno e em situação de verão para Curitiba. **Revista Ambiente Construído**. Porto Alegre – RS, v. 17, n. 1, 2017. p. 353-371.

MONTEIRO, J. C. R.; ARIDE, P. H. R.; OLIVEIRA, A. T. de; SANTOS, S. M. dos; PANTOJA-LIMA, J.; HEYER, L. F. Descrição da temperatura e umidade relativa do ar em distintas localidades da cidade de Manaus com diferentes geometrizações e espacialidades urbanas nos bairros do parque dez, nova cidade e bairro centro – Manaus/AM. **Revista Igapó**. Manaus – AM, v.10, n.1, 2016. p.25-45.

MOSER, P.; SILVA, A. C. da; HIGUCHI, P.; SANTOS, E. M. dos; SCHMITZ, V. Avaliação pós-tempo da arborização do campus da Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages-SC. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana - REVSBAU**. Piracicaba - SP, v.5, n.2, 2010. p.40-51.

MOSER, P.; SILVA, A. C. da; HIGUCHI, P.; SCHMITZ, V. Inventário da arborização e distribuição de praças-jardim em bairros centrais e periféricos de um município do sul do Brasil. **Revista Espacios**. Caracas – Venezuela, v.38, n.38, 2017. p.21-31.

PEREIRA JÚNIOR, A.; JESUS, E. dos S.; BASTOS, M. B. F.; SANTOS, R. V. C. Microclima e a arborização: o caso de duas áreas do Núcleo Marabá Pioneira, Marabá – Pará. **Revista ENFLO – Ecologia e Nutrição Florestal**. Santa Maria – RS, v. 4, n. 2, 2016. p. 54-67.

QUADROS, L. S. de; FREI, F. Percepção ambiental dos residentes da cidade de Assis – SP com relação a arborização da Avenida Rui Barbosa. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana - REVSBAU.** Piracicaba – SP, v.4, n.2, 2009. p.16-34.

REIS, C. A. M. dos; SILVA, A. C. da; HIGUCHI, P.; SOUZA, S. T. de; FERREIRA, C. J. S. M.; MICHELON, B.; MORO, L. Diagnóstico da vegetação arbórea e proposta de arborização do rio Carahá na cidade de Lages, SC. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana - REVSBAU.** Piracicaba – SP, v.4, n.3, 2009. p.130-142.

RIBEIRO, F. A. B. S. Arborização urbana em Uberlândia: percepção da população. **Revista da Católica.** Uberlândia – MG, v.1, n.1, 2009. p.224-237.

RIBEIRO, K. F. A.; VALIN Jr., M. de O.; SANTOS, F. M. de M.; NOGUEIRA, M. C. de J. A.; NOGUEIRA, J. de S.; MUSIS, C. R. de. Análise da temperatura interna e superficial em diferentes sombreamentos arbóreos. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana - REVSBAU.** Piracicaba – SP, v.10, n.2, 2015. p.40-60.

ROPPA, C.; FALKENBERG, J. R.; STANGERLIN, D. M.; BRUN, D, G, K.; BRUN, F. G. K. BRUN, E. J.; LONGHI, S. J. Diagnóstico da percepção dos moradores sobre a arborização urbana na vila estação colônia – bairro Camobi, Santa Maria – RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana - REVSBAU.** Piracicaba – SP, v.2, n.2, 2007. p.12-30.

ROSSI, F. A.; KRÜGER, E. L.; BRÖDE, P. Definição de faixas de conforto e desconforto térmico para espaços abertos em Curitiba, PR, com o índice UTCI. **Revista Ambiente Construído.** Porto Alegre – RS, v.12, n.1, 2012. p.41-59.

RUAS, A. C. **Conforto térmico nos ambientes de trabalho.** 1999. Ministério do Trabalho e Emprego-Fundacentro. Campinas – SP, 1999. 97 p.

SANTOS, E. M. dos; SILVEIRA, B. D. da; SOUZA, A. C. de; SCHMITZ, V.; SILVA, A. C. da; HIGUCHI, P. Análise quali-quantitativa da arborização urbana em Lages, SC. **Revista de Ciências Agroveterinárias.** Lages – SC, v.12, n.1, 2013. p.59-67.

SETTE, D. M.; RIBEIRO, H.; SILVA, E. N. da. O índice de Temperatura Fisiológica Equivalent (PET) aplicado a Londrina – PR. E sua relação com as doenças respiratórias. **Revista Geonorte.** Manaus – AM, edição especial 2, v.2, n.5, 2012. p.813-825.

SILVA, F. F. da; FIDELIS, M. E. A.; CASTRO, P. F. e. Arborização e acessibilidade em calçada: comentários sobre o deslocamento entre campi da Universidade Federal Fluminense. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU.** Piracicaba – SP, v.6, n.3, 2011. p. 43-63.

SILVA, R. V. da; REGO, A. M. T.; COSTA, T. S.; SILVA, D. G. da; TOSTES, R. B. Percepção ambiental dos moradores de Visconde do Rio Branco – MG, em relação à arborização urbana. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU.** Piracicaba – SP, v.9, n.3, 2014. p.108-121.

SILVA, L. H. G. da; PIMENTEL, R. M. de M. Estrutura morfológica foliar da arborização urbana na manutenção do conforto térmico. **Journal of Environmental Analysis and Progress.** Dois Irmãos – PE, v.4, n.1, 2019. p.104-109.

UNIVERSAL THERMAL CLIMATE INDEX - UTCI. **Documents: assesment scale.** Disponível em: <<http://www.utci.org/>>. Acesso em: 20 de mai. 2019.

ZEM, L. M.; BIONDI, D. Análise da percepção da população em relação ao vandalismo na arborização viária de Curitiba – PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU.** Piracicaba – SP, v.9, n.3, 2014. p.86-107.

### **3 CAPÍTULO I - PERCEPÇÃO AMBIENTAL DO CONFORTO TÉRMICO PROPORCIONADO PELA ARBORIZAÇÃO DO CENTRO DE LAGES – SC**

#### **RESUMO**

O objetivo deste estudo foi avaliar a percepção ambiental da população do bairro centro da cidade de Lages – SC, nas estações da primavera e do verão, quanto à influência da arborização urbana no conforto térmico da cidade. O município está localizado no planalto serrano catarinense, com clima Cfb (classificação de Köppen). Para a avaliação da percepção foram empregadas 14 questões fechadas e 3 questões abertas. Os questionários foram aplicados a partir da abordagem de cerca de 10% da população desse bairro (1311 pessoas) pelo censo do IBGE de 2010. As entrevistas foram realizadas de segunda a sexta em horário comercial em ambientes abertos e fechados. Foi realizada uma árvore de classificação, a 5% de probabilidade, para verificar se a pergunta: “Na sua opinião, a quantidade de árvores que existem na cidade está sendo suficiente para criar um ambiente termicamente agradável?”, está relacionada ou não com as respostas das outras perguntas aplicadas. A árvore de classificação foi influenciada pelas outras perguntas, principalmente pela sensação térmica, podendo-se constatar que a população do centro de Lages acredita que precisa de mais árvores para gerar o conforto térmico necessário para o centro da cidade, nas estações da primavera e do verão. Dessa forma, é sugerido que a cidade de Lages elabore um Plano Diretor de Arborização Urbana (PDAU), considerando a legislação, educação ambiental e manejo arbóreo, para otimizar o conforto térmico da cidade, tornando também a população protagonista desse processo junto ao poder público.

**Palavras-chave:** Questionários; Planejamento Urbano; Conforto Ambiental; Ecologia Urbana.

#### **ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the environmental perception of the Lages-SC downtown population, in the spring and summer seasons, regarding the influence of urban trees in the thermal comfort of the city. The municipality is located on the highlands of Santa Catarina, with a Cfb climate (Köppen classification). For the assessment of perception, 14 closed questions and 3 open questions were used. The questionnaires were applied based on the approach of about 10% of the population of this neighborhood (1311 people) by the 2010 IBGE census. The interviews were conducted from Monday to Friday during business hours in open and closed environments. A classification tree was carried out, at 5% probability, to verify

whether the question: "In your opinion, is the number of trees that exist in the city sufficient to create a thermally pleasant environment?", Is related or not with the answers to other applied questions. The classification tree was influenced by the other questions, mainly by the thermal sensation, and it can be seen that the downtown population of Lages believes that they need more trees to generate the necessary thermal comfort for the city downtown, in the spring and summer seasons. Thus, it is suggested that the Lages city develop a Urban Forest Master Plan (UFMP), considering the legislation, environmental education and tree management, to optimize the thermal comfort of the city, also making the population the protagonist of this process with the government.

**Key-words:** Questionnaires; Urban Planning; Environmental Comfort; Urban Ecology.

### 3.1 INTRODUÇÃO

No Brasil, cerca de 84,72% da população vive nas cidades (IBGE, 2020a), sendo assim, a arborização urbana e as áreas verdes urbanas devem ser preservadas pela população, pois podem promover o aumento na qualidade de vida da mesma e possibilitar maior interação das pessoas com o meio ambiente (TEIXEIRA *et al.*, 2009).

A arborização bem planejada pode gerar diversos benefícios para a sociedade, como: a estabilização do solo pelas raízes; a formação de obstáculo contra o vento; o impedimento de que substâncias poluentes infiltrarem para os cursos d'água; a filtragem do ar; favorecem o equilíbrio do índice de umidade do ar; a retenção de parte da poeira atmosférica; a redução da intensidade sonora; a proteção das nascentes e mananciais; a criação de abrigo e fornecimento de alimentação à fauna; atua como elemento de valorização visual e ornamental; possui função recreativa, podendo reduzir problemas psicológicos e físicos das pessoas; caracterizam e sinalizam espaços, geram conforto térmico para a população, entre outros (SHAMS *et al.*, 2009; CABRAL, 2013).

Nesse sentido, se bem conduzida, melhora a qualidade ambiental urbana e, consequentemente, a qualidade de vida da população. Por isso é necessário fomentar estudos científicos e aumentar corpos técnicos especializados na área, com a finalidade de manejar a arborização urbana de acordo com especificidades e necessidades pontuais de cada local (MARTELLI, 2016; DUARTE *et al.*, 2018).

Dentre os problemas verificados pela população nas cidades, destacam-se o desconforto higrotérmico (níveis não ideais de temperatura atmosférica, umidade relativa do ar e velocidade do vento, que quando associados com características ambientais, vestimentas e atividades desempenhadas pelo ser humano, podem gerar uma sensação de mal-estar) e as ilhas de calor (uma área central mais aquecida que o entorno), as quais são geradas pela falta de umidade do ar, altas temperaturas e pouca circulação de vento, provenientes da falta de árvores no meio urbano e até mesmo da arborização inadequada, características das regiões urbanas de modo geral. Essas características podem ser agravadas, quando somado com atividades físicas exercidas, representadas pelas taxas metabólicas e a resistência térmica das vestimentas utilizadas pelas pessoas (GARTLAND, 2011; SILVA *et al.*, 2011; LUCENA *et al.*, 2020).

Para se otimizar o planejamento arbóreo-urbano é necessário, primeiramente, a aplicação de técnicas do âmbito da opinião pública da população, como por exemplo, a percepção ambiental, que permite que o planejador consiga obter informações importantes para a gestão sustentável das cidades, incluindo os processos relacionados à arborização de suas ruas e a própria população (RODRIGUES *et al.*, 2010). Por meio da percepção ambiental, é possível conhecer como é a dinâmica da visão da sociedade em relação ao meio em que ela vive, em específico, sobre a arborização urbana, visando o planejamento e a implantação de projetos voltados para as necessidades pontuais e locais (SOUZA *et al.*, 2013).

Para Lages – SC, poucos estudos foram realizados envolvendo a percepção ambiental voltada à arborização urbana, sendo estudos pontuais de praças, algumas ruas e bairros da cidade (REIS *et al.*, 2009; MOSER *et al.*, 2010; GROSS *et al.*, 2012; KÜSTER *et al.*, 2012; SANTOS *et al.*, 2013; BASTOS *et al.*, 2016; MOSER *et al.*, 2017), sendo que nenhum está relacionado ao conforto térmico proporcionado pela arborização da cidade em específico.

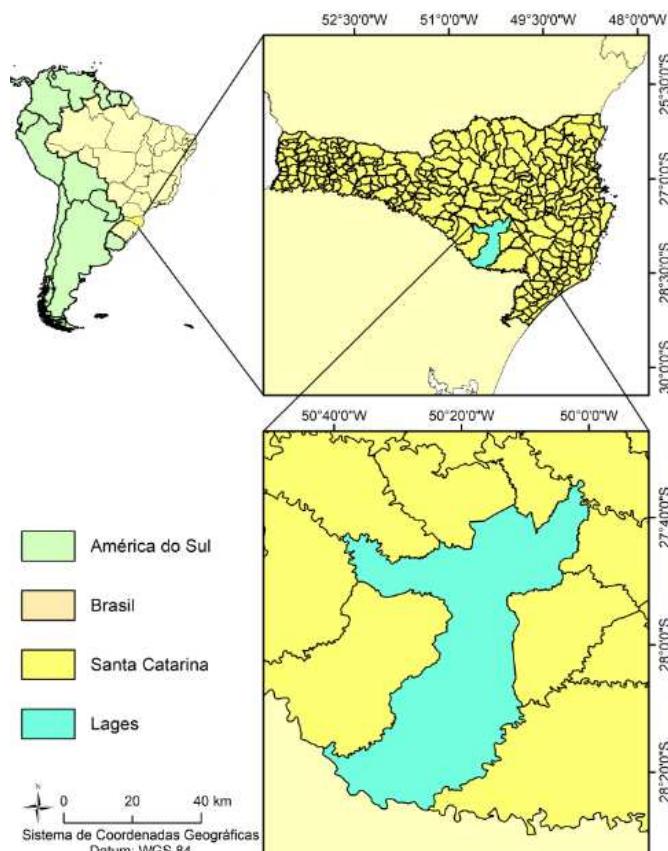
Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar a percepção ambiental da população do bairro centro da cidade de Lages - SC, nas estações da primavera e do verão, quanto à influência da arborização urbana no conforto térmico desse bairro. A hipótese do estudo é que a população Lageana do bairro Centro acredita que as árvores desse local não estão proporcionando o conforto térmico adequado.

## 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.2.1 Descrição da área de estudo

O estudo foi realizado na cidade de Lages – SC, que está localizada dentre a latitude 27° 49' 0" Sul e a longitude 50° 19' 35" Oeste (Figura 1). O município possui cerca de 157.743 habitantes em uma área territorial de 2637,66 km<sup>2</sup>, com a altitude média de 952,7 m e área arborizada de 32,9% (IBGE, 2019a; INMET, 2020). O clima foi classificado por Alvares *et al.* (2013) como Cfb (clima subtropical, úmido), ou seja, clima sempre úmido, com verão quente, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano.

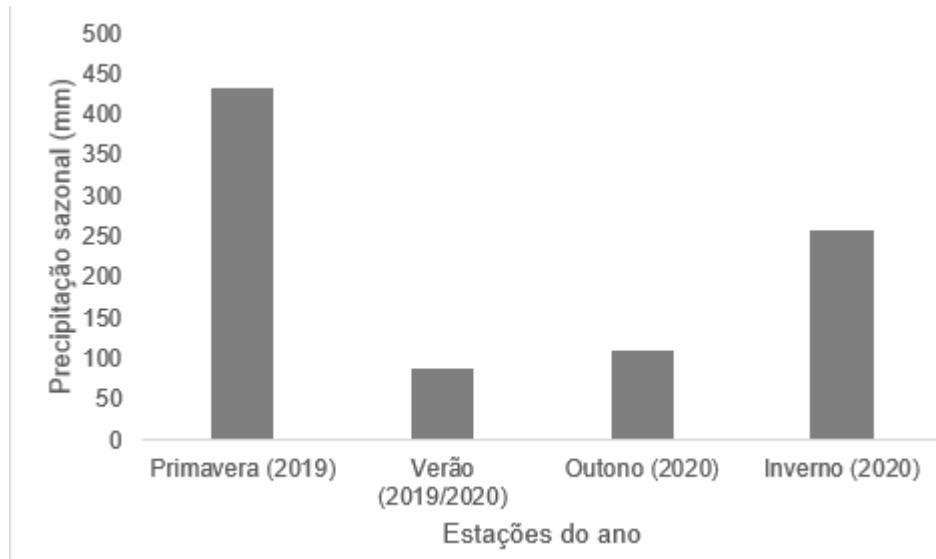
**Figura 1** - Localização do município de Lages no estado de Santa Catarina, Brasil



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

A precipitação média é de cerca de 1.441 mm/ano, sendo que, de acordo com INMET (2020), os dados por estação do ano (23/09/2019 à 21/12/2019 – Primavera; 22/12/2019 à 19/03/2020 - Verão; 20/03/2020 à 19/06/2020 – Outono; 20/06/2020 à 21/09/2020 – Inverno), são apresentados abaixo (Figura 2).

**Figura 2** - Níveis de precipitação acumulada nas estações dos anos de 2019 e 2020.



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

As temperaturas mínimas médias variam entre 6,5°C a 15,7°C e as temperaturas máximas médias variam entre 17,2°C a 26,9°C (CIDADE-BRASIL, 2016; CLIMATE-DATA, 2018). Segundo o IBGE (2012), as fitofisionomias florestais presentes em Lages – SC são Floresta Ombrófila Mista Montana, Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana e Campos de Altitude.

### **3.2.2 Coleta dos dados**

Para a percepção ambiental, foram empregadas 14 questões fechadas e três questões abertas direcionadas para o conforto térmico (Quadro 1). O questionário foi aplicado no bairro Centro nas estações da primavera e do verão. As entrevistas foram realizadas de segunda a sexta em horário comercial, sendo que os entrevistados estavam tanto em ambientes abertos, quanto em ambientes fechados. Como o bairro possui menos de 50.000 habitantes (13.059 na área do bairro) (IBGE, 2019a), foi feita uma abordagem com cerca de 10% da população desse bairro (1.311 pessoas), como proposto por Pinheiro *et al.* (2018).

As perguntas aplicadas são adaptações da metodologia proposta por ISO 10551 (ISO, 1995), ISO 7730 (ISO, 2005) e ISO 9920 (ISO, 2007), Martini (2013) e Silva (2012) (Apêndice 1). Os entrevistados deveriam ter no mínimo 18 anos e cada um assinou duas cópias do termo

de livre consentimento esclarecido do comitê de ética para pesquisas com seres humanos da UDESC (UDESC, 2019) (Apêndice 2).

**Quadro 1 - Questionário de percepção ambiental em relação ao conforto térmico proporcionado pelas árvores no bairro centro da cidade de Lages, SC**

<b>Questões e Alternativas de respostas</b>									
<b>Gênero</b>									
Masculino			Feminino						
<b>Idade (anos)</b>									
18-20	21-24	25-34	35-44	45-54	55-64	>64			
<b>Função do entrevistado</b>									
Trabalhador	Morador		Estudante						
<b>Tipo de vestimentas que estava utilizando</b>									
Leves	Moderadas		Pesadas						
<b>Qual exercício físico estava fazendo antes da entrevista?</b>									
Sentado	Parado	Andando	Outros						
<b>Ingeriu algo quente antes da entrevista?</b>									
Sim	Não								
<b>Qual sua sensação em relação ao clima?</b>									
Calor	Neutro		Frio						
<b>Em relação ao seu bem-estar, você se sente confortável com o clima de Lages-SC?</b>									
Sim	Não								
<b>Como você gostaria de estar em relação ao clima?</b>									
Mais aquecido	Assim mesmo		Mais refrescado						
<b>Na sua opinião, a quantidade de árvores que existe na cidade está sendo o suficiente para gerar um ambiente termicamente agradável?</b>									
Sim	Não		Por quê?						
<b>Qual o tempo você permanece em ambientes com árvores?</b>									
Por menos de uma hora	Por uma hora ou mais								
<b>O que seria, no seu ponto de vista, um local confortável para andar ou circular, por exemplo?</b>									
Locais abertos ao ar livre com muitas árvores	Locais abertos ao ar livre sem árvores		Locais fechados e ventilados	Locais fechados e sem ventilação					
<b>Existem árvores próximo a sua casa?</b>									
Sim	Não								
<b>Quais suas sugestões para melhorar o conforto térmico da cidade?</b>									
Plantar mais árvores	Pintar as ruas		Colocar mais marquises ou toldos	Outros					

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Os critérios para classificação das vestimentas são demonstrados no Quadro 2.

**Quadro 2 - Classificação das vestimentas para homens e mulheres (Continua)**

<b>Vestimentas Leves</b>		<b>Vestimentas Médias</b>		<b>Vestimentas Pesadas</b>	
<b>M</b>	<b>F</b>	<b>M</b>	<b>F</b>	<b>M</b>	<b>F</b>
Nú	Nú	Camisa manga longa	Camisa manga longa	Mais de duas camisas	Mais de duas camisas
Cueca	Sutiã	Duas camisas leves	Duas camisas leves	Blusa de frio pesada	Blusa de frio pesada
Sunga	Calcinha	Calça jeans	Calça jeans	Blazer	Blazer
Camisa curta ou regata	Maiô	Calça moletom	Calça moletom	Suéter	Suéter
Bermuda	Camisa curta ou regata	Calça de algodão pesada	Calça de algodão pesada	Camisa de lã	Camisa de lã
Calça de algodão leve	Vestido leve			Paletó	Paletó
Descalço	Saia	Meia e sapato (seja ele tênis ou outro fechado)	Vestido de tecido mais grosso	Calça jeans (combinado com roupas pesadas)	Vestidos com alguma blusa por cima
Meias leves	Bermuda	Tênis médios	Meia e sapato (seja ele tênis ou outro fechado)	Calça moletom (combinado com roupas pesadas)	Calça jeans (combinado com roupas pesadas)
Sandálias	Calça leve de algodão	Sandálias fechadas	Tênis médios	Calça de náilon	Calça moletom (combinado com roupas pesadas)

**Quadro 2 - Classificação das vestimentas para homens e mulheres (Conclusão)**

Alpargatas	Descalço	Bonés e boinas	Sandálias fechadas	Calça social	Calça de náilon
Tênis leves	Meias leves		Bonés e boinas	Sapato fechado (combinado com roupas pesadas)	Calça social
	Sandálias				Sapato fechado (combinado com roupas pesadas)
	Saltos			Chapéus, toucas, e gorros	
	Alpargatas				
	Tênis leves				

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Vale ressaltar que, se ambos os gêneros estivessem utilizando bonés, chapéus, toucas, boinas, gorros, iria pertencer a classe média, se o conjunto de vestimentas fosse pesado, mudaria para conjunto de vestimentas pesada.

Em relação aos exercícios físicos praticados antes ou no momento da entrevista, as opções seriam: sentado, parado, andando ou outros (limpando ou varrendo um local, fazendo academia, correndo, lavando louças, entre outros).

Os dados de percepção ambiental foram coletados com o auxílio de três tablets provenientes do departamento de Engenharia Florestal da UDESC-CAV, em planilhas dinâmicas binárias eletrônicas.

### **3.2.3 Análise e processamento dos dados**

Foram obtidas as frequências absolutas das questões avaliadas, sendo analisadas a partir de uma árvore de classificação no *software* de estatística R, a partir dos pacotes rpart, rattle, partykit, rpart. plot (R PROJECT, 2020), para verificar se a pergunta: “Na sua opinião a quantidade de árvores que existem na cidade, está sendo suficiente para criar um ambiente termicamente agradável?” Está relacionada ou não com as respostas de outras perguntas aplicadas: “Idade (anos)”, “Função do entrevistado”, “Qual sua sensação em relação ao clima?”, “Qual o tempo você permanece em ambientes com árvores?” e “Quais suas sugestões para melhorar o conforto térmico da cidade?”. As demais questões não abordadas na árvore de classificação são apresentadas e discutidas de forma gráfica e por frequências relativas individualmente.

