

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA FLORESTAL  
CÂMPUS DOIS VIZINHOS

LETÍCIA VIEIRA ERNESTO GRZECA

**ESTUDO DO COMPORTAMENTO TÉRMICO DA ÁREA URBANA NO  
MUNICÍPIO DE DOIS VIZINHOS - PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS  
2019

**LETÍCIA VIEIRA ERNESTO GRZECA**

**ESTUDO DO COMPORTAMENTO TÉRMICO DA ÁREA URBANA NO  
MUNICÍPIO DE DOIS VIZINHOS - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Florestal.

Orientadora: Prof. Dr. Flávia Gizele König Brun.

**DOIS VIZINHOS  
2019**

Dedico este trabalho à minha família por todo apoio e ajuda que me deram para que eu pudesse chegar até aqui, à eles todo meu carinho e consideração

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado forças para vencer mais essa etapa, por ter sido o meu consolo nas horas de desespero e por não me deixar desistir diante das dificuldades, sem Ele eu não teria conseguido.

Agradeço a professora Dr<sup>a</sup> Flávia Gizele König Brun pelas orientações, dedicação e paciência que teve comigo, principalmente nos momentos mais difíceis quando foi muito compreensiva.

Ao meu esposo Fabrício Grzeca, pela paciência, compreensão e incentivo, durante toda a trajetória, por não me deixar desistir quando eu pensava que não iria conseguir, e por ter me ajudado muito na coleta dos dados.

À minha filha Isabella Ernesto Grzeca que veio ao mundo já no final da trajetória, trazendo muita alegria para o nosso lar e que somente por existir me dá forças para lutar.

À minha mãe Eneirti Vieira Ernesto, mulher guerreira que sempre me ajudou, desde a coleta dos dados para a realização desse trabalho até a finalização da escrita, e em tudo que sempre foi muito presente. Ao meu pai Zirineu Ernesto, meu herói, exemplo de homem, de honestidade, de esforço, sempre me apoiando e fazendo o que pode para me ver feliz.

Aos meus irmãos Renan Vieira Ernesto e Renato Vieira Ernesto, minhas irmãs Juliana Vieira Ernesto Farias e Vanessa Vieira Ernesto que também acreditaram em mim, todos sempre me apoiando e incentivando, todo meu carinho e agradecimento especialmente à vocês, minha amada família.

Agradeço à minha querida amiga Kátia Juliana Dias Locatelli, por estar sempre orando por mim, me incentivando e por ter me ajudado cuidando da minha pequena Isabella, para que eu pudesse terminar esse trabalho.

À todos que me ajudaram direta ou indiretamente, meus sinceros agradecimentos.

## RESUMO

GRZECA, Letícia Vieira Ernesto. **Estudo do comportamento térmico da área urbana no município de Dois Vizinhos – PR.** 2019. 126f. Trabalho de Conclusão de Curso II (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2019.

O presente trabalho teve por objetivo analisar o comportamento térmico, avaliando-se três ruas da parte comercial do Centro Norte e uma rua fora do centro, no município de Dois Vizinhos – PR, visando compreender a relação do planejamento urbano com a temperatura, de modo a fornecer informações que possam ser utilizadas no planejamento da paisagem e no planejamento urbanístico do município. Foram selecionadas três ruas mais movimentadas para fazer a análise: Avenida 7 de Setembro, Rua João Dalpasquale e Rua Castro Alves. Também foi selecionada a Rua Atanásio Pires, com maior quantidade de árvores e distante aproximadamente 1km do centro para medir as variáveis e compará-las com as medidas realizadas na área comercial e com dados da estação meteorológica na UTFPR, área rural no município de Dois Vizinhos-PR. A avaliação ocorreu durante 12 meses, e as medidas foram realizadas a cada 15 dias, por 3 dias consecutivos em cada avaliação. Em cada uma das ruas as variáveis foram medidas em três pontos, totalizando 12 pontos de medições por dia de avaliação. As variáveis meteorológicas medidas foram: temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%), velocidade do vento (m/s), temperatura de superfície (°C) e a intensidade luminosa (lux). As medidas ocorreram em seis horários distintos, às 06, 09, 12, 15, 18 e 21 h. Os dados da área rural foram analisados estatisticamente junto aos dados da área urbana. Após as avaliações, todos os dados foram processados e analisados estatisticamente por meio dos testes de Tukey e Friedman, ao nível de significância de 5% de erro, através dos Softwares ASSISTAT 7.6 e SASM-Agri. Os resultados obtidos dos dados coletados a campo e comparados com os dados da área rural demonstraram a interferência da urbanização no microclima local e o quanto a malha urbana interfere na velocidade dos ventos influenciando na temperatura do ar e na formação de ilhas de calor urbano. A principal estratégia para mitigar os efeitos da ilha de calor é o aumento de áreas verdes, criando novos parques e através da arborização viária.

**Palavras-chave:** Ilhas de calor. Arborização urbana. Urbanização. Clima urbano.

## ABSTRACT

GRZECA, Letícia Vieira Ernesto Study of the thermal behavior of the urban area in the municipality of Dois Vizinhos - PR. 2019. 126f. Work of course conclusion I (Graduation of Forest Engineer) – Federal Technological University of Paraná. Dois Vizinhos, 2015.

The present work had as objective to analyse the thermal behavior, evaluating 3 streets of downtown part and one out of center, in Dois Vizinhos-PR city, aiming to comprehend the relations of urban planning and the temperature, in order to provide information that can be used in the landscape planning and the urbanistic planning of the city. Three busiest streets were selected to be analysed: 7 de Setembro Avenue, João Dalpasquale Street and Castro Alves Street. Also Atanásio Pires Street was selected, with the biggest amount of trees ; one kilometer from downtown approximately to measure the variables and compare them to the measures taken in downtown area and data from the meteorological station in UTFPR, rural area in the municipality of Dois Vizinhos-PR. The evaluation occurred during 12 months, and the measures were taken each 15 days, for 3 consecutive days in each evaluation. In each street the variables were measured in three points, totalizing 12 points of measurements by day of evaluation. The variables measured: air temperature (°C) relative air humidity (%), Wind speed (m/s), surface temperature (°C) and the light intensity (lux). The measures occurred on 6 different times, at six, 06, 09, 12 a.m., 03, 06 and 09 p.m. Data from the rural area were statistically analyzed with data from the urban area. After the evaluations, all the data were processed and analyzed statistically through the Tukey and Friedman tests, at a significance level of 5% of error, through the Software ASSISTAT 7.6 and SASM-Agri. The results obtained from the data collected in field and compared to the rural area data demonstrated the interference of the urbanization in the local microclimate and how much the urban mesh interferes in the winds speed influencing in the air temperature and the formation of urban heat islands. The main strategy to mitigate the effects of the heat island is the increase of green areas, creating new parks and through the urban trees.

**Keywords:** Heat islands. Urban forestry. Urbanization. Urban Climate.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Localização do município de Dois Vizinhos – PR. ....	25
Figura 2- Pontos de medições de variáveis meteorológicas na Rua Sete de Setembro.....	27
Figura 3 – Pontos de medições de variáveis meteorológicas na Rua João Dalpasquale. ....	28
Figura 4 – Pontos de medições de variáveis meteorológicas na Rua Castro Alves. .	29
Figura 5 – Pontos de medições de variáveis meteorológicas na Rua Atanásio Pires. ....	30
Figura 6 – Local onde está instalada a estação meteorológica do INMET na UTFPR Campus Dois Vizinhos-PR. ....	31
Figura 7 – Localização das quatro ruas avaliadas no centro com seus respectivos pontos de medições. A) Rua João Dalpasquale. B) Rua Sete de Setembro. C) Rua Castro Alves. D) Rua Antanásio Pires.....	32
Figura 8 – Mata ciliar no ponto 1 da Rua Castro Alves em Dois Vizinhos – PR.....	45

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1– Categorias das ilhas de calor conforme a intensidade. ....	33
Quadro 2- Diferença térmica e classificação da intensidade da ilha de calor nas diversas estações do ano no Bairro Centro Norte de Dois Vizinhos-PR. ....	76



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Velocidade do vento nas diferentes horas do dia, no outono, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR, com os dados da Estação Meteorológica na UTFPR - Campus Dois Vizinhos. ....	35
Gráfico 2: Velocidade do vento nas diferentes horas do dia, no inverno, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR, com os dados da Estação Meteorológica na UTFPR - Campus Dois Vizinhos. ....	38
Gráfico 3: Velocidade do vento nas diferentes horas do dia, na primavera, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR, com os dados da Estação Meteorológica na UTFPR - Campus Dois Vizinhos. ....	40
Gráfico 4: Velocidade do vento nas diferentes horas do dia, no verão, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR, com os dados da Estação Meteorológica na UTFPR - Campus Dois Vizinhos. ....	41
Gráfico 5: Umidade relativa do ar nas diferentes horas do dia, no outono, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR, com os dados da Estação Meteorológica na UTFPR - Campus Dois Vizinhos. ....	43
Gráfico 6: Umidade relativa do ar nas diferentes horas do dia, no inverno, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR, com os dados da Estação Meteorológica na UTFPR - Campus Dois Vizinhos. ....	46
Gráfico 7: Umidade relativa do ar nas diferentes horas do dia, na primavera, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR, com os dados da Estação Meteorológica na UTFPR - Campus Dois Vizinhos. ....	48
Gráfico 8: Umidade relativa do ar nas diferentes horas do dia, no verão, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR, com os dados da Estação Meteorológica na UTFPR - Campus Dois Vizinhos. ....	50
Gráfico 9: Temperatura do ar nas diferentes horas do dia, no outono, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR, com os dados da Estação Meteorológica na UTFPR - Campus Dois Vizinhos. ....	52
Gráfico 10: Temperatura do ar nas diferentes horas do dia, no inverno, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR, com os dados da Estação Meteorológica na UTFPR - Campus Dois Vizinhos. ....	54

Gráfico 11: Temperatura do ar nas diferentes horas do dia, na primavera, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR, com os dados da Estação Meteorológica na UTFPR - Campus Dois Vizinhos. ....	56
Gráfico 12: Temperatura do ar nas diferentes horas do dia, no verão, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR, com os dados da Estação Meteorológica na UTFPR - Campus Dois Vizinhos. ....	58
Gráfico 13: Temperatura da calçada nas diferentes horas do dia, no outono, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR.....	60
Gráfico 14: Temperatura da calçada nas diferentes horas do dia, no inverno, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR.....	61
Gráfico 15: Temperatura da calçada nas diferentes horas do dia, na primavera, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR.....	62
Gráfico 16: Temperatura da calçada nas diferentes horas do dia, no verão, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR.....	63
Gráfico 17: Temperatura do asfalto nas diferentes horas do dia, no outono, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR.....	64
Gráfico 18: Temperatura do asfalto nas diferentes horas do dia, no inverno, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR.....	66
Gráfico 19: Temperatura do asfalto nas diferentes horas do dia, na primavera, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR.....	67
Gráfico 20: Temperatura do asfalto nas diferentes horas do dia, no verão, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR.....	68
Gráfico 21: Intensidade luminosa nas diferentes horas do dia, no outono, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR.....	70
Gráfico 22: Intensidade luminosa nas diferentes horas do dia, no inverno, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR.....	71
Gráfico 23: Intensidade luminosa nas diferentes horas do dia, na primavera, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR.....	73
Gráfico 24: Intensidade luminosa nas diferentes horas do dia, no verão, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR.....	74

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>15</b>
2.1	Objetivo geral	15
2.2	Objetivos específicos	15
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>18</b>
4.1	O processo de urbanização no Brasil	18
4.2	O clima urbano	20
<b>5</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>25</b>
5.1	Descrição da área de estudo	25
5.2	Caracterização das ruas	26
5.3	Coleta de dados meteorológicos nas vias estudadas	31
5.4	Análise dos dados	32
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>35</b>
<b>6.1</b>	<b>Velocidade do vento</b>	<b>35</b>
6.1.1	Velocidade do vento no outono	35
6.1.2	Velocidade do vento no inverno	37
6.1.3	Velocidade do vento na primavera	39
6.1.4	Velocidade do vento no verão	41
<b>6.2</b>	<b>Umidade relativa</b>	<b>42</b>
6.2.1	Umidade relativa do ar no outono	42
6.2.2	Umidade relativa do ar no inverno	45
6.2.3	Umidade relativa do ar na primavera	47
6.2.4	Umidade relativa do ar no verão	49
<b>6.3</b>	<b>Temperatura do ar</b>	<b>51</b>
6.3.1	Temperatura do ar no outono	51
6.3.2	Temperatura do ar no inverno	54
6.3.3	Temperatura do ar na primavera	55
6.3.4	Temperatura do ar no verão	57
<b>6.4</b>	<b>Temperatura das superfícies calçada e asfalto</b>	<b>59</b>
6.4.1	Temperatura da calçada durante o outono	59
6.4.2	Temperatura da calçada no inverno	61
6.4.3	Temperatura da calçada na primavera	62

6.4.4	Temperatura da calçada no verão .....	63
6.4.5	Temperatura do asfalto no outono .....	64
6.4.6	Temperatura do asfalto no inverno .....	65
6.4.7	Temperatura do asfalto na primavera .....	66
6.4.8	Temperatura do asfalto no verão .....	67
<b>6.5</b>	<b>Intensidade luminosa</b> .....	<b>69</b>
6.5.1	Intensidade luminosa no outono .....	69
6.5.2	Intensidade luminosa no inverno .....	71
6.5.3	Intensidade luminosa na primavera .....	72
6.5.4	Intensidade luminosa no verão .....	73
6.6	Análise das ilhas de calor na área urbanizada .....	75
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>79</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>81</b>
	<b>APÊNDICES</b> .....	<b>87</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização no Brasil tem ocorrido de maneira intensa e desenfreada desde a metade do século XX, o qual tem alterado o ambiente urbano das seguintes formas: devido o elevado índice de adensamento e impermeabilização do solo, pela substituição da vegetação por áreas construídas e pela retificação e canalização dos cursos d'água. Essas transformações resultaram em uma natureza desequilibrada e artificial, gerando grandes prejuízos à população (GOMES, 2007).

O desequilíbrio no ambiente causado pelas ações antrópicas altera os elementos meteorológicos, gerando diferentes microclimas. Tais transformações são causadas pelos materiais condutores de energia térmica utilizados nas construções, pelo adensamento de edificações, pela impermeabilização do solo devido à pavimentação, pela poluição do ar, e principalmente, pela retirada de grande parte da vegetação (FEITOSA et al., 2011).

Em todo o mundo, os grandes centros vêm arcando com as consequências de uma cidade mal planejada e de seu falho modelo de desenvolvimento. Os resíduos gerados no ambiente urbano estão cada dia mais ultrapassando a capacidade que ele tem de suportar. Uma das consequências geradas por esse processo de urbanização é o fenômeno conhecido como Ilha Urbana de Calor. A ilha de calor é a diferença de temperatura dos centros urbanos para as áreas do entorno próximo ou rurais (TEZA e BAPTISTA, 2005).

As ilhas de calor são formadas devido à alta capacidade dos materiais em absorver e reter calor do sol, comparados aos materiais naturais em áreas rurais. As duas principais razões que explicam esse aquecimento são: a impermeabilidade dos materiais, por isso, não há umidade disponível para dissipar o calor do sol, e outra razão é a cor escura dos materiais dos edifícios e pavimentos que absorvem e armazenam mais energia solar (GARTLAND, 2010).

Assim, vários estudos estão surgindo sobre as condições climáticas nas cidades, em busca de medidas para mitigar o efeito das ilhas de calor. Uma das principais medidas que estão sendo adotadas é o uso da arborização urbana. A vegetação influencia significativamente para a redução do efeito ilha de calor, pois ela absorve água pelas suas raízes e liberam vapor pelas folhas, ou seja, pelo processo de evapotranspiração, que retira o calor do ar para evaporar a água. Além

disso, a vegetação promove sombra reduzindo a temperatura da superfície abaixo delas.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

O objetivo geral desta pesquisa foi analisar o comportamento térmico da área urbana no município de Dois Vizinhos – PR.

### **2.2 Objetivos específicos**

Os objetivos específicos do trabalho foram:

- Estabelecer a relação entre as temperaturas analisadas nas diferentes estações do ano, visando verificar o quanto as estações influenciam no comportamento térmico na cidade.

- Fortalecer a importância da arborização viária como medida de planejamento, a fim de amenizar as temperaturas no município, em busca de aumentar o conforto térmico à população.

- Identificar as variações do comportamento térmico dos diferentes tipos de superfícies, das áreas mais verticalizadas, áreas pouco arborizadas e bem arborizadas, a fim de evidenciar a influência que cada um exerce sobre o clima urbano.

- Analisar a existência de ilhas de calor, através das medidas das variáveis e das características do local.

- Comparar as variáveis meteorológicas da cidade com as da área rural do município a fim de identificar a formação de ilhas de calor no Bairro Centro Norte.

### 3 JUSTIFICATIVA

Os grandes centros urbanos, devido à drástica transformação dos ambientes naturais, não oferecem condições ambientais adequadas aos seus habitantes, pois as temperaturas se elevam muito, gerando desconforto térmico à população, além de que altas temperaturas associadas à poluição ocasionam danos à saúde. O crescimento acelerado e a falta de planejamento das cidades provocam alterações no clima que aumentam os riscos de desastres naturais, além de afetarem o conforto térmico e a saúde da população.

Para planejar um espaço que ofereça ao homem melhores condições de conforto, é necessário ajustar o ambiente construído ao clima de um determinado local. Os elementos climáticos são influenciados pelo ambiente urbano. A temperatura do ar é influenciada pelo aquecimento e resfriamento da superfície da terra e o balanço térmico é influenciado pelos materiais que são utilizados na construção das cidades (BARBIRATO; SOUZA; TORRES, 2007).

A preocupação com as alterações na qualidade do ar das cidades tem sido um alerta a manifestar o interesse de vários estudos sobre o mesmo (MONTEIRO e MENDONÇA, 2003). Os problemas ambientais, resultantes da urbanização, chegaram a dimensões alarmantes, portanto, é essencial o planejamento da expansão urbana, o planejamento sócio-ambiental e o controle dos parâmetros de verticalização e uso do solo, para que assim se possa melhorar a qualidade de vida da população e preservar as áreas ambientais que ainda existem na área urbana (Gomes, 2007).

Devido aos vários problemas climáticos gerados pela urbanização e o mau planejamento das cidades, muitos estudos estão sendo realizados, buscando avaliar o fenômeno de Ilhas de Calor. As ilhas de calor estão presentes não somente nos grandes centros urbanos, como também em cidades de pequeno e médio porte.

Alguns estudos buscam quantificar a importância dos recursos naturais para o balanço de energia e a adequação climática. Vê-se, então, a importância do uso dos conhecimentos do tempo e clima para o planejamento ambiental urbano.

Os dados da avaliação do fenômeno de Ilhas Urbanas de Calor auxiliam no planejamento ambiental e urbano, e pode ser uma oportunidade para que o



conhecimento que vem sendo adquirido sobre o meio ambiente possa ser incorporado às legislações municipais.

Constatado que os estudos sobre o clima urbano são fundamentais para compreender os problemas ambientais consequentes do processo de urbanização e auxiliam no planejamento ambiental e urbano, cidades como Dois Vizinhos – PR merecem uma atenção especial em estudos sobre o clima urbano, pois o processo de urbanização na cidade ainda está ocorrendo.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 O processo de urbanização no Brasil

A espécie humana modifica a paisagem ao seu redor e as transforma em artefatos. A cidade é a forma mais clara de modificação da paisagem. Os sistemas urbanos são estudados pelos métodos das ciências ecológicas, porém, uma cidade não é como qualquer ecossistema. Para um ecólogo, com os seus conhecimentos, se estiver diante de um bosque queimado ele saberá dizer qual será o processo de regeneração desse bosque, mas perante uma cidade que foi atingida por um terremoto, ninguém poderá assegurar como ela voltará a ser (MENEGAT e ALMEIDA, 2004).

Com o aumento incontrolável da população urbana e conseqüentemente o maior consumo de energia, a cidade causa um grande impacto ambiental. Além desse crescimento populacional, o que tem influenciado para o maior consumo de energia na cidade nas últimas décadas, tem sido o elevado consumo de produtos eletrônicos. Diante dessa situação, existem várias estratégias que buscam a amenização climática e a redução da crise. Uma estratégia simples, que vem sendo usada por vários lugares do mundo é a arborização urbana (MASCARÓ; MASCARÓ; AGUIAR, 2001).

Nos últimos anos tem acontecido um aumento diferenciado na localização demográfica em favor da cidade. A cidade vem sendo transformada em uma multidão de prédios. Para entender o que realmente está acontecendo é preciso considerar a distribuição dessa população sobre o território, no entanto, é certo de que esse crescimento está nas grandes concentrações urbanas. A população cresce de maneira desigual no mundo, porém, a população urbana terceiro-mundista cresce desenfreadamente (MENEGAT e ALMEIDA, 2004).

No Brasil, a população cresceu quase 20 vezes entre 1872 e 2010, e deve continuar crescendo lentamente até 2030. Esse crescimento tem sido maior nas regiões Norte e Centro-Oeste do país. Em 1950 a população urbana chegava a 19 milhões de habitantes e em 2010 chegou a 161 milhões. Nesse período, a

população urbana cresceu 8,5 vezes enquanto a população rural diminuiu 10% (ALVES e CAVENAGHI, 2012).

Segundo Vasconcelos (2006), um dos principais fatores que levou a região Centro-Oeste a registrar as maiores taxas de crescimento populacional foi a expansão econômica. As metrópoles que mais cresceram entre 1970 e 2000 foram Campo Grande (MS), Cuiabá (MT), Goiânia (GO) e Brasília (DF). No entanto, Campo Grande foi a que mais cresceu em termos populacionais, passando de 140 mil habitantes em 1970, para 663 mil habitantes no ano de 2000.

No Paraná, a maior parte da população estadual reside em cidades, representando um grau de urbanização de 85,3%. As mesorregiões mais urbanizadas são a Metropolitana de Curitiba, a Norte Central, ambas com 91,6% de grau de urbanização, e a Oeste, com 85,6%. Curitiba, Londrina e Maringá, denominadas Regiões Metropolitanas oficiais do Estado, demonstraram um crescimento populacional urbano superior à média do Estado (INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO e SOCIAL, 2010).

Desde que o IBGE iniciou seus registros, o município de Dois Vizinhos apresentou uma queda significativa no número de habitantes, isto devido ao desmembramento dos municípios de Cruzeiro do Iguaçu e Boa Esperança do Iguaçu no ano de 1992. No ano de 1991, Dois Vizinhos tinha 40.267 habitantes, em 1996 passou a ter 31.458, no entanto, a partir do ano de 2000 o município voltou a ter um aumento na população (PORTAL DOIS VIZINHOS, 2015).

O processo de urbanização transforma os espaços, eleva o grau de riscos existentes e contribui para o surgimento de novos riscos. Na maioria dos casos, a urbanização esta associada à remoção da vegetação fazendo com que diminua a umidade do ar, ocasionando desconfortos e doenças que acometem grande parte da população urbana. Os materiais urbanos absorvem mais energia, gerando as ilhas de calor, fazendo com que aumente a temperatura nos locais com maior aglomeração de pessoas e construções urbanas (NUNES, 2015).

## 4.2 O clima urbano

As mudanças climáticas são principalmente resultado de ações antrópicas, como a industrialização, o crescimento populacional, a urbanização e o aumento do consumo de recursos naturais, assim como o aumento da demanda sobre os ciclos biogeoquímicos. Dentre as várias ações antrópicas, um exemplo que causa alterações significativas de perdas ambientais é a queima de biomassa em florestas tropicais (BARCELLOS et al., 2009).

A remoção da vegetação para a construção de edificações e superfícies pavimentadas prejudica significativamente o meio ambiente. A arborização propicia um clima equilibrado, pois interfere na temperatura, na pluviosidade, no balanço de radiação, na velocidade dos ventos, no balanço de energia, etc (VASCONCELOS e ZAMPARONI, 2011).

Os materiais utilizados nas construções das cidades, como exemplo, o concreto, faz com que ocorram mudanças nos padrões naturais de percolação das águas, desequilibrando os ecossistemas e ocasionando erosões (SANTOS; MARINHO; LIMA, 2015).

Com o passar do tempo o clima vai ficando cada vez mais antropizado, principalmente em relação à escala local. As alterações climáticas são influenciadas de acordo com o desenvolvimento econômico e conforme a ocupação do espaço, definindo as características do clima em todas as escalas (SILVA, 2015).

Na cidade, as condições climáticas são provenientes da alteração da paisagem natural e das intensas atividades humanas. No ambiente urbano o balanço de energia sofre várias mudanças, primeiramente temperatura e umidade relativa do ar, ventos, e, no caso de cidades tropicais, também na precipitação pluviométrica. Considera-se como fator de formação do clima urbano, as atividades socioeconômicas urbanas, a intensidade do adensamento humano e urbano, além da localização geográfica da cidade (MONTEIRO e MENDONÇA, 2003).