## **3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.3.1 Dados demográficos**

Segundo a análise de frequência relativa realizada relacionando os gêneros dos 1.311 entrevistados, 40,58% são homens e 59,42% são mulheres. Os resultados do censo do IBGE realizado em 2010 apontam, para o perímetro urbano de Lages-SC, que 48,46% da população é do gênero masculino e 51,54% do gênero feminino. Padrão também verificado para o censo do bairro Centro, em que 44,85% são do gênero masculino e 55,15% são do gênero feminino IBGE (2020b). Também, para esse estudo, foram obtidos resultados semelhantes, sendo que, dessa maneira, a metodologia foi representativa, visto que a frequência obtida nas amostragens foi muito próxima a frequência de estimativa da cidade.

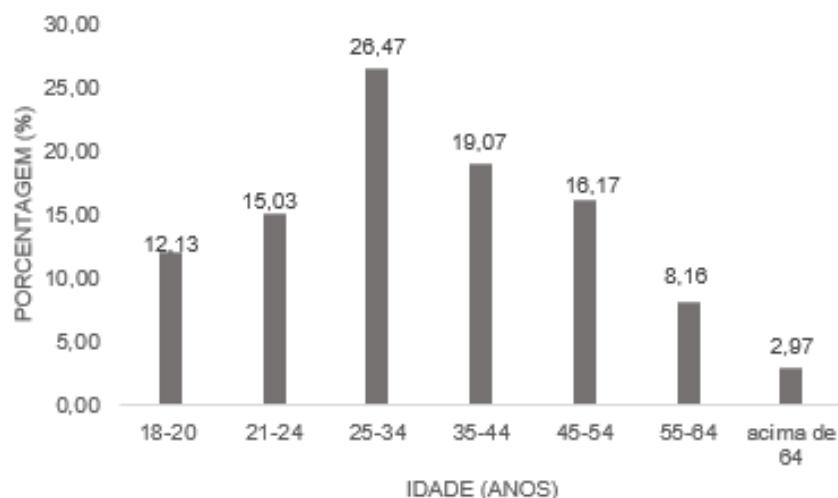
Vale ressaltar também, que o sexo feminino é mais susceptível as variáveis regulatórias do organismo humano fora dos níveis de conforto térmico, pois de acordo com Carvalhais (2011), em ambientes quentes, o homem parece apresentar um melhor funcionamento das glândulas sudoríparas, sendo que, a ativação máxima das mesmas requer um maior aumento da temperatura ou da intensidade da taxa metabólica nas mulheres. O fato dos homens transpirarem mais rapidamente e melhor, ajuda a dissipar calor.

Outros fatores, de acordo com Cheung *et al.* (2000) e Carvalhais (2011), que afetam a sensação térmica feminina quando comparado com a do homem, seriam o ciclo menstrual e a

gravidez, levando uma ativação mais lenta dos mecanismos regulatórios térmicos femininos e também a mulher apresenta, normalmente um menor peso corporal do que o homem, portanto, o rácio (área de superfície por volume corporal) é mais elevado, perdendo mais calor. Apresenta, também, uma menor capacidade de produção de calor devido ao baixo peso.

Em relação a faixa etária dos entrevistados, houve a maior concentração entre os indivíduos que possuíam de 25-34 anos (26,47%), como demonstrado abaixo (Figura 3).

**Figura 3 - Faixa etária dos entrevistados**



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

A faixa etária dos entrevistados se concentrou entre 21-54 anos (76,74%), pois esse valor corresponde a idade da maioria de residentes, trabalhadores e estudantes do bairro. Esse resultado também vai ao encontro do obtido pelo IBGE (2020b), no qual 54,25% dos entrevistados pelo censo do IBGE de 2010, apresentaram-se ter esse intervalo de faixa etária.

De acordo com Kenney e Munce (2003) e Carvalhais (2011), em um comparativo entre pessoas mais jovens e idosas, o efeito do envelhecimento também é visível para a termorregulação fisiológica humana, no qual as pessoas mais velhas tendem a ter uma menor taxa de capacidade de sudação, redução da circulação sanguínea da pele, menor número de batimentos cardíacos, menor distribuição sanguínea do fluxo de circulação renal e gastrointestinal, com potencial diminuição da tolerância a ambientes quentes e frios.

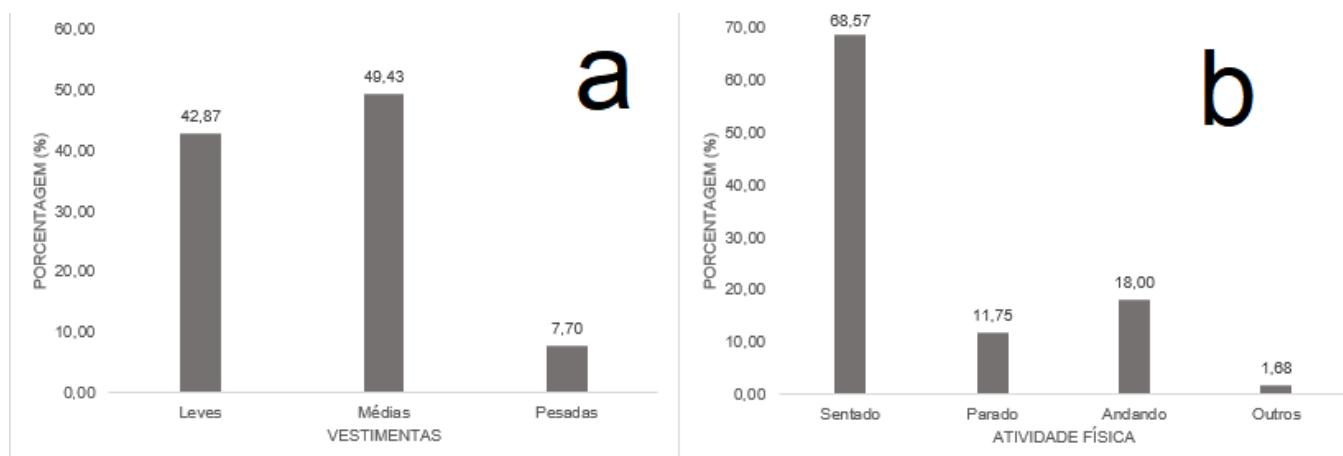
Segundo Carvalhais (2011), as crianças e os idosos são mais susceptíveis a alterações patológicas, quando expostas, quer a ambientais quentes, quer a ambientes frios. Em ambientes quentes, as respostas térmicas das crianças são quantitativamente diferentes das dos jovens

adultos. Para um mesmo ambiente, a evaporação de suor e a temperatura da pele são inferiores às dos adultos. Além disso, apresentam uma proporção de área de superfície por volume corporal duas a três vezes superior ao dos adultos, resultando numa maior perda de suor.

### 3.3.2 Fatores fisiológicos humanos

A maioria dos entrevistados usava vestimentas leves e médias no momento das entrevistas (92,3%) (Figura 4a). Na Figura 4b também são representadas as atividades físicas que os entrevistados estavam realizando antes da entrevista, em que grande parte estavam sentados anteriormente.

**Figura 4** - Fatores fisiológicos humanos: a – Vestimentas utilizadas pelos entrevistados; b – Atividades físicas realizadas pelos entrevistados antes da entrevista



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Devido Lages-SC ser uma cidade localizada na região serrana catarinense, há uma grande amplitude térmica ao longo do dia (variação da temperatura atmosférica e umidade relativa do ar), na qual as pessoas tendem a se aquecer mais ao longo do dia, usando um conjunto de roupas pesadas durante as quatro estações do ano, porém, no caso do verão e da primavera, embora hajam dias frios, os dias quentes são mais frequentes, portanto, há uma predominância nessas estações de pessoas usando roupas leves e médias. Vecchi *et al.* (2013) explicam que, tanto em dias mais frios, quanto nos dias mais quentes, as pessoas tendem a adaptar suas vestimentas ao ambiente em que se encontram, pois assim podem atingir o mais próximo possível do conforto térmico local.

Dacanal *et al.* (2010) analisaram, nos períodos do verão, outono e inverno, a resistência das vestimentas dos entrevistados na cidade de Campinas – SP, sendo encontrados, para o verão, 91% de indivíduos com vestimentas leves e médias e apenas 9% com vestimentas pesadas, sendo essas combinações de vestimentas, o suficiente para manter o conforto térmico nessas estações, onde mesmo o clima de Campinas e Lages serem distintos, os resultados das avaliações foram semelhantes.

Hirashima (2010), em seu estudo, também encontrou que cerca de 55% dos entrevistados em todas as estações do ano, estavam sentados, explicado devido as condições típicas de ambientes internos, em que a temperatura radiante média é quase igual à temperatura do ar, a velocidade do ar é mais baixa e a atividade física é, na maioria das vezes, sedentária, o que ocorre em locais onde se tem muitos trabalhadores e estudantes, somando um total de 98,78% dos entrevistados.

Logo, a maioria das pessoas entrevistadas trabalha ou estuda em locais fechados onde as pessoas tendem andar ou estarem sentados para realizar suas atividades, portanto, esse seria um dos motivos pelos quais grande parte dessas pessoas estava sentada ou andando durante a pesquisa e não outras atividades físicas. Portanto, pessoas mais sedentárias (taxas metabólicas mais lentas) ou que utilizam muito automóveis, tendem a ter um menor contato com as áreas verdes urbanas e, pessoas que se movimentam mais, tendem a frequentar mais essas áreas, pois gastam mais energia realizando suas atividades físicas e suas taxas metabólicas são maiores, necessitando de uma fonte de arrefecimento para atingir o conforto térmico (NASIR *et al.*, 2013; CHAN *et al.*, 2017).

Segundo a análise de frequência relativa sobre a ingestão ou não de alimentos quentes no período de uma hora antes da entrevista, 46% das pessoas ingeriram algum alimento ou bebida quente no período entre uma hora antes da entrevista até o momento da mesma, enquanto 54% dos entrevistados não ingeriam alimentos ou bebidas quentes.

Isso denota que os resultados da entrevista, de maneira geral, na questão de ingestão de alimentos ou bebidas quentes, influenciaram as respostas obtidas, pois, metade dos entrevistados (54%) foram das pessoas com o organismo sem alterações relacionadas aos alimentos e bebidas quentes para as estações da primavera e do verão, em contrapartida de 46% que tiveram influência no seu organismo devido a alimentos quentes (esses valores possuem uma diferença mínima). Em geral, as pessoas, para tentar manter um conforto térmico, em dias mais quentes, como foi o caso estudado, tendem a consumir mais alimentos ou bebidas frias para se refrescarem, enquanto que no inverno, as pessoas tendem a consumir mais alimentos ou

bebidas quentes do que frias, justamente para se aquecerem (HEALEY; WEBSTER-MANNISON, 2012).

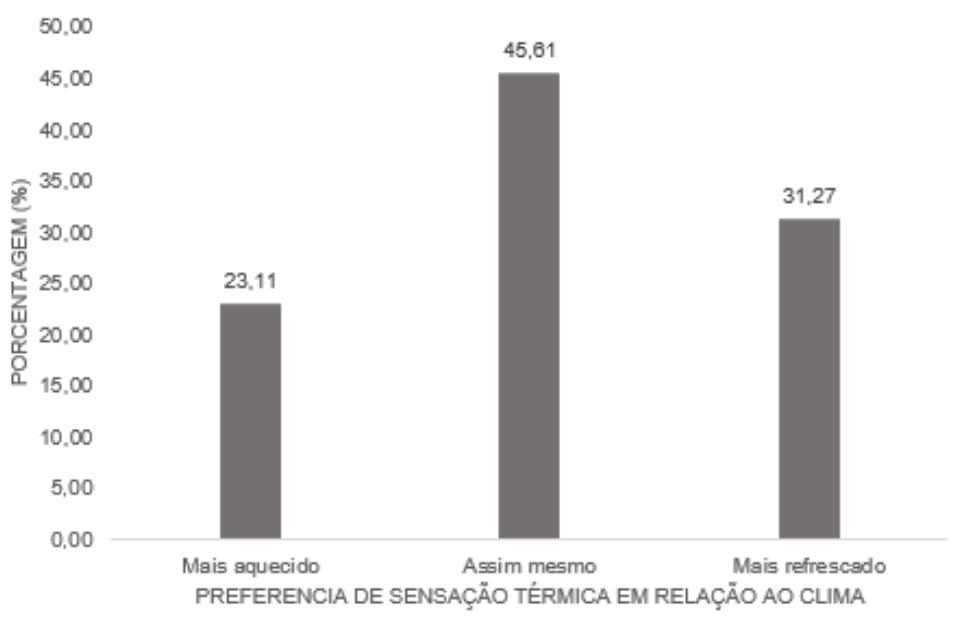
Nesse caso, a população Lageana também teve uma adaptação reativa em relação as estações que foram avaliadas (primavera e verão), já que a metade (54%) dos entrevistados não bebeu ou ingeriu alimentos, no período de 1 h antes da entrevista, avaliados na primavera e no verão, sendo esses os climas mais quentes do ano.

De acordo com Hirashima (2010), as adaptações reativas são adaptações físicas que envolvem todas as mudanças que uma pessoa faz (a uma condição instantânea), a fim de se ajustar ao ambiente, ou alterar o ambiente para suas necessidades como, por exemplo, a preferência da pessoa ficar no sol ou na sombra ou ingerir bebidas ou comidas quentes ou frias para ter um conforto térmico com o ambiente em que se encontram, ou seja, se adaptar ao meio em que se encontra, mantendo um conforto térmico em relação ao ambiente. O mesmo autor, em seu estudo, encontrou que o consumo de bebidas quentes não foi grande na cidade de Belo Horizonte – MG, sendo avaliadas nas quatro estações do ano, podendo estar relacionada ao clima mais quente da cidade.

Portanto, a partir dos dados de vestimentas, ingestão de alimentos e exercícios físicos realizados pelos entrevistados, foi possível verificar que, geralmente, as pessoas que frequentam ou moram no bairro centro da cidade de Lages-SC, na maioria das vezes (98,32%), estando sentadas, paradas ou andando, não costumam ingerir alimentos quentes para manter o conforto térmico, pois o clima estava mais ameno nessas estações e costumam usar roupas leves ou médias, tendo uma sensação térmica neutra ou de calor para as estações da primavera e do verão. A minoria (31,43%), além de estar parada, andando ou fazendo outra atividade, utiliza roupas médias a pesadas e necessita ingerir alimentos quentes para manter o seu conforto térmico, visto que estão neutras ou sentem frio nestas estações.

Em relação à preferência das pessoas ao clima da cidade, grande parte dos entrevistados (45,61%) encontrava-se confortável como estava, sem necessidade de estar mais aquecido ou mais refrescado (Figura 5). Desses 45,61% entrevistados, 60,03% estavam confortáveis termicamente (neutros) antes da entrevista. Isso indica que, mesmo pessoas que estavam se sentindo confortáveis, gostariam de estar com outras sensações térmicas, ou seja, mais aquecidos ou mais refrescados.

**Figura 5 - Preferência das pessoas em relação ao clima**



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Esses resultados divergem com os que foram encontrados por Almeida (2019) na região de Vitória-ES, no qual 65% dos entrevistados preferem não alterar o ambiente térmico em que se encontram, apesar do número de respostas na opção “neutro” ser em torno de 55%. Diante dessa informação, é possível afirmar que alguns ocupantes preferem não alterar suas condições térmicas, ainda que não se encontrem em condição neutra. Essa variação, possivelmente, está relacionada com a diferença climática entre Lages e Vitória, o que altera a sensação e a preferência térmica das pessoas.

Os resultados encontrados também são explicados com base em Middel *et al.* (2016), no qual em épocas mais quentes como nas estações do verão e da primavera ou em regiões mais quentes, as pessoas tendem a querer ficarem neutras ou se refrescarem mais, devido as altas temperaturas e ao desconforto térmico.

De acordo com a análise de frequência de confortabilidade climática em relação ao bem-estar das pessoas, durante a primavera e o verão, para a região central de Lages-SC, 63,62% dos entrevistados afirmaram que o clima da cidade não afeta o bem-estar deles, bem como eles se sentem confortáveis com o clima, enquanto, 36,38% afirmam se sentir desconfortáveis.

Muitos se consideram confortáveis, devido a serem nascidos na região ou não terem problemas de saúde relacionados ao clima da cidade. Doenças respiratórias, por exemplo, podem agravar o estresse térmico humano, trazendo uma série de outros problemas

relacionados ao bem-estar. O mesmo fator pode ocorrer se um organismo proveniente de um local com condições climáticas diferentes não conseguir se adaptar ao novo ambiente ou ainda não se adaptar entre estações do ano diferentes (LIN *et al.*, 2011; PANTAVOU *et al.*, 2011; MONTEIRO; ALUCCI, 2012; TALAIA, 2016).

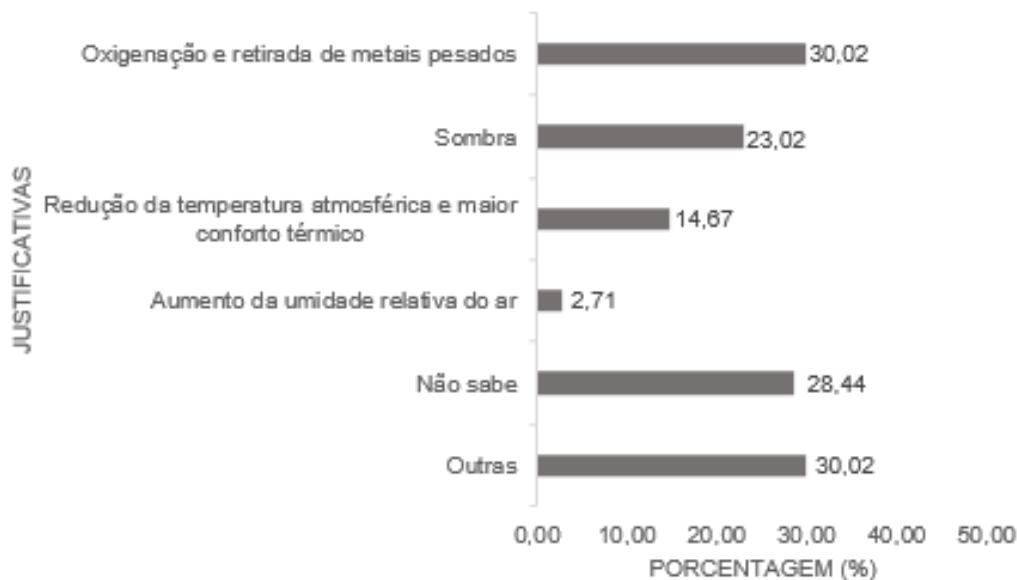
### **3.3.3. Opinião pública sobre as árvores**

Segundo a análise de frequência realizada para verificar se a quantidade de árvores existentes na cidade está sendo suficiente para manter o conforto térmico da população, 33,79% dos entrevistados afirmam ser suficientes e 66,21% afirmam que não.

As pessoas tendem a ver as árvores como um instrumento favorável para a melhoria do clima em dias mais quentes (OLIVEIRA *et al.*, 2014). Estudos comprovam que as árvores podem auxiliar na passagem de radiação solar para a superfície dependendo da espécie, principalmente em locais mais frios e em estações como outono e inverno, contribui para o aumento da umidade relativa do ar e redução da velocidade dos ventos, podendo, inclusive, reduzir também o número de doenças respiratórias, cardíacas, obesidade, melhorar a saúde mental, aumentar a qualidade do sono, acelerar na recuperação de doenças, desfechos de natalidade e até mesmo a redução de doenças transmitidas por vetores (DACANAL *et al.*, 2010; HAMADA; OHTA, 2010; DOBBERT; ZANLORENZI, 2014; WANG *et al.*, 2015; AMATO-LOURENÇO *et al.*, 2016). Dentre as pessoas que responderam “sim” para a questão anterior, foram diversos os motivos que justificam o número de árvores na cidade ser suficientes (Figura 6).

A maioria das pessoas que responderam “sim” alegou que a amplitude térmica é tão grande na cidade, que não saberiam dizer se as árvores ajudariam a manter um microclima agradável para a população, pois há uma grande variação de temperatura atmosférica e umidade relativa do ar durante o dia na cidade, quando comparado com outros locais. Nesse sentido, é necessário que os órgãos públicos repassem essas informações para as pessoas utilizando uma linguagem mais simples, que facilite a compreensão popular sobre essa problemática e o planejamento, bem como o manejo da arborização da cidade possa ser realizado adequadamente nas condições que a cidade necessita e a sociedade possa usufruir desses benefícios (PIZZIOLI *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2019).

**Figura 6 - Justificativas da presença de árvores no meio urbano serem suficientes**

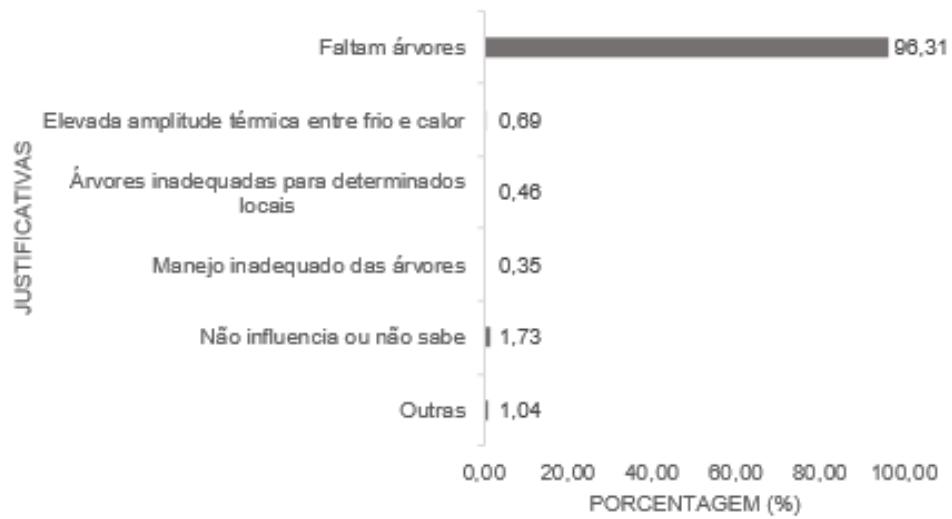


Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Com base nos resultados, também seria eficiente usar métodos de conscientização como sugerido por Leme e Silva (2010), a partir de materiais impressos, como cartazes, cartilhas, boletins informativos, folhetos e panfletos, assim como outros meios de comunicação, como jornais, revistas, rádio, televisão, cinema, websites e redes sociais, podem ser utilizados para essa finalidade.

Gross *et al.* (2012), em um estudo feito em três bairros periféricos da cidade de Lages – SC (bairros Caravágio, Gethal e Penha), encontraram que 45,39% dos moradores classificaram a arborização urbana como sendo “razoável” e 30,79% como “pouca”, o que pode estar indicando uma arborização escassa ou má distribuída na cidade, o que também foi encontrado nesse estudo, em que 96,31% dos entrevistados consideram faltar árvores na cidade (Figura 7). Resultados semelhantes foram encontrados na análise de Pires *et al.* (2010), em Goianira-GO, sugerindo ser necessário, para redução desse problema, a adoção de um planejamento estratégico e uma gestão continuada para arborização.

**Figura 7 - Justificativas das árvores em meio urbano não serem suficientes**



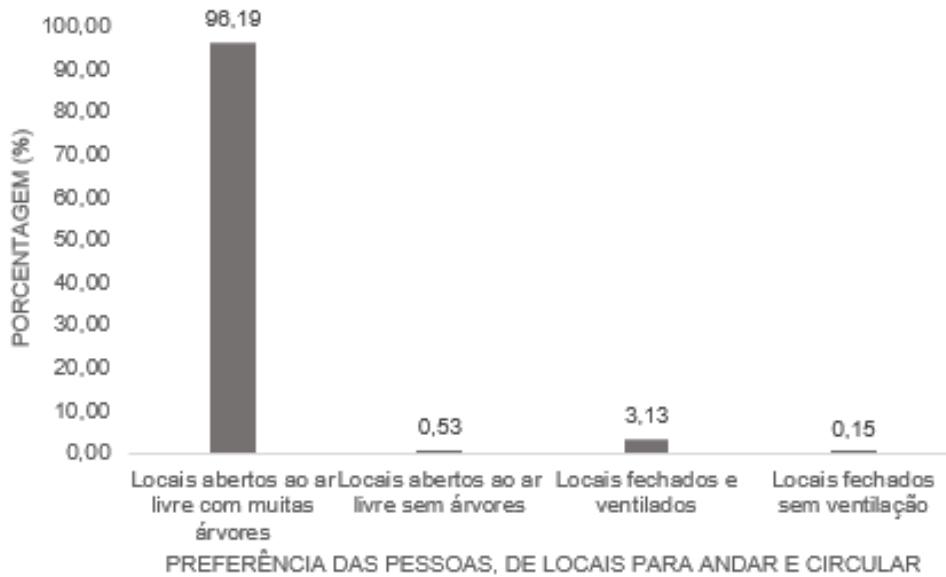
Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Em relação à preferência dos entrevistados, de locais para circular ou andar, a grande maioria (96,19%) prefere locais abertos ao ar livre com muitas árvores (Figura 8), pois esses locais remetem a um maior bem-estar e trazem sensação de paz para as pessoas. Esse relato corrobora com Amato-Lourenço *et al.* (2016) e Bertuzzi *et al.* (2018), de que locais com árvores trazem uma sensação de tranquilidade para as pessoas, conforto tanto em relação ao clima, quanto em relação ao bem-estar, saúde mental, interação com a natureza, redução de ruídos e de poluentes atmosféricos.

Albuquerque *et al.* (2016), em um estudo em dois campus universitários no Brasil, observaram que o contato com espaços verdes abertos pareceram estar associados a momentos de interação ativa entre as pessoas e o ambiente, enquanto que os ambientes construídos foram utilizados para descanso individual, maior isolamento e, por vezes, interações passivas com elementos naturais, ou seja, estar sozinho ou próximo a uma área verde, mesmo que seja urbana, gera uma sensação de alívio, de restauração psicológica, como observado também nesse estudo.

Conforme a análise de frequência relativa realizada a respeito das árvores presentes no entorno ou na casa dos entrevistados, 72,92% dos mesmos possuem algum tipo de árvore na sua residência ou no entorno dela, em contrapartida, 27,08% dos entrevistados não possuem nenhum tipo de árvore na sua residência ou no entorno dela.

**Figura 8 - Preferência dos entrevistados de locais para circular ou andar**



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Esse resultado é o oposto ao encontrado por IBGE (2020c) no censo de 2010 para o município de Lages, no qual foram encontradas 32,18% de casas arborizadas, 67,47% não arborizadas e 0,35% não declaradas. Essas pessoas que possuem árvores em seu domicílio ou entorno se deve a preocupação delas em ter um ambiente agradável em suas residências ou no entorno delas, e um local de interação com a natureza e de restauração psicológica (COSTA *et al.*, 2013; AMATO-LOURENÇO *et al.*, 2016). A grande maioria que não possui, seria por questões culturais da região e também a falta de conhecimento da população. Um terceiro motivo observado, seria que em outros bairros de Lages-SC, há menos arborização do que no bairro centro, também contribuindo para essa diferença acentuada em comparação com o IBGE.

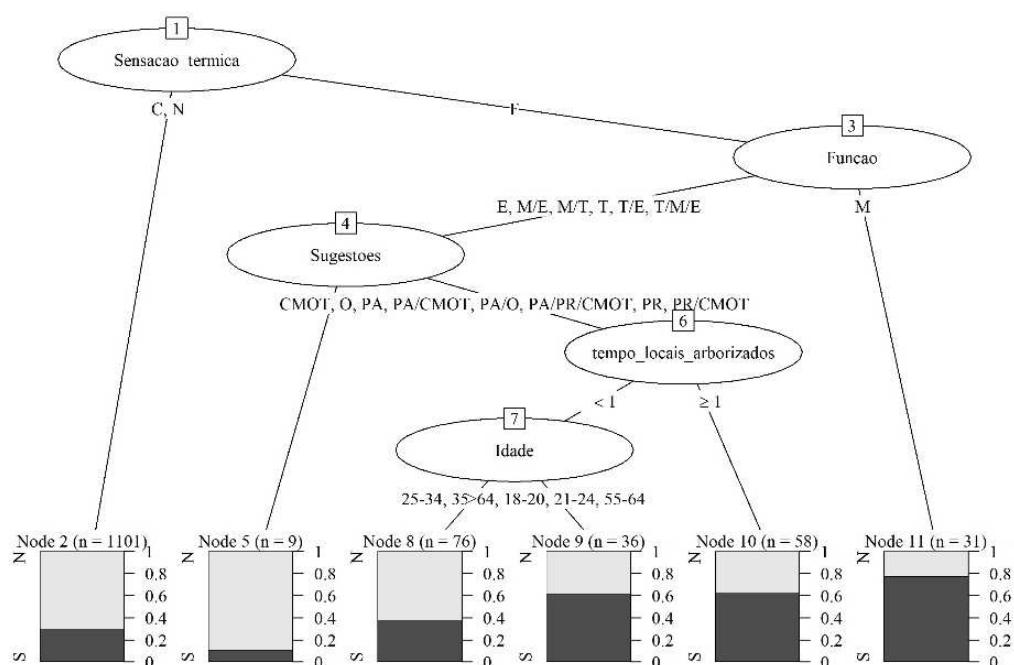
Segundo Dray (2014), no estudo realizado em Manaus – AM, foi perceptível que, dos entrevistados, todos possuem árvores nos seus condomínios, porém, 62,96% afirmam ser insuficientes essa quantidade e 37,04% afirmam ser uma quantidade mediana, ou seja, gostariam de mais árvores. Em Lages, o número dos entrevistados que possuem árvores nas ruas ou em suas casas é menor do que o encontrado pelo este autor, porém, representa uma quantidade bastante considerável: 72,92%. Esse valor pode ser explicado, conforme mencionado por Chaves *et al.* (2011), devido aos processos de urbanização, a falta de planejamento urbano e também ao crescimento das cidades, que representa uma ameaça aos

espaços verdes urbanos, que são explorados e reduzidos, cedendo espaço para construções e abertura de ruas, que em diversos casos não são compatibilizados com a arborização.

### 3.3.4 Árvore de classificação

A partir da árvore de classificação (Figura 9), foi possível observar que 83,98% dos entrevistados sentiram calor (C) ou estavam neutros (N), sendo que destes, 70% não estavam satisfeitos com a quantidade existente de árvores presentes na cidade, afirmando necessitar de mais árvores para promoção do conforto térmico na cidade. Em contrapartida, os outros 30% afirmaram ser suficientes o número de árvores que existe na cidade para manter um conforto térmico.

**Figura 9** - Árvore de classificação proveniente da interação das respostas dos moradores do bairro Centro de Lages – SC



\*Sensação térmica: C-Calor; N-Neutro; F-Frio; Função: M-Morador; E-Estudante; T-Trabalhador; M/E-Morador e Estudante; M/T-Morador e Trabalhador; T/E-Trabalhador e Estudante; T/M/E-Trabalhador, Morador e Estudante; Sugestões: CMOT-Colocar mais marquises ou toldos; O-Outros; PA-Plantar mais árvores; PR-Pintar as ruas; PA/CMOT-Plantar mais árvores e colocar mais marquises ou toldos; PA/O-Plantar mais árvores e outros; PA/PR/CMOT: Plantar mais árvores, pintar as ruas e colocar mais marquises ou toldos; PR/CMOT: Pintar as ruas e colocar mais marquises ou toldos; Tempo em locais arborizados: <1-Menos do que 1 hora; =>1-Uma hora ou mais; Idade: 18-20-18 a 20 anos; 21-24-21 a 24 anos; 25-34- 25 a 34 anos; 35-44-35 a 44 anos; 45-54- 45 a 54 anos; 55-64-55 a 64 anos; >64- Maior do que 64 anos. Nodes: S-Sim e N-Não.

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Dos entrevistados que estavam com frio (F), os que pertenciam as respectivas classes de estudantes (E), moradores e estudantes (M/E), moradores e trabalhadores (M/T), trabalhadores (T), trabalhadores e estudantes (T/E) ou moradores e trabalhadores e estudantes (M/T/E) dependiam de múltiplas respostas relacionadas a sugestões para a melhoria da arborização, enquanto, desses que eram só moradores (M), 79% consideraram a arborização em quantidade suficiente. Logo, as pessoas que se enquadram em outras categorias com exceção dos moradores, tendem a valorizar mais essa temática, pois estão em constante movimento para seus afazeres. No contexto geral, os moradores acabam associando a arborização ao frio da cidade.

Das classes com exceções dos moradores ((E), (M/E), (M/T), (T), (T/E) e (M/T/E)), as respostas estão relacionadas com múltiplas sugestões dadas pelos entrevistados, nas quais, dessas pessoas, 90% dos que responderam para colocar mais marquises ou toldos (CMOT), outros (O), plantio de mais árvores (PA), plantio de mais árvores e colocar mais marquises ou toldos (PA/CMOT), não concordam que a arborização existente na cidade seja suficiente para manter o conforto térmico na cidade, em contrapartida das outras opções que dependeriam do tempo em que essas pessoas permanecem em locais arborizados (PA/O, PA/PR/CMOT, PR, PR/CMOT).

As pessoas tendem a relacionar a arborização na cidade de Lages com frio e quando questionadas em relação a sugestões de melhoria para o conforto térmico, pensam em algo que vá suprir o papel das árvores e seja mais efetivo na opinião deles, como por exemplo as marquises ou pintar as ruas, entre outras. As marquises ou toldos sozinhos apenas ajudam as pessoas a não se molharem e reduzem pouco o sombreamento; pintando as ruas, com cores claras, parte da radiação irá ser refletida e com cores escuras, irá ser absorvida. As árvores nesse contexto, além de reduzirem a temperatura atmosférica e de superfície, irão aumentar a umidade relativa do ar e diminuir a velocidade do vento, deixando o ambiente termicamente agradável.

Portanto, como foi visualizado, a população sente mais falta das árvores nos momentos em que elas estão com calor ou neutras, enquanto que no frio, não sentem tanto essa diferença, pois muitas pessoas preferem ambientes abertos, não sombreados (LIN *et al.*, 2010).

Nesse sentido, Leal *et al.* (2008) e Zamproni *et al.* (2013) afirmam que tipos de árvores diferentes (perenifólias ou caducifólias), podem gerar tipos diferentes de conforto térmico para a população, ou seja, árvores perenifólias são mais efetivas em estações ou dias mais quentes (permitem um maior sombreamento) e espécies caducifólias são mais efetivas em estações ou dias mais frios (permitem a maior passagem de radiação solar, auxiliando no aquecimento da

superfície). Portanto, para o caso de Lages-SC, é sugerido que haja a implantação de uma arborização mista, ou seja, com um conjunto de espécies tanto caducifólias e quanto perenifólias, para otimizar esse conforto ambiental.

Pataki *et al.* (2011) afirmam que as áreas verdes urbanas podem deixar o ambiente urbano com menor temperatura. Essa questão é benéfica em estações mais quentes como na primavera e no verão ou em dias mais quentes, porém, torna-se um problema no outono e no inverno, ou em dias mais frios, visto que a cidade de Lages-SC possui um clima muito frio naturalmente, sendo necessário em dias mais frios a adoção de outras infraestruturas para que, em conjunto com as árvores, possam manter o conforto térmico da população.

Dentre as pessoas que se enquadram como estudantes ou trabalhadores que frequentam diariamente o perímetro central da cidade, tendem a reconhecer cada vez mais a importância das árvores, porque possuem mais conhecimento ou frequentam aqueles locais com certa frequência, seja no horário de almoço para algum lazer, ou até mesmo para se abrigarem do calor ou se esquentarem enquanto trabalham. Por isso, para melhorar o conforto térmico urbano, acabam sugerindo medidas como plantio de árvores em conjunto com marquises, toldos e outros, sendo um conjunto entre esses elementos, algo que irá realmente funcionar para trazer a neutralidade térmica às pessoas (FRANÇA, 2010; GIMENES *et al.*, 2011).

Seguindo as alternativas que a população propôs, apenas 39% dos entrevistados que escolheram as sugestões: plantio de árvores e outras sugestões (PA/O), plantio de árvores e pintar as ruas e colocar mais marquises ou toldos (PA/PR/CMOT), pintar as ruas (PR) e pintar as ruas e colocar mais marquises ou toldos (PR/CMOT), que permanece uma hora ou mais em ambientes arborizados ( $>=1$ ), acredita que a quantidade de árvores existentes não é adequada para a cidade.

Dos indivíduos que não permanecem uma hora em ambientes arborizados, 61% dos que possuíam 18-20 anos, 25-34, 35-44, 45-54 ou  $>64$  anos não concordaram que a arborização atual esteja presente em quantidade adequada, em contrapartida, de 39% das pessoas que possuíam 21-24 e 55-64 anos, que também apresentaram a mesma opinião. A faixa etária de 18-20 anos, 25-34, 35-44, 45-54 e  $>64$  anos, compõem a grande massa de trabalhadores, estudantes e aposentados que frequentam o bairro para seus afazeres, sendo assim eles conseguem perceber mais evidentemente a importância das árvores no contexto da cidade.

Pode-se perceber, também, que a parte das pessoas que não permanecem nem uma hora em ambientes arborizados acreditam que a quantidade de árvores no perímetro urbano é suficiente para manter o conforto térmico, porque essas pessoas não possuem tempo de

frequentarem ambientes arborizados, devido a rotina de trabalho durante o dia todo em locais fechados ou até mesmo se essa pessoa usa meios de locomoção como carros ou transportes públicos, acabam não usufruindo diretamente desses benefícios no caminho dos seus afazeres. Em contrapartida, parte das pessoas que permanece por uma hora ou mais, usufruindo diretamente dos benefícios do conforto térmico natural, seja andando para seus afazeres ou realizando exercícios físicos e lazer, tendo contato diretamente com as árvores, acreditam que a quantidade de árvores existentes não são o suficiente para manter o conforto térmico da população (BRUN, F. G. K., observação pessoal, 2020).

Portanto, a hipótese desse estudo foi aceita e é sugerido que os órgãos públicos da cidade de Lages – SC invistam mais em programas efetivos de educação ambiental e mais estudos voltados para a área de arborização urbana, visando mostrar para a população os benefícios de uma arborização bem planejada, como por exemplo, o conforto térmico da cidade em conjunto com outras infraestruturas.

Sugere-se também a implantação de árvores caducifólias e perenifólias de preferência nativas, em locais adequados, bem distribuídas, para que as mesmas consigam promover o conforto térmico necessário para a população da cidade. As árvores caducifólias em conjunto com algumas perenifólias (menor quantidade que as caducifólias) atenderão o que a população urbana de Lages-SC (clima Cfb) necessita, sombra no verão e sol no inverno (ajudam na passagem de radiação solar para a superfície, aquecendo os habitantes da cidade). Leis também poderiam ser implementadas e fiscalizadas pelo poder público, para que o manejo e o plantio de árvores possam ser feitos adequadamente. Pois afinal é necessário considerar a população como participante protagonista no papel de arborizar a cidade, junto ao poder público.

### **3.4 CONCLUSÕES**

Baseado nos resultados obtidos, pode-se verificar que a população Lageana do bairro Centro, acredita que as árvores influenciam no conforto térmico urbano, porém somente a quantidade que possui na cidade não está sendo suficiente para manter o conforto térmico ao longo das estações do ano, logo, a população do bairro Centro quer mais árvores na cidade, porém, sabe-se que as mesmas devem ser planejadas, para que não gerem estresse térmico por frio na população.

O planejamento deve ser bem realizado para não causar problemas de estresse térmico pelo frio ou calor, como a cidade já possui um clima mais frio, é sugerindo o uso de mais

espécies caducifólias (permitirão a passagem da radiação solar em meio a épocas mais frias) e uma menor quantidade de espécies perenifólias (geram sombreamento e refrescam a população em épocas mais quentes).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, D. da S.; SILVA, D. S.; KUHNEN, A. Preferências ambientais e possibilidades de restauro psicológico em campi universitários. **Revista Psicologia: Ciência e Profissão.** Brasília – DF, v.36, n.4, 2016. p.893-806.
- ALMEIDA, P. M. de. **Influência da ventilação natural na sensação térmica do usuário em ambiente educacional.** 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória – ES, 2019. 95 p.
- ALVARES, A. C.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift.** v. 22, n. 6, jan. 2013. p.711–728.
- AMATO-LOURENÇO, L. F.; MOREIRA, T. C. L.; ARANTES, B. L. de; SILVA FILHO, D. F. da; MAUAD, T. Metrópoles, cobertura vegetal, áreas verdes e saúde. **Revista Estudos Avançados.** São Paulo – SP, v.30, n.86, 2016. p.113-130.
- BASTOS, F. E. A.; CAMARGO, S. S.; MENEGUZZI, A.; KRETZCHMAR, A. A.; RUFATO, L. Levantamento florístico e características das espécies em praças públicas em Lages-SC. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU.** Piracicaba – SP, v.11, n.1, 2016. p.34-42.
- BERTUZZI, F. B.; MOSCARELLI, F. da C.; CARDOSO, G. T. Avaliação pós-ocupação aplicada ao espaço público: o caso do Campo Fredolino Chimango da cidade de Passo Fundo/RS. **Revista de Arquitetura IMED.** Passo Fundo – RS, v.7, n.2, 2018. p.141-160.
- CABRAL, P. I. D. Arborização urbana: problemas e benefícios. **Revista on-line IPOG – Especialize.** Goiânia – GO, v.1, n.6, 2013. p.1-15.
- CARVALHAIS, C. A. A. **Contribuição para o estudo da tolerância humana a ambientes térmicos extremos: ensaios de validação de câmara climática.** 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais), Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2011. 162p.
- CHAN, S. Y.; CHAU, C. K.; LEUNG, T. M. On the study of thermal comfort and perceptions of environmental features in urban parks: A structural equation modeling approach. **Building and Environment Journal.** United Kingdom, v.122, n.1, 2017. p.171-183.
- CHAVES, C. L.; CRUZ, A. P.; MANFREDI, S. Perspectivas de conservação dos espaços verdes suburbanos no município de Lages, SC. **Revista Biodiversidade Pampeana.** Uruguaiana – RS, v.9, n.1, 2011. p.50-60.

- CHEUNG, S. S., MCLELLAN, T. M.; TENAGLIA, S. The thermophysiology of uncompensable heat stress. **Sports Medicine Journal**. Canada, v.29, n.5, 2000. p.329-359.
- CIDADE-BRASIL. **Município de Lages – SC, 2016**. Disponível em: < <https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-lages.html>>. Acesso em: 03 de fev. 2020.
- CLIMATE-DATA. **CLIMA LAGES - SC**. Disponível em: < <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/santa-catarina/lages-3452/>>. Acesso em: 03 de fev. 2020.
- COSTA, C. G. F.; BEZERRA, R. F.; FREIRE, G. S. S. Avaliação da percepção da arborização urbana em Fortaleza. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU**. Piracicaba – SP, v.8, n.4, 2013. p.73-88.
- DACANAL, C.; LABAKI, L. C.; SILVA, T. M. L. da. Vamos passear na floresta! O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos. **Revista Ambiente Construído**. Porto Alegre – RS, v.10, n.2, 2010. p.115-132.
- DOBBERT, L. Y.; ZANLORENZI, H. C. P. Arborização urbana e conforto térmico: um estudo para a cidade de Campinas/SP/Brasil. **Revista Labverde**. São Paulo – SP, v.1, n.9, 2014. p.73-85.
- DRAY, W. T. **Arborização condominial em Manaus: um estudo sobre as percepções dos moradores**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade), Universidade Federal do Amazonas, Manaus – AM, 2014. 109p.
- DUARTE, T. E. P. N.; ANGEOLETTO, F.; SANTOS, J. W. M. C.; SILVA, F. F. da; BOHRER, J. F. C.; MASSAD, L. Reflexões sobre arborização urbana: desafios a serem superados para o incremento da arborização urbana no Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**. Maringá – PR, v.11, n.1, 2018. p. 327-341.
- FRANÇA, F. P. de M. **Configuração urbana e conforto térmico externo: uma avaliação em espaços urbanos de Maceió – AL**. 2010. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal de Alagoas, Maceió-AL, 2010. 152 p.
- GARTLAND, L. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. São Paulo – SP: Editora Oficina de Textos, 1<sup>a</sup> ed., 2011. 256p.
- GIMENES, R.; ROMANI, G. da N.; BATISTA, G. S.; PIVETTA, K. F. L. Interpretação do uso, do mobiliário e da arborização da Praça Sete de Setembro, Ribeirão Preto, SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU**. Piracicaba – SP, v.6, n.3, 2011. p.22-42.
- GROSS, A.; DORS, P.; CAMPOS, K. A. de; SILVA, A. C. da; HIGUCHI, P. Percepção dos moradores e avaliação da arborização em bairros periféricos na cidade de Lages, SC. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU**. Piracicaba – SP, v.7, n.2, 2012. p.24-36.
- HAMADA, S.; OHTA, T. Seasonal variations in the cooling effect of urban green areas on surrounding urban areas. **Urban Forestry & Urban Greening Journal**. Germany, v.9, n.1, 2010. p.15-24.

HEALEY, K.; WEBSTER-MANNISON, M. Exploring the influence of qualitative factors on the thermal comfort of office occupants. **Architectural Science Review Journal**. United Kingdom, v.55, n.3, 2012. p.169-175.

HIRASHIMA, S. Q. da S. **Calibração do índice de conforto térmico temperatura fisiológica equivalente (PET) para espaços abertos do município de Belo Horizonte, MG**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável), Universidade Federal de Minas Gerais – Escola de Arquitetura, Belo Horizonte – MG, 2010. 227 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Série: Manuais técnicos em geociências n.1, 2<sup>a</sup> ed., Rio de Janeiro – RJ: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012. 271p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Lages – SC, 2019**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/lages/panorama>>. Acesso em: 17 de abr. 2019a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **População Rural e Urbana**. Disponível em: <<https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>>. Acesso em: 07 de fev. 2020a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Tabela 1552 – População residente, por situação de domicílio e sexo, segundo a forma de declaração da idade e a idade**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1552#/n6/4209300/n102/4209300001/v/all/p/last%201/c1/0/c2/all/c286/0/c287/0,6653,93070,93084,93085,93086,93087,93088,93089,93090,93091,93092,93093,93094,93095,93096,93097,93098,93099,93100/d/v1000093%202/l,p+t+c2+c1,c286+c287+v/resultado>>. Acesso em: 04 de mar. 2020b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Características urbanísticas do entorno dos domicílios | 2010**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/tipologias-do-territorio/24702-caracteristicas-urbanisticas-do-entorno-dos-domicilios.html?=&t=downloads>>. Acesso em: 19 de jun. 2020c.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **INMET: Tempo**. Disponível: <<https://tempo.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 13 de ago. 2020.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. **Ergonomics of the thermal environment - assesment of the influence of the termal environment using subjective judgment scales, ISO 10551**. Geneva, 1995.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. **Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria, ISO 7730**. Geneva, 2005.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. **Ergonomics of the thermal environment - Estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble, ISO 9920**. Geneva, 2007.