Ao se fazer uma análise inicial de um clima urbano, é necessário observar a sua sítio, os modelos de morfologia urbana do grande número de combinações que pode existir, e ainda considerar a ordem de grandeza entre o porte do sítio e o porte da cidade. Na cidade é onde se tem maior acumulação de energia, seja esta consumida ou desperdiçada. O desperdício está relacionado com a distância que

existe entre o local de origem e seu local de consumo, estocagem e distribuição para dentro dos assentamentos humanos, e com os hábitos de consumo da população (MASCARÓ e MASCARÓ, 2009).

Quando a radiação solar incide sobre a terra ela interage com vários elementos, isso possibilita a iluminação natural e geração de calor. Na área urbana esse ganho de calor é potencializado devido a transformação do ambiente natural pelas construções, que modificam a forma do relevo, a rugosidade e a impermeabilização do solo. Devido à verticalização e o adensamento da cidade, acontecem transformações que agem negativamente no balanço de energia e conseqüentemente altera-se o clima. Uma das muitas alterações observadas dentro dos microclimas regionais é o surgimento de ilhas de calor (ABRANTES e COSTA, 2012).

Os materiais utilizados nas construções das cidades são melhores condutores e possuem uma alta capacidade térmica se comparados às áreas do entorno. A superfície rugosa da área urbana gera maior atrito entre a superfície e o vento, e as edificações agem como refletoras e radiadoras aumentando os efeitos da radiação incidente (ROMERO, 2007).

Em meios urbanos, as alterações na temperatura interferem na umidade relativa. A temperatura local e a umidade absoluta são aumentadas e, a umidade relativa diminui, se as superfícies que formam o recinto armazenarem e irradiarem muito calor. A temperatura do ar e a umidade relativa do recinto urbano são influenciadas pela insolação (MASCARÓ e MASCARÓ, 2009).

Sob influência urbana, há na atmosfera a camada limite urbana, a de cobertura urbana e a pluma urbana. A camada limite urbana é a que está mais perto da superfície urbana recebendo toda a influência térmica. Surge devido ao deslocamento do ar através de uma superfície rugosa e rígida, e também devido à elevação convectiva de bolsões de ar. A camada urbana fica no nível das coberturas, refere-se a parte localizada entre uma fileira de edifícios que demonstra uma mistura dos microclimas ocasionados pelos arredores. A prolongação da camada limite urbana refere-se a pluma urbana (ROMERO, 2007).

Outra ação antrópica que afeta diretamente o clima urbano é a poluição do ar. A poluição do ar afeta o clima de diversas maneiras, sendo que uma delas é pelo próprio balanço energético da cidade, pois os poluentes na atmosfera refletem, dispersam e absorvem radiação solar. Outros fatores significantes que causam

poluição atmosférica nas cidades são o grande número de veículos trafegando em um espaço cada vez mais limitado, conseqüentemente o alto consumo de combustível fóssil e a ocupação de áreas industriais (ABRANTES e COSTA, 2012).

A geometria e o adensamento das edificações geram uma superfície rugosa que influencia diretamente na circulação do ar e no transporte de calor e vapor d'água. O aumento da temperatura nos centros urbanos é denominado de ilhas de calor. Esse fenômeno acontece devido a vários fatores, todos por ação antrópica. O principal fator é a alta impermeabilidade do solo devido às construções ou pavimentação (ALMEIDA JUNIOR, 2005).

As ilhas de calor são caracterizadas por um “teto” de ar quente que recobre a cidade. Ilha de calor é a diferença de temperatura dos centros urbanos para o entorno da cidade ou áreas rurais. A ilha de calor urbana é o aumento da temperatura devido às características dos materiais utilizados na construção das cidades e à escassez de vegetação. A extensão espacial e a intensidade da ilha de calor urbana vão depender das atividades industriais, da localização da cidade, da forma e densidade das construções, do tipo de material usado na construção e das condições climáticas (AMORIM et al., 2009).

As ilhas de calor apresentam várias características, porém, as mais comuns são: temperatura de ar mais elevadas, temperatura de superfície mais elevadas, inversão térmica, entre outras, cujos efeitos são mais intensos em dias claros e calmos, sob aumento da urbanização. Muitos fatores contribuem para a formação de ilhas de calor, podendo-se resumi-los em cinco principais causas: evaporação reduzida, maior armazenamento de calor, aumento do saldo de radiação, convecção reduzida e aumento do calor antropogênico. (GARTLAND, 2010).

Segundo Nóbrega e Vital (2010), dentre as diferentes causas existentes que favorecem a formação das ilhas de calor, ainda pode-se citar: a poluição do ar, alteração na cobertura vegetal, tipo de cobertura da superfície e distribuição da verticalização urbana.

Nas construções e no planejamento de uma cidade é de grande importância ter conhecimento das propriedades óticas das superfícies dos materiais, pois cada cor tem um coeficiente de reflexão ou albedo diferente, o qual influencia na absorção da radiação solar. Assim é possível compreender o comportamento das edificações com relação à radiação solar e infravermelha (CORBELLA e CORNER, 2011).

As superfícies urbanas, como coberturas e calçadas, ao serem aquecidas pelo sol atingem temperaturas entre 27 e 50°C mais quentes do que o ar. Durante a noite estas superfícies liberam o calor que está acumulado. O mesmo não acontece com a vegetação, estas, se mantêm frescas mesmo sob o sol de verão (GARTLAND, 2010).

A alta temperatura nos centros urbanos, associada à poluição, causam danos à saúde, inclusive entre crianças e idosos. O ar seco resseca o nariz e a garganta, favorecendo processos inflamatórios como a ocorrência de bronquite e asma. Ainda, se for exposto à poluição atmosférica por um longo período, pode-se acarretar problemas similares aos do tabagismo, com comprometimento cardiorrespiratório (CHAGAS, 2005).

As ilhas de calor geram várias consequências para a população, podendo acarretar doenças respiratórias e desconforto térmico, além dos riscos de desastres ambientais. O conforto térmico está relacionado com a condição físico-corporal que demonstre satisfação com o ambiente térmico (NÓBREGA e LEMOS, 2011).

O conforto ambiental significa sensação de bem estar, e esta relacionado à qualidade de vida. O conforto térmico pode ser estudado tanto em ambientes internos como em ambientes externos. O meio externo é resultado das condições ambientais, porém, tem influências antrópicas e sofre alterações. Já o meio interno é influenciado pelo externo, portanto, estão relacionados (BUENO, 1998).

A sensação de conforto pelo corpo é dada por condicionantes como a temperatura do ar, umidade relativa e ações do vento. No entanto, as condições meteorológicas do lugar que se habita também influenciam, pois de acordo com a condição a temperatura e umidade do ar terão comportamentos diferentes. É importante estudar o conforto térmico em zonas arborizadas porque estas oferecem condições de bem estar à população. A presença da vegetação é um fator fundamental quando se estuda climas urbanos (ALMEIDA JUNIOR, 2005).

Segundo Milano (1987) apud Bueno (1998), para se controlar os efeitos da ilha de calor, o método mais natural é através da arborização urbana. Para a arborização urbana, deve-se levar em conta diferentes critérios, tais como a forma e disposição das raízes, para que redes de água e esgoto, fundações e calçamentos não sejam prejudicados com o seu desenvolvimento; altura da árvore, para se preservar a rede elétrica; estética, etc.

A vegetação pode influenciar no microclima local devido as suas propriedades no balanço de energia, diminuindo os picos de temperatura durante dia. A vegetação influencia mais as diferenças da temperatura de superfície do que na temperatura do ar. Assim, a vegetação influencia na temperatura do ar local, sendo que esse efeito está relacionado ao balanço de energia (SHINZATO, 2014).

As árvores e a vegetação podem reduzir as ilhas de calor de duas maneiras. Uma das maneiras é produzindo sombra, deixando as superfícies mais frescas. A segunda forma é pelo processo de fotossíntese, no qual as árvores vão usar o processo de evapotranspiração para se manterem frescas. A arborização oferece muitas vantagens às comunidades, principalmente em relação ao conforto térmico, retirada de dióxido de carbono do ar, redução do consumo de energia, redução de enchentes e redução da poluição do ar (GARTLAND, 2010).

Portanto, verifica-se a grande importância das áreas verdes, a qual exerce influência não somente no clima local, como também a nível regional e global (VASCONCELOS e ZAMPARONI, 2011).



## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 Descrição da área de estudo

O estudo foi realizado no município de Dois Vizinhos, localizado no Sudoeste do Paraná. O município está situado no terceiro planalto paranaense (Figura 01), entre as coordenadas geográficas 25° 44' 03" e 25° 46' 05" Sul, e 53° 03' 01" e 53° 03' 10" Oeste, apresentando altitude média de 509 metros (PREFEITURA MUNICIPAL DE DOIS VIZINHOS, 2019).



**Figura 1- Localização do município de Dois Vizinhos – PR.**  
Fonte: Portal Dois Vizinhos, 2015.

O clima predominante no município é do tipo Cfa, caracterizado como clima subtropical úmido com verões quentes, com precipitação média mensal maior que 40mm, e a temperatura média do mês mais frio entre -3 e 18°C e do mês mais quente maior que 22°C. Este clima tem ocorrência em 61,7% da área do Estado do Paraná (ALVAREZ, 2013).

O município possui uma área territorial de 419,017 Km<sup>2</sup>, com uma população estimada de 40.234 pessoas, sendo que a população urbana é de 28.115 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2018).

Segundo Biz (2014), a arborização viária do Bairro Centro Norte, o qual é o local de estudo dessa pesquisa, no município de Dois Vizinhos, é composta por 1.206 indivíduos, os quais estão distribuídos em 63 espécies e 28 famílias, com grande predominância da espécie ligustro (*Ligustrum lucidum*), correspondendo à 54,9% do total de indivíduos inventariados.

A avaliação foi realizada na área comercial do Centro Norte da cidade, onde há maior fluxo de veículos e pedestres. Foram selecionadas três ruas mais movimentadas para fazer a análise, as quais são: Avenida 7 de Setembro, Rua João Dalpasquale e Rua Castro Alves. Foi selecionada como testemunha a Rua Atanásio Pires no Bairro da Luz, uma rua com grande quantidade de árvores, distante aproximadamente 1Km do centro, onde também foram medidas todas as variáveis e comparadas com as realizadas na área comercial. No próximo tópico estão descritas mais detalhadamente as principais características de cada rua avaliada.

## 5.2 Caracterização das ruas

- ✓ **Avenida 7 de Setembro:** possui pavimento asfáltico na rua e de concreto nas calçadas; grande número de edificações, incluindo desde sobrados com dois pavimentos, à prédios de até 8 andares. As edificações são destinadas a uso misto, sendo que o uso principal é para o comércio, possuindo alguns condomínios residenciais.

Nesta via constam somente 11 árvores de médio porte, das espécies: Ligustro (*Ligustrum lucidum*), Aroeira Salsa (*Schinus molle*) e Figueira Chilena (*Ficus auriculata*), em um percurso de 1143,5m (Figura 02), o que corresponde à 10 árvores/Km, sendo este um índice baixíssimo, já que o recomendável é de 133 árvores/Km de calçada. Ainda, vale ressaltar que referente ao recuo das árvores em relação aos elementos urbanos, 96,6% das árvores inventariadas no Bairro Centro Norte estão dentro do recomendado, que deve ser igual ou superior a 2m (Biz, 2014).

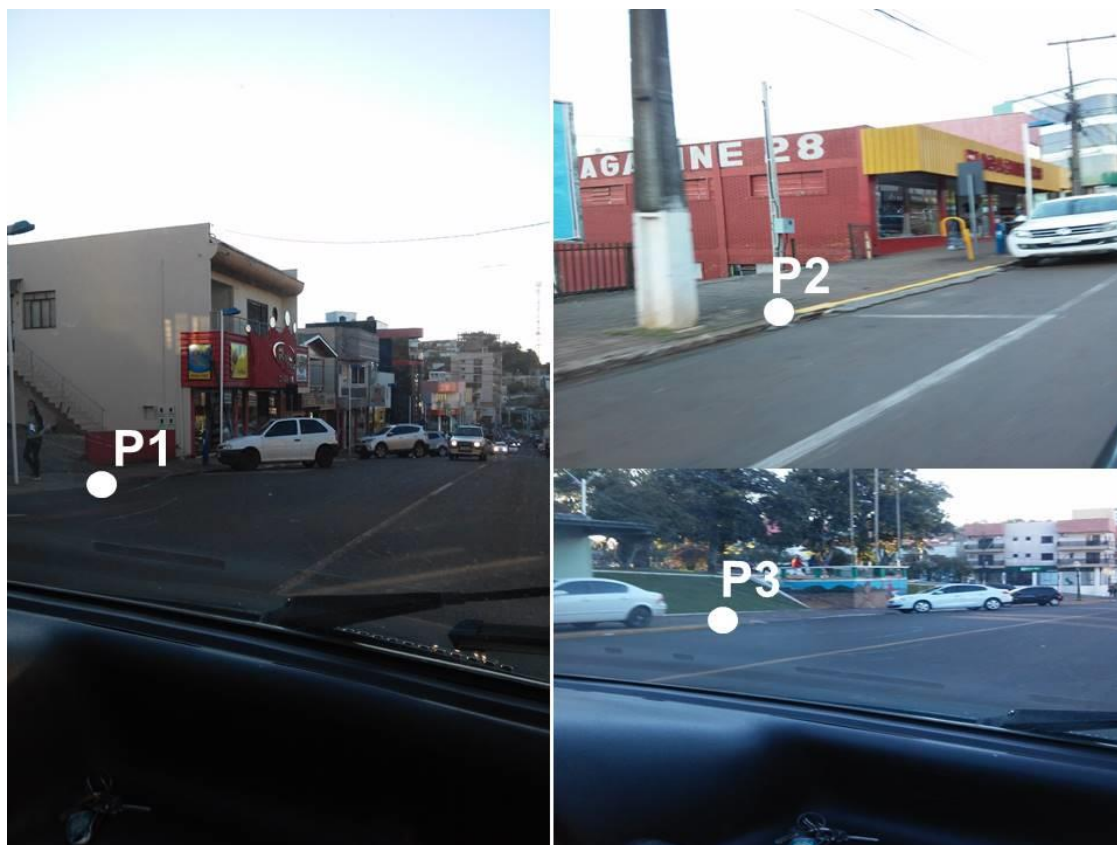


Figura 2- Pontos de medições de variáveis meteorológicas na Rua Sete de Setembro.  
Fonte: O autor,2019.

- ✓ **Rua João Dalpasquale:** esta via é de pavimento asfáltico e as calçadas são pavimentadas com concreto. O uso do solo é misto, no entanto, é utilizada principalmente para o comércio, constando alguns condomínios residenciais, sendo que a maioria das edificações possuem de dois a três pavimentos. Nesta via as espécies mais comuns são o Ligustro (*Ligustrum lucidum*), Grevílea (*Grevillea robusta*), Figueira Chilena (*Ficus auriculata*), compreendendo 70 árvores em um percurso de 1330,5m, com um índice de 53 árvores/Km, índice considerado baixo levando em consideração o recomendável de 133 árvores/Km (Figura 03).



**Figura 3 – Pontos de medições de variáveis meteorológicas na Rua João Dalpasquale.**  
**Fonte: O autor, 2019.**

- ✓ **Rua Castro Alves:** A via possui pavimento asfáltico e as calçadas de concreto; contém grande número de edificações, de até 4 pavimentos; o uso do solo é misto, no entanto, esta via é ocupada principalmente por residências. É uma rua que tem grande fluxo de veículos e pedestres, por ligar os Centros Norte ao Sul. Nesta via algumas das espécies encontradas nela são: Ligustro (*Ligustrum lucidum*), Grevílea (*Grevillea robusta*), Figueira Chilena (*Ficus auriculada*), Pau-ferro (*Caesalpinia ferrea*. var. *leiostachya* e Aroeira salsa (*Schinus molle*). Na via constam 75 árvores em um percurso de 1385,9m, correspondente à 54 árvores/Km, o que é baixo diante do recomendado como já foi citado anteriormente (Figura 04).



**Figura 4 – Pontos de medições de variáveis meteorológicas na Rua Castro Alves.**  
Fonte: O autor, 2019.

- ✓ **Rua Atanásio Pires:** parte desta via é de pavimento asfáltico e parte com pavimentação em pedra (calçamento). É uma rua residencial, com pouca circulação de veículos e pedestres. Esta via possui grande número de árvores, principal motivo pelo qual foi selecionada para comparar com as demais vias, servindo como testemunha (Figura 05).



Figura 5 – Pontos de medições de variáveis meteorológicas na Rua Atanásio Pires.  
Fonte: O autor, 2019.

- ✓ **Área rural (Estação meteorológica na UTFPR-DV):** As informações referentes aos dados da área rural são provenientes do banco de dados da estação meteorológica do INMET instalada na UTFPR Campus Dois Vizinhos (Figura 6). O solo no entorno da estação é coberto por gramíneas e nas áreas próximas há presença de matas.

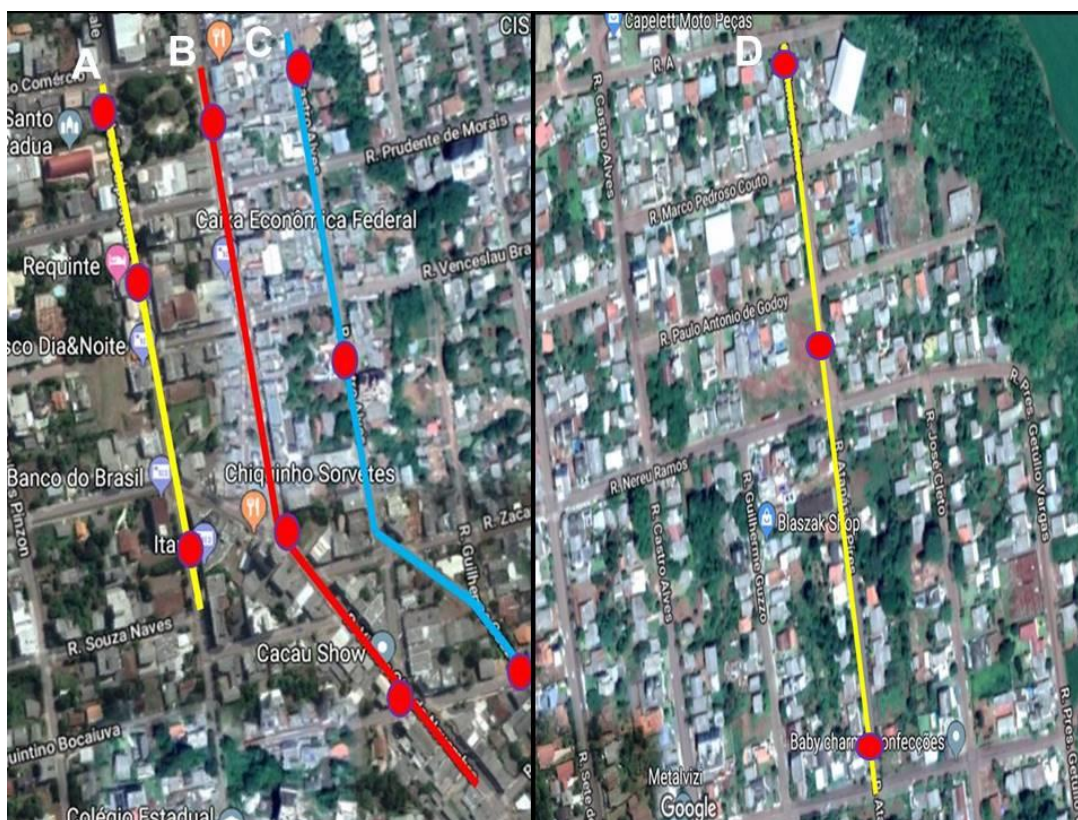


**Figura 6 – Local onde está instalada a estação meteorológica do INMET na UTFPR Campus Dois Vizinhos-PR.**

**Fonte: INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2019.**

### **5.3 Coleta de dados meteorológicos nas vias estudadas**

A avaliação ocorreu durante 12 meses (Abril de 2016 a Abril de 2017), e as medidas das variáveis meteorológicas foram realizadas a cada quinze dias, por três dias consecutivos em seis horários distintos, às 06, 09, 12, 15, 18 e 21 h. Em cada uma das ruas as variáveis foram medidas em três pontos, totalizando 12 pontos de medições por dia de avaliação, os quais foram distribuídos de acordo com os locais mais movimentados do centro (Figura 7).



**Figura 7 – Localização das quatro ruas avaliadas no centro com seus respectivos pontos de medições. A) Rua João Dalpasquale. B) Rua Sete de Setembro. C) Rua Castro Alves. D) Rua Antanásio Pires.**  
**Fonte: Google Earth, 2018.**

As variáveis meteorológicas medidas foram: temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ), umidade relativa do ar (%) - medidas com o auxílio de Termohigrômetro Digital da marca Minipa® modelo MTH-1380; velocidade do vento (m/s), com o auxílio do Anemômetro de pás Portátil da marca Instrutherm® modelo AD-250; temperatura de superfície ( $^{\circ}\text{C}$ ), utilizando o Termômetro de Infravermelho da marca Icel® modelo TD-955 e; a intensidade luminosa (lux), medida através de Luxímetro Digital da marca Instrutemp® modelo ITLD-260.

#### 5.4 Análise dos dados

Após as avaliações, os dados das áreas urbana e rural foram processados via planilha eletrônica Microsoft Excel® para efetuar os cálculos das médias mensais nas quatro estações do ano. A partir dos dados obtidos foram gerados gráficos para



cada uma das variáveis, e em seguida os dados também foram analisados por testes estatísticos, em cada estação, sendo outono (Março, Abril e Maio), inverno (Junho, Julho e Agosto), primavera (Setembro, Outubro e Novembro) e verão (Dezembro, Janeiro e Fevereiro).

As análises estatísticas foram realizadas através dos Softwares ASSISTAT 7.6 e SASM-Agri, utilizando o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), e nível de 5% de probabilidade de erro, visando comparar as variáveis da área urbana com as da área rural. Foram realizados os testes de normalidade (Kolmogorov-Smirnov, Cramér-von e Mises Lilliefors), as transformações dos dados meteorológicos e o teste de Friedman, foram realizados via Software Assistat. A Análise de Variância (ANOVA) e o teste de Tukey foram realizados utilizando o SASM-Agri. Para os dados que apresentaram normalidade, estes foram analisados por meio do teste de ANOVA e teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados que não apresentaram normalidade, foi realizada a transformação dos mesmos. Para as variáveis velocidade do vento e luminosidade, as quais não apresentaram normalidade mesmo com a transformação dos dados, foi aplicado o teste de Friedman ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Para a verificação de formação de ilhas de calor nos locais avaliados, os dados obtidos com as medições foram comparados com os dados da Estação Meteorológica (Propriedade do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET) localizada no Campus Dois Vizinhos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), a fim de obter a diferença de temperatura da área urbana para a área rural e conseqüentemente identificar a ocorrência e intensidade das ilhas de calor.

Para realizar a análise da ilha de calor urbana, sua intensidade foi classificada pela metodologia adotada por Brandão (2003), a qual estabelece as categorias conforme a intensidade (Quadro 1).

<b><i>Intensidade da Ilha de Calor</i></b>	<b><i>Categoria</i></b>
0.0 – 1.9°C	Fraca
2.0 – 3.9°C	Moderada
4.0 – 5.9°C	Forte
> 6.0°C	Muito Forte

Quadro 1– Categorias das ilhas de calor conforme a intensidade.  
Fonte: Brandão (2003).

Para facilitar a análise, os dados foram separados por estações, ruas e horários, assim foi possível verificar em qual época do ano, quais locais e horários ocorrem as formações de ilhas de calor mais intensas.

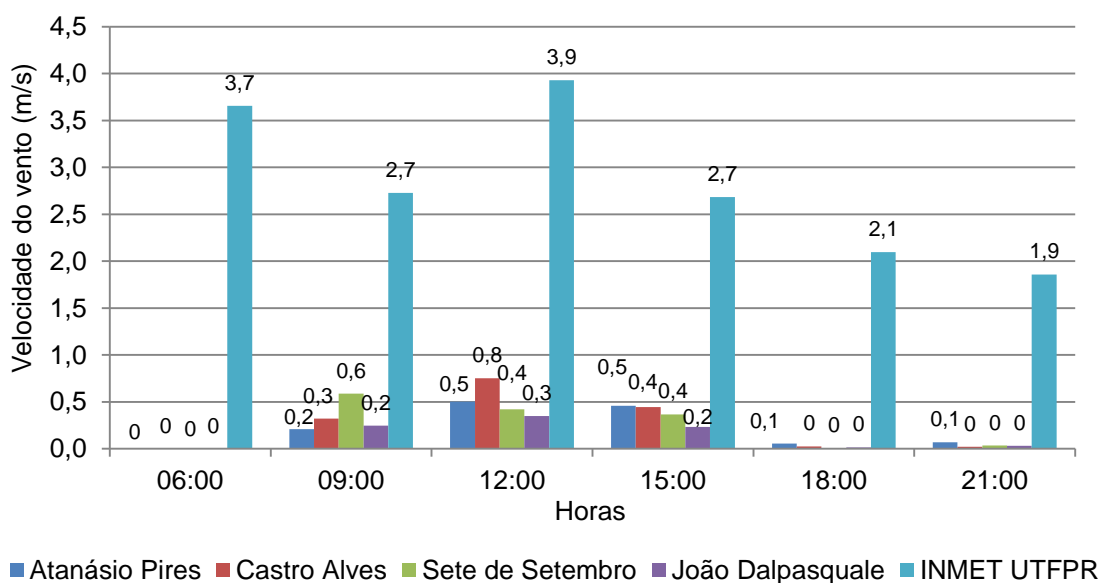
## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Velocidade do vento

#### 6.1.1 Velocidade do vento no outono

A velocidade do vento diferiu estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade de erro, perante o teste de Friedman no período de outono, entre os locais avaliados (Apêndice 1), sendo que as maiores velocidades dos ventos ocorreram na área rural. Nesta estação pode-se observar que a maior velocidade média do vento na área urbana foi às 12:00 horas na Rua Castro Alves (0,8 m/s), nesta rua há menor incidência de barreiras como grandes edificações, no entanto, permite maior circulação dos ventos.