- KENNEY, W. L.; MUNCE, T. A. Invited review: aging and human temperature regulation. **Journal of Applied Physiology.** Pensylvannia, U.S.A., v.95, n.6, 2003. p.2598-2603.
- KÜSTER, L. C.; STEDILLE, L. I. B.; DACOREGIO, H.; SILVA, A. C. da; HIGUCHI, P. Avaliação de riscos e procedência de espécies arbóreas nas escolas estaduais de Lages, SC. **Revista de Ciências Agroveterinárias.** Lages – SC, v.11, n.2, 2012. p.118-125.
- LEAL, C.; GANHO, N.; CORDEIRO, A. M. R. O contributo dos espaços verdes da cidade de Coimbra (Portugal) no topoclima, microclima e no conforto bioclimático. **Revista Cadernos de Geografia.** Coimbra, Portugal, v.1, n.26/27, p.333-341, 2008.
- LEME, S. E. G.; SILVA, M. C. da. Material instrucional de educação ambiental: instrumento de gestão pública em Curitiba, PR. **Revista Linhas Críticas.** Brasília – DF, v.16, n.31, 2010. p.327-346.
- LIN, T.; MATZARAKIS, A.; HWANG, R. Shading effect on long-term outdoor thermal comfort. **Building and Environment Journal.** United Kingdom, v.45, n.1, 2010. p.213-221.
- LIN, T.; DEAR, R. de; HWANG, R. Effect of thermal adaptation on seasonal outdoor thermal comfort. **International Journal of Climatology.** U.S.A., v.31, n.1, 2011. p.302-312.
- LUCENA, R. L.; CABRAL JÚNIOR, J. B.; STEINKE, E. T. Índices de (des)conforto humano em um município de clima semiárido. **Revista Brasileira de Geografia Física.** Recife-PE, v.13, n.7, 2020. p.3287-3303.
- MARTELLI, A. Arborização urbana *versus* qualidade de vida no ambiente construído. **Revista Científica Faculdades do Saber.** Mogi Guaçu – SP, v.1, n.2, 2016. p.133-142.
- MARTINI, A. **Microclima e conforto térmico proporcionado pelas árvores de rua na cidade de Curitiba – PR.** 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2013. 129 p.
- MIDDEL, A.; SELOVER, N.; HAGEN, B.; CHHETRI, N. Impact of shade on outdoor thermal comfort—a seasonal field study in Tempe, Arizona. **International Journal of Biometeorology.** Germany, v.60, n.1, 2016. p.1849-1861.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Modelo adaptativo de conforto para avaliação *in loco* de espaços urbanos abertos. **Revista Ambiente Construído.** Porto Alegre – RS, v.12, n.1, 2012. p.61-79.
- MOSER, P.; SILVA, A. C. da; HIGUCHI, P.; SANTOS, E. M. dos; SCHMITZ, V. Avaliação pós-tempoestade da arborização do campus da Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages-SC. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana - REVSBAU.** Piracicaba - SP, v.5, n.2, 2010. p.40-51.
- MOSER, P.; SILVA, A. C. da; HIGUCHI, P.; SCHMITZ, V. Inventário da arborização e distribuição de praças-jardim em bairros centrais e periféricos de um município do sul do Brasil. **Revista Espacios.** Caracas – Venezuela, v.38, n.38, 2017. p.21-31.

- NASIR, R. A.; AHMAD, S. S.; AHMED, A. Z. Physical activity and human comfort correlation in an urban park in hot and humid conditions. **Procedia - Social and Behavioral Sciences Journal**. United Kingdom, v.105, n.1, 2013. p.598-609.
- OLIVEIRA, S.; VAZ, T.; ANDRADE, H. Perception of thermal comfort by users of urban green areas in Lisbon. **Revista Finisterra**. Lisboa – Portugal, v.49, n.98, 2014. p.113-131.
- PATAKI, D. E.; CARREIRO, M. M.; CHERRIER, J.; GRULKE, N. E.; JENNINGS, V.; PINCETL, S.; POUYAT, R. V.; WHITLOW, T. H.; ZIPPERER, W. C. Coupling biogeochemical cycles in urban environments: ecosystem services, green solutions, and misconceptions. **Frontiers in Ecology and the Environment Journal**. U.S.A., v.9, n.1, 2011. p.27-36.
- PANTAVOU, K.; THEOHARATOS, G.; MAVRAKIS, A.; SANTAMOURIS, M. Evaluating thermal comfort conditions and health responses during an extremely hot summer in Athens. **Building and Environment Journal**. United Kingdom, v.46, n.1, 2011. p.339-344.
- PINHEIRO, P. B. G.; BARCELLOS, A; WOJCIKIEWICZ, C. R; BATISTA, D. B.; BRUN, F. G. K.; MAZUCHOWSKI, J. Z.; LEAL, L.; MUCHAILH, M. C.; FERRONATO, M. de L.; SCHARNIK, M.; CONTE, P. A.; SILVA, P. L. da; BOBROWSKI, R.; ALQUINI, Y. **Manual para elaboração do Plano Municipal de Arborização Urbana**. Ministério Público do Estado do Paraná. Curitiba – PR, 2<sup>a</sup> ed., 2018. 67p.
- PIRES, N. A. M. T.; MELO, M. da S.; OLIVEIRA, D. E. de; XAVIER-SANTOS, S. A arborização urbana do município de Goianira/GO – caracterização quali-quantitativa e propostas de manejo. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU**. Piracicaba – SP, v.5, n.3, 2010. p.185-205.
- PIZZIOLI, B. V.; TOSTES, R.; SILVA, K.; ARRUDA, V. M. Arborização urbana: Percepção ambiental dos moradores dos bairros Bom Pastor e Centro da cidade de Ubá/MG. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET**. Santa Maria – RS, v.18, n.3, 2014. p.1162-1169.
- REIS, C. A. M. dos; SILVA, A. C. da; HIGUCHI, P.; SOUZA, S. T. de; FERREIRA, C. J. S. M.; MICHELON, B.; MORO, L. Diagnóstico da vegetação arbórea e proposta de arborização do rio Carahá na cidade de Lages, SC. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana - REVSBAU**. Piracicaba – SP, v.4, n.3, 2009. p.130-142.
- RODRIGUES, T. D.; MALAFAIA, G.; QUEIROZ, S. E. E.; RODRIGUES, A. S. de L. Percepção sobre arborização urbana dos moradores em três áreas de Pires do Rio – Goiás. **Revista de estudos ambientais (Online) – REA**. Blumenau – SC, v.12, n.2, 2010. p.47-61.
- R PROJECT. **The R Project for Statistical Computing**. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>. Acesso em: 12 de mai. 2020.
- SANTOS, E. M. dos; SILVEIRA, B. D. da; SOUZA, A. C. de; SCHMITZ, V.; SILVA, A. C. da; HIGUCHI, P. Análise quali-quantitativa da arborização urbana em Lages, SC. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. Lages – SC, v.12, n.1, 2013. p.59-67.

SHAMS, J. C. A.; GIACOMELI, D. C.; SUCOMINE, N. M. Emprego da arborização na melhoria do conforto térmico nos espaços livres públicos. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU**. Piracicaba - SP, v.4, n.4, 2009. p.1-16.

SILVA, I. M. da.; GONZALEZ, L. R.; SILVA FILHO, D. F. da. Recursos naturais de conforto térmico: um enfoque urbano. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU**. Piracicaba - SP, v.6, n.4, 2011. p.35-50.

SILVA, I. M. da. **Efeitos do uso e cobertura do solo sobre o conforto higrotérmico**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências – Recursos Florestais), Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba – SP, 2012. 173p.

SILVA, G. M. A. da; BRUN, E. J.; BRUN, F. G. K.; CALLEGARO, R. M.; COSTA, C. D. de P. Metanálise do Conteúdo Técnico de Diferentes Planos Diretores de Arborização Urbana do Brasil. **Revista de Extensão e Estudos Rurais – REVER**. Viçosa – MG, v.8, n.2, 2019. p.62-83.

SOUZA, S. M. de; CARDOSO, A. de L.; SILVA, A. G. da. Estudo da população sobre a arborização urbana, no município de Alegre – ES. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU**. Piracicaba - SP, v.8, n.2, 2013. p.68-85.

TALAIA, M. Riscos para a saúde num ambiente térmico frio: o vestuário e uma onda de frio. **Revista Territorium**. Coimbra – Portugal, v.23, n.1, 2016. p.43-50.

TEIXEIRA, I. F.; SANTOS, N. R. Z. dos; BALEST, S. de S. Percepção ambiental dos moradores de três loteamentos particulares em Santa Maria (RS) quanto a arborização de vias públicas. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU**. Piracicaba - SP, v.4, n.1, 2009. p.58-78.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC. **Comitê de ética e pesquisa com seres humanos**. Disponível em: <<https://www.udesc.br/comitedeeticaepesquisacomsereshumanos/formularios>>. Acesso em: 20 de ago. 2019.

VECCHI, R. de; CÂNDIDO, C.; LAMBERTS, R. O efeito da utilização de ventiladores de teto no conforto térmico em salas de aulas com condicionamento híbrido em um local de clima quente e úmido. **Revista Ambiente Construído**. Porto Alegre – RS, v.13, n.4, 2013. p.189-202.

WANG, Y.; BAKKER, F.; GROOT, R. de; WORTCHE, H.; LEEMANS, R. Effects of urban trees on local outdoor microclimate: synthesizing field measurements by numerical modelling. **Urban Ecosystems Journal**. U.S.A, v.18, n.1, 2015. p.1305-1331.

ZAMPRONI, K.; BATISTA, D. B.; MARTINI, A. Conforto térmico de uma rua arborizada com *Tabebuia chrysotricha* (MART. EX DC.) STANDL. Na cidade de Curitiba – PR. **Revista Geografar**. Curitiba – PR, v.8, n.2, p.8-25, 2013.

## **4 CAPÍTULO II – INFLUÊNCIA DA ARBORIZAÇÃO NO MICROCLIMA E NO CONFORTO TÉRMICO URBANO DO BAIRRO CENTRO DE LAGES – SC**

### **RESUMO**

Esse estudo teve como objetivo avaliar as diferenças entre variáveis meteorológicas e índices de estresse térmico em áreas arborizadas e não arborizadas na região central de Lages, SC, correlacionando esses índices com as áreas de copas nas ruas arborizadas. As variáveis meteorológicas foram coletadas em ruas arborizadas e não arborizadas do bairro centro. As coletas foram realizadas em três pontos de cada área nos horários 9h, 12h, 15h e 18h, durante as diferentes estações do ano. Os dados foram testados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e as suas médias por Scott-Knott e pelo teste Bifatorial, ambos a 5%. Foi calculado o índice de estresse térmico *Universal Thermal Climate Index - UTCI* dos locais. Baseado nos dados de área de copa ( $m^2$ ) das árvores procedeu-se ao cálculo de correlação de Pearson a 5% de significância entre esses dados e o estresse térmico nessas ruas. As temperaturas atmosféricas e de superfície apresentaram diferenças significativas entre ruas arborizadas e não arborizadas para as quatro estações, a umidade relativa do ar apresentou diferenças significativas em todas as estações, com exceção do verão. Já a velocidade do vento permaneceu em níveis aceitáveis ao metabolismo humano. Em relação aos níveis de estresse térmico para o calor, houve diferença significativa entre ruas arborizadas e não arborizadas no verão e na primavera, no outono e inverno não houve diferenças significativas. Pode-se verificar que a arborização não está sendo suficiente para manter o conforto térmico da população local, sendo necessário um maior planejamento e distribuição dessas árvores pela cidade.

**Palavras-chave:** Temperatura de Superfície; Temperatura Atmosférica; Umidade Relativa do ar; Velocidade do Vento.

### **ABSTRACT**

This study aimed to evaluate the differences between meteorological variables and heat stress indices in wooded and non-wooded areas in the Lages, SC, downtown, correlating these indices with the canopies areas in the wooded streets. The meteorological variables were collected in wooded and non-wooded streets in the downtown. Collections were carried out at three points in each area at 9 am, 12 pm, 3 pm and 6 pm, during the different seasons of the year. The data were tested for normality by the Shapiro-Wilk test and its averages by Scott-Knott and the Bifactorial test, both at 5%. The Universal Thermal Climate Index - UTCI thermal stress index of the locations was calculated. Based on the canopy area ( $m^2$ ) data of the trees, Pearson's correlation was calculated at 5% significance between these data and the thermal stress in these streets. The atmospheric and surface temperatures showed significant differences between wooded and non-wooded streets for the four seasons, the relative humidity of the air showed significant differences in all seasons, except for summer. The wind speed remained at levels acceptable to human metabolism. Regarding the levels of thermal stress for heat, there was a significant difference between wooded and non-wooded streets in summer and spring, in autumn and winter, there were no significant differences. It can be seen that urban trees are not being sufficient to maintain the thermal comfort of the local population, requiring greater planning and distribution of these trees throughout the city.

**Key-words:** Surface Temperature; Atmospheric Temperature; Air Relative Humidity; Wind Speed.

#### 4.1 INTRODUÇÃO

O clima exerce bastante influência sobre o ser humano, assim como o ser humano também desempenha um papel importante na dinâmica climática (principalmente a nível local - microclima) por meio de suas várias atividades no meio urbano. O meio urbano é alvo diversas práticas modificadoras da paisagem realizadas pelo homem. Podem ser citados a formação das chamadas ilhas de calor, que pode acarretar principalmente em doenças respiratórias, gerando aumento nos gastos do governo local na área da saúde, além do aumento de índices de insolação reduzindo o albedo e em consequência diminuindo a sensação de conforto térmico pela população (NÓBREGA; LEMOS, 2011). Nesse sentido, o emprego da arborização urbana pode ser um fator-chave para a redução dessas problemáticas.

A arborização pode ser entendida como todo vegetal de porte arbóreo localizado no meio urbano, podendo ser natural ou plantado em locais públicos (LONDE; MENDES, 2014). Uma floresta urbana bem planejada pode gerar diversos serviços ecossistêmicos, como: a promoção da biodiversidade urbana (organismos vivos e habitats) (serviço de suporte aos ecossistemas locais), também possui a função cultural de lazer como a promoção da interação das pessoas, a produção de um ambiente de restauração psicológica, o auxílio na educação ambiental das pessoas, funções de regulação ambiental como a redução de riscos de doenças humanas, por gerar um ambiente mais agradável e mais confortável para a realização de exercícios físicos, a função de produção, onde a partir da arborização pode-se gerar matéria-prima para a fabricação de produtos, entre outros, promovendo uma maior qualidade de vida da população e também na provisão da natureza para o bem estar humano (DUARTE *et al.*, 2017; GAUDERETO *et al.*, 2018).

Outros benefícios que as árvores bem planejadas poderiam gerar: evitam desmoronamentos, purificam o ar, embelezam as cidades, aumentam a permeabilidade do solo, protegem contra compactação e empobrecimento, podem servir de corredor ecológico para a fauna, valorizam imóveis, reduzem o escoamento superficial da água da chuva pela interceptação das árvores, aumentam a qualidade de vida da população, trazem melhorias climáticas como o conforto térmico, entre outros (ROSSETTI *et al.*, 2010; OLIVEIRA; ROSIN, 2013).

Para obtenção desses benefícios, é necessário que o planejamento e a implantação sejam feitos de maneira adequada, a fim de se reduzir os prejuízos, como por exemplo, o desconforto térmico e as ilhas de calor urbanas (ALBERTIN *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2011). Sendo assim, as árvores implantadas a partir de um bom planejamento, irão adequar a temperatura atmosférica, a umidade relativa do ar e a velocidade do vento de um ambiente, próximo a níveis aceitáveis para o conforto térmico humano (ARAÚJO *et al.*, 2017).

Segundo Ruas (1999), o conforto térmico em um determinado ambiente pode ser definido como a sensação de bem-estar de uma pessoa, sendo resultado da combinação satisfatória, nesse ambiente, da temperatura atmosférica (°C), umidade relativa do ar (%) e velocidade do vento (m/s), associado com as atividades desenvolvidas e com as vestimentas usadas pelas pessoas.

Sabe-se que existem intervalos ideais para o metabolismo humano, em que para a temperatura atmosférica, é de 20 °C a 26 °C, a umidade relativa do ar aceitável deve ser entre 30,01% a 70%, sendo que abaixo de 30% ou acima de 70% podem gerar sérios problemas de

saúde, e a velocidade do vento considerada ideal são valores menores do que 1,5 m/s (RUAS, 1999; ANVISA, 2003; BLAZEJCZYK *et al.*, 2010; MARTINI *et al.*, 2013a; MARTINI *et al.*, 2013b; MONTEIRO *et al.*, 2016; HIPÓLITO, 2018; UNIVERSAL THERMAL CLIMATE INDEX - UTCI, 2019; CGE, 2020).

Conforme Martini et al. (2014), entre os diferentes modelos para quantificar os graus de conforto ou estresse térmico, destaca-se o *Universal Thermal Climate Index* (UTCI). Esse modelo tem o objetivo principal de avaliar as condições térmicas de ambientes externos por meio da resposta fisiológica do corpo humano (MARTINI, 2013).

Trabalhos pelo Brasil apontam a influência da arborização do microclima urbano e suas variáveis meteorológicas (Temperatura Atmosférica, Umidade Relativa do Ar e Velocidade do Vento) (ARRUDA, 2010; DACANAL *et al.*, 2010; FROTA JÚNIOR *et al.*, 2018). No município de Lages-SC há poucos estudos relacionados ao conforto térmico ligados a arborização (REIS *et al.*, 2009; MOSER *et al.*, 2010; GROSS *et al.*, 2012; KÜSTER *et al.*, 2012; SANTOS *et al.*, 2013; BASTOS *et al.*, 2016; MOSER *et al.*, 2017), sendo eles pontuais de praças, algumas ruas e parques urbanos, deixando também a desejar por não mencionar nas suas leis a elaboração do Plano Diretor de Arborização Urbana e o manejo completo da arborização da cidade (LAGES, 1959; LAGES, 1962; LAGES, 1963; LAGES, 1965; LAGES, 1986; LAGES, 1988; LAGES, 1999; LAGES, 2004; LAGES, 2014; LAGES, 2018).

Diante do mencionado, os objetivos deste estudo foram: i. Avaliar as variáveis microclimáticas (temperatura atmosférica, umidade relativa do ar, velocidade do vento e temperatura de superfície) e, ii. Calcular e comparar os índices de estresse térmico por meio do *Universal Thermal Climate Index* (UTCI) em áreas arborizadas e não arborizadas no bairro centro da cidade de Lages, SC nas quatro estações do ano, correlacionando esses índices nas áreas arborizadas com as áreas de copas das árvores presentes nesses locais.

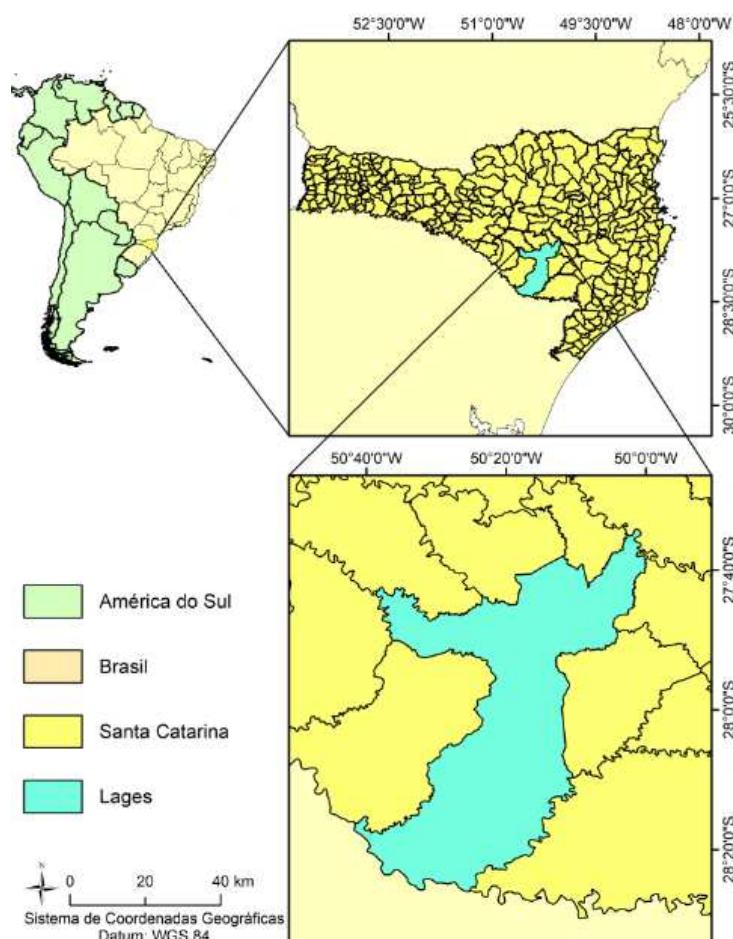
As hipóteses desse estudo, foram: i. O componente arbóreo urbano do bairro Centro de Lages-SC influencia diretamente sobre as variáveis ambientais: temperatura atmosférica (°C), umidade relativa do ar (%), velocidade do vento (m/s) e temperatura de superfície (°C) no bairro Centro da cidade de Lages-SC e, ii. O componente arbóreo não está sendo suficiente para manter o conforto térmico para a população nas quatro estações do ano.

## **4.2 MATERIAL E MÉTODOS**

#### 4.2.1 Descrição da área de estudo

O estudo foi realizado na cidade de Lages – SC, que está localizada dentre a latitude 27° 49' 0" Sul e a longitude 50° 19' 35" Oeste (Figura 10). O município possui cerca de 157.743 habitantes em uma área territorial de 2637,66 km<sup>2</sup>, com a altitude média de 952,7 m e área arborizada de 32,9% (IBGE, 2019a; INMET, 2020). O clima foi classificado por Alvares et al. (2013) como Cfb (clima subtropical, úmido), ou seja, clima sempre úmido, com verão quente, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano.

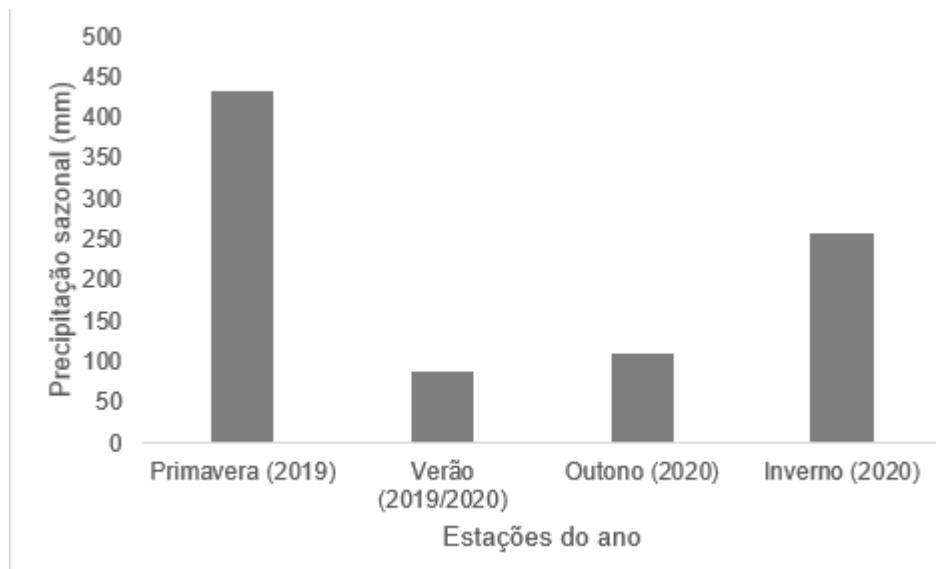
**Figura 10** - Localização do município de Lages no Estado de Santa Catarina, Brasil



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

A precipitação média é de cerca de 1.441 mm/ano, sendo que, de acordo com INMET (2020), os dados por estação do ano (23/09/2019 à 21/12/2019 – Primavera; 22/12/2019 à 19/03/2020 - Verão; 20/03/2020 à 19/06/2020 – Outono; 20/06/2020 à 21/09/2020 – Inverno), são apresentados abaixo (Figura 11).

**Figura 11 -** Níveis de precipitação acumulada nas estações dos anos de 2019 e 2020



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

As temperaturas mínimas médias variam entre 6,5°C a 15,7°C e as temperaturas máximas médias variam entre 17,2°C a 26,9°C (CIDADE-BRASIL, 2016; CLIMATE-DATA, 2018). Segundo o IBGE (2012), as fitofisionomias florestais presentes em Lages – SC são Floresta Ombrófila Mista Montana, Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana e Campos de Altitude.

#### 4.2.2 Coleta dos dados

A partir da seleção prévia de duas ruas arborizadas e duas não arborizadas, foi feito o inventário de todas as árvores presentes nessas quatro ruas por meio da metodologia utilizada por Maria e Biondi (2018) e Pinheiro *et al.* (2018). Os dados coletados nas ruas amostradas estão representados no Quadro 3.

**Quadro 3 - Variáveis quantitativas coletadas**

Variáveis coletadas	Método de coleta dos dados
Logradouro	Observação
Nome científico das espécies	Identificação em campo ou coleta de exsicatas para identificação posterior
Raios de projeção da copa (m)	Medidos nos quatro sentidos de projeção da copa (norte, sul, leste e oeste), uma vez por estação do ano, por meio de uma fita métrica
Área de projeção da copa ( $m^2$ )	Calculada por meio da fórmula: $A_{\text{copa}} = (\pi \cdot (2 \cdot (\pi \cdot r_i / n_r))^2) / 4$  Em que: $\pi = 3,14$ ; $\pi \cdot r_i$ = somatório dos raios de projeção da copa (m); $n_r$ = número de raios de projeção da copa (adaptado de Gomes e Pinto, 2017)
Temperatura atmosférica ( $^{\circ}\text{C}$ ), umidade relativa do ar (%) e velocidade do vento (m/s)	Medidos por meio de um termo-higro-anemômetro digital do modelo KR825 a 1,5 m do solo (Figura 12a) (adaptado de Castro e Costa, 2017 e Pereira Júnior <i>et al.</i> , 2016).
Temperatura de superfície ( $^{\circ}\text{C}$ )	Mensurada por via de um termômetro infravermelho do modelo KR380 (Figura 12b) (adaptado de Novais <i>et al.</i> , 2016).

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

**Figura 12:** Utilização dos equipamentos de medições microlimáticas: a – Termo-higro-anemômetro KR825; b - Termômetro infravermelho KR380



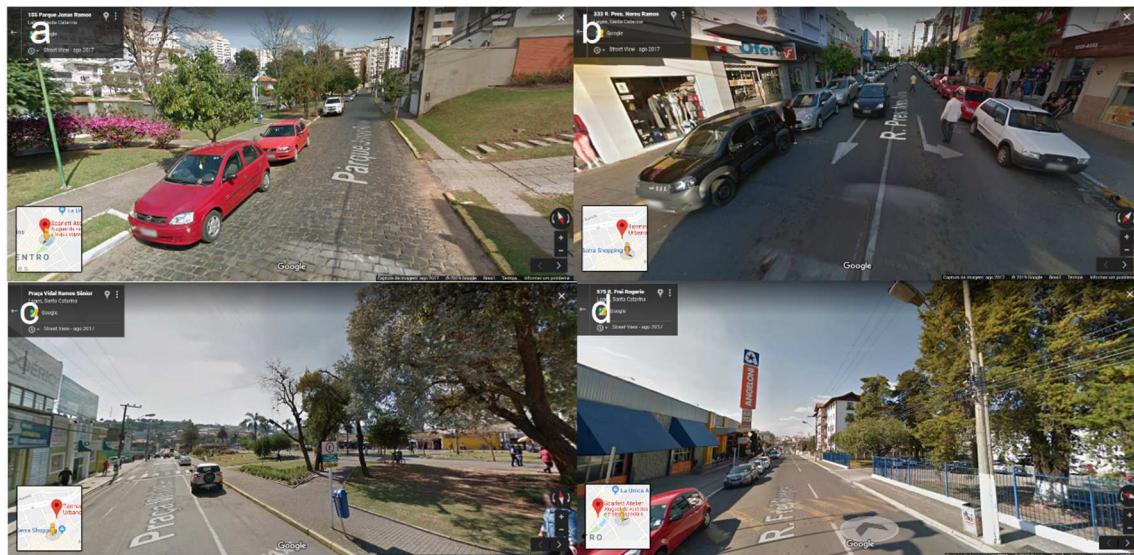
Fonte: Elaborada pelo autor.

Como uma adaptação da metodologia utilizada por Martini (2013), Maria (2014), Grzeca (2019) e SBMET (2019), foram feitas medições em sete dias para cada estação do ano,

em quatro vezes ao dia (9h, 12h, 15h e 18h), para poder abranger períodos diferentes dos dias das quatro estações do ano, pois nesses horários há diferença na evaporação evapotranspiração, radiação solar, umidade relativa do ar e velocidade do vento.

As leituras foram realizadas nas ruas mais arborizadas encontradas no bairro: rua Zeca Neves – Parque Jonas Ramos e na rua Presidente Nereu Ramos, que possuem intensa movimentação de pessoas, de veículos e concentração do comércio da cidade. Como ruas com nenhuma arborização, foram definidas as ruas da Praça Vidal Ramos Sênior, na lateral do terminal urbano de ônibus em Lages-SC, e a rua Frei Rogério, no qual possuem intensa movimentação de pessoas e veículos (Figura 13). Todas as ruas estão localizadas no sentido norte/sul. As leituras da primavera foram realizadas entre setembro a dezembro de 2019, as do verão entre dezembro de 2019 e março de 2020, as do outono de março de 2020 a junho de 2020 e as do inverno de junho de 2020 até setembro de 2020, todas quinzenalmente.

**Figura 13** - Ruas escolhidas para avaliação do conforto térmico urbano: a – rua Zeca Neves – Parque Jonas Ramos (tanque), b – rua Presidente Nereu Ramos, c – rua Praça Vidal Ramos Sênior (rua lateral ao terminal de ônibus de Lages-SC) e d – rua Frei Rogério



Fonte: GOOGLE MAPS (2019).

Em cada uma das quatro ruas, foram avaliados três pontos demarcados por GPS, sendo eles um na extremidade sul, outro na extremidade central e outro na extremidade norte das ruas (Figura 14). Na rua Zeca Neves (Parque Jonas Ramos), foi escolhido o ponto inicial sem nenhuma arborização, o ponto 2 (central), com indivíduos das espécies *Ligustrum lucidum* W.T.

Aiton e *Quercus robur* L. sombreando a área e no ponto 3, havia somente um indivíduo de *Inga virescens* Benth., sombreando o local da coleta. Na rua Presidente Nereu Ramos, o primeiro ponto possui um indivíduo da espécie *Prunus campanulata* Maxim. sombreando o local, o ponto 2 não havia sombreamento e o ponto 3 possuía apenas a marquise de um estabelecimento comercial. Os três pontos da rua Frei Rogério são desprovidos de arborização, sendo que o terceiro ponto possui apenas um indivíduo da espécie *Cycas revoluta* Thunb. (arbusto), proporcionando baixo nível de sombreamento. Na rua Praça Vidal Ramos Sênior os pontos 1 e 2 não possuíam sombreamento, enquanto o ponto 3, possui apenas um ponto de táxi com uma marquise sombreando o local.

**Figura 14** - Pontos na rua Zeca Neves (Parque Jonas Ramos – tanque): a - ao sul, b – ao centro e c – ao norte; pontos na rua Frei Rogério: d – ao sul, e – ao centro e f – ao norte; pontos na rua Presidente Nereu Ramos: g – ao sul; h – ao centro e i – ao norte; pontos na rua Praça Vidal Ramos Sênior (rua lateral ao terminal de ônibus de Lages-SC): j – ao sul, k – ao centro e l – ao norte



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

O índice de estresse térmico UTCI de cada local foi calculado no site da UTCI - *Universal Thermal Climate Index* (UTCI, 2019), a partir da velocidade do vento a 10 m de altura (m/s), a temperatura média radiante ( $^{\circ}$ C) e a umidade relativa do ar (%).

Para o cálculo da velocidade do vento a 10 m do nível do solo, foi utilizada a metodologia proposta por Bröde *et al.* (2012) (Equação 1):

$$va = va_{xm} \times (\log(10/0,01)/\log(x/0,01)) \quad (1)$$

Em que:  $V_a$  = Velocidade do vento a 10 m do nível do solo (m/s);  $V_{axm}$  = Velocidade do vento medida a 1,5 m de altura;  $x$  = altura no qual foi medida a velocidade do vento em metros.

Segundo a metodologia proposta pela ISO 7726 (ISO, 1998), a fórmula para calcular a temperatura radiante média ( $T_{rm}$ ), mediante ao proposto para convecção forçada, foi realizado conforme denotado abaixo (Equação 2):

$$T_{rm} = [(tg + 273)^4 + 2,5 \times 10^8 \times v_a^{0,6} \times (tg - ta)]^{1/4} - 273 \quad (2)$$

Em que:  $T_{rm}$  = Temperatura radiante média ( $^{\circ}\text{C}$ );  $T_g$  = Temperatura global ( $^{\circ}\text{C}$ ) (temperatura medida pelas estações do INMET (2020), por meio de estação automática);  $V_a$  = Velocidade do vento (m/s);  $T_a$  = Temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ).

As temperaturas globais foram consultadas no INMET (2020), nos horários previstos nas medições e, também, foram tiradas as médias dos dias para cada local e cada horário e cada estação, para o procedimento dos ajustes de dados. Para os horários em que a estação automática de Lages – SC apresentou algum tipo de problema, para o cálculo das médias, foram usados dados da estação de São Joaquim – SC, que possui a distância de 79 km de Lages-SC.

#### **4.2.3 Análise e processamento dos dados**

Foram feitas análises descritivas das temperaturas atmosféricas, umidades relativas do ar, velocidades do vento e temperaturas de superfície nos locais onde foram feitas as medições, nas duas estações do ano para as quatro ruas avaliadas (duas arborizadas e duas não arborizadas), subdivididas em três pontos cada (tratamentos), sendo mensuradas sete vezes por estação (repetições).

Para UTCI, as médias encontradas nos diferentes pontos de medição foram averiguadas pela avaliação de estresse térmico, sendo verificada segundo a tabela de classes e níveis de estresse térmico baseado no *Universal Thermal Climate Index* (UTCI) (Quadro 4).

**Quadro 4 -** Categorias de classes e níveis de estresse térmico baseado no UTCI

Classes do UTCI (°C)	Nível de estresse térmico
<-40	Extremo estresse para o frio
Entre -40 e -26,9	Muito forte estresse para o frio
Entre -27 e -12,9	Forte estresse para o frio
Entre -13 e -0,1	Moderado estresse para o frio
Entre 0 e 8,9	Pouco estresse para o frio
Entre 9 e 25,9	Sem estresse térmico (conforto)
Entre 26 e 31,9	Moderado estresse para o calor
Entre 32 e 37,9	Forte estresse para o calor
Entre 38 e 46	Muito forte estresse para o calor
>46	Extremo estresse para o calor

Fonte: Adaptado de Blazejczyk *et al.* (2010); Martini e Biondi (2015); *Universal Thermal Climate Index* (UTCI, 2019).

Também foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk, para verificação da normalidade e, tendo em vista a sua normalidade, foram avaliados via análise de variância e teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de significância das médias e pelo teste bifatorial também a 5% de significância, para comparação das médias entre as ruas arborizadas e as pouco ou sem nenhuma arborização, em diferentes pontos, sob diferentes horários, no software SisVar 5.6 (FERREIRA, 2019).

Por intermédio das áreas de projeção da copa, foi verificado, a partir da correlação de Pearson a 5% de significância, para as 6 primeiras e 6 últimas árvores nas ruas arborizadas (Zeca Neves e Presidente Nereu Ramos), com o índice de estresse térmico UTCI nas estações da primavera, verão, outono e do inverno, para verificar se as árvores estão contribuindo para amenizar os efeitos do estresse térmico no bairro Centro.

#### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral, as ruas arborizadas apresentaram menores temperaturas atmosféricas (TA) (°C) (Tabela 1).

**Tabela 1** - Temperatura atmosférica (°C) nas quatro estações

Ruas	Pontos	Temperatura atmosférica (°C)							
		Primavera				Verão			
		9h	12h	15h	18h	9h	12h	15h	18h
Ruas Arborizadas	1	23,06aA	26,85bA	28,61cA	25,71bA	24,29aA	28,62bB	31,83cA	28,54bA
	2	23,4aA	26,87bA	29,43dA	25,82bA	24,61aA	28,59bA	32,45cA	28,74bA
	3	23,77aA	26,96bA	30,02dB	26,1bA	25,18aA	28,99bA	32,64cA	28,87bA
Ruas Não Arborizadas	1	25,21bB	28,04cA	30,02dB	25,77bA	26,41aA	30,24bA	31,42cA	28,37bA
	2	24,46aB	27,68cA	30,28dB	25,74bA	25,29aA	29,64bA	31,12cA	28,26bA
	3	23,76aA	28,41cA	30,34dB	25,83bA	25,21aA	29,39bA	31,28cA	28,64bA
Outono									
Ruas Arborizadas	1	15,84aA	21,54cB	24,23dA	19,94bA	14,15aA	20,42bB	23,46cA	19,13bA
	2	15,48aA	21,32cA	25,12dA	19,89bA	13,82aA	20,34bA	24,46cA	19,29bA
	3	15,59aA	21,85cA	25,76dA	19,97bA	13,84aA	20,74bA	25,29cA	19,53bA
Ruas Não Arborizadas	1	17,96aA	22,97cA	25,34dA	20,49bA	15,30aA	20,49bA	25,24cA	19,59bA
	2	17,11aA	22,51cA	25,06dA	20,60bA	14,88aA	20bA	25,23cA	19,45bA
	3	16,45aA	21,44cA	25,03dA	20,06bA	14,32aA	18,61bA	25,66cA	19,42bA
		<20°C		Temperatura atmosférica abaixo do recomendado					
		Entre 20 e 26°C		Temperatura atmosférica ideal					
		>26°C		Temperatura atmosférica acima do recomendado					

Letras diferentes significam que os tratamentos foram diferentes entre si estatisticamente com 5% de significância, pelo teste de Scott-knott e pelo teste Bifatorial, onde letras minúsculas representam diferenças entre as colunas e as maiúsculas diferenças entre as linhas. De acordo com a ANVISA (2003), a cor branca refere-se a temperatura ideal para o ser humano (entre 20 a 26°C) e a cor vermelha refere-se a temperatura alta para o ser humano (>26°C).

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

De modo geral, as ruas arborizadas e não arborizadas apresentaram temperaturas atmosféricas acima do ideal ou em níveis ideais para o ser humano nas estações da primavera e do verão, diferindo-se do outono e do inverno, no qual apresentou tanto temperaturas amenas quanto em níveis ideais. Essa diferença é evidenciada entre os horários das 12h e 15h na primavera e das 12h ás 18h no verão, tal fato se deve, além do intenso tráfego de veículos e de pessoas e grande número de construções, às características climáticas da cidade.

Já em relação ao outono e inverno, a redução da temperatura atmosférica ocorreu forma oposta as outras estações, na qual de maneira geral, no horário das 9h em todos os pontos e as 18h somente na rua arborizada no outono, no inverno a temperatura atmosférica decaiu as 9h e as 18h em todos os pontos avaliados. Tal fator pode ser explicado por características climáticas da cidade e até mesmo árvores de espécies inadequadas para proporcionar o conforto térmico nessas estações mais frias.

Segundo Lima *et al.* (2020), a falta de vegetação, o intenso tráfego de veículos, movimentação de pessoas no meio urbano, construções e as pavimentações, podem fazer com que o ar permaneça por bastante tempo e frequentemente aquecido em horários diferentes.

No verão, a perda de calor em todas as ruas demorou para ocorrer, isso é explicado pela intensa emissão de radiação solar direta nessa estação. O ponto 1 das ruas não arborizadas, foi o único que, desde as 9h, já estava com as temperaturas atmosféricas elevadas para o ser humano. Isso deve-se ao fato desse local ser próximo a um estacionamento, sem árvores, onde o sol emite diretamente radiação e também sendo muito afetado pelo próprio clima da cidade. Sugere-se para a redução desse efeito, a implantação de mais árvores, compatibilizando com outras infraestruturas presentes na rua e/ou criar medidas paliativas como implantação de árvores em estacionamentos ao longo da cidade ou um programa de adoção de árvores por moradores ao longo da cidade.

Conforme Moura *et al.* (2010) e Lopes e Jardim (2012), as temperaturas atmosféricas em ambientes abertos tendem a ser menores no período do início da manhã (entre 7 a 9 h da manhã), aumentam a partir das 9 h e só irão decair novamente a partir das 18 h (horário em que o sol se põe), porque, nesse intervalo, há uma intensa recepção de radiação solar na atmosfera, sendo assim, a superfície terrestre tende a absorver esse calor durante o dia e emitir a partir das 18h, período que ocorre o resfriamento natural, sendo que, o horário desse resfriamento pode ser alterado com as características da cidade e estação do ano, e também com a presença de vegetação, podendo ser mais cedo ou mais tarde.

Gatto *et al.* (2020), em um estudo realizado para comparar Lecce na Itália e Lahti na Finlândia, encontrou que em áreas com árvores, no verão, os horários das 12h e 15h possuem maiores temperaturas atmosféricas quando em comparação com os outros horários avaliados. Isso se deve a alta taxa de radiação solar emitida nesses dois horários, nesse caso, a vegetação em área urbana também foi um dos fatores que chegou a reduzir 1,6 °C às 11 h e 1,4 °C às 15 h.

Na primavera, a maior redução da temperatura atmosférica proporcionada pela vegetação foi de 2,8 °C para as 12 h. Essa diferença não foi significativa entre as duas ruas arborizadas, mas sim para as duas ruas não arborizadas e entre as ruas arborizadas e não arborizadas. No período das 15h, a diferença de temperatura atmosférica entre as quatro ruas chegou a ser de 3,8 °C. Entre ruas arborizadas e não arborizadas, houve diferença significativa, a mais perceptível foi entre as ruas Zeca Neves (arborizada) e Praça Vidal Ramos Sênior (não arborizada), por conta do número de construções, árvores e circulação de veículos.

No verão, a diferença chegou a ser de 2,17°C às 12 h, sendo apenas significativamente diferentes, as ruas Zeca Neves (arborizada) e a Praça Vidal Ramos Sênior (não arborizada) e de 3,22°C para as 15 h, não havendo diferenças entre as quatro ruas, estatisticamente.

Jamei e Rajagopalan (2017), em Melbourne na Austrália, verificaram que houve uma redução de temperatura atmosférica durante o verão, as 9h e as 18h, pois há uma redução de emissão da radiação solar. Em Lages-SC, somente houve diferenças significativas apenas para as ruas Zeca Neves (arborizada) e Praça Vidal Ramos Sênior (não arborizada), na estação do verão, no qual, essa diferença chegou a ser de 3,46 °C as 9 h.

Abreu-Harbich *et al.* (2015), na região de Campinas – SP, perceberam que espécies como *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos, *Syzygium cumini* (L.) Skeels, *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze e *Cenostigma pluviosum* var. *peltophoroides* (Benth.) Gagnon & G.P.Lewis, chegaram a reduzir cerca de 0,9 a 2,8 °C das 6 às 10 h, variando de acordo com a espécie. Durante o verão, nesse estudo, espécies bem representativas na cidade de Lages-SC, como *Ligustrum lucidum* e *Prunus campanulata* chegaram a reduzir 2,5-3,5 °C em comparação com locais sem arborização.

Hamada e Ohta (2010) explicam que, em Nagoya no Japão, a diferença da temperatura do ar entre as áreas verdes e as áreas sem arborização foi maior no verão do que no inverno, chegando a 1,9 °C no verão e -0,3 °C no inverno. Isso pode ser explicado, segundo os autores, pela redução do efeito de sombreamento arbóreo no inverno, reduzindo, consequentemente, a temperatura atmosférica.

Oliveira *et al.* (2013), ao avaliarem o índice de sombreamento arbóreo e de área foliar na área urbana de Cuiabá-MT de espécies como *Mangifera indica* L., *Cassia fistula* L., *Roystonea oleracea* (Jacq.) O.F.Cook, *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch, *Caryota urens* L., *Vitex cymosa* Bertero ex Spreng., *Spondias purpurea* L. e *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. (espécies caducifólias e perenifólias) na primavera e no inverno, constataram que as espécies arbóreas melhoraram a qualidade ambiental dos locais estudados, sendo que um dos fatores mais importantes para isso seria a diferença de até 0,74 °C da redução de temperatura atmosférica que essas árvores proporcionaram.

Martini *et al.* (2013a), encontraram na cidade de Curitiba, para as estações do outono e do inverno, que os índices de estresse térmico variaram entre sem estresse até moderado estresse para o calor, observando a temperatura atmosférica nessas duas estações, isso sugere que a combinação de árvores e infraestrutura urbana para essas duas estações em relação a temperatura atmosférica está agradável nesse local.

De acordo com Barboza *et al.* (2020), outra variável bastante influente para o conforto térmico urbano é a umidade relativa do ar, que por sua vez, também impactará nas mudanças de temperatura atmosférica e de superfície.

Em relação a umidades relativas do ar (UR) (%) (Tabela 2), que de maneira geral, as ruas arborizadas apresentaram valores aceitáveis para o metabolismo humano.

**Tabela 2 - Umidade relativa do ar (%) nas quatro estações**

Ruas	Pontos	Umidade relativa do ar (%)							
		Primavera				Verão			
		9h	12h	15h	18h	9h	12h	15h	18h
Ruas Arborizadas	1	48,93aB	38,57bB	32,86cB	36,86bB	51,43aA	40,29bB	31,14cB	36,14bB
	2	46,79aB	38bb	32cB	36,43bB	50,86aA	40,29bB	31cB	36bB
	3	46,57aB	38,29bB	32,43cB	36,57bB	50aA	39,5bB	31,36cB	36,21bB
Ruas Não Arborizadas	1	44,43aB	37,71bB	29,5cB	36,64bB	47,79aA	38,57bB	32,57cB	36,93bB
	2	46,07aB	38,86bB	29,86cB	36,64bB	50,57aA	39,64bB	33,14cB	37,29bB
	3	48,07aB	36,64bB	30,07cB	37bB	50,21aA	39,21bB	32,71cB	36,93bB
Outono									
Ruas Arborizadas	1	45,79aA	37,57bB	29,93dB	32,64cB	69,57aA	47,07bB	35,50cB	44,21bB
	2	48,71aA	37,50bB	29,14dB	32,86cB	71,64aA	47,07bB	34,64cB	43,71bB
	3	49,00aA	37,21bB	28,21dB	33,50cB	71,64aA	46,43bB	33,21cB	42,71bB
Ruas Não Arborizadas	1	45,93aA	35,93bB	29,21dB	32,86cB	66,36aA	49bB	32,57cB	43,00bB
	2	47,43aA	36,93bB	29,00dB	32,64cB	67,14aA	50,50bB	32,29cB	43,79bB
	3	49,36aA	38,14bB	28,57dB	32,79cB	70,79aA	53,64bB	31,36cB	43,43bB
		<=30%	Umidade relativa do ar abaixo do recomendado						
		Entre 30,01 e 70%	Umidade relativa do ar ideal						
		>70%	Umidade relativa do ar acima do recomendado						

Letras diferentes significam que os tratamentos foram diferentes entre si estatisticamente com 5% de significância, pelo teste de Scott-knott e pelo teste Bifatorial, onde letras minúsculas representam diferenças entre as colunas e as maiúsculas diferenças entre as linhas. De acordo com Hipólito (2018) e CGE (2020), a cor branca refere-se à umidade relativa do ar aceitável para o ser humano (entre 30,01 a 70%) e a cor vermelha refere-se a baixa umidade relativa do ar para o ser humano (<=30%).