Na área rural a velocidade dos ventos foram altas, chegando à 3,9 m/s, se comparadas à velocidade do vento na área urbana, devido à ausência de barreiras de grande porte no meio rural. Assim, maiores velocidades dos ventos contribuem para amenizar a temperatura do ar, o que é benéfico para a população no período de verão, pois nessa estação as temperaturas são elevadas (Gráfico 1).



**Gráfico 1:** Velocidade do vento nas diferentes horas do dia, no outono, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR, com os dados da Estação Meteorológica na UTFPR - Campus Dois Vizinhos.

Fonte: O autor, 2018.

Verificou-se no gráfico 1 que às 6 horas da manhã a velocidade do vento na área rural foi de 3,7 m/s, enquanto que, na área urbana foi nula nas quatro ruas, o que pode ser explicado devido o atrito com a superfície, já que a área urbana possui muita rugosidade. Durante o outono, a velocidade do vento na área rural foi maior às 12:00 horas (3,9 m/s), tornando-se mais fracas a partir das 15:00 horas. O vento varia rapidamente de direção e intensidade, não se trata de um fenômeno constante, seu comportamento é difícil de prever e controlar, pois sofre influências de variáveis globais, regionais e locais (NIKOLOPOULOU, 2004).

Às 9:00 horas a velocidade do vento foi maior na Rua Sete de Setembro (0,6 m/s). A via concentra vários edifícios em ambos os lados, o que pode ter canalizado os ventos formando cânion urbano, tornando-os mais fortes neste horário, o que é bom no caso da ocorrência de ilhas de calor, já que o vento contribui para a retirada de calor no local.

Embora os ventos tenham sido mais fortes na Rua Sete de Setembro, não foi suficiente para amenizar as temperaturas locais, pois a Rua Sete de Setembro apresentou a segunda maior temperatura do ar (23,9°C) nesse horário. Sendo assim, verifica-se a influencia de outros fatores na temperatura do ar, como tipo de pavimento, geometria urbana e principalmente arborização escassa, a qual contribui para melhoria do microclima, sendo assim, o plantio de mais espécies na via irá contribuir para melhor conforto térmico da população.

Nos horários das 15,18 e 21 horas, os maiores valores de velocidade do vento foram na Rua Atanásio Pires, sendo respectivamente 0,5 m/s, 0,1m/s e 0,1m/s, pois esta via não possui edificações prediais atuando como barreiras, assim há maior circulação e velocidade de vento. Às 6:00 horas a velocidade média do vento foi zero (0,0 m/s) nas quatro ruas avaliadas, e às 18 e 21 horas leves brisas (0,1m/s) na Rua Atanásio Pires.

Ainda, pode-se observar que na Rua João Dalpasquale a velocidade média do vento foi baixa (0,2m/s) em todos os horários, o que influencia em maiores temperaturas do ar, pois o calor que está sendo irradiado pelos objetos não será dissipado. A presença de vários prédios em ambos os lados da rua influencia na circulação e velocidade do vento, essas barreiras ocasionam em baixas velocidades do vento na via.

Analisando os gráficos das outras variáveis medidas no outono, verificou-se que a baixa velocidade do vento (0,3 m/s) na Rua João Dalpasquale pode ter

influenciado nas altas temperaturas das superfícies (asfalto: 12h 49,7°C; 15h 44°C; calçada: 12 h 44,7°C; 15h 41,5°C), e conseqüentemente na alta temperatura do ar no período das 12h (29,1°C) e 15 horas (29,4°C), resultando também na baixa umidade relativa do ar, que ocasiona maior desconforto térmico à população, podendo também agravar problemas de doenças respiratórias.

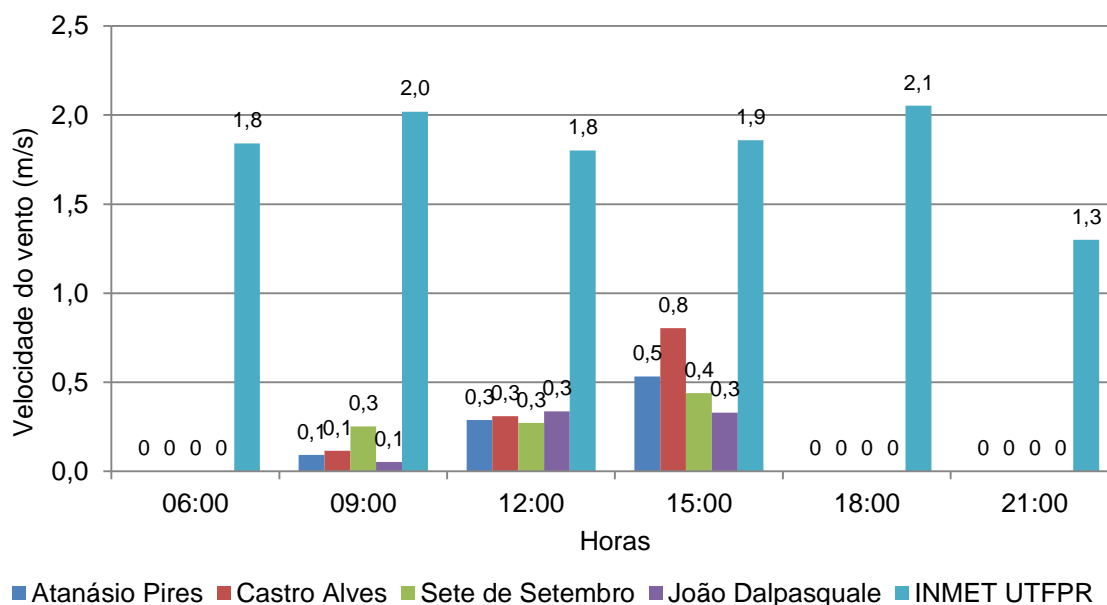
Romero (2013), ao analisar a relação entre radiação solar e geometria urbana na temperatura do ar, afirmou que dentre todos os elementos climáticos as condições do vento são as que mais sofrem modificações pelo processo de urbanização. Em áreas urbanas as edificações atuam como barreiras impermeáveis retardando a velocidade dos ventos.

Alta velocidade dos ventos não é desejável em todas as estações, como exemplo, no inverno, fortes ventos tornam o ambiente ainda mais frio. Assim, com o planejamento da arborização urbana, a fim de escolher as espécies adequadas para a melhoria climática em cada local, levando em consideração o clima da região, é possível equilibrar esse aspecto nas demais estações.

#### 6.1.2 Velocidade do vento no inverno

No período de inverno as velocidades médias do vento apresentaram diferenças estatísticas significativas, perante o teste de Friedman, ao nível de 5% de probabilidade, entre as áreas urbana e rural (Apêndice 2). No inverno a velocidade dos ventos na área rural foi mais alta (1m/s a 2,0m/s) que na área urbana. Enquanto na área urbana a velocidade do vento foi de 0,0 m/s às 6, 18 e 21 horas, na área rural chega a atingir 2,1 m/s (18h), isso é ruim para a área rural, pois como foi explicado no tópico anterior, maiores velocidade dos ventos são ruins durante o inverno, pois torna o ambiente ainda mais frio.

As barreiras na área urbana reduzem a velocidade dos ventos, o contrário do que ocorre na área rural, durante o inverno isso não torna o ambiente desagradável na área urbana, porém, no verão torna o local mais abafado. No período de inverno a maior velocidade do vento na área rural foi registrada às 9h (2,0m/s) e 18 horas (2,1m/s), mas no período das 6 às 18 horas a variação foi baixa, em média 0,2 m/s (Gráfico 2).



**Gráfico 2:** Velocidade do vento nas diferentes horas do dia, no inverno, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR, com os dados da Estação Meteorológica na UTFPR - Campus Dois Vizinhos.  
Fonte: O autor, 2018.

Conforme o gráfico 2, a velocidade média do vento na estação inverno foi maior às 15:00 horas, sendo o maior valor na Rua Castro Alves (0,8m/s), seguido da Rua Atanásio Pires (0,5m/s), as quais são as ruas com menor incidência de barreiras se comparadas as outras ruas.

Nos horários das 6,18 e 21 horas, as velocidades médias do vento foram nulas nas quatro ruas avaliadas, pois nesses horários existe menor quantidade de massas de ar quente, o que faz com que diminua as ações do vento, sendo um fator considerado bom pois nesses horários as temperaturas do ar são mais amenas, sendo assim, não é desejável maiores velocidades dos ventos. Às 12:00 horas o valores foram os mesmos em todas as ruas, com velocidade média do vento mais baixas (0,3 m/s) nesse horário.

Em estudo realizado por Maria (2014), ao avaliar o potencial de melhoria climática em centros urbanos proporcionada pelo emprego de duas espécies arbóreas (*Poincianella pluviosa* var. *peltophoroides* e *Handroanthuschrysotrichus*), encontrou valores de velocidade do vento diferindo estatisticamente às 15:00 horas, na estação inverno, sendo este o único horário em que houve diferença

estatística entre as espécies avaliadas, horário em que também ocorreu maior velocidade dos ventos se comparado aos outros horários.

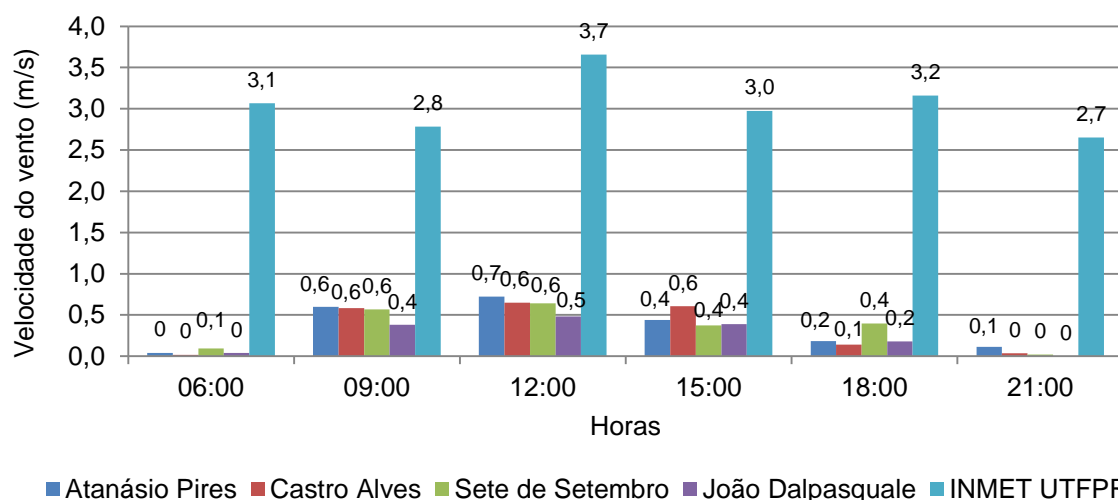
Nesta avaliação, os maiores valores de velocidade do vento também foram às 15:00 horas, sendo que na área rural a velocidade chegou a 1,9 m/s, e a maior velocidade do vento na área urbana foi de 08m/s (Rua Castro Alves), o que pode ser explicado pelo aumento das forças de convecção devido a maior formação de massas de ar quente, sendo assim, é benéfico maiores velocidades dos ventos para a retirada do calor acumulado sobre a superfície.

No inverno as maiores velocidade dos ventos podem ser explicadas devido à aproximação da estação primavera, estação em que apresenta ventos mais fortes, por ser uma estação de transição entre o inverno e o verão ocorrem mudanças nas condições de tempo (CLIMA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, 2019).

### 6.1.3 Velocidade do vento na primavera

A velocidade do vento apresentou diferenças estatísticas significativas pelo teste de Friedman, à 5% de probabilidade de erro, entre os locais avaliados durante a primavera (Apêndice 3). Conforme o gráfico 3, observa-se que a primavera é uma estação com altas velocidades médias do vento em vários horários, quando comparadas as medidas nas outras estações onde os ventos são mais fracos, sendo que nos períodos das 9 e 12 horas onde as médias foram maiores nessa estação.

Na primavera a velocidade do vento na área rural se mantém mais alta e por um período maior, pois a ausência de barreiras de grande porte permite que o vento atinja maiores velocidades. Pode ser observado no gráfico 3, que a maior velocidade do vento na área rural chega a 3,7 m/s às 12:00 horas, enquanto que na área urbana a maior velocidade nesse horário foi de 0,7 m/s (Rua Atanásio Pires), o que confirma o quanto a rugosidade da superfície interfere na velocidade dos ventos.



**Gráfico 3:** Velocidade do vento nas diferentes horas do dia, na primavera, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR, com os dados da Estação Meteorológica na UTFPR - Campus Dois Vizinhos.  
Fonte: O autor, 2018.

No horário das 9 horas as velocidades se igualaram entre as ruas Atanásio Pires, Castro Alves e Sete de Setembro, ambas com velocidades dos ventos de 0,6 m/s. Às 12:00 horas a velocidade média do vento foi maior na Rua Atanásio Pires (0,7 m/s), sendo 0,1 m/s a mais que nas Ruas Castro Alves e Sete de Setembro.

A velocidade do vento foi menor no período das 6 e 21 horas, sendo registradas leves brisas (0,1 m/s) às 6:00 horas na Rua Sete de Setembro e às 21:00 horas na Rua Atanásio Pires, baixas velocidade dos ventos no período da noite não é bom, pois o vento é importante para a retirada do calor que está sendo irradiado pelas superfícies. Esses valores iguais ou muito próximos que foram observados nessas três ruas, podem ser explicados por terem sido velocidades baixas, sendo assim, não sofrem tanta influência das características de cada rua.

A medida que se aproxima do verão, maiores velocidade dos ventos são cada vez mais importante e desejáveis, a fim de proporcionar melhores condições de conforto térmico à população, devido a dissipação de calor pelos ventos.

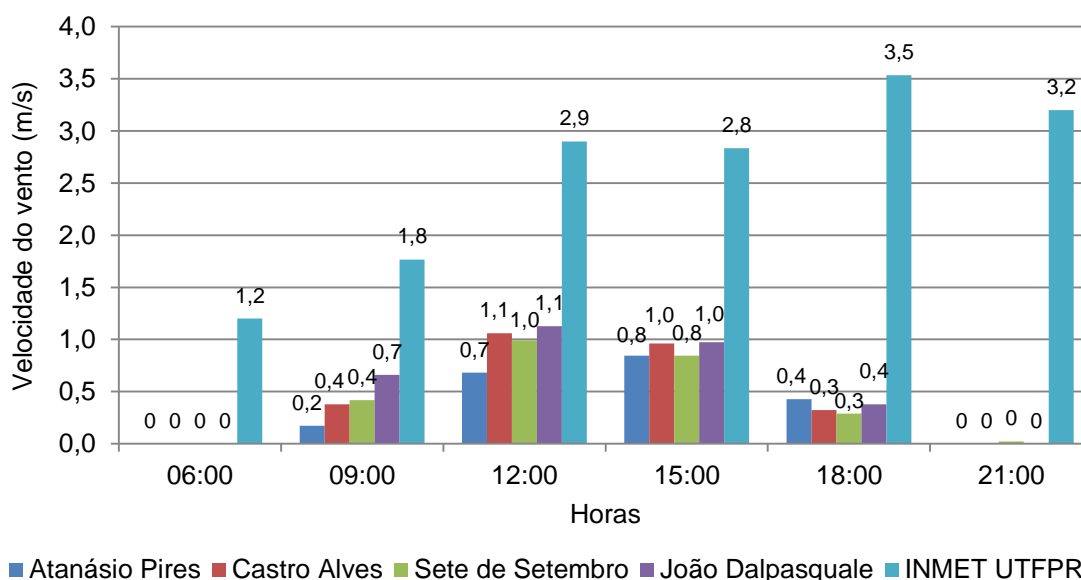


#### 6.1.4 Velocidade do vento no verão

No verão também foram registradas maiores velocidades médias do vento. Nesta estação houve diferença significativa perante o teste de Friedman, ao nível de 5% de probabilidade de erro, para a velocidade do vento entre os locais avaliados (Apêndice 4).

No gráfico 4 de velocidade do vento observa-se que as médias mais altas na área urbana foram às 12 e 15 horas, com valores muito próximos (em média 1,0m/s) em ambos os horários, sendo que nas Ruas Castro Alves e João Dalpasquale as médias foram iguais, pois a Rua Castro Alves tem menor interferência por edificações de grande porte e a Rua João Dalpasquale possui edificações prediais dos dois lados da via formando cânion urbano, o que faz canalizar os ventos.

Nesta estação, na Rua João Dalpasquale foram registrados os maiores valores em vários horários do dia (9,12,15 e 18 horas), sendo bom para o conforto térmico da população, pois no verão as temperaturas do ar se elevam, assim é desejável maiores velocidades dos ventos para dissipação do calor irradiado pelos materiais usados nas construções urbanas.



**Gráfico 4:** Velocidade do vento nas diferentes horas do dia, no verão, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR, com os dados da Estação Meteorológica na UTFPR - Campus Dois Vizinhos.  
Fonte: O autor, 2018.

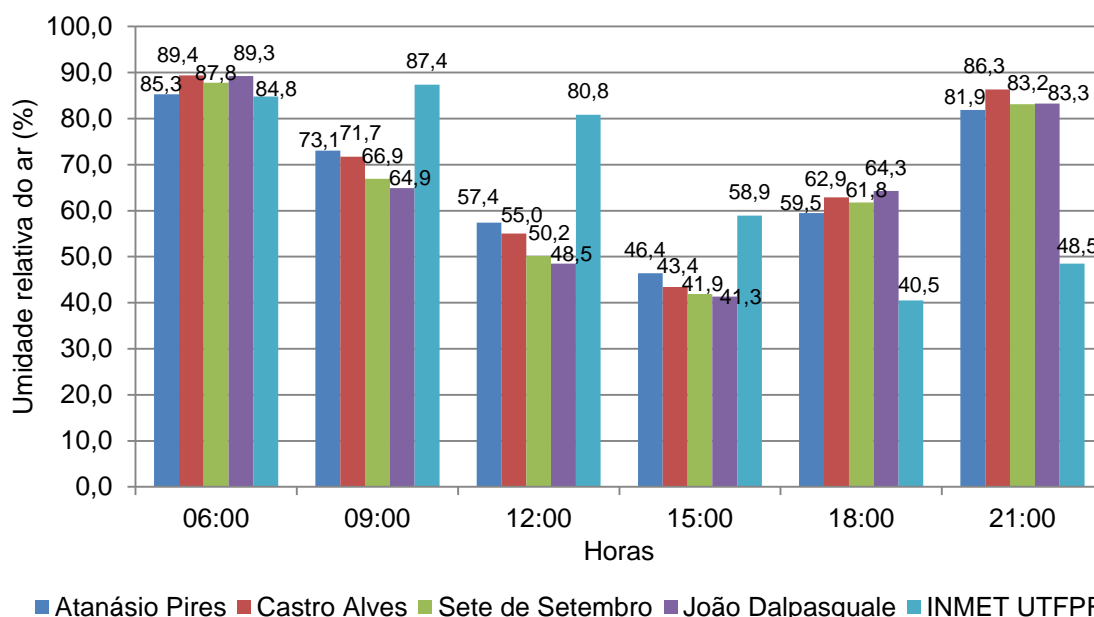
No verão, a velocidade do vento na área rural foi mais baixa (1,2 m/s, 9h) no período da manhã, tornando-se mais fortes (2,9m/s) a partir das 12:00 horas. Nessa estação a maior velocidade do vento na área rural ocorreu às 18:00 horas (3,5 m/s). De modo geral, a velocidade do vento na área rural foi alta em todas as estações do ano, comparadas as medidas na área urbana, a menor rugosidade na área rural favorece a circulação e velocidade dos ventos, permitindo assim menores temperaturas do ar, deixando o ambiente mais agradável em termos de conforto térmico.

## **6.2 Umidade relativa**

### **6.2.1 Umidade relativa do ar no outono**

Para a variável umidade relativa do ar nesse período, não houve diferença estatística significativa, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Tukey, entre os locais avaliados (Apêndice 5).

No gráfico 5 estão representados os dados da umidade relativa do ar no período de outono, comparando as áreas urbana e rural. Verificou-se que os horários com maiores valores absolutos de umidade relativa do ar na área urbana foram às 6, 9 e 21 horas, pois são horários em que a radiação solar é nula ou muito baixa, sendo assim, a temperatura do ar é mais amenas, consequentemente melhores as condições de conforto térmico à população.



**Gráfico 5:** Umidade relativa do ar nas diferentes horas do dia, no outono, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR, com os dados da Estação Meteorológica na UTFPR - Campus Dois Vizinhos.  
Fonte: O autor, 2018.

Analisando os menores valores de umidade relativa do ar entre as ruas, observa-se que estes ocorreram às 12 e 15 horas, sendo que as mais baixas foram registradas às 15:00 horas (41,3% Rua João Dalpasquale e 41,9% Rua Sete de Setembro). Isso se deve principalmente a elevada radiação solar incidente e conseqüentemente o aumento das temperaturas do ar nesse período.

Comparando a umidade relativa na área rural com a área urbana observa-se que na área urbana o ar é mais seco, porém, durante o outono verificou-se umidades mais baixas no período das 18 e 21 horas na área rural.

Conforme o gráfico 5 verifica-se que às 9, 12 e 15 horas as umidades na área rural foram muito superiores a da área urbana, ao meio dia, enquanto a máxima umidade relativa na cidade foi de 57,4% (Rua Atanásio Pires), sendo que esta é a rua mais arborizada, na área rural a umidade relativa do ar foi de 80,8%.

Maiores índices de umidade relativa do ar proporcionam melhores condições de conforto térmico, e conseqüentemente evita agravar problemas respiratórios em pessoas que com essas enfermidades. Sendo assim, é de suma importância para a gestão pública aplicar medidas que possam mitigar os efeitos no microclima urbano, podendo ser através da arborização viária, criação de mais áreas verdes como praças e parques, e através da conservação das áreas existentes.

A menor umidade relativa do ar foi de 41,3%, na Rua João Dalpasquale (15h), e a maior foi de 89,4% na Rua Castro Alves (6h). Esse resultado pode ser explicado pelo baixo índice de áreas verdes na Rua João Dalpasquale, associada às características urbanas, devido os materiais utilizados nas construções possuírem maior capacidade de absorver e reter calor; pela presença de solos impermeáveis favorecendo a rápida evaporação da água, ainda, pode-se considerar a influência do horário por ser de elevada radiação solar incidente, no entanto, é recomendável o plantio mais espécies arbóreas para que estas venham atenuar o efeito da radiação solar.

Nos horários em que há maior incidência de radiação solar (9, 12 e 15 horas), na área urbana a Rua Atanásio Pires foi a que apresentou a maior umidade relativa do ar (73,1%, 57,4% e 46,4% respectivamente), nota-se assim o efeito positivo que a vegetação proporciona, pois esta via foi selecionada como testemunha por possuir maior número de árvores que as outras, sendo que esse efeito é benéfico para a população, pois atua diretamente no conforto térmico local, pela atenuação da radiação solar incidente, conseqüentemente o aumento da umidade relativa do ar e a redução das temperaturas das superfícies e do ar.