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Para o verão, a umidade relativa do ar permaneceu ideal em todos os pontos, horários e ruas estudadas, diferindo apenas da primavera, nos pontos 1 e 2 das ruas não arborizadas às 15 h apenas, no qual as ruas não arborizadas apresentaram as menores umidades, nos pontos 1 e 2 (29,5% e 29,86% respectivamente), do outono em todas as ruas e pontos às 15 h, no qual os valores de umidade apresentaram-se abaixo do recomendado para os seres humanos. Para a melhoria dessa condicionante é recomendado a implantação de mais árvores, pois a evapotranspiração irá auxiliar no processo de aumento da umidade.

No inverno, onde a umidade relativa do ar da cidade já é alta, os pontos 2 e 3 das ruas arborizadas e o ponto 3 das ruas não arborizadas, ambas as 9h, apresentaram umidade relativa do ar acima do recomendado, podendo causar prejuízos à saúde humana, isso reforça que as

espécies arbóreas devem ser estudadas e planejadas para gerar o serviço que a população necessita junto a infraestrutura urbana, sabendo que de certa forma essa umidade também está muito atrelada a estação do ano, ao clima da cidade e também a evapotranspiração.

Gatto *et al.* (2020), verificaram que a umidade relativa do ar chegou a aumentar durante as 11 h e cair a partir das 15 h. No presente estudo, a umidade começou a cair desde as 9 h, subindo novamente as 18 h. Isso ocorre devido ao aumento de radiação solar que ocorre a partir das 8 h.

Spangenberg *et al.* (2008), comparando locais da cidade de São Paulo – SP que possuem pouca, em quantidade adequada ou que não possuem arborização, avaliados de 7h as 19h, constataram que, no verão, locais arborizados contribuíram com o aumento de até 5% de umidade relativa do ar. Enquanto isso, nas áreas não arborizadas em todos os horários, houve um decréscimo na mesma proporção, variando com a emissão de radiação solar e de local para local. Nesse estudo, houve uma redução depois das 9h, para posterior aumento as 18h, o semelhante ocorreu na Primavera.

Johansson *et al.* (2013), compararam a umidade relativa do ar de áreas arborizadas e não arborizadas na cidade de São Paulo – SP no verão, e detectaram que em áreas pouco arborizadas, com presença de muitos prédios, e áreas sem arborização, a variação diurna de umidade relativa do ar foi de até 6%. Isso ocorre porque nos horários que a Terra recebe mais radiação solar, a temperatura atmosférica aumenta e a umidade relativa do ar cai. Nesse estudo, houveram variações diurnas de até 10,86 °C na primavera e até 11,16 °C no verão (valores altos para o sul do Brasil), ambos no ponto 1 da rua Presidente Nereu Ramos (local arborizado), que possui um indivíduo de *Prunus campanulata*. Para essa rua, seria sugerido uma distribuição mais efetiva dessas árvores, para que não fiquem aglomeradas somente em alguns pontos da rua e gerem benefícios mais perceptíveis a população.

Gheno *et al.* (2012) explicam que as variações microclimáticas como de umidade do ar e temperatura atmosférica e de superfície estão fortemente relacionadas ao uso e ocupação do solo urbano, sugerindo que a impermeabilização do solo, as edificações e construções, ausência de áreas verdes de grande porte, o excesso de pavimentação, o grande fluxo de veículos e pessoas em áreas urbanas centrais, estão contribuindo para a retenção de calor e redução de umidade relativa do ar, ocasionando uma situação ambiental desconfortável para aqueles que habitam ou circulam nas áreas urbanas. Ou seja, esse mesmo desconforto ambiental pode ser visto em áreas que não possuem vegetação, e também onde possui arborização, porém, muitos

prédios, como na rua Presidente Nereu Ramos (uma das ruas arborizadas), na região central de Lages – SC.

Na primavera e no outono (estações intermediárias), as ruas arborizadas e não arborizadas às 15 h, (em todos os pontos para o outono e nos pontos 1 e 2 das ruas não arborizadas) apresentaram uma umidade relativa do ar abaixo do recomendado pela Organização Mundial da Saúde (CGE, 2018; HIPÓLITO, 2020), gerando pelo fenômeno de cânions urbanos (NAKATA-OSAKI *et al.*, 2016). Embora esse fenômeno ocorreu em todas as ruas avaliadas, foi mais intenso na rua Presidente Nereu Ramos (rua arborizada).

Segundo Nakata-Osaki *et al.* (2016), os cânions urbanos são denominados pelas diversas formas de arranjo de superfícies, sendo constituído por paredes e chão (normalmente uma rua) entre dois edifícios adjacentes. Esse arranjo reconhece a natureza tridimensional da cobertura urbana e permite a interação entre edifícios, ao invés de tratá-los como objetos isolados. Esse fenômeno pode dar origem a outros, como por exemplo ilhas de calor urbanas, redução da umidade do ar e aumento de temperatura atmosférica (GARTLAND, 2011; KRÜGER; GONZALEZ, 2016; NAKATA-OSAKI *et al.*, 2016). Portanto, é reforçado que o uso de mais árvores é necessário na rua Presidente Nereu Ramos (rua arborizada), em conjunto com a prática da educação ambiental na população, é necessário para reduzir problemas como as doenças respiratórias, os cânions urbanos e o desconforto ambiental.

A variável velocidade do vento (VV) (m/s) não apresentou grandes diferenças significativas em nenhuma das estações do ano, nem em áreas arborizadas, nem em áreas não arborizadas, ou seja, não houveram grandes diferenças nem a nível de microclima e nem a nível de conforto térmico (Tabela 3).

Martini et al. (2013c) descrevem em seu trabalho que, em Curitiba - PR, a velocidade do vento máxima apresentou uma grande variação, não sendo possível observar uma tendência nas áreas arborizadas e não arborizadas, fato que também ocorreu em Lages-SC nas estações observadas, onde áreas arborizadas, como por exemplo as das ruas Presidente Nereu Ramos e Zeca Neves, possuíram pontos com maior ventilação quando comparadas com pontos das ruas não arborizadas: Frei Rogério e Praça Vidal Ramos Sênior.

**Tabela 3 -** Velocidade do vento (m/s) nas quatro estações

Ruas	Pontos	Velocidade do vento (m/s)							
		Primavera				Verão			
		9h	12h	15h	18h	9h	12h	15h	18h
Ruas Arborizadas	1	0,49bA	0,89bA	0,87bB	0,67bA	0,61aA	0,73aA	0,96aA	1,13aA
	2	0,2aA	0,41bA	0,16aA	0,22aA	0,33aA	0,69aA	0,38aA	0,67aA
	3	0,17aA	0,13aA	0,24aA	0,14aA	0,1aA	0,41aA	0,54aA	0,35aA
Ruas Não Arborizadas	1	0,46bA	0,48bA	0,44bA	0,26aA	0,41aA	0,97aA	0,64aA	0,71aA
	2	0,38aA	0,47bA	0,49bA	0,56bA	0,58aA	0,66aA	0,52aA	0,41aA
	3	0,09aA	0,56bA	0,16aA	0,35aA	0,44aA	0,86aA	0,46aA	0,36aA
		Outono				Inverno			
Ruas Arborizadas	1	0,49bA	0,26aA	0,53bA	0,28aA	0,55aA	0,64aA	0,37aA	0,43aA
	2	0,04aA	0,30aA	0,51bA	0,16aA	0,39aA	0,62aA	0,45aA	0,09aA
	3	0,10aA	0,18aA	0,41bA	0,05aA	0,23aA	0,41aA	0,29aA	0,11aA
Ruas Não Arborizadas	1	0,22aA	0,45bA	0,57bA	0,15aA	0,28aA	0,60aA	0,31aA	0,03aA
	2	0,15aA	0,30aA	0,34bA	0,00aA	0,39aA	0,39aA	0,53aA	0,21aA
	3	0,10aA	0,23aA	0,24aA	0,09aA	0,18aA	0,28aA	0,39aA	0,18aA
		<1,5 m/s				Velocidade do vento ideal			
		>=1,5 m/s				Velocidade do vento não recomendada			

Letras diferentes significam que os tratamentos foram diferentes entre si estatisticamente com 5% de significância, pelo teste de Scott-knott e pelo teste Bifatorial, onde letras minúsculas representam diferenças entre as colunas e as maiúsculas diferenças entre as linhas. De acordo com Ruas (1999), a cor branca refere-se à velocidade do vento ideal para o ser humano ( $\leq 1,5$  m/s), enquanto que a cor azul, refere-se à velocidade do vento não ideal para o ser humano ( $> 1,5$  m/s).

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Há uma certa tendência nas temperaturas de superfície (TS) (°C) (Tabela 4). De maneira geral, elas tendem a aumentar das 9h às 15h e reduzir as 18h, porém, esse aumento não é tão grande em áreas arborizadas, como no ponto 2 para estações da primavera, verão e outono. Já para o inverno, as ruas arborizadas não tiveram grandes diferenças significativas de temperaturas de superfície. Em relação as ruas não arborizadas, foi observado um aumento abrupto das temperaturas de superfície na primavera e no verão em todos os pontos, havendo diferenças em comparação com as ruas arborizadas. Já no outono, as ruas não arborizadas apresentaram desconforto em relação ao calor para a população em todos os pontos às 15 h e no inverno, apenas no ponto 1, no mesmo horário.

Em relação a temperaturas de superfície amenas, temos que na estação do verão não houve esse fenômeno, enquanto que na primavera, mesmo que em pouca quantidade, esse fenômeno aconteceu em todos os pontos das ruas arborizadas às 9h. Em relação ao outono e ao inverno, o quadro se inverte das outras estações, onde a maioria dos horários (9h, 12h e 18h), em ambas as estações, houve mais pontos com essas temperaturas amenas do que temperaturas

ideais ou acima do recomendado (Tabela 4). Esses fenômenos estão atrelados ao clima natural da cidade.

**Tabela 4 - Temperatura de superfície (°C) nas quatro estações**

Ruas	Pontos	Temperatura de superfície (°C)							
		Primavera				Verão			
		9h	12h	15h	18h	9h	12h	15h	18h
Ruas Arborizadas	1	18,38aA	29,71bA	33,33cA	27,12bA	22,57aA	33,03bB	37,53cA	32,87bA
	2	15,24aA	24,51bA	32,33cA	25,63bA	20,3aA	24,25aA	34,65bA	30,62bA
	3	17,34aA	23,52bA	34,94cA	28,02bA	22,41aA	25,33aA	41cB	32,41bA
Ruas Não Arborizadas	1	28,28bB	45,48dC	45,71dC	29,98bA	30,69bB	48,43dB	48,26dC	35,44bA
	2	25,54bB	37,39cB	39,1cB	27,78bA	28,7bB	45,79dB	40,80cB	32,71bA
	3	21,01aA	28,9bA	32,31cA	26,55bA	23,91aA	29,13bA	32,20bA	30,75bA
Outono									
Ruas Arborizadas	1	12,07aA	22,07cC	25,54cA	18,11bA	11,65aA	20,20cB	22,9cA	15,68bA
	2	10,14aA	12,94aA	24,72cA	17,84bA	11,01aA	13,70aA	20,67cA	16,38bA
	3	10,79aA	15,91bA	28,02dA	18,11bA	11,71aA	17,43bB	24,73cA	16,84bA
Ruas Não Arborizadas	1	16,53bB	28,65dC	34,66eB	20,81bA	13,07aA	22,29cC	29,29dB	18,01bA
	2	14,69aA	22,59cB	26,00cA	18,24bA	12,34aA	18,54bB	22,39cA	16,41bA
	3	13,38aA	16,42bA	28,24dA	20,30bA	12,36aA	14,53aA	23,67cA	17,58bA
<>20°C					Temperatura atmosférica abaixo do recomendado				
Entre 20 e 26°C					Temperatura atmosférica ideal				
>26°C					Temperatura atmosférica acima do recomendado				

Letras diferentes significam que os tratamentos foram diferentes entre si estatisticamente com 5% de significância, pelo teste de Scott-knott e pelo teste Bifatorial, onde letras minúsculas representam diferenças entre as colunas e as maiúsculas diferenças entre as linhas. De acordo com a ANVISA (2003), a cor branca refere-se a temperatura ideal para o ser humano (entre 20 a 26°C) e a cor vermelha refere-se a temperatura alta para o ser humano (>26°C).

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Basso e Corrêa (2014), em seu estudo realizado em Campo Grande-MS, observaram que árvores de grande porte, como por exemplo *Licania tomentosa* (oiti), tendem a reduzir a temperatura de superfície de calçadas em até 17°C e de asfalto em até 21°C, devido a projeção da copa para o respectivo pavimento, amenizando esse aumento de temperatura nesses ambientes.

Spangenberg *et al.* (2008) afirmam que, no seu estudo realizado em São Paulo, no verão, a temperatura de superfície em três casos (sem árvores, com baixa densidade de copa das árvores e com alta densidade de copa das árvores) demonstra que as florestas urbanas possuem um imenso impacto sobre essa temperatura de superfície. Sendo assim, o tratamento que verificou a menor redução da temperatura, foi o tratamento que utilizava baixa densidade da

copa das árvores, a reduziu cerca de até 5 °C e no tratamento com alta densidade de copa das árvores, a temperatura foi reduzida em até 12 °C.

Nesse estudo também ocorreu esse fator, no qual temos que, as maiores amplitudes térmicas de superfície, foram: 19,7 °C para as ruas arborizadas na primavera e 24,7 °C para as ruas não arborizadas na mesma estação; no verão para as ruas arborizadas, a amplitude foi de 20,7 °C, enquanto as ruas não arborizadas permaneceram com 24,52 °C. Para o outono, a amplitude foi de 17,88 °C para as ruas arborizadas e 21,28 °C para as ruas não arborizadas e no inverno, para as ruas arborizadas a amplitude térmica foi de 11,6 °C para as ruas arborizadas e 16,95 °C para as ruas não arborizadas.

Johansson *et al.* (2013), em um estudo realizado também na cidade de São Paulo, ao comparar a temperatura de superfície de áreas arborizadas e não-arborizadas, puderam perceber que a alta taxa de radiação solar ocorreu próximo às 13 h e a mais alta taxa de temperatura de superfície ocorreu às 15 h, afirmando que o intervalo entre os dois horários é o tempo necessário para a superfície absorver calor e aquecer. Esses locais podem receber reflexos de radiação dos prédios, o que aumenta ainda mais a temperatura, utilizando árvores, houve uma redução de até 13 °C.

Nesse estudo, portanto, resultados semelhantes foram encontrados, tanto na primavera quanto no verão, principalmente para as ruas arborizadas. Portanto, é necessária a inclusão de espécies adequadas de árvores, principalmente na rua Frei Rogério e na Praça Vidal Ramos Sênior (ruas não arborizadas), e também em alguns pontos das ruas arborizadas (Zeca Neves e Presidente Nereu Ramos), para reduzir a temperatura de superfície e o efeito dos cânions urbanos, nesses horários de pico.

No verão, às 18 h, as temperaturas de superfície, em todas as ruas de modo geral, ainda estavam altas para os seres humanos (Tabela 4) em todos os pontos analisados, pois os pavimentos não conseguiram refletir, até esse horário, a quantidade de calor absorvido durante o dia, demonstrando que se houvessem mais árvores nesses locais, a temperatura de superfície iria ser reduzida mais rapidamente. Esse aspecto também pode ser observado em 66,66% dos pontos na primavera (mais intenso nas ruas não-arborizadas).

Referente ao conforto térmico do UTCI para as ruas avaliadas (Tabela 5), para a primavera, o índice de desconforto térmico aumentou tanto para as classes moderado estresse para o calor e forte estresse para o calor, no período das 12 e das 15 horas para as ruas arborizadas e não arborizadas.

**Tabela 5** - Graus de estresse térmico do UTCI para as ruas avaliadas nas quatro estações

Ruas	Pontos	Graus de estresse térmico (°C)							
		Primavera				Verão			
		9h	12h	15h	18h	9h	12h	15h	18h
Ruas Arborizadas	1	19,74a A	22,34a A	28,37c A	30,03c A	22,7aA	26,79aA	26,54aA	30,31bA
	2	23,79b B	26,40b B	32,46c A	30,97c A	25,04aA	26,57aA	32,93bA	32bA
	3	23,86b B	29,60c B	32,77c A	31,37c A	28,07aA	29,50bA	31,43bA	33,07bA
	1	19,66a A	27,13b B	30,64c A	30,91c A	25,20aA	24,51aA	30,97bA	32,29bA
	2	21,49a A	26,97b B	30,69c A	30,23c A	22,66aA	26,59aA	31,26bA	32,91bA
	3	25,64b B	26,79b B	33,01c A	30,81c A	23,91aA	24,17aA	32,04bA	33,17bA
Outono									
Ruas Arborizadas	1	11,23a A	20,54a B	20,10a A	22,66b A	13,60aA	13,29aA	22,57bA	23,64bA
	2	17,67a B	18,96a A	19aA A	23,93b A	14,90a A	14,57aA	22,79bA	24,59bA
	3	16,20a B	21,01b A	19,17a A	24,46b A	15,94aA	18,16aA	24,09bA	24,64bA
	1	15,40a B	16,93a A	21,11b A	24,17b A	16,29aA	15,44aA	24,06bA	24,94bA
	2	16,99a B	20aA A	23,90b A	25,20b A	15,13aA	17,86aA	23,04bA	24,33bA
	3	18,50a B	19,83a A	24,47b A	23,77b A	16,71aA	17,66aA	23,69bA	24,41bA
Legenda (cor)					Níveis de estresse térmico				
					Extremo estresse para o frio				
					Muito forte estresse para o frio				
					Forte estresse para o frio				
					Moderado estresse para o frio				
					Pouco estresse para o frio				
					Sem estresse térmico (conforto)				
					Moderado estresse para o calor				
					Forte estresse para o calor				
					Muito forte estresse para o calor				
					Extremo estresse para o calor				

Letras diferentes significam que os tratamentos foram diferentes entre si estatisticamente com 5% de significância, pelo teste de Scott-knott e pelo teste Bifatorial, onde letras minúsculas representam diferenças entre as colunas e as maiúsculas diferenças entre as linhas.

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Nas ruas arborizadas, todos os pontos permaneceram em conforto térmico as 9 horas. As 12 horas, com exceção do ponto 1 das ruas arborizadas, todos os outros pontos das ruas

arborizadas e não arborizadas apresentaram estresse térmico para moderado calor, devido ao intenso trânsito de veículos, a grande quantidade de prédios e construções e a falta de vegetação.

Tanto as ruas arborizadas nos pontos 2 e 3 e as não arborizadas no ponto 3, apresentaram forte estresse térmico para o calor as 15h, em contrapartida dos pontos 1 das ruas arborizadas, 1 e 2 das ruas não arborizadas, que apresentaram moderado estresse para o calor no mesmo horário, isso ocorre devido ao intenso trânsito de veículos e pessoas, a grande quantidade de prédios e de construções. Já as 18 h, todos os pontos apresentaram moderado estresse térmico para o calor.

*Martini et al.* (2013a; 2013b), em Curitiba, PR, perceberam que na primavera houveram pontos sem e com estresse térmico (moderado para o calor), devido à pequena ou nenhuma quantidade de árvores em ruas não arborizadas, baixa heterogeneidade de espécies, espécies inadequadas para o serviço ecossistêmico necessário nessa rua (manter o conforto térmico da população) e também influência maior da velocidade do vento nas ruas não arborizadas da cidade. Isso se assemelha ao encontrado nesse estudo, podendo ser explicado, devido à baixa diferenciação da classificação climática entre Curitiba – PR e Lages – SC e a semelhança dos fatores citados anteriormente.

*Rovani et al.* (2012) explicam que, entre as 15 e 18 h, é o período mais propício para afetar o conforto térmico, pois a quantidade da radiação solar que chega a superfície terrestre é maior, aliada com fatores como maior circulação de automóveis, concentração de casas e prédios e falta de vegetação. Estes reduzem a umidade relativa do ar e aumentam a temperatura atmosférica, podendo gerar diversos problemas como a redução do conforto térmico urbano e as ilhas de calor. Problemas como a grande circulação de automóveis, pedestres, pouca camada vegetada e acúmulo de casas e prédios podem acabar gerando um aumento do desconforto também nos demais horários do dia.

*Peixoto e Sales* (2012) afirmam que praças são espaços estrategicamente projetados para propiciar um ambiente aberto confortável para as pessoas, no entanto, no estudo mencionado, foi evidenciado que os maiores valores de temperatura do ar foram nas praças, sendo proporcionados pela presença de asfalto ao redor da praça e a presença de pedras colocadas como o piso da praça, onde poderia existir jardins que melhorariam as condições do conforto térmico local. Todavia, é perceptível, pela análise dos dados levantados, uma quantidade de calor sensível acumulado, e a temperatura do ar por volta dos 30° C entre 13 h e 17 h, o que pode ser indício de má circulação de ventos locais, causando o desconforto térmico. O mesmo pode ser visualizado para o caso da Praça Vidal Ramos Sênior (rua não arborizada).

Para o verão, no horário das 9h, foi apresentado um moderado estresse térmico para o calor no ponto 3 das ruas arborizadas, os demais pontos apresentaram-se em conforto térmico. As 12 h, os pontos 1, 2 e 3 das ruas arborizadas e o ponto 2 das ruas não arborizadas, já estavam apresentando moderado estresse em relação ao calor. No horário das 15 h, o ponto 2 das ruas arborizadas e o ponto 3 das ruas arborizadas estavam com forte estresse térmico para o calor e os demais pontos estavam com moderado estresse para o calor. Já as 18 h, apenas o ponto 1 das ruas arborizadas estavam com moderado estresse para o calor, os demais foram classificados em forte estresse para o calor.

Minella e Krüger (2017) encontraram, para duas ruas de Curitiba – PR, no verão, índices de moderado a forte estresse para calor, assim como observado nesse estudo, para as 12 h as 18h. Jamei e Rajagopalan (2017), em Melbourne na Austrália, puderam verificar que houve uma redução de temperatura atmosférica durante o verão, às 9 h e às 18 h, pois há menor emissão da radiação solar nestes horários, aumentando o conforto térmico local, semelhante ao encontrado nesse estudo.

Milosevic *et al.* (2017) puderam constatar em seu estudo, realizado na Sérvia, que quanto mais árvores, menor o estresse térmico, portanto, maior o conforto térmico. Entre os seus três tratamentos, os que continham mais árvores apresentaram redução de até 1,2°C em relação aos que não tinham. É verificado, também, que os autores demonstram que a curva de desconforto térmico começa a cair após as 14 h, o que nesse estudo ocorre tanto na primavera quanto no verão, a queda no intervalo das 15 h e das 18 h, possivelmente por conta da radiação solar emitida em diferentes locais da cidade, do grande tráfego de pessoas e veículos e também do sombreamento proporcionado pelo alto número de prédios na região central da cidade.

Lee e Jim (2017), em seu estudo na região de Hong Kong, para o verão, verificaram que, na comparação de uma área de menor altitude sem vegetação e uma área com maior altitude e arborizada, o grau de desconforto térmico foi em torno de 36,8 °C, com diferença de 4,1 °C entre os dias ensolarados e nublados para a área não arborizada. Para a área arborizada, Lee e Jim (2017) observaram que essa diferença foi em torno de 32,4 °C, com diferenciação de 1,8 °C entre os dias ensolarados e nublados, assim como aconteceu nesse estudo para as estações da primavera e do verão, como no ponto 2 da rua Zeca Neves (rua arborizada) em comparação com o Ponto 3 da Praça Vidal Ramos Sênior (rua não arborizada).

Para o outono e inverno, não foram observadas diferenças significativas entre as ruas arborizadas e não arborizadas, e nem diferenças em relação ao conforto térmico que permaneceu sem estresse térmico para a população.

De maneira geral, todas as ruas avaliadas foram influenciadas pelo fenômeno de cânion urbano. Segundo Nakata-Osaki *et al.* (2016), esse fenômeno é denominado pelas diversas formas de arranjo de superfícies, sendo constituído por paredes e chão (normalmente uma rua) entre dois edifícios adjacentes. Esse arranjo reconhece a natureza tridimensional da cobertura urbana e permite a interação entre edifícios, ao invés de tratá-los como objetos isolados. Cânions urbanos são responsáveis pelo aumento do albedo, devido à alta capacidade de absorção de radiação solar e também pode dar origem ao fenômeno de ilhas de calor (diferenças significantes entre a temperatura atmosférica de áreas sem vegetação ou mais centrais em detrimento das áreas periféricas, rurais ou com mais vegetação). A arborização pode reduzir esse efeito dos cânions urbanos, pois as árvores, por meio da evapotranspiração, transformam a energia solar em água evaporada ao invés de calor e promovem sombra, arrefecendo o microclima próximo a elas (GARTLAND, 2011; KRÜGER; GONZALEZ, 2016; NAKATA-OSAKI *et al.*, 2016).

Nesse contexto, em locais como na rua Presidente Nereu Ramos (rua arborizada) e na rua Frei Rogério (rua não arborizada), onde a quantidade de árvores não é suficiente para promover o conforto térmico adequado, por conta dos cânions urbanos, é recomendado a implantação de mais áreas verdes urbanas onde for possível para otimização dos benefícios.

Ao todo foram contabilizados no inventário da rua Zeca Neves, 14 espécies pertencentes a 10 famílias diferentes (Tabela 6), enquanto que na rua Presidente Nereu Ramos, as espécies encontradas foram mais homogêneas (Tabela 7), onde a rua apresentou apenas duas espécies de uma única família.

**Tabela 6 - Inventário da rua Zeca Neves (Continua)**

Espécie	Área de copa (m <sup>2</sup> )			
	Primavera	Verão	Outono	Inverno
<b>Anacardiaceae</b>				
<i>Schinus molle</i> L.	84,91	85,56	105,81	102,83
<i>Schinus molle</i> L.	121,29	86,38	127,31	*
<b>Apocynaceae</b>				
<i>Nerium oleander</i> L.	7,67	8,92	12,84	5,70
<b>Araucariaceae</b>				
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	34,19	26,41	35,08	34,98
<b>Bignoniaceae</b>				
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	38,47	27,98	35,66	34,56
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	71,59	93,18	110,32	73,03
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	33,17	35,40	45,22	45,46
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	59,76	69,95	73,40	72,72
<b>Cupressaceae</b>				
<i>Thuja occidentalis</i> L.	8,81	8,65	11,91	11,97
<i>Thujopsis dolobrata</i> (Thunb. ex L.f.) Siebold & Zucc.	22,05	20,58	23,27	24,57
<b>Fabaceae</b>				
<i>Inga virens</i> Benth.	13,20	15,44	16,29	21,14
<i>Inga virens</i> Benth.	14,51	16,07	25,68	27,93
<i>Inga virens</i> Benth.	4,91	7,57	5,87	5,72
<i>Inga virens</i> Benth.	9,07	6,53	14,41	4,54
<i>Inga virens</i> Benth.	13,20	19,70	27	25,68
<i>Inga virens</i> Benth.	8,68	9,67	8,89	11,67
<i>Inga virens</i> Benth.	10,46	11,64	11,04	6,49
<i>Inga virens</i> Benth.	3,59	7,23	13,20	11,61
<i>Inga virens</i> Benth.	10,46	16,65	21,06	21,80
<i>Inga virens</i> Benth.	4,03	5,37	7,72	10,09
<i>Inga virens</i> Benth.	6,04	9,18	13,20	13,10
<b>Fagaceae</b>				
<i>Quercus robur</i> L.	49,61	53,75	72,12	66,95
<i>Quercus robur</i> L.	75,39	136,16	165,73	157,73
<b>Myrtaceae</b>				
<i>Callistemon viminalis</i> (Sol. ex Gaertn.) G.Don	38,47	35,17	44,57	50,87
<i>Callistemon viminalis</i> (Sol. ex Gaertn.) G.Don	14,85	13,95	19,47	21,27
<i>Callistemon viminalis</i> (Sol. ex Gaertn.) G.Don	45,10	57,12	51,12	69,07
<b>Oleaceae</b>				
<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton	0,53	1,28	1,66	2,27
<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton	0,20	0,45	0,66	0,79
<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton	47,76	50,24	70,62	57,65
<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton	72,35	76,47	88,70	94,30
<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton	30,18	32,66	29,88	40,47
<b>Rhamnaceae</b>				
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	158,29	174,28	185,08	178,04
<b>Rosaceae</b>				

**Tabela 6 – Inventário da rua Zeca Neves (Conclusão)**

<i>Prunus campanulata</i> Maxim.	11,94	12,31	16,47
<i>Prunus campanulata</i> Maxim.	5,31	4,19	6,69
<i>Prunus campanulata</i> Maxim.	7,30	9,05	12,22
<i>Prunus campanulata</i> Maxim.	2,49	2,91	2,46
<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.	38,47	32,61	44,98
<i>Prunus serrulata</i> Lindl.	2,01	0,70	4,62
<i>Prunus serrulata</i> Lindl.	18,85	29,50	30,37
<i>Prunus serrulata</i> Lindl.	23,32	20,58	22,13

\*Queda com o ciclone bomba.

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

**Tabela 7 - Inventário da rua Presidente Nereu Ramos**

Espécies	Área de copa (m <sup>2</sup> )			
	Primavera	Verão	Outono	Inverno
				Rosaceae
<i>Prunus</i> sp.	0,85	0,69	0,42	0,42
<i>Prunus campanulata</i> Maxim.	24,31	18,28	21,76	24,71
<i>Prunus campanulata</i> Maxim.	16,07	7,23	6,56	12,47
<i>Prunus campanulata</i> Maxim.	14,01	9,18	10,12	14,08
<i>Prunus campanulata</i> Maxim.	17,90	6,15	7,14	9,92
<i>Prunus campanulata</i> Maxim.	18,47	7,67	7,02	12,75
<i>Prunus campanulata</i> Maxim.	5,10	6,26	6,13	7,84
<i>Prunus campanulata</i> Maxim.	0,71	0,92	2,97	4,39
<i>Prunus campanulata</i> Maxim.	9,62	3,46	5,53	6,33
<i>Prunus campanulata</i> Maxim.	6,15	3,80	4,34	7,91
<i>Prunus campanulata</i> Maxim.	8,42	4,71	8,22	7,52
<i>Prunus campanulata</i> Maxim.	8,29	5,64	9,53	10,57
<i>Prunus campanulata</i> Maxim.	9,07	5,29	7,30	9,26
<i>Prunus campanulata</i> Maxim.	11,34	6,99	8,92	10,32
<i>Prunus campanulata</i> Maxim.	22,89	9,21	13,04	12,42
<i>Prunus serrulata</i> Lindl.	0,14	*	*	*

\*Árvore retirada antes da coleta de dados do verão

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

As correlações entre os raios de copa ( $m^2$ ) e os índices de estresse térmico ( $^{\circ}C$ ), são apresentadas abaixo (Tabela 8).

**Tabela 8 -** Correlações entre áreas de copas (m) e graus de estresse térmico ( $^{\circ}C$ ) nas ruas arborizadas

Rua	Estação	Correlação de Pearson (5% de significância)
Zeca Neves (rua arborizada)	Primavera	-0,0981*
Zeca Neves (rua arborizada)	Verão	-0,24938*
Zeca Neves (rua arborizada)	Outono	0,163851*
Zeca Neves (rua arborizada)	Inverno	-0,21854*
Presidente Nereu Ramos (rua arborizada)	Primavera	0,311704
Presidente Nereu Ramos (rua arborizada)	Verão	0,244407*
Presidente Nereu Ramos (rua arborizada)	Outono	-0,03913*
Presidente Nereu Ramos (rua arborizada)	Inverno	0,271114*

\*De acordo com Peper *et al.* (2001), cor vermelha indica correlações baixas (correlações abaixo de 0,30), enquanto que a cor branca, indica correlações moderadamente significativas.

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Apenas a correlação da rua Presidente Nereu Ramos (rua arborizada), na primavera apresentou-se moderadamente significativa, o restante das correlações, foi considerado baixa (sendo proporcional ou inversamente proporcional). De acordo com Peper *et al.* (2001), demonstra que, o local necessita de mais árvores e outras estruturas para manter o conforto térmico e reduzir o estresse térmico nessa estação. Os mesmos autores afirmam que situações de coeficientes de correlação com valores baixos (abaixo de 0,30), são extremamente comuns em áreas urbanas, onde temos influências de podas nos indivíduos, as árvores não seguem um padrão de crescimento e altura, o que, por sua vez, acaba configurando uma descaracterização na arquitetura original da árvore, influência de tempestades e uma alta variabilidade na mensuração de algumas variáveis e também nos cálculos matemáticos dessas correlações.

De acordo com Duarte e Serra (2003), correlações, nesse caso, podem ser negativas, devido a distribuição das árvores na rua ou até mesmo da quantidade de árvores em um determinado local. Para essas áreas abertas, os autores mencionam, também, que outros fatores

podem influenciar nesses valores de correlações para o conforto térmico desses locais arborizados, como por exemplo, gases poluentes, movimentação intensa de pessoas e veículos, construções e os diversos tipos de pavimentos.

Portanto, as hipóteses foram aceitas, com exceção da forte influência sobre a velocidade do vento, no qual foi refutada. Sugere-se então, que a implantação de árvores perenifólias e caducifólias bem distribuídas pela cidade, em locais estratégicos, como por exemplo em canteiros vazios da rua Presidente Nereu Ramos, em pontos específicos da rua Frei Rogério (rua estreita) (próximo aos pontos 1 e 2 apenas). Sugere-se, também, adequar as espécies da rua Zeca Neves, visto que algumas não são adequadas, como o *Ligustrum lucidum* e a *Hovenia dulcis*, que são exóticas invasoras e podem gerar um desequilíbrio entre os indivíduos arbóreos, pela extrema capacidade de adaptação em ambientes naturais completamente diferentes. Sugere-se também, incluir mais espécies na Praça Vidal Ramos Sênior. Assim, essa estratégia pode reduzir a temperatura atmosférica, temperatura de superfície e a velocidade do vento, além de aumentar umidade relativa do ar seria mais efetiva.

De acordo com Sabbagh (2011) e Mendes *et al.* (2019), quando se trata de arborização e conforto térmico, esses dois temas envolvem diretamente a população da cidade, que no caso de Lages-SC, muitos não compreendem a importância que as árvores possuem nessa temática, então nesse caso, segundo aos autores, é necessário investir mais não só na parte de implantação e manejo, mas também na parte de educação ambiental dos órgãos públicos para que invistam na área e da população para que os mesmos preservem as árvores existentes na cidade.

No bairro centro, para uma maior qualidade no conforto ambiental, também devem ser ampliadas as calçadas quando possível, como por exemplo na Rua Frei Rogério e nas ruas laterais da Praça Vidal Ramos Sênior, para permitir a implantação de novas árvores, contribuindo, assim, para o conforto térmico da população, quando não for possível, incluir árvores em estacionamentos intercalando canteiros com as vagas dos carros, onde essa sugestão seria menos impactante tanto sonora quanto visualmente para a população Lageana.

Também são necessários programas de educação ambiental para os habitantes da cidade, bem como para os órgãos públicos, a fim de se criar uma interação maior entre a universidade, população e esses órgãos, demonstrando a importância da arborização viária para o município, ou seja, a implantação de um Plano Diretor de Arborização Urbana (PDAU) para a cidade.

#### 4.4 CONCLUSÕES

As temperaturas atmosféricas e de superfície apresentaram diferenças significativas entre ruas arborizadas e não arborizadas para as quatro estações do ano, na região central de Lages/SC, já a umidade relativa do ar, não apresentou diferenças apenas na estação do verão. Já a velocidade do vento permaneceu em níveis aceitáveis em relação ao metabolismo humano e sem diferenças significativas nas quatro estações do ano entre áreas arborizadas e não arborizadas.

No verão e na primavera, houveram grandes diferenças significativas em relação aos níveis de estresse térmico para o calor nas ruas arborizadas e não arborizadas e no outono e inverno não houveram diferenças significativas.

É sugerido o uso e a distribuição de espécies caducifólias (perdem as folhas em épocas mais frias, permitindo o aquecimento da superfície) e perenifólias (persistem com as folhas durante o ano todo, refrescando a população em épocas mais quentes) para auxiliar a manter o conforto térmico da cidade junto a infraestrutura urbana, essas árvores devem ser planejadas por meio de um Plano Diretor de Arborização Urbana, que irá compatibilizar o uso dessas árvores com as necessidades locais e pontuais do município.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU-HARBICH, L. V. de; LABAKI, L. C.; MATZARAKIS, A. Effect of tree planting design and tree species on human thermal comfort in the tropics. **Landscape and Urban Planning Journal**. Netherlands, v.38, n.1, 2015. p.99-109.
- ALBERTIN, R. M.; DE ANGELIS, B. L. D.; SILVA, F. F.; ANGEOLETTO, F. H. S.; RÊGO, N.; SANTIL, F. Análise da arborização viária e infraestrutura urbana na Rua Joubert de Carvalho, Maringá/PR. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Animal – REGET/UFSM**. Santa Maria – RS, v.18, n.3, 2014. p.1223-1236.
- ALVARES, A. C.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**. v. 22, n. 6, jan. 2013. p.711–728.
- ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução - RE nº 9, de 16 de janeiro de 2003. Revisão e atualização dos Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em Ambientes Climatizados Artificialmente de Uso Público e Coletivo**. Disponível em: < <https://static.webarcondicionado.com.br/blog/uploads/2012/02/resolucao9anvisa.pdf>>. Acesso em: 16 de jul. 2020.
- ARAÚJO, A. da M.; SARAIVA, A. L. B. da C.; GRÍGIO, A. M. Conforto térmico humano: um caso em três praças públicas do bairro Centro, Mossoró (RN). **Revista Geointerações**. Assú – RN, v.1, n.2, 2017. p.31-50.
- ARRUDA, K. E. C. Estudo da Amenidade Térmica Proporcionada pela Reserva Ecológica de Dois Irmãos, Recife – PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**. Recife – PE, v.3, n.3, 2010. p.196-203.
- BARBOZA, E. N.; ALENCAR, G. S. da S.; ALENCAR, F. H. H. de. Influência do asfaltamento nas variáveis de conforto térmico em ruas de Missão Velha – CE. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba – PR, v.6, n.1, 2020. p.599-607.
- BASSO, J. M.; CORRÊA, R. S. Arborização urbana e qualificação da paisagem. **Revista Paisagem e Ambiente – Ensaios**. São Paulo – SP, v.1, n.34, 2014. p.129-148.
- BASTOS, F. E. A.; CAMARGO, S. S.; MENEGUZZI, A.; KRETZCHMAR, A. A.; RUFATO, L. Levantamento florístico e características das espécies em praças públicas em Lages-SC. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU**. Piracicaba – SP, v.11, n.1, 2016. p.34-42.
- BLAZEJCZYK, K.; BROEDE, P.; FIALA, D.; HAVENITH, G.; HOLMÉR, I.; JENDRITZKY, G.; KAMPMANN, B.; KUNERT, A. Principles of the new Universal Thermal Climate Index (UTCI) and its application to bioclimatic research in European scale. **Miscellanea Geographica Journal – Regional Studies in Development**. Warsaw – Poland, v.14, 2010. p.91-102.
- BRÖDE, P.; KRÜGER, E. L.; ROSSI, F. A.; FIALA, D. Predicting urban outdoor thermal comfort by the Universal Thermal Climate Index UTCI – a case study in Southern Brazil. **International Journal of Biometeorology**. Heidelberg – Germany, v.56, n.3, 2012. p.471-480.

CASTRO, F. de S.; COSTA, R. A. Clima urbano sob o olhar das pequenas cidades: influência dos fatores geográficos nas variações climáticas em Lagoa Formosa (MG). **Revista Entre-Lugar.** Dourados – MS, v.8, n.16, 2017. p.55-85.

CGE – CENTRO DE GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIAS CLIMÁTICAS DA PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Umidade Relativa do Ar.** Disponível em: <<https://www.cgesp.org/v3/umidade-relativa-do-ar.jsp>>. Acesso em: 10 de abr. 2020.

CIDADE-BRASIL. **Município de Lages – SC, 2016.** Disponível em: <<https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-lages.html>>. Acesso em: 03 de fev. 2020.

CLIMATE-DATA. **CLIMA LAGES - SC.** Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/santa-catarina/lages-3452/>>. Acesso em: 03 de fev. 2020.

DACANAL, C.; LABAKI, L. C.; SILVA, T. M. L. da. Vamos passear na floresta! O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos. **Revista Ambiente Construído.** Porto Alegre – RS, v.10, n.2, 2010. p.115-132.

DUARTE, D. H. S.; SERRA, G. G. Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental brasileira: correlações e proposta de um indicador. **Revista Ambiente Construído.** Porto Alegre – RS, v.3, n.2, 2003. p.7-20.

DUARTE, T. E. P.; ANGEOLETTO, F. H. S.; SANTOS, J. W. M. C.; LEANDRO, D. da S.; BOHRER, J. F. C.; VACCHIANO, M. C.; LEITE, L. B. O papel da cobertura vegetal nos ambientes urbanos e sua influência na qualidade de vida nas cidades. **Revista Desenvolvimento em Questão.** Ijuí-RS, v.15, n.40, 2017. p.175-203.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria.** Lavras – MG, [S.I.], v. 37, n. 4, dec. 2019. p. 529-535.

FROTA JÚNIOR, J. I.; JESUINO, I. T.; MARTINS, M. C. Análise do modelo de arborização em praças públicas do município de Fortaleza (Estado do Ceará, Nordeste do Brasil) e sua influência no conforto térmico e estruturas urbanas. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade (online).** João Pessoa – PB, v.5, n.8, 2018. p.883-896.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas.** São Paulo – SP: Editora Oficina de Textos, 1<sup>a</sup> ed., 2011. 256p.

GATTO, E.; BUCCOLIERI, R.; AARREVAARA, E.; HIPPOLITO, F.; EMMANUEL, R.; PERRONACE, L.; SANTIAGO, J. L. Impact of Urban Vegetation on Outdoor Thermal Comfort: Comparison between a Mediterranean City (Lecce, Italy) and a Northern European City (Lahti, Finland). **MDPI Journal, Forests.** Switzerland, v.11, n.228, 2020. p.1-22.

GAUDERETO, G. L.; GALLARDO, A. L. C. F.; FERREIRA, M. L.; NASCIMENTO, A. P. B. do; MANTOVANI, W. Avaliação de serviços ecossistêmicos na gestão de áreas verdes urbanas: promovendo cidades saudáveis e sustentáveis. **Revista Ambiente e Sociedade.** São Paulo – SP, v.21, n.1, 2018. p.1-20.

GHENO, E. L.; FRANÇA, M. S. de; MAITELLI, G. T. Variações microclimáticas na área urbana de Sinop/MT no final da estação chuvosa. **Revista Educação, Cultura e Sociedade.** Sinop – MT, v.2, n.1, 2012. p.139-153.

**GOOGLE MAPS. Mapas do Google.** Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps>>. Acesso em: 21 de mai. 2019.

GOMES, I. B.; PINTO, L. A. de A. Aspectos dendrométricos e qualitativos de *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch na arborização urbana de Itacoatiara, Amazonas. **Revista Igapó**. Manaus – AM, v.11, n.2, 2017. p.35-46.

GROSS, A.; DORS, P.; CAMPOS, K. A. de; SILVA, A. C. da; HIGUCHI, P. Percepção dos moradores e avaliação da arborização em bairros periféricos na cidade de Lages, SC. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU**. Piracicaba – SP, v.7, n.2, 2012. p.24-36.

GRZEECA, L. V. E. *Estudo do comportamento térmico da área urbana no município de Dois Vizinhos – PR*. 2019. 126 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos – PR, 2019.

HAMADA, S.; OHTA, T. Seasonal variations in the cooling effect of urban green areas on surrounding urban areas. **Urban Forestry & Urban Greening Journal**. Germany, v.9, n.1, 2010. p.15-24.

HIPÓLITO, G. **Umidade do ar: o limite ideal, 2018**. Disponível em: <<https://grupohidrica.com.br/umidade-do-ar-ideal/>>. Acesso em: 10 de abr. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Série: Manuais técnicos em geociências n.1, 2<sup>a</sup> ed., Rio de Janeiro – RJ: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012. 271p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Lages – SC, 2019**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/lages/panorama>>. Acesso em: 17 de abr. 2019a.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **INMET: Tempo**. Disponível: <<https://tempo.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 13 de ago. 2020.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. *Ergonomics of the thermal environment - instruments of measuring physycal quantities*, ISO 7726. Switzerland, 1998.

JAMEI, E.; RAJAGOPALAN, P. Urban development and pedestrian thermal comfort in Melbourne. **Solar Energy Journal**. United Kingdom, v.144, n.1, 2017. p.681-698.

JOHANSSON, E.; SPANGENBERG, J.; GOUVÊA, M. L.; FREITAS, E. D. Scale-integrated atmospheric simulations to assess thermal comfort in different urban tissues in the warm humid summer of São Paulo, Brazil. **Urban Climate Journal**. Netherlands, v.6, n.1, 2013. p.24-43.

KRÜGER, E. L.; GONZALEZ, D. E. G. Impactos da alteração no albedo das superfícies no microclima e nos níveis de conforto térmico de pedestres em cânions urbanos. **Revista Ambiente Construído**. Porto Alegre – RS, v.16, n.3, 2016. p.89-106.

KÜSTER, L. C.; STEDILLE, L. I. B.; DACOREGIO, H.; SILVA, A. C. da; HIGUCHI, P. Avaliação de riscos e procedência de espécies arbóreas nas escolas estaduais de Lages, SC. **Revista de Ciências Agroveterinárias.** Lages – SC, v.11, n.2, 2012. p.118-125.

LAGES. Lei Complementar nº 246/1959. **Autoriza alienação de terras do patrimônio municipal.** Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a1/sc/l/lages/lei-ordinaria/1959/25/246/lei-ordinaria-n-246-1959-autoriza-alienacao-de-terrass-do-patrimonio-municipal?q=arboriza%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em: 07 de dez. 2020.

LAGES. Lei nº 57/1962. **Autoriza arborização de ruas e dá outras providências.** Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a1/sc/l/lages/lei-ordinaria/1962/6/57/lei-ordinaria-n-57-1962-autoriza-arborizacao-de-ruas-e-da-outras-providencias?q=arboriza%E7%E3o>>. Acesso em: 07 de dez. 2020.

LAGES. Lei nº 134/1963. **Código de Posturas do Município de Lages.** Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a1/sc/l/lages/lei-ordinaria/1963/14/134/lei-ordinaria-n-134-1963-codigo-de-posturas-do-municipio-de-lages?q=arboriza%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em: 07 de dez. 2020.

LAGES. Lei nº 236/1965. **Aprova o Código de Obras e dá outras providências.** Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a1/sc/l/lages/lei-ordinaria/1965/24/236/lei-ordinaria-n-236-1965-aprova-o-codigo-de-obras-e-da-outras-providencias?q=arboriza%E7%E3o>>. Acesso em: 07 de dez. 2020.

LAGES. Lei nº 1052/1986. **Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano.** Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sc/l/lages/lei-ordinaria/1986/105/1052/lei-ordinaria-n-1052-1986-dispoe-sobre-o-parcelamento-do-solo-urbano>>. Acesso em: 07 de dez. 2020.