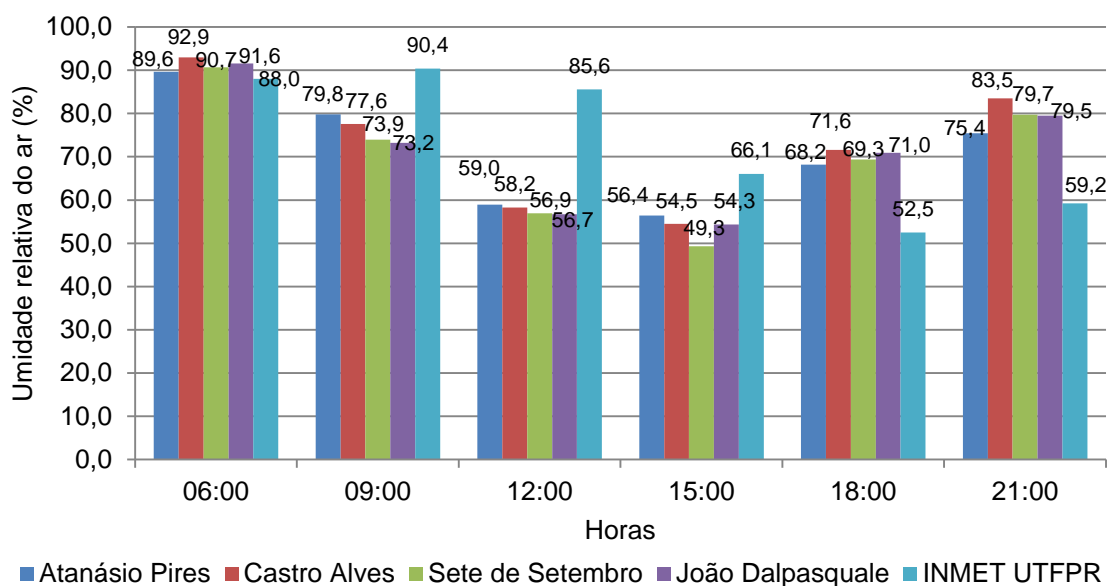
Observa-se que às 21 horas, a maior umidade relativa do ar ocorreu na Rua Castro Alves (86,3%). O que pode ter influenciado nessas maiores médias são os processos de evaporação e evapotranspiração devido a presença de mata e um rio próximos ao ponto 1 nessa via (Figura 8), o que é benéfico para o meio urbano pois proporciona melhores condições de conforto térmico.



**Figura 8 – Mata ciliar no ponto 1 da Rua Castro Alves em Dois Vizinhos – PR.  
Fonte: Google Earth, 2018.**

### 6.2.2 Umidade relativa do ar no inverno

Para a variável umidade relativa do ar no inverno não houve diferença significativa perante o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro (Apêndice 6). Verificou-se que a umidade relativa do ar é elevada em vários horários (6, 9, 18 e 21 horas), sendo que, em valores absolutos, a maior umidade relativa do ar foi registrada às 6:00 horas na Rua Castro Alves (92,9%), a qual também apresentou maior valor às 18 (71,6%) e 21 horas (83,5%), tal resultado demonstra novamente a influência da mata ciliar próxima ao ponto 1 dessa via (Gráfico 6).



**Gráfico 6:** Umidade relativa do ar nas diferentes horas do dia, no inverno, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR, com os dados da Estação Meteorológica na UTFPR - Campus Dois Vizinhos.  
Fonte: O autor, 2018.

O inverno é uma estação bastante úmida, devido à predominância da massa polar atlântica que é bastante fria e úmida (CAVALCANTI et.al, 2009). O estudo do clima contribui para o planejamento da arborização urbana, pois auxilia na escolha das espécies adequadas a cada situação.

Nesse sentido, Maria (2014), avaliou o potencial de duas espécies arbóreas nativas para a melhoria da qualidade climática de centros urbanos, visando a seleção de espécies arbóreas aptas para vias públicas, e afirma que para isso deve-se levar em consideração a associação entre as variáveis climáticas e processos fisiológicos dos usuários da arborização para melhor conforto térmico.

Às 9, 12 e 15 horas, os maiores valores absolutos de umidade relativa do ar (79,8%; 59,0%; 56,4%) foram registrados na Rua Atanásio Pires, pode-se considerar bons os valores de umidade registrados no período da tarde (12h e 15h), pois estes estão dentro da zona de conforto ótimo (30% e 65%) segundo Zanlorenzi (2015). Ainda, esses maiores valores registrados na Rua Atanásio Pires podem ser explicados pela menor taxa de impermeabilização do solo permitindo que a evaporação seja mais lenta, e pela presença de mais áreas verdes que atuam na umidade relativa do ar devido os processos de evapotranspiração.

Os menores valores absolutos de umidade relativa do ar ocorreram nas Ruas João Dalpasquale (54,3%, 15h) e Sete de Setembro (49,3%, 15h), ambas com

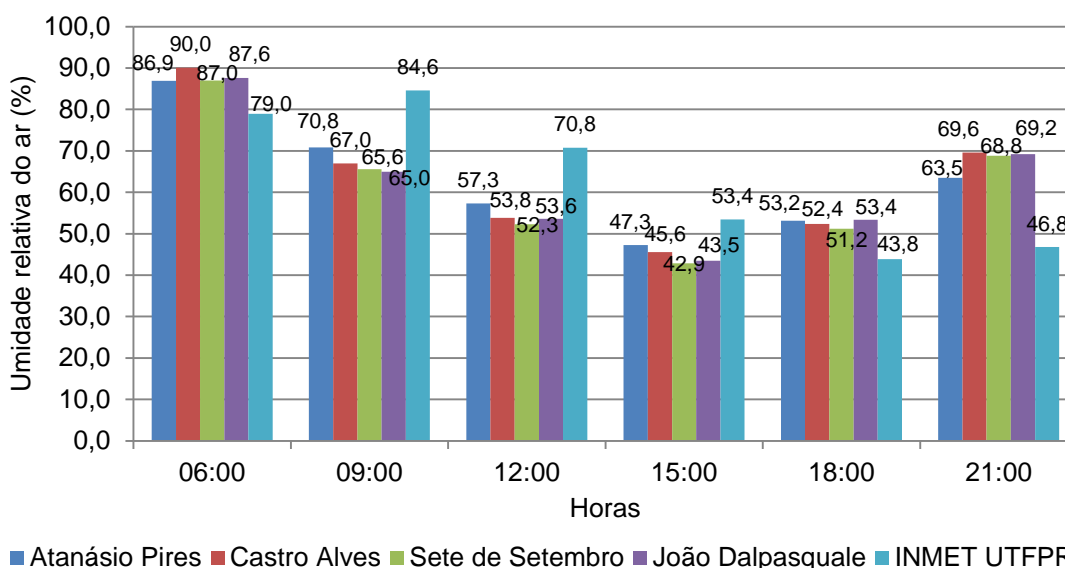
pouca vegetação, solo totalmente impermeável, grande adensamento de construções e intenso fluxo de veículos e pedestres nesses horários. Esse valor registrado ainda não se torna ruim para a população, pois está dentro do recomendável para o conforto ótimo (entre 30% e 65%).

Conforme o gráfico 6, observa-se que as diferenças em termos de valores absolutos de umidade relativa entre área urbana e rural foram menores se comparadas as outras estações, pois no inverno a temperatura do ar é mais amena, e a temperatura influencia na quantidade de vapor de água na atmosfera.

Segundo Landsberg (2006), a baixa umidade relativa do ar na cidade se deve a presença de superfícies impermeáveis, pois esta não retém umidade como o solo comum; ao rápido escoamento da precipitação através do sistema de drenagem e também pela falta de vegetação. O contrário ocorre na área rural, a presença de vegetação favorece a maior taxa de umidade relativa do ar e os solos permeáveis permitem maior retenção de umidade e a evaporação é mais lenta.

### 6.2.3 Umidade relativa do ar na primavera

Na primavera, para a variável umidade relativa do ar não houve diferença estatística significativa perante o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro, entre as áreas urbana e rural, pois as médias entre os locais são muito próximas (Apêndice 7). Conforme o gráfico 7, observa-se que os maiores valores absolutos de umidade relativa do ar foram registrados às 6:00 horas, quando não há incidência de radiação solar e as temperaturas das superfícies e do ar são menores.



**Gráfico 7:** Umidade relativa do ar nas diferentes horas do dia, na primavera, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR, com os dados da Estação Meteorológica na UTFPR - Campus Dois Vizinhos.  
Fonte: O autor, 2018.

A umidade relativa diminui conforme o ar vai sendo aquecido, e conseqüentemente as temperaturas das superfícies e do ar irão aumentando devido a maior incidência de radiação solar, registrando menores valores absolutos de umidade do ar às 15:00 horas e a partir das 18:00 horas volta a subir, por não ter mais radiação solar aquecendo a superfície da terra e conseqüentemente alterando a temperatura do ar, logo a umidade relativa do ar irá aumentar.

Durante a primavera as diferenças entre os valores absolutos de umidade relativa do ar entre o centro e a área rural foram maiores nos horários das 9 e 12 horas, pois é um período em que a radiação solar é mais intensa e devido a falta de arborização urbana e o albedo dos materiais usados nas construções urbanas, os efeitos em dias quentes são mais acentuados. Às 6, 18 e 21 horas os valores absolutos de umidade relativa do ar na área rural foram menores que na cidade, o que pode ser influenciado pelas maiores velocidades do vento na área rural, a qual retira a umidade relativa do ar no local (Gráfico 7).

Nota-se que o menor valor absoluto registrado nessa estação foi de 42,9 % às 15:00 horas na Rua Sete de Setembro, esse valor mais baixo se deve principalmente pela falta de vegetação na via, pois a vegetação absorve parte da radiação solar e pelo processo da evapotranspiração deixa o ambiente local mais úmido. Nos horários de maior incidência de radiação solar (12 e 15 horas) observa-



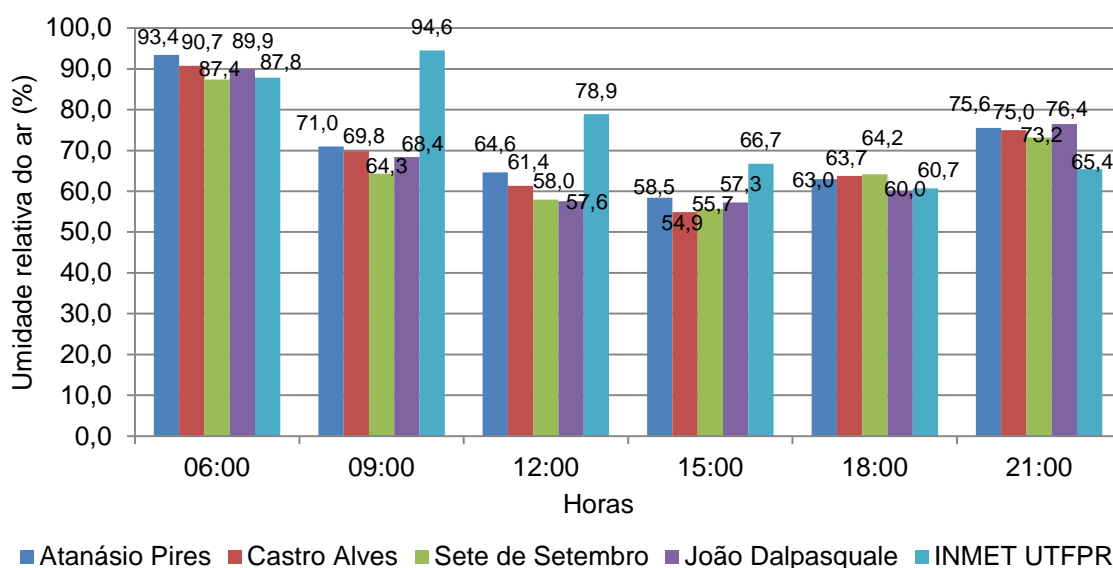
se que os menores valores de umidade foram registrados nas Ruas Sete de Setembro e João Dalpasquale, ambas apresentam poucas árvores e solo impermeável, o que influencia na umidade do ar no local, verifica-se então a necessidade do plantio de mais árvores nessas vias.

Em estudo realizado por Unkasevic et.al. (2001) avaliando a diferença de pressão de vapor e umidade relativa para 4 estações meteorológicas (1 Urbana, 2 Suburbana e 1 rural) na cidade de Belgrado – Romênia, verificaram que no período de Setembro á fevereiro a umidade é maior às 7 e 21 horas na área urbana. Vê-se então que horários em que a luminosidade é menor ou nula, a umidade relativa do ar é mais elevada.

Na região Sul do Brasil, as temperaturas durante primavera aumentam gradativamente, a medida que se aproxima o verão, em consequência desse aumento de temperatura, a umidade relativa do ar diminui (LABORATÓRIO DE CLIMATOLOGIA E ANÁLISE AMBIENTAL, 2019).

#### 6.2.4 Umidade relativa do ar no verão

Para os dados coletados no verão, a análise estatística não demonstrou diferenças significativas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro, entre as áreas urbana e rural (Apêndice 8). No gráfico 8, pode ser observado que o maior valor absoluto de umidade relativa foi às 6:00 na Rua Atanásio Pires (93,4%), pois essa via possui menos pavimentos impermeáveis, fazendo com que a evaporação seja mais lenta, além de ser uma via com mais vegetação, deve-se levar em consideração que nesse horário as temperaturas são mais baixas e ainda não havia radiação solar incidente, portanto, isso também influencia na umidade relativa do ar.



**Gráfico 8:** Umidade relativa do ar nas diferentes horas do dia, no verão, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR, com os dados da Estação Meteorológica na UTFPR - Campus Dois Vizinhos.  
Fonte: O autor, 2018.

O menor valor absoluto de umidade relativa do ar foi às 15:00 horas, na Rua Castro Alves (54,9%), o que pode ter sido influenciado pela alta temperatura do ar (35,7°C) nesse horário, associada ao intenso fluxo de veículos e pessoas, que contribuem para maior absorção e liberação de calor no local, logo, a umidade relativa do ar será mais baixa sob essas influências (Gráfico 8).

Ao meio dia, o maior valor absoluto de umidade relativa do ar foi de 64,6%, na Rua Atanásio Pires, novamente verifica-se a influência positiva da vegetação na umidade do ar. O menor valor absoluto de umidade relativa do ar nesse horário foi de 57,6%, na Rua João Dalpasquale, contrário às características da Rua Atanásio Pires, esta possui solos impermeáveis que aceleram o processo de evaporação; grandes edificações impedindo a circulação dos ventos, e pouca vegetação, sendo assim, é necessário o plantio de mais espécies arbóreas nessa via.

Às 15:00 horas o maior valor absoluto de umidade relativa foi de 58,5% (Rua Atanásio Pires) e o menor 54,9% (Rua Castro Alves). Às 6, 9, 12 e 15 horas o maior valor de umidade relativa foi registrado na Rua Atanásio Pires, no entanto, é notável em todas as estações e em vários horários o quanto a vegetação influencia na umidade do ar, pois esta age na atenuação da luminosidade e consequentemente diminuindo as temperaturas das superfícies, sendo assim, menos calor sendo

liberado para o ambiente, e menor será a temperatura do ar, logo, maior será o índice de umidade relativa do ar.

No verão a maior diferença entre os valores absolutos de umidade relativa do ar entre a cidade e área rural ocorreu no período das 9 e 12 horas. Às 9:00 horas o maior valor de umidade relativa do ar na cidade foi de 71% (Rua Atanásio Pires) enquanto que na área rural foi de 94,6%. Já às 12 horas, na cidade o maior valor absoluto de umidade foi de 64,6% (Rua Atanásio Pires) e na área rural foi de 78,9%. Esses valores podem ser explicados devido principalmente ao tipo de uso do solo (permeável) e a maior presença de vegetação na área rural, pois em solos permeáveis o processo de evaporação é mais lento, e a retenção de calor é menor, ainda, a vegetação deixa o ambiente mais úmido através do processo de evapotranspiração.

Ao realizar a arborização urbana como medida para aumentar a umidade relativa do ar, conseqüentemente se obterá temperaturas mais amenas, logo, melhor será o microclima local em termos de conforto térmico.

### **6.3 Temperatura do ar**

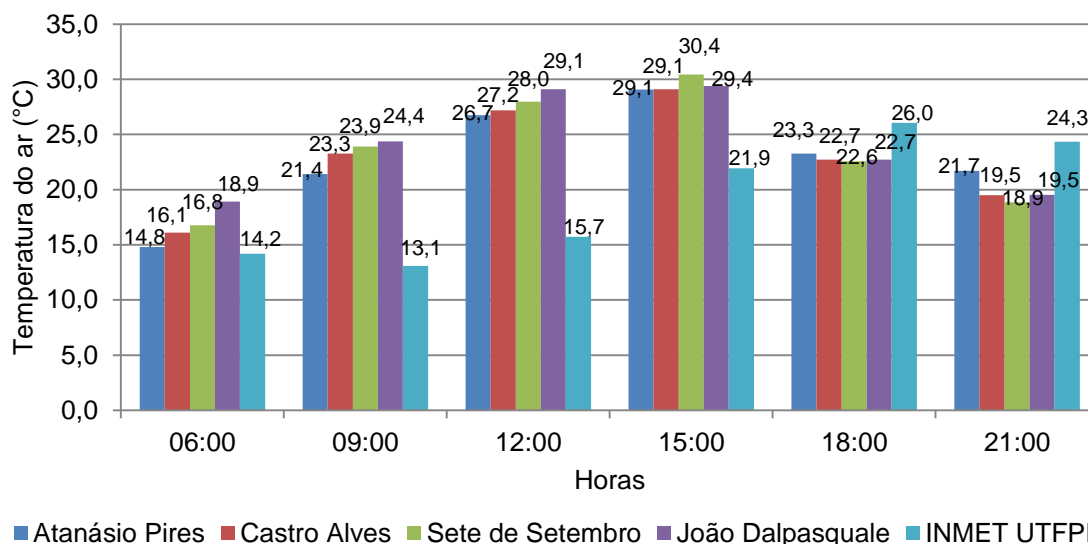
#### **6.3.1 Temperatura do ar no outono**

Para a variável temperatura do ar durante o outono, não houve diferença estatística significativa, perante o teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro, entre as áreas avaliadas (Apêndice 9).

No outono as temperaturas são mais amenas pela manhã se comparadas as estações primavera e verão, pois durante o outono o tempo de luz solar diária é menor, o que influencia no balanço de radiação durante o dia e conseqüentemente nas taxas de liberação de calor durante a noite.

Observa-se no gráfico 9 que a temperatura máxima foi de 18,9°C (Rua João Dalpasquale) e mínima de 14,8°C (Rua Atanásio Pires) às 6:00 horas, diferindo 4,1°C entre essas duas ruas, pois devido a presença de vegetação e pavimentos permeáveis na Rua Atanásio Pires, a absorção de calor durante o dia é menor, conseqüentemente, menos calor sendo liberado para a atmosfera durante a noite,

sendo assim, ao amanhecer a temperatura do ar é mais baixas se comparada as outras ruas avaliadas no centro.



**Gráfico 9:** Temperatura do ar nas diferentes horas do dia, no outono, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR, com os dados da Estação Meteorológica na UTFPR - Campus Dois Vizinhos.  
Fonte: O autor, 2018.

Às 9:00 horas, a temperatura máxima de 24,4°C também ocorreu na Rua João Dalpasquale, assim como a temperatura mínima de 21,4°C ocorreu na Rua Atanásio Pires. A diferença de temperatura entre os dois extremos nesse horário foi de 3°C, essa diferença foi influenciada pelas características locais de cada via, algumas delas são: tipo de pavimento, quantidade de vegetação arbórea, densidade e tamanho das edificações.

As temperaturas médias durante a estação de outono foram mais intensas às 15:00 horas, sendo que a maior temperatura registrada nesse horário foi de 30,4°C na Rua Sete de Setembro, e a menor temperatura do ar nesse mesmo horário foi na Rua Atanásio Pires e Castro Alves, ambas tiveram o mesmo valor (29,1°C), portanto, a diferença de temperatura entre a maior e menor média foi de 1,3°C (Gráfico 9). A Rua Castro Alves possui grande fluxo de circulação nesse horário, porém, a menor temperatura do ar registrada nesse local pode ter sido influenciada pelo sombreamento da via devido a presença de prédios nos pontos 1 e 3.

Genaro (2008), ao analisar a diferença térmica dentro da área urbana de Viçosa – MG, sob diferentes condições sinóticas, durante o outono, encontrou valores menores de temperatura em locais de grande movimento de veículos e

peças, influenciados pelo sombreamento decorrente das edificações verticais. Segundo o autor, o adensamento das edificações contribuem para que o clima da cidade seja diferente da área do entorno.

Às 12:00 horas as temperaturas também foram altas, porém, como nesse horário ocorre o pico de radiação solar, a superfície ainda está sendo aquecida fazendo com que as maiores temperaturas ocorram a partir desse horário, influenciando negativamente no conforto térmico da população. A maior temperatura média registrada ao meio dia foi de 29,1°C, na Rua João Dalpasquale, e a menor 26,7°C, na Rua Atanásio Pires, no entanto, a diferença entre esses dois extremos é de 2,4°C, logo caracteriza como ilha de calor urbana.

Durante a noite (21h), a maior temperatura média do ar foi registrada na Rua Atanásio Pires (21,7°C) e a menor temperatura ocorreu nas Ruas Castro Alves e João Dalpasquale, ambas com média de 19,5°C. A velocidade dos ventos nas Ruas Castro Alves (0,8m/s; 0,5 m/s) e João Dalpasquale (0,3m/s; 0,2 (m/s) às 12 e 15 horas, mesmo que baixas, associadas ao sombreamento das vias nesse horário, podem ter sido os fatores que influenciaram na menor temperatura dessas vias durante a noite.

Ao comparar os dados da área urbana com os da área rural, nota-se que durante o dia as temperaturas na área rural (13,1°C às 9 horas e 15,7°C às 12 horas) foram muito baixas em relação as da área urbana, sendo assim, essa diferença térmica entre as áreas rural e urbana caracteriza a formação de ilhas de calor.

Nos horários das 18 (26°C) e 21 horas (24,3°C) as temperaturas na área rural foram mais altas, podendo ter sido influenciadas pela umidade relativa do ar, que foi mais baixa que a área urbana nesse horário, sendo assim, não houve ilhas de calor urbano durante a noite no período de outono, o que é benéfico para o conforto térmico da população urbana.

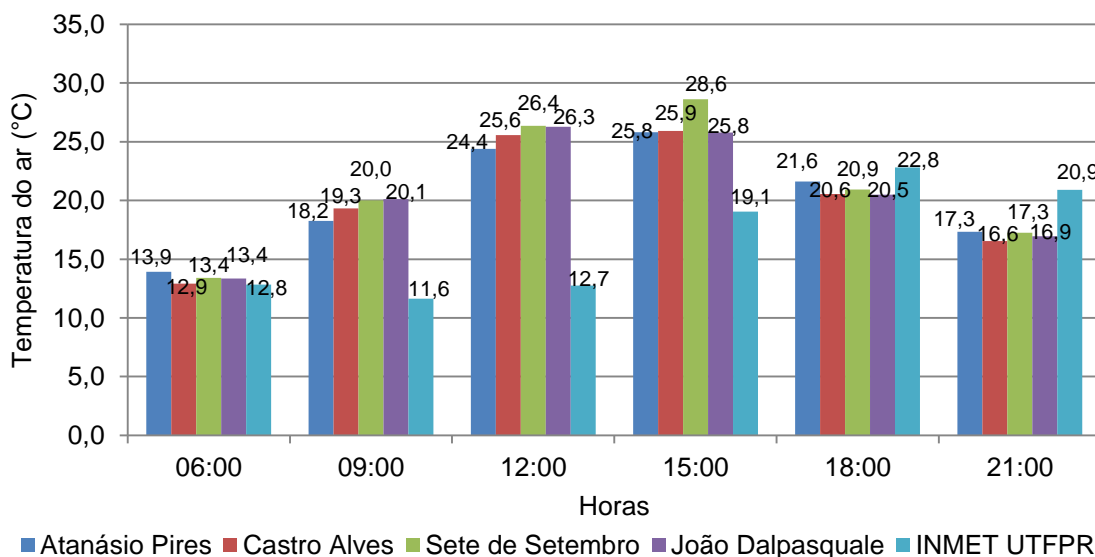
A alta velocidade dos ventos nessa estação podem ter influenciado as baixas temperaturas na área rural durante o dia, observando que a partir das 18 horas, a velocidade dos ventos diminui contribuindo para que a temperatura do ar torna-se maior que as temperaturas na área urbana. As temperaturas durante o outono tornam-se mais amenas devido a aproximação do inverno, cujas temperaturas são relativamente baixas se comparadas as demais estações.

### 6.3.2 Temperatura do ar no inverno

Para a variável temperatura do ar, não houve diferença significativa pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro, entre as áreas avaliadas, durante o inverno (Apêndice 10).

Observa-se que no inverno, às 6 horas as médias variaram pouco entre as ruas, sendo que o maior valor absoluto de temperatura foi registrado na Rua Atanásio Pires (13,9°C), e as Ruas Sete de Setembro e João Dalpasquale apresentaram as mesmas médias (13,4°C).

Nessa estação a temperatura máxima ocorreu às 15:00 horas na Rua Sete de Setembro (28,6°C), pois esta via possui várias características que influenciam na temperatura do ar, como exemplos o baixo índice de áreas verdes, solos impermeáveis e grande edificações adensadas. O valor mínimo de temperatura do ar foi registrado às 6:00 horas na Rua Castro Alves (12,9°C), pois é um horário em que não há radiação solar incidente e a mata ciliar próxima ao ponto 1 influencia muito na temperatura do ar (Gráfico 10).



**Gráfico 10:** Temperatura do ar nas diferentes horas do dia, no inverno, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR, com os dados da Estação Meteorológica na UTFPR - Campus Dois Vizinhos.  
Fonte: O autor, 2018.

No período de inverno as temperaturas do ar na área rural não diferem muito das temperaturas do ar na área urbana no período das 6, 18 e 21 horas, pois a

intensidade de radiação solar é menor e conseqüentemente as temperaturas são mais baixas. Entretanto, nos horários das 9, 12 e 15 horas as diferenças entre os valores absolutos são mais elevadas entre as áreas urbana e rural, o que caracteriza ilhas de calor nesses horários.

Por se tratar de uma estação com dias muito frios, recomenda-se o plantio de espécies semidecíduas, para que esta não venha interceptar muito a radiação solar no inverno, e no verão proporcione conforto térmico. Durante esses horários é o período de maior incidência de radiação solar, e associada as características do meio urbano influenciam as outras variáveis climáticas, como exemplo, reduz o índice de umidade relativa do ar e aumenta a temperatura do ar.

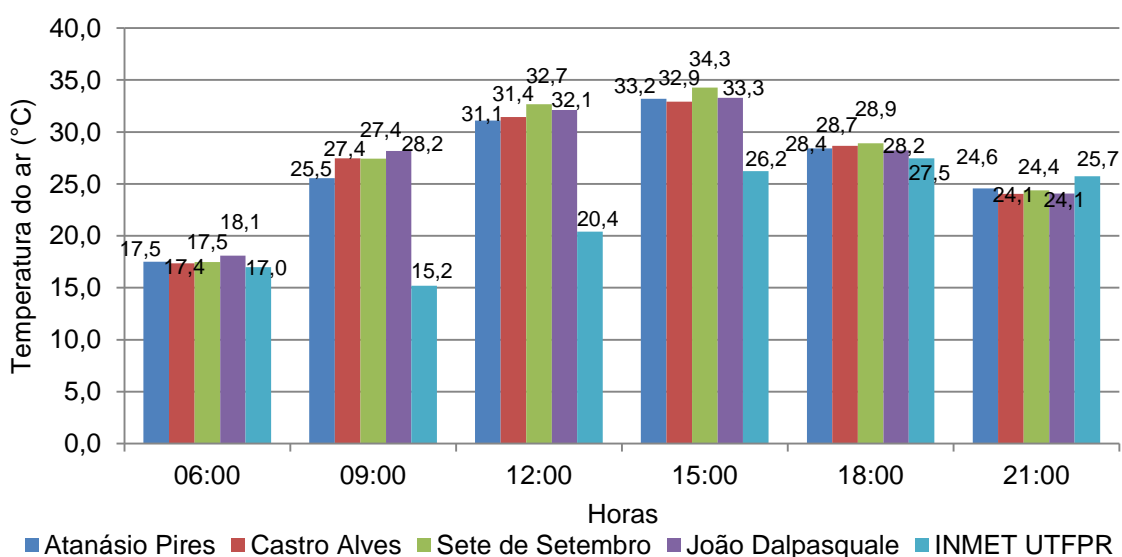
Durante às 9:00 horas, o maior valor absoluto de temperatura foi na Rua João Dalpasquale (20,1°C), pouco acima (0,1°C) da Rua Sete de Setembro, e a mínima temperatura foi na Rua Atanásio Pires (18,2°C), com uma diferença de 1,9°C entre mínima e máxima, logo caracteriza-se como ilha de calor de intensidade fraca. Já às 12:00 horas, o maior valor absoluto de temperatura do ar foi na Rua Sete de Setembro (26,4°C) e a temperatura mínima também foi registrada na Rua Atanásio Pires (24,4°C), no entanto, a diferença entre os dois extremos foi de 2,0°C, o que caracteriza ilha de calor de intensidade moderada.

Às 15:00 horas os menores valores absolutos de temperatura do ar foram registrados nas Ruas Atanásio Pires e João Dalpasquale, ambas apresentaram temperatura do ar de 25,8°C, diferindo apenas 0,1°C da Rua Castro Alves (25,9°C). Ainda, o maior valor absoluto de temperatura do ar nesse horário foi na Rua Sete de Setembro (28,6°C). O menor tempo de sol durante o inverno influencia na temperatura do ar nessa estação, ao realizar o planejamento da arborização urbana deve-se pensar nas características das espécies para que estas ofereçam boas condições de conforto térmico à população nas demais estações do ano.

### 6.3.3 Temperatura do ar na primavera

Na primavera não houve diferença significativa perante o teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro, para a temperatura do ar, comparando as áreas urbana e rural (Apêndice 11).

Conforme o gráfico 11 observa-se que os maiores valores absolutos de temperatura do ar ocorreram às 15 horas (34,3°C Rua Sete de Setembro), pois neste horário as superfícies estão aquecidas e irradiando calor para o ambiente e conseqüentemente a temperatura do ar mais elevada. Os menores valores absolutos de temperatura do ar foram às 6 horas, período em que não há radiação solar, portanto as superfícies e o ar ainda não foram aquecidos por não estarem recebendo radiação solar.



**Gráfico 11:** Temperatura do ar nas diferentes horas do dia, na primavera, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR, com os dados da Estação Meteorológica na UTFPR - Campus Dois Vizinhos.  
Fonte: O autor, 2018.

Às 9:00 horas o maior valor de temperatura do ar foi verificado na Rua João Dalpasquale (28,2°C), pois essa via possui pavimentos e construções com materiais de baixo albedo, assim maior a absorção de radiação solar, além de ser uma via pouco arborizada e densamente construída. O menor valor absoluto de temperatura do ar foi registrado na Rua Atanásio Pires (25,5°C), logo, melhor o conforto térmico nessa via.

Às 15:00 horas, o maior valor absoluto de temperatura do ar foi na Rua Sete de Setembro (34,3°C), a qual possui baixo índice de árvores (10 árvores/Km), e a menor temperatura foi registrada na Rua Castro Alves (32,9°C) a qual fica



sombreada pelas edificações neste horário, e possui a mata ciliar próxima ao ponto 1, logo, ocasionou temperaturas um pouco mais baixas.

Às 18:00 horas a maior temperatura (28,9°C) foi verificada na Rua Sete de Setembro, e o menor valor de temperatura do ar foi na Rua João Dalpasquale (28,2°C), esse maior valor pode ser explicado devido a via além de ser a menos arborizada, possui grande adensamento de edificações, solos totalmente impermeáveis e intensa movimentação de veículos e pessoas, assim mais calor sendo liberado.

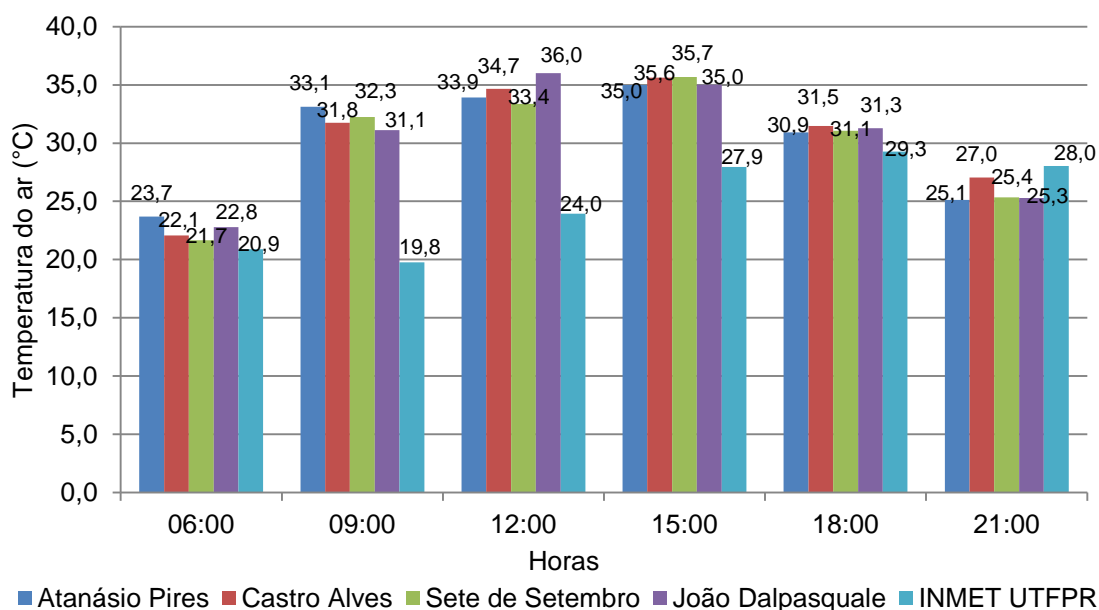
Às 21:00 horas as temperaturas do ar variaram entre 24,1°C a 25,7°C, o menor valor absoluto de temperatura do ar foi na Rua Castro Alves (24,1°C), o que pode ter sido influenciado pela presença da mata ciliar a qual contribuiu para o resfriamento noturno, proporcionando conforto térmico agradável.

Com a aproximação do verão as temperaturas aumentam gradativamente, e o tempo de luz diária passará a ser maior, conseqüentemente mais radiação solar incidente ocasionando as temperaturas mais elevadas no verão.

#### 6.3.4 Temperatura do ar no verão

Os resultados da análise estatística para a estação verão foi não significativo perante o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro, entre as áreas avaliadas (Apêndice 12). Nas áreas rurais, a velocidade dos ventos e a presença de vegetação favorecem a umidade e a dissipação do calor fazendo com que as temperaturas nesses locais sejam mais baixas, logo melhor o conforto térmico.

Conforme o gráfico 12, observa-se que somente às 6, 18 e 21 horas que a temperatura do ar na área rural se aproximou dos valores de temperatura na área urbana, pois nos demais horários as características urbanas influenciam diretamente na alteração do microclima.



**Gráfico 12:** Temperatura do ar nas diferentes horas do dia, no verão, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR, com os dados da Estação Meteorológica na UTFPR - Campus Dois Vizinhos.  
Fonte: O autor, 2018.

Pode-se verificar no gráfico 12 que os maiores valores absolutos de temperatura do ar foram registrados às 12 e 15 horas, sendo que a temperatura máxima foi de 36°C (12h) na Rua João Dalpasquale, e a mínima nesse período foi de 33,4°C (12h) na Rua Sete de Setembro, pois nesse horário há forte incidência de radiação solar e os materiais utilizados na área urbana absorvem e retêm muito calor.

O verão, por se tratar de uma estação com elevadas temperaturas, nessa avaliação os resultados demonstraram que as temperaturas foram altas, em termos de valor absoluto, nos horários das 6, 9 e 18 horas se comparadas as médias nas outras estações, pois nesses horários as temperaturas costumam ser mais amenas devido a menor incidência de radiação solar.

A menor temperatura registrada às 15 horas na Rua João Dalpasquale (35,0°C), que apesar de ser uma rua com grande fluxo de veículos e pedestres nesse horário, pode ter sido influenciada pelo sombreamento das edificações na via, no entanto, esse sombreamento não possui a mesma qualidade que a sombra fresca proporcionada por uma árvore, logo, é possível melhorar o conforto térmico nessa rua através do plantio de mais espécies arbóreas.

Às 21 horas, quando as superfícies ainda estão liberando o calor absorvido durante o dia, observa-se que na Rua Atanásio Pires a temperatura foi mais baixa (25,1°C), pois nessa rua contém pavimentos permeáveis no lugar de calçadas de concreto, que é o caso das demais ruas avaliadas no centro. Em seguida com menor temperatura nesse horário, está a Rua João Dalpasquale (25,3°C), a qual não recebeu intensa luminosidade às 15 horas devido o sombreamento pelas edificações, conseqüentemente menor foi o tempo de radiação solar direta aquecendo a superfície, logo, menor será a quantidade de calor irradiado por essas superfícies durante a noite.

Shinzato (2009), ao estudar o impacto da vegetação nos microclimas urbanos abaixo do dossel, em função das interações solo-vegetação-atmosfera no Parque Trianon na cidade de São Paulo, constatou que as temperaturas do ar são mais baixas nas áreas verdes onde modelos lineares favoreceram a canalização dos ventos e conseqüentemente a retirada do calor acumulado, logo, melhor será o conforto térmico nesses locais. Em áreas verdes, a copa das árvores proporciona sombreamento sobre as superfícies, atenuando o efeito da radiação solar, o que ocasiona em menor temperatura das superfícies e conseqüentemente menor temperatura do ar no entorno.

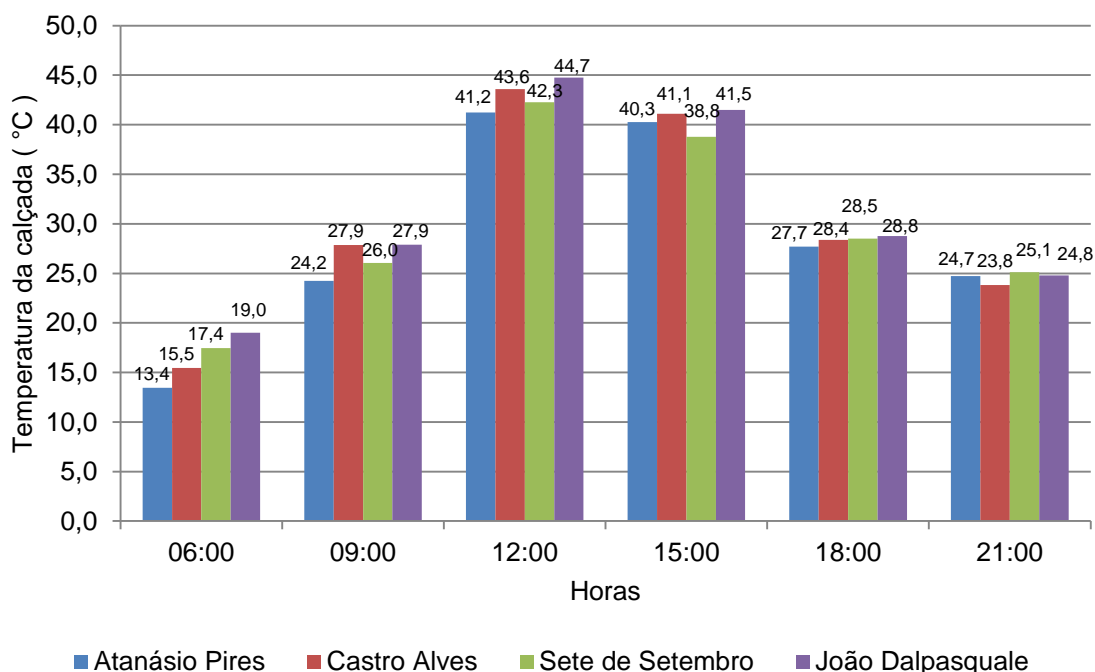
## **6.4 Temperatura das superfícies calçada e asfalto**

### **6.4.1 Temperatura da calçada durante o outono**

Na estação outono as temperaturas da calçada não apresentaram diferenças estatísticas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro, entre as ruas avaliadas (Apêndice 13). Os menores valores absolutos de temperatura da calçada foram registrados em vários horários do dia na Rua Atanásio Pires (6, 9, 12 e 18 horas).

Conforme exposto no gráfico 13, a superfície (calçada) alcança temperaturas mais elevadas às 12:00 horas, mantendo altas até às 15:00 horas, a partir desse horário começa a resfriar. A Rua João Dalpasquale apresentou valor absoluto mais

alto às 12:00 horas, a qual também apresentou em outros horários, temperaturas mais elevadas que as outras ruas avaliadas.



**Gráfico 13:** Temperatura da calçada nas diferentes horas do dia, no outono, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR  
Fonte: O autor, 2018.

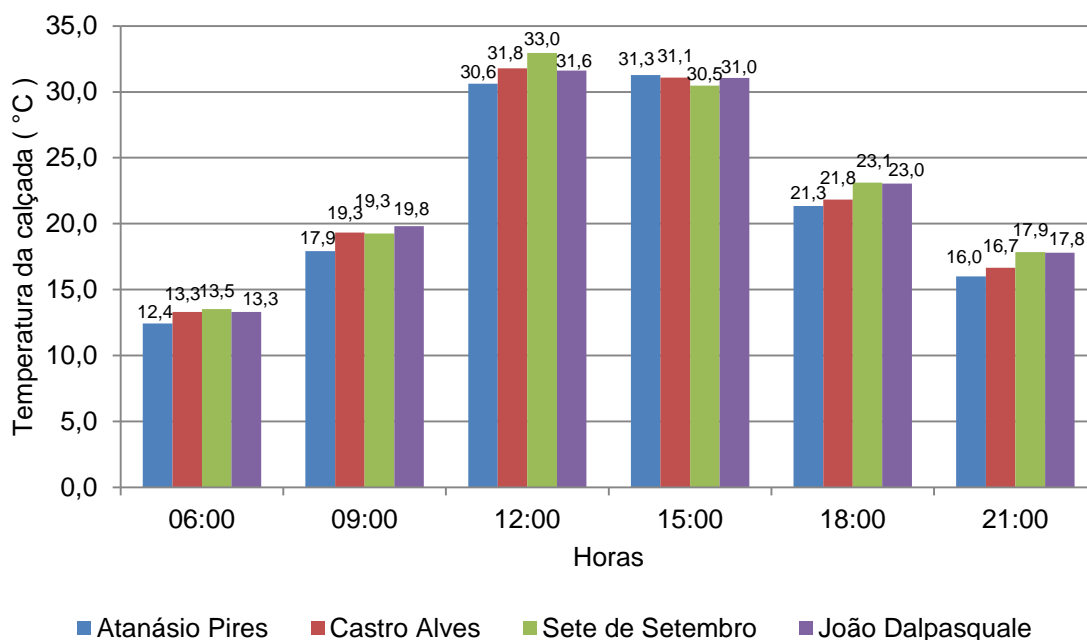
Às 12:00 horas, a menor temperatura da calçada foi registrada na Rua Atanásio Pires (41,2°C), e às 15:00 horas a menor temperatura média ocorreu na Rua Sete de Setembro (38,8°C). Os materiais utilizados nos pavimentos urbanos possuem baixo albedo, ocasionando em maior absorção de calor, assim, a melhor medida para minimizar os efeitos da radiação solar direta é através da arborização viária para que esta atenuar os efeitos da radiação solar incidente.

Para a escolha das espécies adequadas à arborização urbana, deve-se levar em consideração não somente as características dos locais, como também as características do clima, pois cidades como Dois Vizinhos onde o inverno é muito úmido, é recomendável o plantio de espécies semidecíduais, para que nesse período a luminosidade possa passar pela copa das árvores.

#### 6.4.2 Temperatura da calçada no inverno

Durante o inverno, para a variável temperatura da calçada, não houve diferença estatística significativa pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro, entre as ruas avaliadas na cidade (Apêndice 14).

Conforme pode ser observado no gráfico 14, as temperaturas médias foram baixas, se comparadas às medidas nas outras estações. O maior valor absoluto de temperatura da calçada registrado foi na Rua Sete de Setembro (33° C) às 12:00 horas, seguida da Rua Castro Alves (31,8 ° C).



**Gráfico 14:** Temperatura da calçada nas diferentes horas do dia, no inverno, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR.

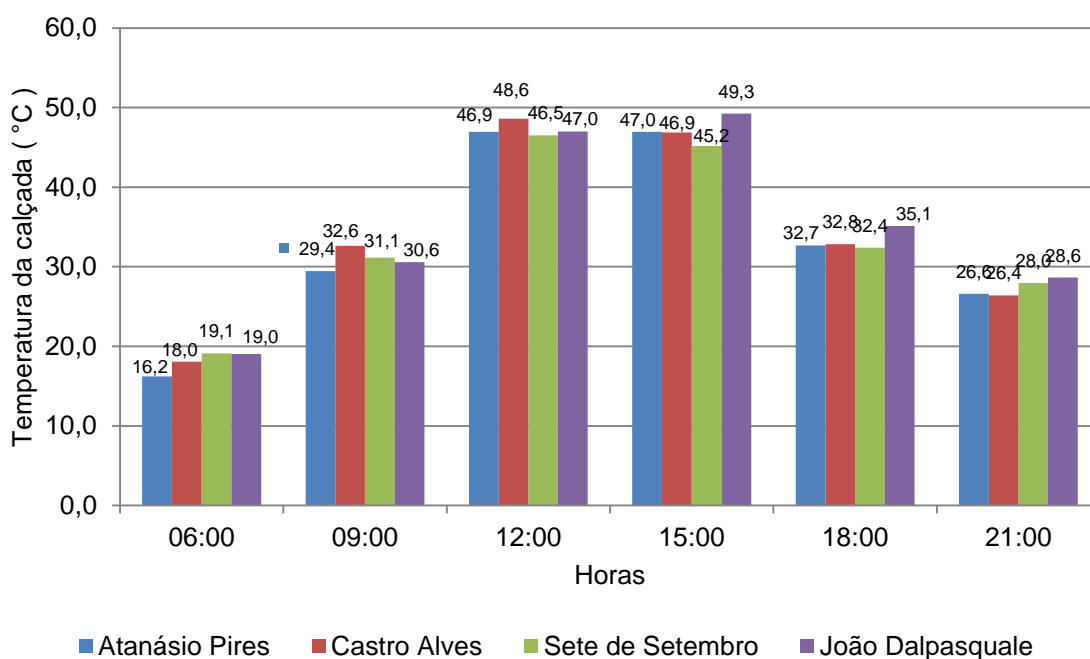
Fonte: O autor, 2018.

Às 15:00 horas observa-se que nas ruas que ficam sombreadas pelas edificações nesse horário (Rua Castro Alves e João Dalpasquale) as temperaturas das calçadas foram mais baixas que ao meio dia. As temperaturas registradas às 18 horas foram aproximadamente 10°C mais baixas que as medidas às 15 horas.

### 6.4.3 Temperatura da calçada na primavera

As avaliações realizadas durante a primavera não demonstraram diferenças estatísticas significativas perante o teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro, para a variável temperatura das calçada (Apêndice 15).

A maior média registrada foi às 15:00 horas na Rua João Dalpasquale (49,3° C) e às 12:00 horas na Rua Castro Alves (48,6° C). Nesta estação, as temperaturas da calçada começam a subir, tornando-se mais elevadas no verão. A menor temperatura da calçada registrada nos horários mais quentes foi na Rua Sete de Setembro, com 46,5° C às 12:00 horas e 45,2 ° C às 15:00 horas (Gráfico 15).



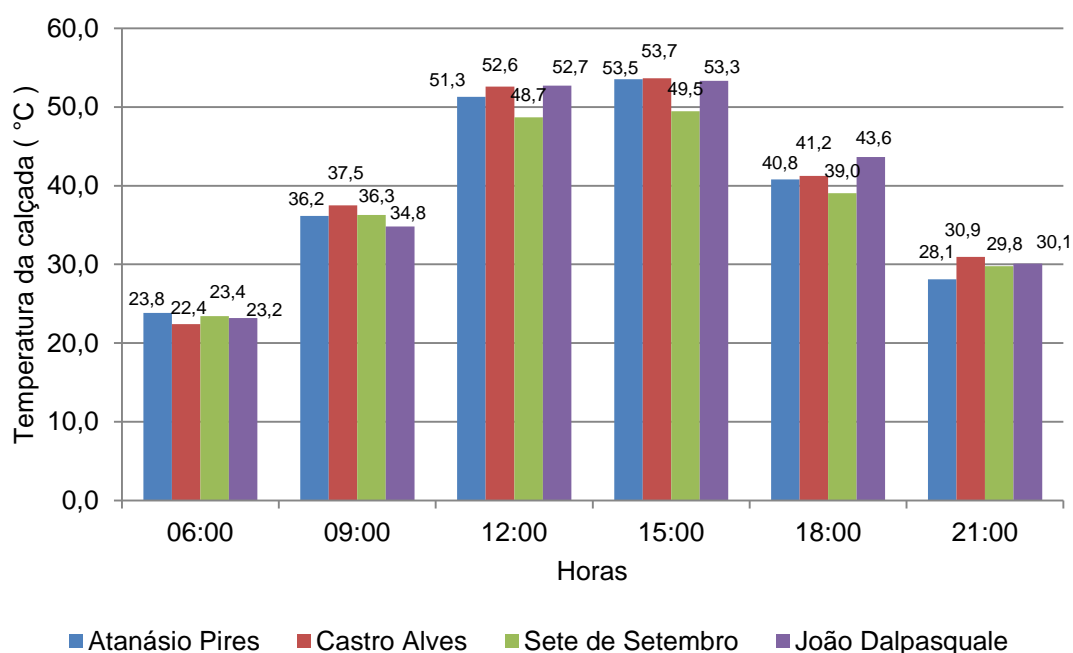
**Gráfico 15:** Temperatura da calçada nas diferentes horas do dia, na primavera, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR.  
Fonte: O autor, 2018.