LAGES. Lei nº 1362/1988. **Estabelece diretrizes, normas e critérios para o uso e ocupação do solo urbano no município.** Disponível em: <<https://www.camaralages.sc.gov.br/camara/proposicao/Leis-ordinarias/1988/4/0/22681>>. Acesso em: 07 de dez. 2020.

LAGES. Lei Complementar nº 118, de 18 de novembro de 1999. **Protege e conserva a vegetação de porte arbóreo no perímetro urbano do município de Lages e dá outras providências.** Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sc/l/lages/lei-complementar/1999/12/118/lei-complementar-n-118-1999-protege-e-conserva-a-vegetacao-de-porte-arboreo-no-perimetro-urbano-do-municipio-de-lages-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 03 de ago. 2019.

LAGES. Lei complementar nº 218, de 02 de junho de 2004. **Institui o Código Municipal do Meio Ambiente.** Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sc/l/lages/lei-complementar/2004/21/218/lei-complementar-n-218-2004-institui-o-codigo-municipal-do-meio-ambiente>>. Acesso em: 03 de ago. 2019.

LAGES. Lei nº 4030, de 06 de maio de 2014. **Institui o programa de adoção de logradouros e praças públicas e áreas verdes, estabelece seus objetivos e processos, suas espécies e limitações, das responsabilidades e dos benefícios dos adotantes.** Disponível em: <

<https://leismunicipais.com.br/a/sc/l/lages/lei-ordinaria/2014/403/4030/lei-ordinaria-n-4030-2014-institui-o-programa-de-adocao-de-logradouros-e-pracas-publicas-e-areas-verdes-estabelece-seus-objetivos-e-processos-suas-especies-e-limitacoes-das-responsabilidades-e-dos-beneficios-dos-adoitantes-2014-05-06-versao-original>. Acesso em: 07 de dez. 2020.

LAGES. Lei complementar nº 523, de 22 de agosto de 2018. **Institui o Plano de Desenvolvimento Territorial de Lages – PDDT – Lages.** Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sc/l/lages/lei-complementar/2018/52/523/lei-complementar-n-523-2018-institui-o-plano-diretor-de-desenvolvimento-territorial-de-lages-pddt-lages>>. Acesso em: 03 de ago. 2019.

LIMA, M. S. de; ANJOS, M. W. B. dos; RAMOS, P. H. dos S.; ALVES, E. D. L. Temperatura do ar no meio urbano: primeiros experimentos em Ceres – Goiás. **Revista Brasileira de Climatologia.** Curitiba – PR, v.26, n.16, 2020. p.286-295.

LONDE, P. R.; MENDES, P. C. A influência das áreas verdes na qualidade de vida urbana. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde – HYGEIA.** Uberlândia – MG, v.10, n.18, 2014. p.264-272.

LOPES, L. C. S.; JARDIM, C. H. Variações de temperatura e umidade relativa do ar em área urbana e rural durante o segmento temporal de inverno de 2011 em Contagem e Betim (MG). **Revista ACTA Geográfica.** Boa Vista – RR, Ed. Esp. Climatologia Geográfica, 2012. p.205-221.

MARIA, T. R. B. de C. *Potencial de duas espécies arbóreas nativas para a melhoria da qualidade climática de centros urbanos.* 2014. 73f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos – PR, 2014.

MARIA, T. R. B. de C.; BIONDI, D. A família Arecaceae na arborização viária de Itanhaém – São Paulo. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU.** Curitiba – PR, v.13, n.4, 2018. p.54-64.

MARTINI, A. *Microclima e conforto térmico proporcionado pelas árvores de rua na cidade de Curitiba – PR.* 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2013. 129 p.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C.; ZAMPRONI, K. A periodicidade diária do índice de conforto térmico na arborização das ruas de Curitiba – PR. **Revista Scientia Plena.** Universidade Federal de Sergipe, Aracaju – SE, v.9, n.5, 2013a. p.1-9.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA A. C. Variação diária e estacional do microclima urbano em ruas arborizadas de Curitiba – PR. **Revista Floresta e Ambiente - FLORAM.** Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, v.20, n.4, 2013b. p.460-469.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C. Influência da arborização de ruas na atenuação dos extremos meteorológicos no microclima urbano. **Revista Encyclopédia Biosfera.** Goiânia – GO, v.9, n.17, 2013c. p.1685-1695.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C.; ZAMPRONI, K.; VIEZZER, J.; GRISE, M. M.; LIMA NETO, E. M. Percepção da população sobre o conforto térmico proporcionado pela arborização de ruas de Curitiba – PR. **Revista Floresta**. Curitiba – PR, v.44, n.3, 2014. p.515-524.

MARTINI, A.; BIONDI, D. Microclima e conforto térmico de um fragmento de floresta urbana em Curitiba, PR. **Revista Floresta e Ambiente - FLORAM**. Seropédica – RJ, v.22, n.2, 2015. p.182-193.

MENDES, B. M.; BARBA, C. H. de; LUS, D. A. Educação ambiental como alternativa para o planejamento na arborização em Porto Velho/RO. **Revista Presença Geográfica**. Porto Velho – RO, v.6, n.2, 2019. p.57-68.

MILOSEVIC, D. D.; BAJSANSKI, I. V.; SAVIC, S. M. Influence of changing trees locations on thermal comfort on street parking lot and footways. **Urban Forestry and Urban Greening Journal**. Germany, v.23, n.1, 2017. p.113-124.

MINELLA, F. C. O.; KRÜGER, E. L. Proposição do índice “fração vegetada” e sua relação com alterações na temperatura do ar e no conforto térmico no período diurno e em situação de verão para Curitiba. **Revista Ambiente Construído**. Porto Alegre – RS, v.17, n.1, 2017. p.353-371.

MONTEIRO, J. C. R.; ARIDE, P. H. R.; OLIVEIRA, A. T. de; SANTOS, S. M. dos; PANTOJA-LIMA, J.; HEYER, L. F. Descrição da temperatura e umidade relativa do ar em distintas localidades da cidade de Manaus com diferentes geometrizações e espacialidades urbanas nos bairros do parque dez, nova cidade e bairro centro – Manaus/AM. **Revista Igapó**. Manaus – AM, v.10, n.1, 2016. p.25-45.

MOSER, P.; SILVA, A. C. da; HIGUCHI, P.; SANTOS, E. M. dos; SCHMITZ, V. Avaliação pós-tempetade da arborização do campus da Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages-SC. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana - REVSBAU**. Piracicaba - SP, v.5, n.2, 2010. p.40-51.

MOSER, P.; SILVA, A. C. da; HIGUCHI, P.; SCHMITZ, V. Inventário da arborização e distribuição de praças-jardim em bairros centrais e periféricos de um município do sul do Brasil. **Revista Espacios**. Caracas – Venezuela, v.38, n.38, 2017. p.21-31.

MOURA, M. de O.; ZANELLA, M. E.; SALES, M. C. L. Conforto térmico em Fortaleza – CE. **Revista da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia**. João Pessoa – PB, v.6, n.6, 2010. p.177-189.

NAKATA-OSAKI, C. M.; SOUZA, L. C. L. de; RODRIGUES, D. S. Impacto da geometria do cânion urbano na intensidade de ilha de calor noturna: análise através de um modelo simplificado adaptado a um SIG. **Revista Ambiente Construído**. Porto Alegre – RS, v.16, n.3, 2016. p.73-87.

NÓBREGA, R. S.; LEMOS, T. V. da S. O microclima e o (Des)conforto térmico em ambientes abertos na cidade de Recife. **Revista de Geografia**. Recife – PE, v.28, n.1, 2011. p.93-109.

NOVAIS, J. W. Z.; JOAQUIM, T. D.; KUNZ, F. de O.; ZUFFO, M.; PELEGRIN, F. M.; NOGUEIRA, M. C. de J. A.; LEAL, L. A. Condições térmicas e dependência espacial da

temperatura de diferentes superfícies pelo método da krigagem em Cuiabá-MT, Brasil. **Revista Ensaios e Ciência: Biológicas, Agrárias e da Saúde.** Cuiabá – MT, v.20, n.3, 2016. p.133-138.

OLIVEIRA, A. S. de; NOGUEIRA, M. C. de J. A.; SANCHES, L.; NOGUEIRA, J. de S. Variáveis meteorológicas e cobertura vegetal de espécies arbóreas em praças urbanas em Cuiabá, Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia.** São José dos Campos – SP, v.28, n.4, 2013. p.389-400.

OLIVEIRA, M. V. de; ROSIN, J. A. R. de G. Arborização dos espaços públicos: uma contribuição à sustentabilidade urbana. **Revista Nacional de Gerenciamento das Cidades – GC.** Tupã – SP, v.1, n.3, 2013. p.1-14.

PEIXOTO, F. da S.; SALES, M. C. L. Análise de Microclimas na Cidade de Viçosa do Ceará: Abordagem na Perspectiva do Conforto Térmico. **Revista Brasileira de Geografia Física.** Recife – PE, v.1, n.1, 2012. p.47-58.

PEPER, P. J.; McPHERSON, E. G.; MORI, S. M. Predictive equations for dimensions and leaf area of Coastal Southern California street trees. **Journal of Arboriculture.** Illionis – U.S.A, v.27, n.4, 2001. p.169-180.

PEREIRA JÚNIOR, A.; JESUS, E. dos S.; BASTOS, M. B. F.; SANTOS, R. V. C. Microclima e a arborização: o caso de duas áreas do Núcleo Marabá Pioneira, Marabá – Pará. **Revista ENFLO – Ecologia e Nutrição Florestal.** Santa Maria – RS, v. 4, n. 2, 2016. p. 54-67.

PINHEIRO, P. B. G.; BARCELLOS, A; WOJCIKIEWICZ, C. R; BATISTA, D. B.; BRUN, F. G. K.; MAZUCHOWSKI, J. Z.; LEAL, L.; MUCHAILH, M. C.; FERRONATO, M. de L.; SCHARNIK, M.; CONTE, P. A.; SILVA, P. L. da; BOBROWSKI, R.; ALQUINI, Y. **Manual para elaboração do Plano Municipal de Arborização Urbana.** Ministério Público do Estado do Paraná. Curitiba – PR, 2<sup>a</sup> ed., 2018. 67p.

REIS, C. A. M. dos; SILVA, A. C. da; HIGUCHI, P.; SOUZA, S. T. de; FERREIRA, C. J. S. M.; MICHELON, B.; MORO, L. Diagnóstico da vegetação arbórea e proposta de arborização do rio Carahá na cidade de Lages, SC. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana - REVSBAU.** Piracicaba – SP, v.4, n.3, 2009. p.130-142.

ROSSETTI, A. I. N.; PELLEGRINO, P. R. M.; TAVARES, A. R. As árvores e suas interfaces no ambiente urbano. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU.** Piracicaba – SP, v.5, n.1, 2010. p.1-24.

ROVANI, F. F. M.; RODRIGUES, E. da C.; SARTORI, M. da G. B.; CASSOL, R. Ilhas de calor e frescor urbanas no bairro Camobi, Santa Maria/RS, em um dia sob domínio da massa polar velha ou modificada na primavera. **Revista Brasileira de Climatologia.** Curitiba – PR, v.10, n.8, 2012. p.21-29.

RUAS, A. C. **Conforto térmico nos ambientes de trabalho.** 1999. Ministério do Trabalho e Emprego-Fundacentro. Campinas – SP, 1999. 97 p.

SABBAGH, R. Arborização urbana no bairro Mario Dedini em Piracicaba. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU.** Piracicaba – SP, v.6, n.4, 2011. p.90-106.

SANTOS, E. M. dos; SILVEIRA, B. D. da; SOUZA, A. C. de; SCHMITZ, V.; SILVA, A. C. da; HIGUCHI, P. Análise quali-quantitativa da arborização urbana em Lages, SC. **Revista de Ciências Agroveterinárias.** Lages – SC, v.12, n.1, 2013. p.59-67.

SILVA, I. M. da; GONZALEZ, L. R.; SILVA FILHO, D. F. da. Recursos naturais de conforto térmico: um enfoque urbano. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU.** Piracicaba – SP, v.6, n.4, 2011. p.35-50.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE METEOROLOGIA - SBMET. **Portal da Sociedade Brasileira de Meteorologia - SBMET.** Disponível em: <<http://www.sbm.org.br/portal/index.php>>. Acesso em: 22 de jul. 2019.

SPANGENBERG, J.; SHINZATO, P.; JOHANSSON, E.; DUARTE, D. Simulation of the influence of vegetation on microclimate and thermal comfort in the city of São Paulo. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU.** Piracicaba – SP, v.3, n.2, 2008. p.1-19.

UNIVERSAL THERMAL CLIMATE INDEX - UTCI. **Documents: assessment scale.** Disponível em: <<http://www.utci.org/>>. Acesso em: 20 de mai. 201

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As árvores possuem influência no conforto térmico de Lages – SC, reduzindo a temperatura atmosférica e superfície, aumentando a umidade relativa do ar e reduzindo a velocidade do vento, porém, também há outros fatores influentes, como o clima da região e também a grande quantidade de prédios presentes na região central da cidade.

Parte da população ainda não consegue compreender essa temática, pois não há divulgação efetiva para que essas informações cheguem na população e muitos são leigos e não procuram saber esse tipo de informação. Sugere-se então, maior investimento na educação ambiental da população e dos órgãos públicos e a criação de um Plano Diretor de Arborização para a cidade e, a partir disso, as árvores irão gerar os benefícios esperados, mas para isso, também são necessários o planejamento, a escolha das espécies, implantação adequada, manejo e monitoramento (para averiguar se há algum tipo de problema) e se sim readequar essa arborização conforme a necessidade do centro, assim, os gastos seriam menores, tudo isso exige conhecimento técnico adequado para essa finalidade.

As variáveis temperatura atmosférica e de superfície foram fortemente influenciadas pelas árvores da cidade, pois com seu sombreamento e sua evapotranspiração conseguem amenizar a quantidade de radiação solar que chega na atmosfera e na superfície, mesmo com a influência de fatores como os cânions urbanos, enquanto que a umidade relativa do ar e a velocidade do vento sofreram poucas influências nas estações estudadas, pois na região venta bastante e é muito úmida naturalmente, sem contar que esses fatores foram fortemente influenciados pelos fenômenos de cânions urbanos, intenso tráfego de veículos e de pessoas, além da falta de uma quantidade de árvores e espécies ideais para cada local.

Como sugestões técnicas: Para a Rua Zeca Neves, árvores estão adequadas, só é sugerido alterar o *Ligustrum lucidum* W.T.Aiton (ligusto), que é considerado uma espécie exótica invasora (espécie que pode se alastrar e tomar conta dos locais que as nativas poderiam ocorrer), mas essa troca tem de ser feita lentamente, para não gerar um impacto visual na população.

Para a rua Presidente Nereu Ramos, as podas devem ser adequadas na estação da primavera, só podando apenas até 25% da copa, para não gerar riscos de estresse e mortalidade para as árvores, gerando os benefícios esperados, principalmente em relação ao conforto térmico. Essas árvores também devem ser mais distribuídas para que não gerem estresse térmico relacionado ao frio, também é necessário uma etapa de conscientização ambiental dos

comerciantes, que muitas das vezes pensam nas árvores apenas como sujeira e como algo que vai atrapalhar os consumidores de comprarem seus produtos, o que está muito errado: as árvores tendem a valorizar os estabelecimentos comerciais urbanos.

Em relação a rua Praça Vidal Ramos Sênior, os taxistas após responderem minhas perguntas e verem eu e minha equipe fazer as medições, fizeram o correto: compraram mudas, solicitaram o técnico para realizar o plantio e assim foi feito, eles sabem muito bem essa problemática pois muitas vezes ficam esperando os clientes no sol e com as árvores podem se refrescar.

Sobre a rua Frei Rogério, sugere-se ou uma ampliação das calçadas (geraria um impacto visual para a população) e a implantação de árvores na parte da calçada ou em estabelecimentos comerciais, vagas alternadas nos estacionamentos com árvores e sem árvores para ajudar na melhoria do conforto térmico nessa rua, pois, é uma rua grande, com calçadas bem estreitas, que devido à grande quantidade de prédios, asfalto, tráfego de veículos e concreto sem vegetação nas ruas (apenas nas residências e alguns estabelecimentos), uma pessoa que caminha de um lado ao outro da rua, sente muito calor.

Sendo assim, sugere-se a implantação de espécies caducifólias e perenifólias. Para as caducifólias (que perdem parte ou todas folhas durante as estações do outono e inverno, servindo para permitir a passagem de radiação solar, aquecendo as pessoas nessas estações), sugere-se nativas como: *Handroanthus albus* (Cham.) Mattos, *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos (ipês amarelos) e também a *Jacaranda puberula* Cham. (carobeira), outras exóticas mas que não possuem o potencial invasor e são aceitas pela população seriam *Prunus serrulata* Lindl. (cerejeira-do-japão), *Prunus campanulata* Maxim. (Cerejeira-de-Taiwan) e *Prunus cerasifera* Lecoq & Lamotte (abrunheiro-dos-jardins). As perenifólias nativas (não perdem as folhas durante as estações mais frias, sendo importantes para refrescar a população na primavera e no verão) sugere-se: *Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O.Berg (gabiroba), *Feijoa sellowiana* (O.Berg) O.Berg (goiaba serrana) e *Psidium cattleianum* Afzel. ex Sabine (araçá). em conjunto com as estruturas existentes na cidade, já que somente as árvores não seriam o suficiente para o manter o conforto higrotérmico urbano na cidade.

Esse foi um estudo de base para essa temática e espera-se que haja continuidade com outros estudos pontuais de maneira a unir a teoria e a prática nesse contexto, aumentando os benefícios desfrutados de uma cidade bem arborizada.

## 6 APÊNDICES

### APÊNDICE A - Questionário de percepção do conforto térmico aplicado na população do bairro centro de Lages-SC



LAGES · CAV  
CENTRO DE CIÉNCIAS  
AGROVETERINÁRIAS



#### Dados gerais:

Entrevistador: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_ Horário: \_\_\_ : \_\_\_ Gênero do entrevistado:  F.  M.

- Idade:  18-20 anos  21-24 anos  25-34 anos  35-44 anos  45-54 anos  55-64 anos  acima de 64 anos.

- Classe:  Trabalhador  Morador  Estudante

Rua: \_\_\_\_\_

- Você está utilizando vestimentas:  Leves  Médias  Pesadas

- O que você estava fazendo antes da entrevista?

Sentado  Parado  Andando  Exercício mais forte

Outro: \_\_\_\_\_

- Você tomou alguma bebida quente ou ingeriu alguma comida quente, no período de uma hora antes da entrevista?

Sim  Não

#### Conforto térmico urbano:

- Como está sua sensação em relação ao clima hoje?

Com calor  Neutro  Com frio

- Em relação ao seu bem-estar, você se sente confortável com o clima de Lages-SC hoje?

Sim  Não

- Como você preferiria estar agora em relação ao clima?

Mais aquecido  Assim mesmo  Mais refrescado

- Na sua opinião, as árvores que existem na cidade, estão em quantidade suficiente para criar um ambiente termicamente agradável na cidade?

Sim  Não

Porque?

---

---

- Em uma média semanal, por quanto tempo que você permanece sobre ambientes com árvores?

Permanece por menos de uma hora  Permanece por uma hora ou mais

- O que seria, no seu ponto de vista, um local confortável para andar ou circular por exemplo?

Locais abertos ao ar livre com muitas árvores  Locais abertos ao ar livre sem árvores

Locais fechados e ventilados  Locais fechados sem ventilação

- Existem árvores próximas a sua casa?

Sim  Não

- Quais suas sugestões para melhorar o conforto térmico da cidade?

Plantar árvores  Pintar as ruas  Colocar marquises

Outro: \_\_\_\_\_

Fonte: Adaptado de Silva (2012), Martini (2013), ISO (1995), ISO (2005) e ISO (2007).

## APÊNDICE B - Termo de consentimento livre e esclarecido para maiores de 18 anos

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(a) senhor(a) está convidado a participar da entrevista de parte de uma pesquisa de mestrado intitulada **Percepção e diagnóstico quali-quantitativo do conforto térmico proporcionado pela arborização urbana no bairro centro do município de Lages – SC**, com o objetivo de avaliar o conforto térmico proporcionado pelas árvores em Lages, SC. Serão previamente marcados a data e horário para perguntas, utilizando entrevistas por questionário. Estas questões serão aplicadas no bairro Centro da cidade de Lages-SC. Não é obrigatório responder a todas as perguntas.

O(a) Senhor(a) e seu/sua acompanhante não terão despesas e nem serão remunerados pela participação na pesquisa. Todas as despesas decorrentes de sua participação serão resarcidas. Em caso de danos, decorrentes da pesquisa será garantida a indenização. Os riscos destes procedimentos serão mínimos por envolver apenas aplicação de um questionário com 14 questões fechadas e 4 questões abertas a respeito do conforto térmico. A sua identidade será preservada pois cada indivíduo será identificado por um número.

Os benefícios e vantagens em participar deste estudo serão indiretos e a longo prazo, pois irá contribuir com a produção de trabalhos científicos relacionados ao tema “conforto térmico relacionado às árvores presentes na cidade de Lages-SC”. Esse estudo pode servir como balizador para o Plano Diretor de Arborização Urbana da cidade, podendo gerar subsídios técnicos e científicos para a escolha e implantação de árvores no meio urbano.

As pessoas que estarão acompanhando os procedimentos serão os pesquisadores: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Raquel Kaneski (UDESC), Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Flávia Gizele König Brun (UTFPR), os graduandos em Engenharia Florestal da UDESC: Guilherme Melegari, Isabelle da Silva Wolff, Jonathan de Almeida e Mariana de Moraes Goulart, e o mestrando em Engenharia Florestal da UDESC Gabriel Mancini Antunes da Silva (pesquisador responsável).

O(a) senhor(a) poderá se retirar do estudo a qualquer momento, sem qualquer tipo de constrangimento.

Solicitamos a sua autorização para o uso de seus dados para a produção de artigos técnicos e científicos. A sua privacidade será mantida por meio da não-identificação do seu nome.

Este termo de consentimento livre e esclarecido é feito em duas vias, sendo que uma delas ficará em poder do pesquisador e outra com o sujeito participante da pesquisa.

**NOME DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL PARA CONTATO: GABRIEL MANCINI ANTUNES DA SILVA**

**NÚMERO DO TELEFONE: 049-32899305**

**ENDEREÇO: Av. Luiz de Camões, nº 2090, bairro: Conta Dinheiro, CEP: 88520-000, Departamento de Engenharia Florestal, Laboratório de Silvicultura e Restauração Florestal**

**ASSINATURA DO PESQUISADOR:**

Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos – CEPHS/ UDESC

Av. Madre Benvenuta, 2007 – Itacorubi – Florianópolis – SC -88035-901

Fone/Fax: (48) 3664-8084 / (48) 3664-7881 - E-mail: [cephs.reitoria@udesc.br](mailto:cephs.reitoria@udesc.br) / [cephs.udesc@gmail.com](mailto:cephs.udesc@gmail.com)

CONEP- Comissão Nacional de Ética em Pesquisa

SRTV 701, Via W 5 Norte – lote D - Edifício PO 700, 3º andar – Asa Norte - Brasília-DF - 70719-040

Fone: (61) 3315-5878/ 5879 – E-mail: [conepe@saude.gov.br](mailto:conep@saude.gov.br)

**TERMO DE CONSENTIMENTO**

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa e, que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto e, que todos os dados a meu respeito serão sigilosos. Eu comprehendo que neste estudo, as medições dos experimentos/procedimentos de tratamento serão feitas em mim, e que fui informado que posso me retirar do estudo a qualquer momento.

Nome por extenso \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_ Local: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ .

Fonte: Adaptado de UDESC (2019).