A maior média registrada foi às 15:00 horas na Rua João Dalpasquale (49,3° C) e às 12:00 horas na Rua Castro Alves (48,6° C). A menor temperatura da calçada registrada nos horários mais quentes foi na Rua Sete de Setembro, com 46,5°C às 12:00 horas e 45,2 °C às 15:00 horas. Nesta estação, as temperaturas da calçada começam a subir, tornando-se mais elevadas no verão devido o maior tempo de luz diária.

#### 6.4.4 Temperatura da calçada no verão

No verão não houve diferença significativa, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro, para as temperaturas das calçadas entre as ruas (Apêndice 16). Conforme o gráfico 16, observa-se que as temperaturas são elevadas nas quatro ruas avaliadas no centro, sendo que a maior temperatura da calçada foi registrada na Rua Castro Alves, chegando aos 53,7° C às 15:00 horas.

A temperatura da calçada durante o período de verão se mantém alta por mais tempo, pois neste período a duração do dia é maior, ou seja, há mais radiação solar, conseqüentemente a superfície absorve mais calor, o que explica também as temperaturas mais altas às 21 horas durante esta estação.



**Gráfico 16:** Temperatura da calçada nas diferentes horas do dia, no verão, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR.

Fonte: O autor, 2018.

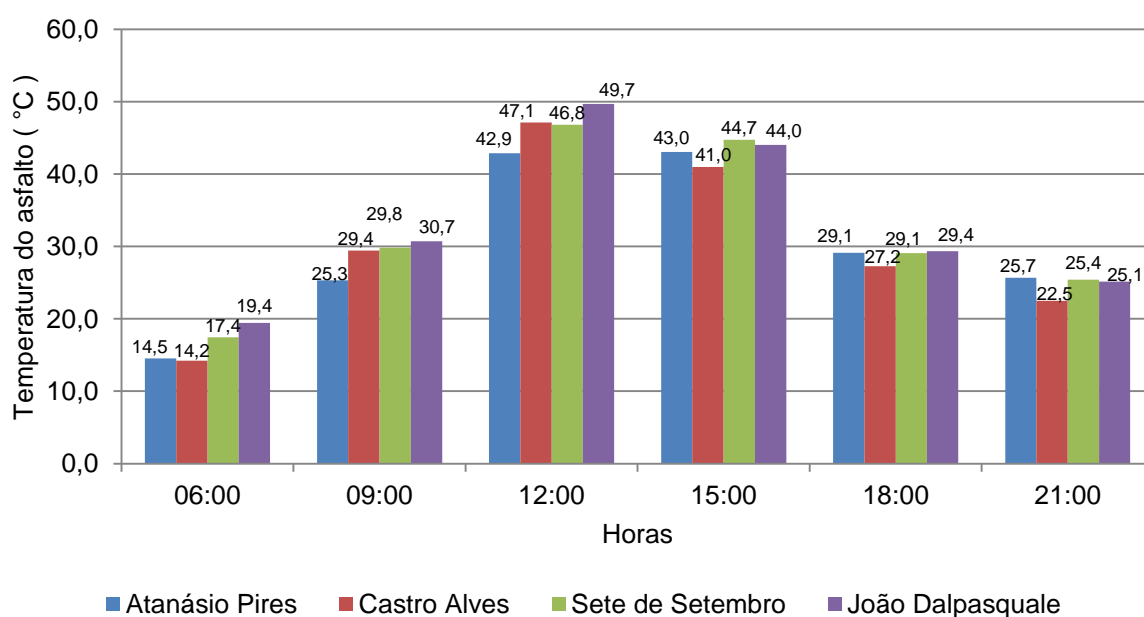
As características físicas e do material de recobrimento influenciam significativamente nas temperaturas das superfícies, alguns materiais como o concreto e o asfalto captam e armazenam muito calor, aumentando a diferença de temperatura da superfície em mais de 8° C se comparadas aos ambientes rurais (BARROS; LOMBARDO, 2016). Vê-se então a importância do conhecimento das

temperaturas das superfícies, no estudo do comportamento térmico em áreas urbanas.

#### 6.4.5 Temperatura do asfalto no outono

Durante o outono não houve diferença estatística significativa, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, para a variável temperatura do asfalto comparando as quatro ruas avaliadas no Centro Norte (Apêndice 17). Analisando as médias neste período, percebe-se elevadas temperaturas no asfalto às 12:00 horas, com máxima temperatura de superfície de 49,7° C, na Rua João Dalpasquale (Gráfico 17).

O asfalto aquece rapidamente, alcançando temperaturas mais altas que superfícies de concreto, porém, também resfria mais rápido. Às 12 e 15 horas, períodos em que a superfície se encontra mais quente, a menor temperatura do asfalto registrada foi na Rua Atanásio Pires (42,9° C) e na Rua Castro Alves (41° C), esses resultados comprovam o efeito da vegetação arbórea nas temperaturas das superfícies.



**Gráfico 17:** Temperatura do asfalto nas diferentes horas do dia, no outono, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR.  
Fonte: O autor, 2018.



Nos três primeiros horários avaliados (6, 9 e 12 horas) as temperaturas medidas na Rua João Dalpasquale foram maiores que todas as outras ruas avaliadas, a partir das 15:00 horas a temperatura nessa via não foi maior que todas as outras, isso aconteceu pois a partir desse horário a via começa a ficar sombreada pelas edificações, conseqüentemente menor radiação direta aquecendo a superfície.

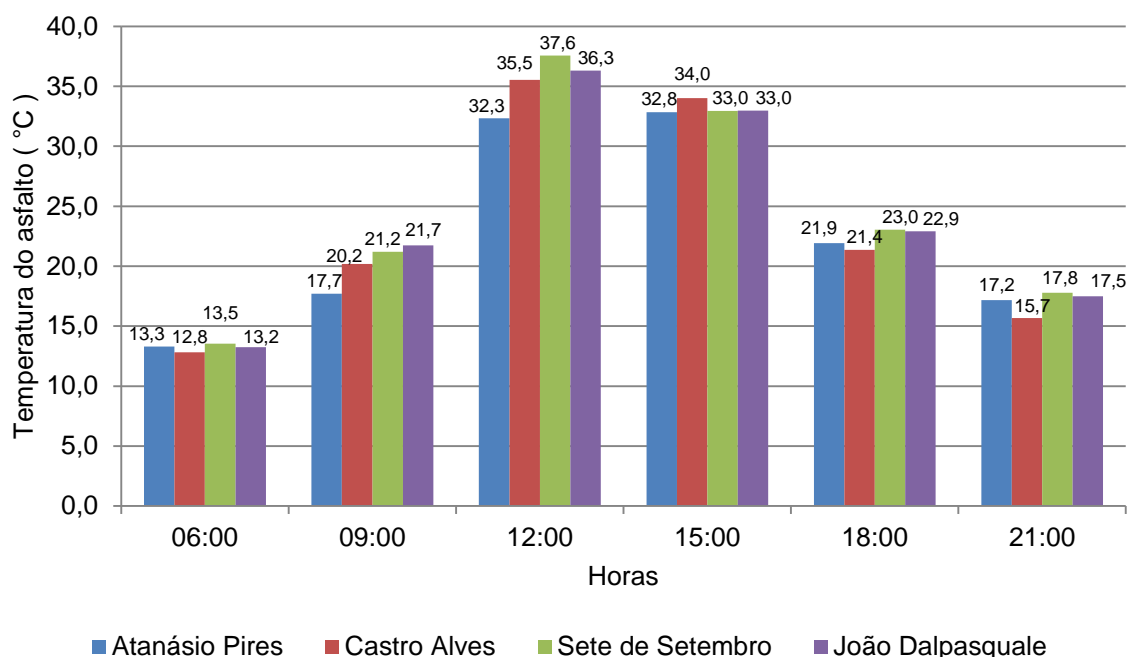
Segundo Shams, Giacomeli e Sucomine (2009), quanto mais radiação solar incidente, maior tendência a temperatura local. Vê-se então, a importância da arborização urbana na atenuação da radiação incidente, a fim de amenizar as temperaturas das superfícies e do ar.

#### 6.4.6 Temperatura do asfalto no inverno

No inverno os dias são mais curtos que no verão, o tempo de sol é de 11 horas diárias. Assim, menos radiação solar, influenciando na capacidade de absorção do calor no local (HIGA, 2015).

No inverno, para a variável temperatura do asfalto, não houve diferença estatística significativa, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, entre as ruas avaliadas (Apêndice 18).

Conforme o gráfico 18 observa-se que no período de inverno as temperaturas de superfície são mais amenas, sendo assim, a maior temperatura registrada nessa estação foi de 37,6° C, na Rua Sete de Setembro às 12:00 horas, pois nesse horário a posição do sol no zênite faz com que a radiação solar incida diretamente na via, tornando as temperaturas de superfícies mais elevadas.



**Gráfico 18:** Temperatura do asfalto nas diferentes horas do dia, no inverno, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR.

Fonte: O autor, 2018.

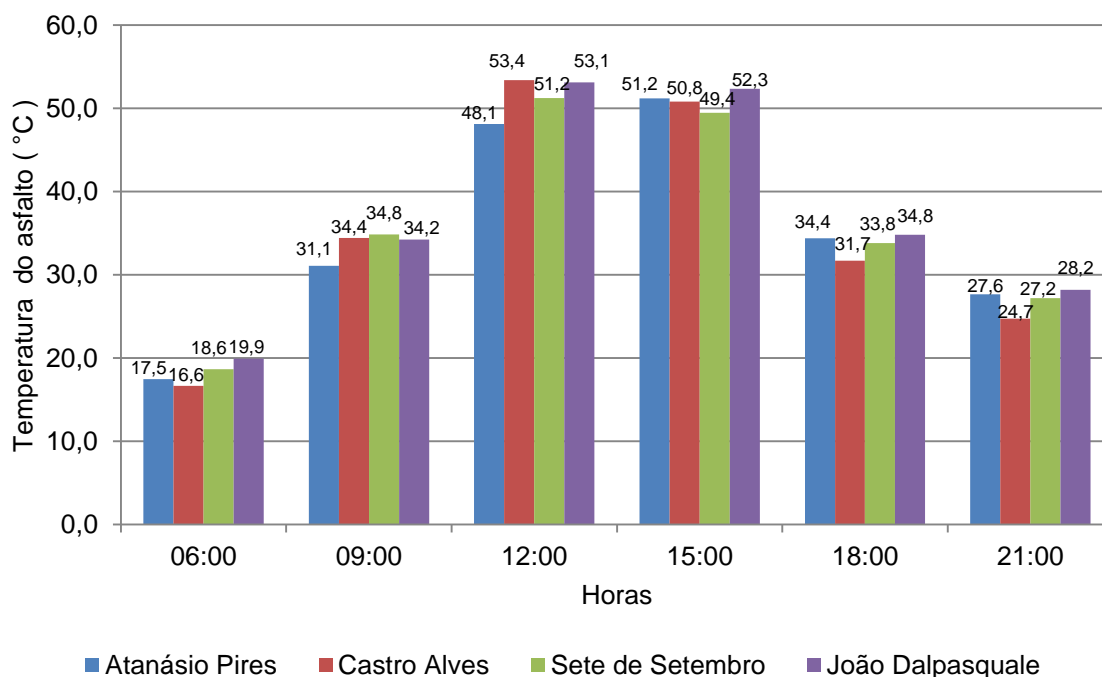
Nos horários em que as superfícies estão mais quentes (12 e 15 horas), o menor valor de temperatura do asfalto foi registrado na Rua Atanásio Pires, o que pode ser explicado pela maior presença de vegetação nesta via. A diferença entre estes valores extremos às 12:00 horas é de 5,3°C, conseqüentemente isso afeta a temperatura do ar no local, pois a superfície está irradiando mais calor, sendo assim torna o ambiente desagradável. Analisar as temperaturas das superfícies é de suma importância para verificar o quanto os tipos de materiais usados nos pavimentos urbanos influenciam no microclima local.

#### 6.4.7 Temperatura do asfalto na primavera

Na primavera não houve diferença estatística significativa para a variável temperatura do asfalto, perante o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro, entre as ruas (Apêndice 19).

De acordo com o gráfico 19, pode-se observar que o maior valor de temperatura às 12:00 horas foi registrado na Rua Castro Alves (53,4° C) e o menor valor de temperatura na Rua Atanásio Pires (48,1° C). No entanto, observa-se que

às 15:00 horas a temperatura média do asfalto na Rua Atanásio Pires se eleva um pouco, o que foi verificado na via durante todas as estações, sendo que nas outras ruas avaliadas a temperatura se elevou às 15:00 horas, na estação de verão.



**Gráfico 19:** Temperatura do asfalto nas diferentes horas do dia, na primavera, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR.  
Fonte: O autor, 2018.

O albedo do pavimento asfáltico em dias sem nuvens é de 0,18, quanto mais baixo for o albedo mais radiação solar o material absorve deixando a superfície mais quente (CALLEGARE et. al., 2010). Períodos em que a radiação solar é maior, como no verão, a absorção de calor pelo asfalto é intensa, logo, mais calor será irradiado para a atmosfera ocasionando desconforto térmico à população.

#### 6.4.8 Temperatura do asfalto no verão

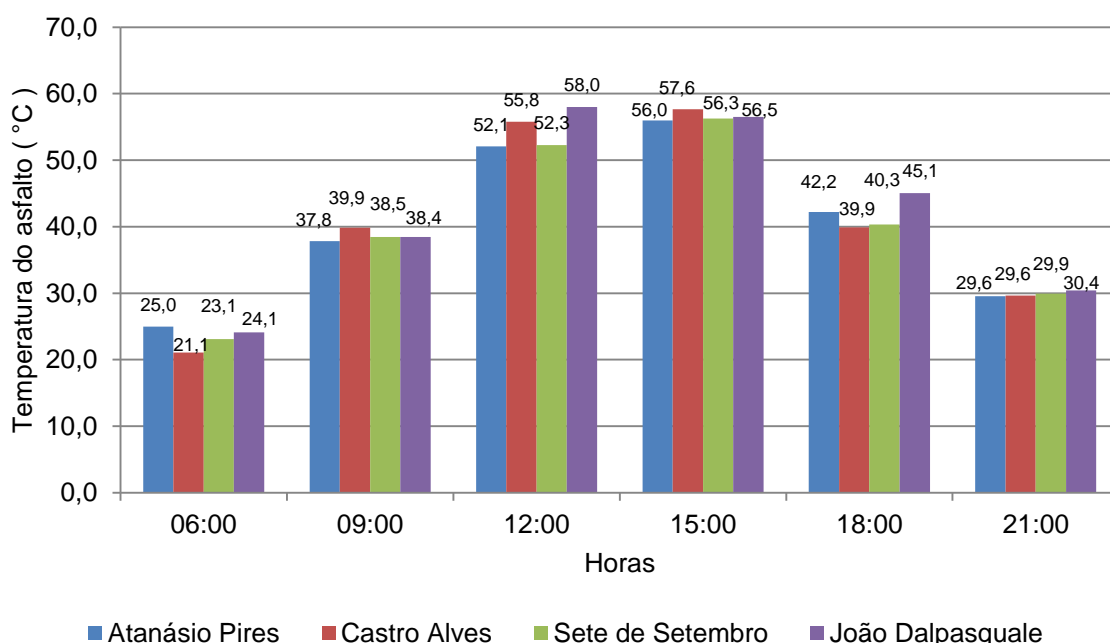
Para a variável temperatura do asfalto nesse período, não houve diferença estatística significativa, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro (Apêndice 20).

Verifica-se no gráfico 20 que as temperaturas médias das superfícies asfálticas iniciaram com valores baixos pela manhã (6:00 horas), aquecendo ao

longo do dia e resfriando lentamente, permanecendo com altas temperaturas às 21:00 horas. Durante o verão o tempo de sol é maior (13 horas diárias), portanto, mais tempo de luz e mais intensa a absorção da radiação solar (HIGA, 2015). Assim, observa-se no gráfico 20 que nessa estação as temperaturas do asfalto foram mais elevadas em todos os horários, o que pode ser explicado pelo maior tempo de luz, se comparadas às médias das outras estações.

Às 6:00 horas, o maior valor absoluto registrado foi na Rua Atanásio Pires (25° C) e a menor média na Rua Castro Alves (21,1° C), tal resultado pode ter sido influenciado devido o sombreamento da via a partir das 15 horas, sendo assim, o tempo de radiação incidente nessa via é menor, influenciando na temperatura da superfície a partir desse horário.

A partir das 9:00 horas, a temperatura do asfalto se torna mais elevada, chegando a 39,9°C na Rua Castro Alves, com mínima temperatura de superfície registrada na Rua Atanásio Pires (37,8° C).



**Gráfico 20:** Temperatura do asfalto nas diferentes horas do dia, no verão, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR.  
Fonte: O autor, 2018.

Nos horários das 12 e 15 horas foram registradas as mais elevadas temperaturas, sendo que o maior valor absoluto às 12:00 horas foi na Rua João Dalpasquale (58 ° C) e o menor na Rua Atanásio Pires (52,1° C). Ainda, observa-se

no gráfico 20, que às 15:00 horas as temperaturas se elevaram mais, com exceção da Rua João Dalpasquale que a temperatura baixou para 56,5° C, pois a partir das 15 horas a rua começa a ficar sombreada, assim não ocorrendo incidência direta da radiação solar, as temperaturas não aumentaram mais. Diante das altas temperaturas das superfícies, o estudo da intensidade luminosa é fundamental para compreender o aquecimento do solo e conseqüentemente a irradiação de calor para a atmosfera.

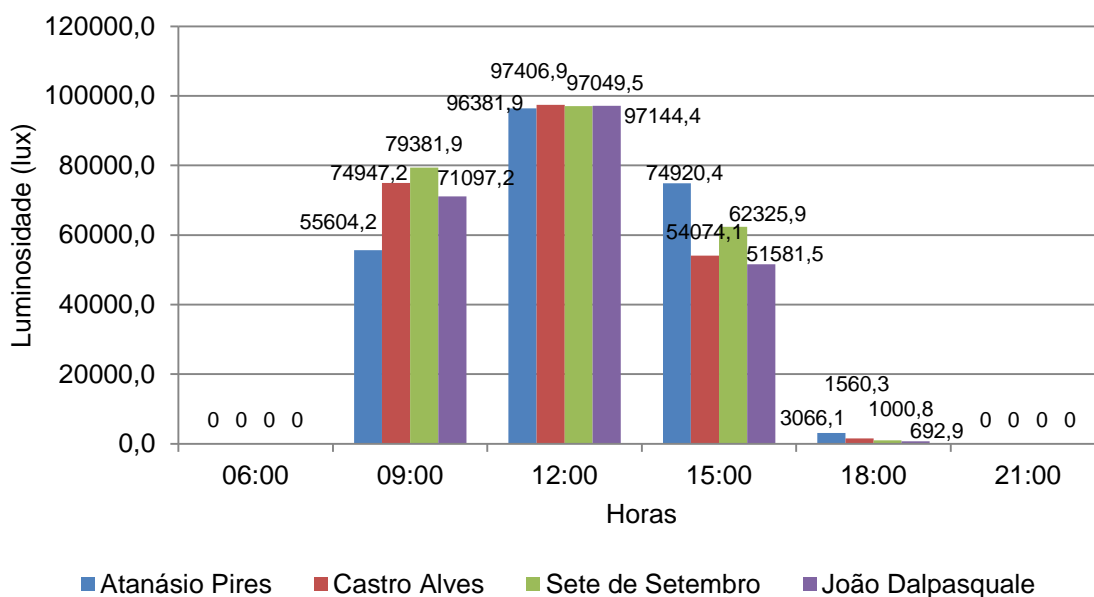
## **6.5 Intensidade luminosa**

### **6.5.1 Intensidade luminosa no outono**

Para a variável luminosidade não houve diferença estatística significativa perante o teste de Friedman, ao nível de 5% de probabilidade de erro, entre as ruas avaliadas, durante a estação de outono (Apêndice 21).

No gráfico 21 são expostos os valores de luminosidade durante o outono para as quatro ruas avaliadas, nota-se que às 12:00 horas ocorre o pico de luminosidade incidente, sendo que os valores são relativamente próximos entre as ruas nesse horário, devido a posição do sol no zênite.

O menor valor absoluto de luminosidade ao meio dia foi na Rua Atanásio Pires (96381,9 lux) e o maior valor registrado foi na Rua Castro Alves (97406,9 lux), sendo a diferença entre valores absolutos de 1025 lux, entre os dois extremos, o que não é benéfico, pois torna as temperaturas das superfícies mais elevadas, e conseqüentemente o aumento da temperatura do ar, influenciando negativamente no conforto térmico para a população.



**Gráfico 21:** Intensidade luminosa nas diferentes horas do dia, no outono, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR.  
Fonte: O autor, 2018.

Às 6:00 horas a luminosidade foi zero para todas as estações, pois nesse horário o sol ainda não havia nascido, sendo que ao final das medições desse horário o aparelho ainda não registrava o pouco de luz que havia, logo, isso influencia nas temperaturas das superfícies e do ar.

Às 9:00 horas a luminosidade foi mais intensa em termos de valores absolutos, na Rua Sete de Setembro (79381,9 lux), e o menor valor foi registrado na Rua Atanásio Pires. Para o horário das 15 horas observa-se que nas Ruas Castro Alves, João Dalpasquale e Sete de Setembro, a luminosidade apresentou menor valor absoluto se comparada com a Rua Atanásio Pires, pois nesse horário essas vias estão parcialmente sombreadas pelas edificações, o que é bom, pois assim as temperaturas das superfícies não se elevam mais (Gráfico 21).

Ao realizar as medições verificou-se que nessa estação ao final da tarde a luminosidade cai rapidamente, devido o período do dia (tempo de luz) ser mais curto, por isso essa grande diferença de luminosidade entre as ruas, pois a primeira rua onde eram medidas das variáveis era a Rua Atanásio Pires e por último a Rua João Dalpasquale.

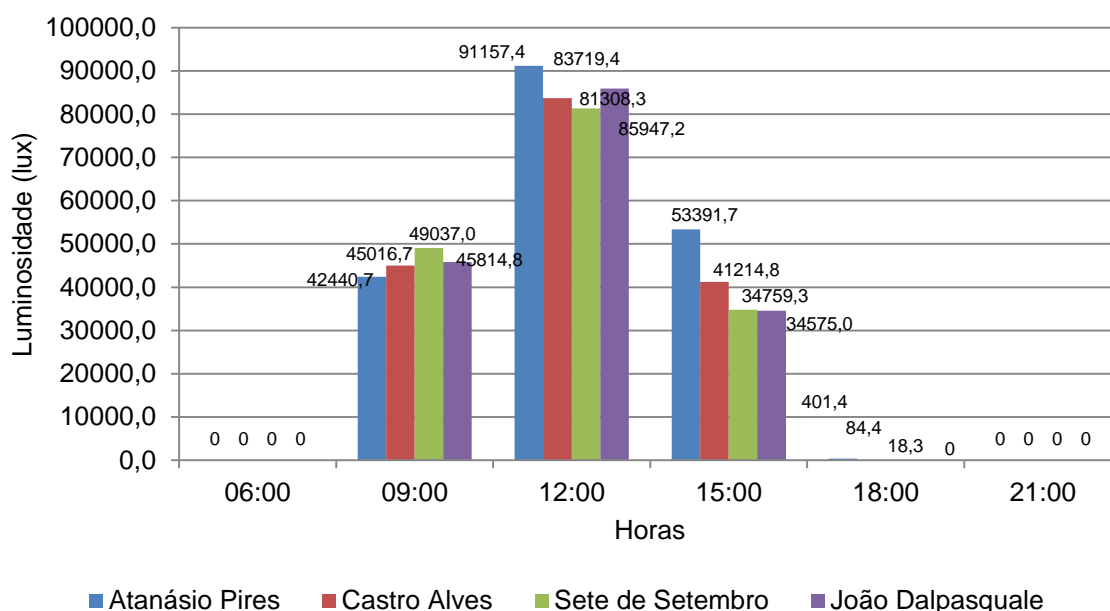
No outono a quantidade de luz diária é menor se comparada ao verão, o que explica as baixas luminosidades às 18:00 horas, sendo um fator considerado bom

para o conforto térmico da população pois o ambiente se torna mais fresco. Já para a estação de inverno, essa característica não é boa, pois a temperatura do ar já é relativamente baixa.

### 6.5.2 Intensidade luminosa no inverno

Através do teste de Friedman, a intensidade luminosa não diferiu estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade de erro, durante o inverno (Apêndice 22). Segundo Higa (2015), o inverno também é uma estação com menos horas diárias de sol (11 horas), observa-se no gráfico 22, que as médias de luminosidade são mais baixas se comparadas com as outras estações.

O pico de radiação solar ocorre sempre ao meio dia, pois é o horário em que a posição do sol se encontra no zênite, sendo que o maior valor absoluto de luminosidade registrado nesse período foi na Rua Atanásio Pires (91157,4 lux), seguida das Ruas João Dalpasquale (85947,2 lux) e Castro Alves (81308,3 lux). Este é um aspecto ruim, pois a radiação solar direta incidindo sobre as superfícies torna o ambiente mais quente e desagradável.



**Gráfico 22:** Intensidade luminosa nas diferentes horas do dia, no inverno, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR.  
Fonte: O autor, 2018.

Às 15:00 horas o maior valor absoluto de luminosidade foi registrado na Rua Atanásio Pires, o que pode ser explicado devido a rua não ficar sombreada por grandes edificações, já que as construções nesta via são residências de um pavimento. O contrário ocorre na Rua João Dalpasquale que apresentou o menor valor absoluto (34575,0 lux) devido o sombreamento ocasionado pela presença de prédios.

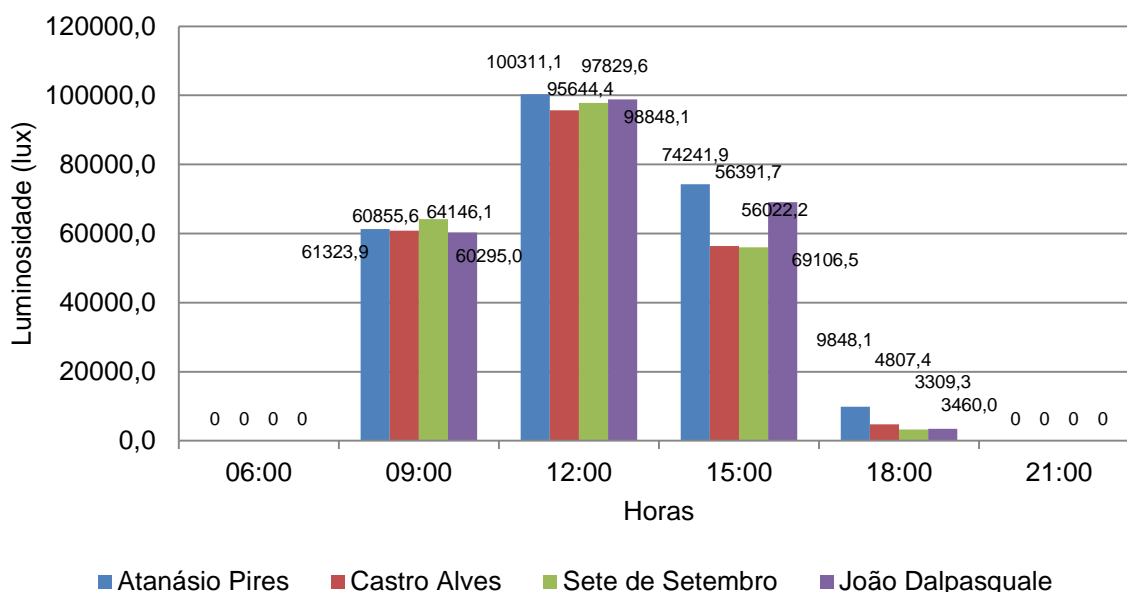
Em termos de valor absoluto, a máxima luminosidade registrada às 18:00 horas na estação de inverno foi na Rua Atanásio Pires (401,4 lux), o que pode ser explicado devido a rua ser a primeira a ser medida, sendo que nesse horário o sol começa se pôr, então os valores de luminosidade vão decrescendo rapidamente.

### 6.5.3 Intensidade luminosa na primavera

Durante a primavera não houve diferença estatística significativa, pelo teste de Friedman, a 5% de probabilidade de erro, para as médias de luminosidade entre as ruas avaliadas (Apêndice 23). Para as medições realizadas às 9:00 horas, a luminosidade tem sido maior na Rua Sete de Setembro em todas as estações do ano, sendo que na primavera a média foi de 64146,1 lux (Gráfico 23).

Observa-se no gráfico 23, que às 12 e 15 horas foi o período que apresentou maiores luminosidades, sendo que às 12:00 horas os maiores valores absolutos foram registrados na Rua Atanásio Pires (100311,1 lux) e Rua João Dalpasquale (98848,1 lux). Os altos valores de luminosidade medidos ao meio dia nas diversas estações do ano podem ser explicados devido a posição do sol aproximadamente no zênite, logo, a luminosidade incide diretamente nas superfícies.





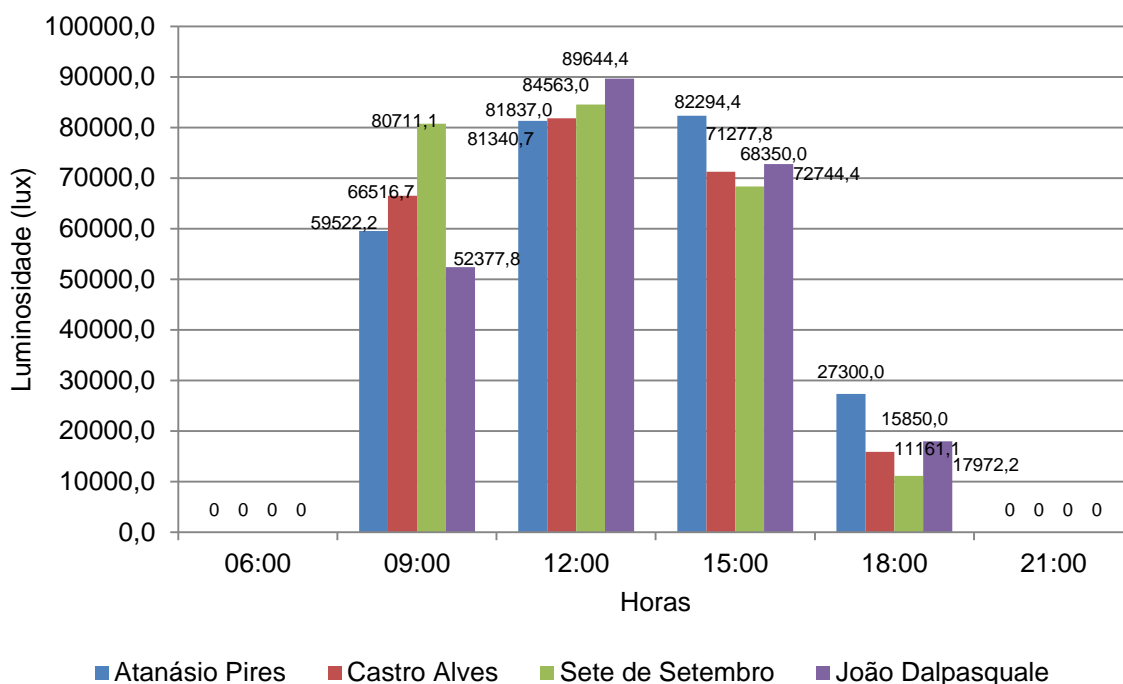
**Gráfico 23:** Intensidade luminosa nas diferentes horas do dia, na primavera, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR.  
Fonte: O autor, 2018.

Os menores valores absolutos de luminosidade ocorreram às 18:00 horas, no entanto, na primavera esses valores são superiores as médias registradas no outono e inverno. A maior luminosidade às 18 horas durante a primavera pode ter sido influenciada pela aproximação do verão, que tem dias mais longos.

#### 6.5.4 Intensidade luminosa no verão

A duração de dias mais longos, e conseqüentemente maiores horas de luz (13 horas diárias, Higa (2015)) no verão explica as elevadas médias de luminosidade nessa estação. Para a luminosidade no verão, não houve diferença estatística significativa, pelo teste de Friedman, ao nível de 5% de probabilidade de erro (Apêndice 24).

Os dados representados no gráfico 24 demonstram que a luminosidade foi intensa nos horários das 9, 12 e 15 horas, sendo que o valor absoluto máximo de luminosidade às 12:00 horas ocorreu na Rua João Dalpasquale (89644,4 lux) e às 15:00 horas foi na Rua Atanásio Pires (82294,4 lux).



**Gráfico 24:** Intensidade luminosa nas diferentes horas do dia, no verão, comparando as quatro ruas avaliadas na área urbana de Dois Vizinhos – PR.

Fonte: O autor, 2018.

Na avaliação realizada às 9:00 horas, o maior valor absoluto de luminosidade ocorreu na Rua Sete de Setembro (80711,1 lux), e o menor na Rua João Dalpasquale (52377,8 lux). O menor valor registrado ao meio dia foi verificado em duas ruas, na Rua Atanásio Pires (81340,7 lux) e na Rua Castro Alves (81837,0 lux). Às 15:00 horas, o menor valor absoluto ocorreu na Rua Sete de Setembro (68350,0 lux), isso influencia no balanço de energia local, consequentemente nas temperaturas das superfícies e do ar.

As menores intensidade de luz foram registradas às 18:00 horas, com variação em termos de valores absolutos, da primeira rua medida (Rua Atanásio Pires 27300,0 lux) para a última rua (João Dalpasquale 17972,2 lux). No entanto, os menores valores registrados às 18 horas durante o verão, são muito superiores aos valores das outras estações no mesmo horário.

A luminosidade influencia no balanço de energia, pois quanto mais luz incidindo sobre as superfícies, mais calor será absorvido e irradiado para o meio tornando a temperatura do ar mais elevada favorecendo a formação de ilhas de calor.

## 6.6 Análise das ilhas de calor na área urbanizada

Conforme o quadro 1, ao comparar pelo método proposto por Brandão (2003) todas as ruas avaliadas na cidade com a área rural, foi possível identificar ilhas de calor de intensidade muito forte (diferença térmica maior que 6°C) às 9, 12 e 15 horas nas quatro ruas avaliadas durante todas as estações do ano.

Nos horários em que ocorreram as ilhas de calor mais intensas, são horários de forte incidência de radiação solar, e grande fluxo de veículos e pessoas, portanto mais calor sendo absorvido e irradiado para a atmosfera. Os valores de diferença negativos às 18 e 21 horas que estão representados no quadro 1, significam que a temperatura na área rural foi maior que a área urbana, portanto, nesses horários não ocorreu formação de ilhas de calor.

**Quadro 2-** Diferença térmica e classificação da intensidade da ilha de calor nas diversas estações do ano no Bairro Centro Norte de Dois Vizinhos-PR.

<b>Outono</b>									
<b>Horas</b>	<b>Atanásio Pires</b>		<b>Castro Alves</b>		<b>Sete de Setembro</b>		<b>João Dalpasquale</b>		
6h	0,6	Fraca	1,9	Fraca	2,6	Moderada	4,7	Forte	
9h	8,3	Muito forte	10,2	Muito forte	10,8	Muito forte	11,3	Muito forte	
12h	11,0	Muito forte	11,5	Muito forte	12,2	Muito forte	13,4	Muito forte	
15h	7,2	Muito forte	7,2	Muito forte	8,5	Muito forte	7,5	Muito forte	
18h	-2,8	Ausente	-3,3	Ausente	-3,5	Ausente	-3,3	Ausente	
21h	-2,6	Ausente	-4,8	Ausente	-5,5	Ausente	-4,8	Ausente	
<b>Inverno</b>									
6h	1,1	Fraca	0,1	Fraca	0,6	Fraca	0,5	Fraca	
9h	6,6	Muito forte	7,7	Muito forte	8,4	Muito forte	8,5	Muito forte	
12h	11,6	Muito forte	12,8	Muito forte	13,6	Muito forte	13,5	Muito forte	
15h	6,8	Muito forte	6,9	Muito forte	9,6	Muito forte	6,7	Muito forte	
18h	-1,2	Ausente	-2,3	Ausente	-1,9	Ausente	-2,3	Ausente	
21h	-3,6	Ausente	-4,3	Ausente	-3,6	Ausente	-4,0	Ausente	
<b>Primavera</b>									
6h	0,5	Fraca	0,4	Fraca	0,5	Fraca	1,1	Fraca	
9h	10,4	Muito forte	12,3	Muito forte	12,2	Muito forte	13,0	Muito forte	
12h	10,7	Muito forte	11,0	Muito forte	12,3	Muito forte	11,7	Muito forte	
15h	7,0	Muito forte	6,7	Muito forte	8,0	Muito forte	7,0	Muito forte	
18h	0,9	Fraca	1,2	Fraca	1,5	Fraca	0,8	Fraca	
21h	-1,2	Ausente	-1,7	Ausente	-1,4	Ausente	-1,6	Ausente	
<b>Verão</b>									
6h	2,8	Moderada	1,2	Fraca	0,7	Fraca	1,9	Fraca	
9h	13,4	Muito forte	12,0	Muito forte	12,5	Muito forte	11,4	Muito forte	
12h	10,0	Muito forte	10,7	Muito forte	9,4	Muito forte	12,1	Muito forte	
15h	7,1	Muito forte	7,7	Muito forte	7,7	Muito forte	7,1	Muito forte	
18h	1,6	Fraca	2,2	Moderada	1,8	Fraca	2,0	Moderada	
21h	-2,9	Ausente	-1,0	Ausente	-2,7	Ausente	-2,8	Ausente	

A maior diferença térmica durante o outono foi de 13,4°C (intensidade muito forte), e esta ocorreu na Rua João Dalpasquale às 12 horas, horário em que há maior incidência de radiação solar. Observa-se que às 6 horas a ilha de calor de intensidade forte também ocorreu na Rua João Dalpasquale, isso demonstra o quanto a arborização urbana é importante para minimizar os efeitos da ilha de calor, visto que essa rua possui um baixo índice de árvores por quilômetro (53 árv/Km), no entanto, é necessário o plantio de mais espécies arbóreas nessa via, a fim de mitigar os efeitos das ilhas e calor.

Segundo Gartland (2010), a intensidade da ilha de calor varia conforme a hora do dia, pela manhã, por exemplo, a diferença de temperatura das áreas urbanas para a área rural geralmente é pequena. Conforme as superfícies vão aquecendo ao longo do dia, a diferença de temperatura entre a área urbana e rural aumenta.

As ilhas de calor de intensidade moderada ocorreram às 6 horas na Rua Sete de Setembro durante o outono, e na Rua Atanásio Pires durante o período de verão. Embora a Rua Atanásio Pires seja mais arborizada, nota-se que em períodos de elevadas temperaturas (9,12 e 15 horas) também ocorre o fenômeno de ilhas de calor, logo, a vegetação presente na via não é suficiente para atenuar os efeitos da ilha de calor, portanto, nesta via também é necessário o plantio de mais árvores.

No inverno as ilhas de calor mais intensas ocorreram às 12 horas nas Ruas Sete de Setembro (13,6°C), e João Dalpasquale (13,5°C), o que pode ter sido influenciado pela posição do sol que está aproximadamente no zênite, assim a radiação solar incide diretamente nas superfícies fazendo com que as temperaturas sejam mais elevadas; e pelas características urbanas (albedo, densidade urbana, geometria) associadas a escassez de vegetação.

Em inventário realizado por Biz (2014), constatou que nenhuma das ruas inventariadas do bairro Centro Norte de Dois Vizinhos, apresentaram o valor recomendável no índice de árvores por quilômetro, verificando a necessidade de implantação de mais árvores em todas as ruas do bairro.

Na estação primavera a maior diferença térmica ocorreu na Rua João Dalpasquale (13,0°C) às 9 horas, caracterizando ilha de calor de intensidade muito forte. Já no verão, as ilhas de calor mais intensas foram nas Ruas Atanásio Pires 13,4°C (9h) e Sete de Setembro (9h) 12,5°C.

Segundo Murara (2010), pequenas ações podem ser realizadas a fim de minimizar as influências do clima local, como exemplo, incentivar a criação de espelhos d'água e privilegiar a canalização de córregos a céu aberto ao invés de canalizações fechadas, e promover o aumento de áreas verdes, assim, aumenta-se a área de infiltração e conseqüentemente o aumento da evapotranspiração pela presença de vegetação, a fim de minimizar as temperaturas locais.

Durante as estações primavera e verão foi verificado a ocorrência de ilhas de calor de intensidade fraca a moderada, às 18 horas. Sendo que nas Ruas Castro

Alves e João Dalpasquale a intensidade da ilha de calor foi de moderada durante o período de verão.

Diante dos resultados obtidos, é notório o quanto a vegetação influencia nas variáveis climáticas (luminosidade, vento, umidade relativa do ar, temperatura do ar), sendo assim umas das principais estratégias para mitigar o efeito das ilhas de calor é inserindo a vegetação no meio urbano. Segundo Furtado (1994), as árvores atuam no controle da temperatura do ambiente, proporcionando sombra sobre as superfícies e edificações, conseqüentemente reduzindo as temperaturas do ar e das superfícies, e através do processo de evapotranspiração resfriando o ar no entorno.

## 7 CONCLUSÕES

Através dos resultados pode-se concluir que as alterações no microclima urbano estão intimamente relacionadas com o processo de urbanização. Com base nos resultados pode-se concluir que:

- ✓ A duração dos dias nas diferentes estações influencia nas temperaturas de superfície e do ar, pois a quantidade de luz diária influencia no balanço de energia baixa.
- ✓ O processo de urbanização, associado à substituição das áreas verdes afetam diretamente o microclima local, provocando aumento da temperatura do ar e redução da umidade relativa, o que resulta em desconforto térmico para a população.
- ✓ Nos horários de pico de aquecimento do asfalto durante o verão, a Rua Atanásio Pires registrou as menores médias de temperatura de superfície.
- ✓ Nos horários em que ocorre maior incidência de radiação solar (9,12 e 15 horas) a Rua Atanásio Pires apresentou as maiores médias de umidade relativa do ar.
- ✓ Durante o dia, as temperaturas do ar mais elevadas ocorreram nas ruas do centro comercial, onde as áreas são pouco arborizadas. Vê-se então a necessidade da arborização do centro norte, a fim de melhorar as condições climáticas locais e proporcionar melhor conforto térmico.
- ✓ A temperatura do ar às 15 horas foi maior na Rua Sete de Setembro em todas as estações do ano. Assim, é necessário fazer o Plano Diretor de Arborização Urbana do município, visto que este irá contribuir significativamente no planejamento e gestão da arborização, ressaltando que o profissional capacitado para realiza-lo é o Engenheiro Florestal.
- ✓ Os valores mais altos de temperatura do ar ocorrem quando os ventos apresentam velocidades mais baixas e vice-versa. Maiores velocidade dos ventos não é uma característica desejável durante todo o ano, como no caso da estação inverno, pois pode tornar o ambiente ainda mais frio.
- ✓ A urbanização interfere no microclima local, sendo que a malha urbana interfere na velocidade dos ventos, influenciando significativamente na temperatura do ar e na formação de ilhas de calor urbano.

- ✓ Os resultados demonstraram a formação de ilhas de calor em todas as estações. A ocorrência de ilhas de calor no município é fator considerado preocupante e ruim, principalmente no verão, pois ocasiona stress térmico à população além de poder agravar os problemas de saúde.
- ✓ As ilhas de calor foram de intensidade muito forte às 9, 12, e 15 horas nas quatro estações. Esse fenômeno deve ser levado em consideração pelos órgãos ambientais dos municípios a fim de tomar medidas que possam contribuir com a melhoria da qualidade ambiental e de vida da população.

A principal estratégia para mitigar os efeitos da ilha de calor é o aumento de áreas verdes, criando novos parques e através da arborização viária. No entanto, ainda deve-se considerar outras medidas, como o uso de materiais mais reflexivos, fiscalização quanto ao cumprimento das leis ambientais que estabelecem espaços de áreas verdes, não realizar podas severas deixando as árvores praticamente sem folhas, aumentar a área permeável do solo e a instalação de lagos ou espelhos d'água.



## REFERÊNCIAS

ABRANTES, R. F.; COSTA, W. C. **Clima urbano**. 37p. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/rusgat/clima-urbano-das-cidades>> Acesso em: 05 Out. 2015.

ALMEIDA JUNIOR, N. L. de. **Estudo do clima urbano : Uma proposta metodológica**. 2005. 92 f. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) – Programa de Pós Graduação em Física e Meio Ambiente, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2005.

ALVAREZ, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*. v. 22, n. 6, 2014, p.711–728.

ALVES, J. E. D.; CAVENAGHI, S. **Tendências demográficas, dos domicílios e das famílias no Brasil**. 33p. Disponível em: <<[http://www.ie.ufrj.br/aparte/pdfs/tendencias\\_demograficas\\_e\\_de\\_familia](http://www.ie.ufrj.br/aparte/pdfs/tendencias_demograficas_e_de_familia)>> Acesso em: 01 Out. 2015.

AMORIM, M. C. de C. T.; DUBREUIL, V.; QUENOL, H.; NETO, J. L. S. Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: Exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França). **Confins online**, n.7, 2009. 16p.

BARBIRATO, G. M.; SOUZA, Léa C. L.; TORRES, S. C. **Clima e cidade: a abordagem climática como subsídio para estudos urbanos**. Maceió: UFAL, 2007. 164p.

BARCELLOS, C.; MONTEIRO, A. M. V.; CORVALÁN, C.; GURGEL, H. C.; CARVALHO, M. S.; ARTAXO P.; HACON, S.; RAGONI, V. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: Cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiologia e serviços de Saúde**, v.18, n.3, 2009. p.285-304.

BARROS, H. R.; LOMBARDO, M. A. A ilha de calor urbana e o uso e cobertura do solo em São Paulo-SP. **Geosp-Espaço e Tempo** (Online), v. 20, n. 1, 2016. p. 160-177.

BIZ, S., **Inventário do patrimônio arbóreo do Bairro Centro Norte da cidade de Dois Vizinhos-PR**. Trabalho de Conclusão de Curso ((Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2014.

BRANDÃO, A. M. P. M. O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro, In: MONTEIRO, C. A. F., MENDONÇA, F. **Clima urbano**, 2003, p. 121 –154.

BUENO, C. L. **Estudo da atenuação da radiação solar incidente por diferentes espécies arbóreas**. 1998. 177 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Faculdade de Engenharia Civil da Unicamp, Campinas, 1998.

CALLEGARE, A. O., LOPES, C. R., SOUZA, L. J., BRIZOLLA, M. C., HONORATA, V., **Estudos sobre o albedo em diferentes tipos de superfícies**. Disponível em: <<[http://meteorologia.florianopolis.ifsc.edu.br/formularioPI/arquivos\\_de\\_usuario/201022B](http://meteorologia.florianopolis.ifsc.edu.br/formularioPI/arquivos_de_usuario/201022B)>> Acesso em: 7 de Março de 2019.

CAVALCANTI, I. F. A., FERREIRA, N. J., SILVA, M. G. A. J., DIAS, M. A. F. S., **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de textos, 2009.464p.

CHAGAS, G. Ilhas de calor: Impacto na saúde. Jornal UNESP, Ago. 2005.1p. Disponível em: <<http://www.unesp.br/aci/jornal/203/ilhas.php>> Acesso em: 05 Out. 2015.

CLIMA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ – UTFPR. **Prognóstico para a primavera**. Disponível em: <<http://climautfpr.com.br/prognostico-para-a-primavera/>> Acesso em: 08 de Março de 2019.

CORBELLA, O.; CORNER, V. **Arquitetura bioclimática tropical para a redução de consumo energético**. Rio de Janeiro: Revan, 2011. 11p.

FEITOSA, S. M. R.; GOMES, J. M. A.; NETO, J. M. M.; ANDRADE, C. S. P. **Revista da sociedade brasileira de arborização urbana**, Piracicaba, v.6, n.2, Jul. 2011. p.58-75.

FURTADO, A. E., **Simulação e análise da utilização da vegetação como anteparo às radiações solares em uma edificação**, Dissertação (Mestrado em Conforto Ambiental) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 138p, Rio de Janeiro, 1994.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor: como mitigar zona de calor em áreas urbanas**. São Paulo: Oficina de textos, 2010. 248p.

GENARO, V. **Análise da diferença térmica dentro da área urbana de Viçosa - MG, sob influência de diferentes condições sinóticas, durante o outono de**

**2008.** 2008. Monografia (Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2008.

GOMES, P. S. Clima e planejamento ambiental urbano: Estudo preliminar para Montes Claros-Mg. **Paisagem Ambiente**: ensaios. São Paulo. v.01. n.23. 2007.p. 42-49.

GOOGLE EARTH-MAPAS, **Dois Vizinhos**. Disponível em: <<https://earth.google.com/web/@0,0,4018.82718741a,36750128.22569847d,35y,0h,0t,0r/data=CgAoAQ>> Acesso em: Fevereiro de 2018.

HIGA, T. T., **Análise do conforto térmico proporcionado pelo sombreamento de duas espécies arbóreas sobre edificações**, 2015, 104f, Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades**. 2018. Disponível em: << [INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. \*\*85% da população do Paraná reside em áreas urbanas e 51% é composta de mulheres\*\*. 1p. Disponível em: <\[http://www.ipardes.gov.br/index.php?pg\\\_conteudo=1&cod\\\_noticia=287\]\(http://www.ipardes.gov.br/index.php?pg\_conteudo=1&cod\_noticia=287\)> Acesso em: 03 Out. 2015.](https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/dois-vizinhos.html?>></a>. Acesso em: 18 de fevereiro de 2019.</p></div><div data-bbox=)

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Estações e dados**. Disponível em: << <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home2/index>>> Acesso em: 08 de Março de 2019.

LABORATÓRIO DE CLIMATOLOGIA E ANÁLISE AMBIENTAL. **Estações do ano**. Disponível em: << <http://www.ufjf.br/labcaa/pesquisa-escolar/estacoes-do-ano/>>> Acesso em: 07 de Março de 2019.

LANDSBERG, H. E., O clima das cidades. **Revista do departamento de Geografia**. São Paulo, v.18, p. 95-111, 2006.

MARIA, T. R. B. C., **Potencial de duas espécies arbóreas nativas para a melhoria da qualidade climática de centros urbanos**, 2014, 71f, Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2014.

MASCARÓ, J. L.; MASCARÓ, L.; AGUIAR, C. M. L. S. Cidade, Energia, Arborização Urbana e Impacto Ambiental. **Ciência e Ambiente**. Santa Maria, v.1, n.1, p.59-79. Jun. 2001.

MASCARÓ, L.; MASCARÓ, J. J. **Ambiência urbana**. 3 ed. Porto Alegre: Masquatro, 2009. 200p.

MENEGAT, R.; ALMEIDA, G. **Desenvolvimento Sustentável e Gestão Ambiental nas Cidades: Estratégias a partir de Porto Alegre**. 1 ed. Porto Alegre: UFRGS, 2004. 422p.

MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. 192p.

MURARA, P. G.; CLIMA E SAÚDE: VARIAÇÕES ATMOSFÉRICAS E ENFERMIDADES CIRCULATÓRIAS. XVI Encontro Nacional dos Geógrafos, 2010, Porto Alegre, **Anais eletrônicos**, Porto Alegre: ENG.2010. 7p.

NIKOLOPOULOU, M. **Designing open spaces in the urban environment: a bioclimate approach**; RUROS: Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces. Greece: Centre for Energy Resources, Department of Buildings, 2004. 53p.

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

NÓBREGA, R. S.; VITAL, L. A. B. Influência da urbanização sobre o microclima de Recife e formação de ilha de calor. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife. v.3, n.3. 2010. p.151-156.

NUNES, L. H.; **Urbanização e desastres naturais**: Abrangência América do Sul. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 117p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE DOIS VIZINHOS, 2019. Disponível em:<<<http://doisvizinhos.pr.gov.br/sobre-o-municipio/dados-gerais/>>>. Acesso em: 18 de Fevereiro de 2019.

PORTAL DOIS VIZINHOS. **Sobre o município**. 1p. Disponível em: <[http://www.portaldoisvizinhos.com.br/municipio\\_dadosgerais.asp](http://www.portaldoisvizinhos.com.br/municipio_dadosgerais.asp)> Acesso em: 04 Out. 2015.

ROMERO, M. A. B. **Arquitetura bioclimática do espaço público**. 3ed. Brasília: Universidade de Brasília, 2007. 225p.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. Brasília: Editora Unb, 2013. 128p.

SANTOS, M. S.; MARINHO, M. M.; LIMA, S. F. de. Levantamento e divulgação do papel ecológico do canteiro central na capital alagoana. **Cadernos de graduação – Ciências exatas e tecnológicas**, Maceió, v.2, n.3, 2015. p.11-20.

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**, Piracicaba – SP, v,4, n,4, p,1-16, 2009.

SILVA, A. A.; **Clima urbano e parâmetros atmosféricos**. 6p. Disponível em: <<<http://www.prp2.ueg.br/06v1/conteudo/pesquisa/inicciem/eventos/sic2008/fronteira/flashsic/animacao/IIIJORNADA/arquivos/resumos/resumo21.pdf>>> Acesso em: 04 Out. 2015.

SHINZATO, P., **O impacto da vegetação nos microclimas urbanos**, 2009, 173f, Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SHINZATO, P., **O impacto da vegetação nos microclimas urbanos em função das interações solo-vegetação-atmosfera**, 2014, 205f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

TEZA, C.T. V.; BAPTISTA, G. M. de M. Identificação do fenômeno ilhas urbanas de calor por meio de dados ASTER on demand 08 – Kinetic Temperature (III): metrópoles brasileiras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XII., 2005, Goiânia. **Anais eletrônicos**, Goiânia: INPE, 2005. p.3911-3918.

TREVISAN, R. H.; LATTARI, C. J. B. Investigando a aprendizagem de astronomia no ensino fundamental, usando um método experimental. In: IV Encontro nacional de pesquisa em educação em ciência (ENPEC), 2003, Bauru. **Anais...** Belo Horizonte: ABRAPEC, 2003, p,1-4.

UNKASEVIC, M., JOVANOVIC, O., POPOVIC, T. Urban-suburban/rural vapour pressure and relative humidity differences at fixed hours over the area of Belgrade city. **Theoretical and applied climatology**, Viena, v.68, n.1, p.67-73, 2001.

VASCONCELOS, L. C. S.; ZAMPARONI, C. A. G. P. Análise do microclima em Cuiabá – MT: Um estudo de caso nos bairros Duque de Caxias e dos Bandeirantes. **GeoAmbiente On-line**, Jataí, n.16, 2011. p. 16-33.

VASCONCELOS, L.; Urbanização – Metrôpoles em Movimento. **Revista Desafios do Desenvolvimento-IPEA**, Brasília, 22.ed. Ano 3. 2006. 7p.

ZANLORENZI, H. C. P., **Áreas verdes e conforto térmico: o papel da vegetação no controle dos ventos**, 2015, 129f, Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

## APÊNDICES

### Apêndice 1: Análises estatísticas para velocidade do vento no outono.

File TESTE FRIEDMAN VELOCIDADE DO VENTO NO OUTONO.txt

Date 03/05/2019 Time 11:56:54

The null hypothesis (H0):

The treatments are not different statistically

F-krit	T2	p
4.4307	14.2308	<0.001

T2 is the statistics of the Friedman Test

The null hypothesis (H0) was rejected

-----

Treatment	Average	Sum of ranks	Classific.
-----------	---------	--------------	------------

-----

1	0.23333	19.000	b
2	0.25000	16.000	b
3	0.23333	15.000	bc
4	0.11667	10.000	c
5	2.83333	30.000	a

-----

SMD(Significative minimum difference) = 5.837

The t Test at a levels of 5% was applied

**Apêndice 2:** Análises estatísticas para velocidade do vento no inverno.

File TESTE FRIEDMAN VELOCIDADE DO VENTO NO INVERNO.txt

Date 03/05/2019 Time 12:32:52

The null hypothesis (H0):

The treatments are not different statistically

F-krit	T2	p
4.4307	22.1429	<0.001

T2 is the statistics of the Friedman Test

The null hypothesis (H0) was rejected

Treatment	Average	Sum of ranks	Classific.
-----------	---------	--------------	------------

1	0.15000	15.000	b
2	0.20000	16.000	b
3	0.16667	16.000	b
4	0.11667	13.000	b
5	1.81667	30.000	a

SMD(Significative minimum difference) = 4.283

The t Test at a levels of 5% was applied



**Apêndice 3:** Análises estatísticas para velocidade do vento na primavera.

File TESTE FRIEDMAN VELOCIDADE DO VENTO NA PRIMAVERA.txt

Date 03/05/2019 Time 12:38:16

The null hypothesis (H0):

The treatments are not different statistically

F-krit	T2	p
4.4307	11.4516	<0.001

T2 is the statistics of the Friedman Test

The null hypothesis (H0) was rejected

-----  
Treatment Average Sum of ranks Classific.

1	0.33333	17.500	b
2	0.31667	14.500	bc
3	0.35000	17.500	b
4	0.25000	10.500	c
5	3.08333	30.000	a

-----  
SMD(Significative minimum difference) = 6.374

The t Test at a levels of 5% was applied

**Apêndice 4:** Análises estatísticas para velocidade do vento no verão.

File TESTE FRIEDMAN VELOCIDADE DO VENTO NO VERA0.txt

Date 03/05/2019 Time 12:47:04

The null hypothesis (H0):

The treatments are not different statistically

F-krit	T2	p
4.4307	16.5267	<0.001

T2 is the statistics of the Friedman Test

The null hypothesis (H0) was rejected

-----

Treatment	Average	Sum of ranks	Classific.
-----------	---------	--------------	------------

1	0.35000	12.000	c
2	0.46667	16.000	bc
3	0.41667	12.500	c
4	0.53333	19.500	b
5	2.56667	30.000	a

-----

SMD(Significative minimum difference) = 5.349

The t Test at a levels of 5% was applied

**Apêndice 5:** Análises estatísticas para umidade relativa do ar no outono.

## TESTE DE NORMALIDADE PARA UMIDADE RELATIVA DO AR NO OUTONO

Date: 03/04/2019 Time: 18:56:26

NORMALITY (a = 5%)

Test (Statistic)	Value	Vkrit	p-value	Normal
Kolmogorov-Smirnov (D)	0.16795	0.15918	p < .05	No
Cramér-von Mises (W2)	0.11789	0.12393	p > .05	Yes
Anderson-Darling (A2)	0.84241	0.71186	p <.025	No
Kuiper (V)	0.26895	0.26229	p < .05	No
Watson (U2)	0.11777	0.11410	p < .05	No
Lilliefors (D)	0.13461	0.16100	p > .15	Yes
Shapiro-Wilk (W)	0.90977	-	0.01468	No

**ANOVA UMIDADE RELATIVA DO AR NO OUTONO**

Número de tratamentos 5

Número de repetições 6

Delineamento Inteiramente casualizado

Tratamento	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3	Repetição 4	Repetição 5	Repetição 6	Média
Trat. 01	85,3	73,1	57,4	46,4	59,5	81,9	67,2666666666667
Trat. 02	89,4	71,7	55	43,4	62,9	86,3	68,1166666666667
Trat. 03	87,8	66,9	50,2	41,9	61,8	83,2	65,3
Trat. 04	89,3	64,9	48,5	41,3	64,3	83,3	65,2666666666667
Trat. 05	84,8	87,4	80,8	58,9	40,5	48,5	66,8166666666667

Causa da variação G.L. S.Q. Q.M. F F (5%) F (1%)

Tratamentos 4 37,4913333333333 9,37283333333333 0,0286355550359511

2,75869287334076 4,17731937104112 não significativo

Resíduo 25 8182,863333333333 327,314533333333

Total 29 8220,35466666667

C.V. 27,18%

### TESTE DE SEPARAÇÃO UMIDADE RELATIVA DO AR NO OUTONO

Número de tratamentos 5

Quadrado médio do resíduo 327,314533333333

Graus de liberdade do resíduo 25

Número de repetições 6

Grau de significância 5%

Tratamento	Média	Repetições	Scott-Knott	Tukey	Duncan
Trat. 02	68,1166666666667	6	a	a	a
Trat. 01	67,2666666666667	6	a	a	a
Trat. 05	66,8166666666667	6	a	a	a
Trat. 03	65,3	6	a	a	
Trat. 04	65,2666666666667	6	a	a	a

C.V. 27,18 %

**Apêndice 6:** Análises estatísticas para umidade relativa do ar no inverno.

## TESTE DE NORMALIDADE PARA UMIDADE RELATIVA DO AR NO INVERNO

Date: 03/04/2019 Time: 19:25:45

## NORMALITY (a = 5%)

Test (Statistic)	Value	Vkrit	p-value	Normal
Kolmogorov-Smirnov (D)	0.15542	0.15918	p > .05	Yes
Cramér-von Mises (W2)	0.08026	0.12393	p > .15	Yes
Anderson-Darling (A2)	0.60504	0.71186	p > .05	Yes
Kuiper (V)	0.23717	0.26229	p > .10	Yes
Watson (U2)	0.08025	0.11410	p > .15	Yes
Lilliefors (D)	0.15542	0.16100	p > .05	Yes
Shapiro-Wilk (W)	0.93428	-	0.06384	Yes

**ANOVA UMIDADE RELATIVA DO AR NO INVERNO**

Número de tratamentos 5

Número de repetições 6

Delineamento Inteiramente casualizado

Tratamento	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3	Repetição 4	Repetição 5	Repetição 6	Média
------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------

Trat. 01	89,6	79,8	59	56,4	68,2	75,4	71,4
Trat. 02	92,9	77,6	58,2	54,5	71,6	83,5	73,05
Trat. 03	90,7	73,9	56,9	49,3	69,3	79,7	69,9666666666667
Trat. 04	91,6	73,2	56,7	54,3	71	79,5	71,05
Trat. 05	88	90,4	85,6	66,1	52,5	59,2	73,6333333333333

Causa da variação G.L. S.Q. Q.M. F F (5%) F (1%)

Tratamentos	4	54,0313333333334	13,5078333333333	0,0629670455343564	2,75869287334076	4,17731937104112	não significativo
-------------	---	------------------	------------------	--------------------	------------------	------------------	-------------------

Resíduo 25 5363,05666666667 214,52226666667

Total 29 5417,088

C.V. 20,39%

### TESTES DE SEPARAÇÃO UMIDADE RELATIVA DO AR NO INVERNO

Número de tratamentos 5

Quadrado médio do resíduo 214,522266666667

Graus de liberdade do resíduo 25

Número de repetições 6

Grau de significância 5%

Tratamento	Média	Repetições	Scott-Knott	Tukey	Duncan
Trat. 05	73,6333333333333	6	a	a	a
Trat. 02	73,05	6	a	a	
Trat. 01	71,4	6	a	a	
Trat. 04	71,05	6	a	a	
Trat. 03	69,9666666666667	6	a	a	a

C.V. 20,39 %

**Apêndice 7:** Análises estatísticas para umidade relativa do ar na primavera.

## TESTE NORMALIDADE PARA UMIDADE RELATIVA DO AR NA PRIMAVERA

Date: 03/04/2019 Time: 19:35:08

## NORMALITY (a = 5%)

Test (Statistic)	Value	Vkrit	p-value	Normal
Kolmogorov-Smirnov (D)	0.17086	0.15918	p < .025	No
Cramér-von Mises (W2)	0.09947	0.12393	p > .10	Yes
Anderson-Darling (A2)	0.62388	0.71186	p > .05	Yes
Kuiper (V)	0.25950	0.26229	p > .05	Yes
Watson (U2)	0.09807	0.11410	p > .05	Yes
Lilliefors (D)	0.17086	0.16100	p < .05	No
Shapiro-Wilk (W)	0.93482	-	0.06602	Yes

**ANOVA UMIDADE RELATIVA DO AR NA PRIMAVERA**

Número de tratamentos 5

Número de repetições 6

Delineamento Inteiramente casualizado

Tratamento	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3	Repetição 4	Repetição 5	Repetição 6	Média
Trat. 01	1,93902	1,850033	1,758155	1,674861	1,725912	1,802774	1,7917925
Trat. 02	1,954243	1,826075	1,730782	1,658965	1,719331	1,842609	1,7886675
Trat. 03	1,939519	1,816904	1,718502	1,632457	1,70927	1,837589	1,775706833333333
Trat. 04	1,942504	1,812913	1,729165	1,638489	1,727541	1,840106	1,781786333333333
Trat. 05	1,897627	1,92737	1,850033	1,727541	1,641474	1,670246	1,785715166666667

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)
Tratamentos	4	0,000938616052666659	0,000234654013166665	0,0200694724165667	2,75869287334076	4,17731937104112 não significativo
Resíduo	25	0,292302169554	0,01169208678216			
Total	29	0,293240785606667				
C.V.	6,06%					

### TESTES DE SEPARAÇÃO UMIDADE RELATIVA DO AR NA PRIMAVERA

Número de tratamentos	5				
Quadrado médio do resíduo	0,01169208678216				
Graus de liberdade do resíduo	25				
Número de repetições	6				
Grau de significância	5%				
Tratamento	Média	Repetições	Scott-Knott	Tukey Duncan	
Trat. 01	1,7917925	6	a	a	a
Trat. 02	1,7886675	6	a	a	a
Trat. 05	1,78571516666667	6	a	a	a
Trat. 04	1,78178633333333	6	a	a	a
Trat. 03	1,77570683333333	6	a	a	a
C.V.	6,06 %				



**Apêndice 8:** Análises estatísticas para umidade relativa do ar no verão.

## TESTE NORMALIDADE PARA UMIDADE RELATIVA NO VERÃO

Date: 03/04/2019 Time: 19:43:37

NORMALITY (a = 5%)

Test (Statistic)	Value	Vkrit	p-value	Normal
Kolmogorov-Smirnov (D)	0.15564	0.15918	p > .05	Yes
Cramér-von Mises (W2)	0.16151	0.12393	p < .025	No
Anderson-Darling (A2)	1.04034	0.71186	p < .01	No
Kuiper (V)	0.27625	0.26229	p < .05	No
Watson (U2)	0.14185	0.11410	p < .025	No
Lilliefors (D)	0.15564	0.16100	p > .05	Yes
Shapiro-Wilk (W)	0.89989	-	0.00835	No

**UMIDADE RELATIVA NO VERA0**

Número de tratamentos 5

Número de repetições 6

Delineamento Inteiramente casualizado

Tratamento	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3	Repetição 4	Repetição 5	Repetição 6	Média
------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------

Trat. 01	93,4	71,0	64,6	58,5	63,0	75,6	71,0166666666667
----------	------	------	------	------	------	------	------------------

Trat. 02	90,7	69,8	61,4	54,9	63,7	75,0	69,25
----------	------	------	------	------	------	------	-------

Trat. 03	87,4	64,3	58,0	55,7	64,2	73,2	67,1333333333333
----------	------	------	------	------	------	------	------------------

Trat. 04	89,9	68,4	57,6	57,3	60,0	76,4	68,2666666666667
----------	------	------	------	------	------	------	------------------

Trat. 05	87,8	94,6	78,9	66,7	60,7	65,4	75,6833333333333
----------	------	------	------	------	------	------	------------------

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)
-------------------	------	------	------	---	--------	--------

Tratamentos 4	268,524666666667	67,1311666666667	0,41781930287898			
---------------	------------------	------------------	------------------	--	--	--

	2,75869287334076	4,17731937104112	não significativo			
--	------------------	------------------	-------------------	--	--	--

Resíduo 25	4016,75833333333	160,670333333333				
------------	------------------	------------------	--	--	--	--

Total 29 4285,283 C.V. 18,04%

### TESTES DE SEPARAÇÃO UMIDADE NO VERÃO

Número de tratamentos 5

Quadrado médio do resíduo 160,670333333333

Graus de liberdade do resíduo 25

Número de repetições 6

Grau de significância 5%

Tratamento	Média	Repetições	Scott-Knott	Tukey	Duncan
Trat. 05	75,6833333333333	6	a	a	a
Trat. 01	71,0166666666667	6	a	a	a
Trat. 02	69,25	6	a	a	
Trat. 04	68,2666666666667	6	a	a	a
Trat. 03	67,1333333333333	6	a	a	a

C.V. 18,04 %

**Apêndice 9:** Análises estatísticas para temperatura do ar no outono.

## TESTE NORMALIDADE PARA TEMPERATURA DO AR NO OUTONO

Date: 03/04/2019 Time: 19:57:48

NORMALITY (a = 5%)

Test (Statistic)	Value	Vkrit	p-value	Normal
Kolmogorov-Smirnov (D)	0.07984	0.15918	p > .15	Yes
Cramér-von Mises (W2)	0.04302	0.12393	p > .15	Yes
Anderson-Darling (A2)	0.33871	0.71186	p > .15	Yes
Kuiper (V)	0.15386	0.26229	p > .15	Yes
Watson (U2)	0.04184	0.11410	p > .15	Yes
Lilliefors (D)	0.07402	0.16100	p > .15	Yes
Shapiro-Wilk (W)	0.95894	-	0.29095	Yes

**ANOVA TEMPERATURA DO AR NO OUTONO**

Número de tratamentos 5

Número de repetições 6

Delineamento Inteiramente casualizado

Tratamento Repetição 1 Repetição 2 Repetição 3 Repetição 4 Repetição 5

Repetição 6 Média

Trat. 01	14,8	21,4	26,7	29,1	23,3	21,7	22,8333333333333
Trat. 02	16,1	23,3	27,2	29,1	22,7	19,5	22,9833333333333
Trat. 03	16,8	23,9	28,0	30,4	22,6	18,9	23,4333333333333
Trat. 04	18,9	24,4	29,1	29,4	22,7	19,5	24
Trat. 05	14,2	13,1	15,7	21,9	26,0	24,3	19,2

Causa da variação G.L. S.Q. Q.M. F F (5%) F (1%)

Tratamentos 4 86,132 21,533 0,855387035521622

2,75869287334076 4,17731937104112 não significativo

Resíduo 25 629,335 25,1734

Total 29 715,467

C.V. 22,31%

### TESTES DE SEPARAÇÃO TEMPERATURA DO AR NO OUTONO

Número de tratamentos 5

Quadrado médio do resíduo 25,1734

Graus de liberdade do resíduo 25

Número de repetições 6

Grau de significância 5%

Tratamento	Média	Repetições	Scott-Knott	Tukey	Duncan
Trat. 04	24	6	a	a	a
Trat. 03	23,43333333333333	6	a	a	a
Trat. 02	22,98333333333333	6	a	a	a
Trat. 01	22,83333333333333	6	a	a	a
Trat. 05	19,2	6	a	a	a

C.V. 22,31 %

**Apêndice 10:** Análises estatísticas para temperatura do ar no inverno.

## TESTE NORMALIDADE TEMPERATURA DO AR NO INVERNO

Date: 03/04/2019 Time: 20:02:41

## NORMALITY (a = 5%)

Test (Statistic)	Value	Vkrit	p-value	Normal
Kolmogorov-Smirnov (D)	0.11625	0.15918	p > .15	Yes
Cramér-von Mises (W2)	0.05962	0.12393	p > .15	Yes
Anderson-Darling (A2)	0.50838	0.71186	p > .15	Yes
Kuiper (V)	0.22855	0.26229	p > .15	Yes
Watson (U2)	0.05962	0.11410	p > .15	Yes
Lilliefors (D)	0.11230	0.16100	p > .15	Yes
Shapiro-Wilk (W)	0.94529	-	0.12629	Yes

**ANOVA TEMPERATURA DO AR NO INVERNO**

Número de tratamentos 5

Número de repetições 6

Delineamento Inteiramente casualizado

Tratamento	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3	Repetição 4	Repetição 5	Repetição 6	Média
------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------

Trat. 01	13,9	18,2	24,4	25,8	21,6	17,3	20,2
Trat. 02	12,9	19,3	25,6	25,9	20,6	16,6	20,15
Trat. 03	13,4	20	26,4	28,6	20,9	17,3	21,1
Trat. 04	13,4	20,1	26,3	25,8	20,5	16,9	20,5
Trat. 05	12,8	11,6	12,7	19,1	22,8	20,9	16,65

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)
-------------------	------	------	------	---	--------	--------

Tratamentos	4	74,118	18,5295	0,730301429900207
				2,75869287334076 4,17731937104112 não significativo
Resíduo	25	634,31	25,3724	
Total	29	708,428		C.V. 25,54%

### TESTES DE SEPARAÇÃO TEMPERTURA DO AR NO INVERNO

Número de tratamentos 5

Quadrado médio do resíduo 25,3724

Graus de liberdade do resíduo 25

Número de repetições 6

Grau de significância 1%

Tratamento	Média	Repetições	Scott-Knott	Tukey	Duncan
Trat. 03	21,1	6	a	a	a
Trat. 04	20,5	6	a	a	a
Trat. 01	20,2	6	a	a	a
Trat. 02	20,15	6	a	a	a
Trat. 05	16,65	6	a	a	a

C.V. 25,54 %

**Apêndice 11:** Análises estatísticas para temperatura do ar na primavera.

## TESTE NORMALIDADE TEMPERATURA DO AR NA PRIMAVERA

Date: 03/04/2019 Time: 20:07:15

## NORMALITY (a = 5%)

Test (Statistic)	Value	Vkrit	p-value	Normal
Kolmogorov-Smirnov (D)	0.12688	0.15918	p > .15	Yes
Cramér-von Mises (W2)	0.10327	0.12393	p > .05	Yes
Anderson-Darling (A2)	0.73951	0.71186	p < .05	No
Kuiper (V)	0.24971	0.26229	p > .05	Yes
Watson (U2)	0.09492	0.11410	p > .05	Yes
Lilliefors (D)	0.12283	0.16100	p > .15	Yes
Shapiro-Wilk (W)	0.92653	-	0.03975	No

**ANOVA TEMPERATURA DO AR NA PRIMAVERA**

Número de tratamentos 5

Número de repetições 6

Delineamento Inteiramente casualizado

Tratamento Repetição 1 Repetição 2 Repetição 3 Repetição 4 Repetição 5

Repetição 6 Média

Trat. 01 17,5 25,5 31,1 33,2 28,4 24,6 26,7166666666667

Trat. 02 17,4 27,4 31,4 32,9 28,7 24,1 26,9833333333333

Trat. 03 17,5 27,4 32,7 34,3 28,9 24,4 27,5333333333333

Trat. 04 18,1 28,2 32,1 33,3 28,2 24,1 27,3333333333333

Trat. 05 17 15,2 20,4 26,2 27,5 25,7 22

Causa da variação G.L. S.Q. Q.M. F F (5%) F (1%)

Tratamentos 4 129,271333333333 32,3178333333333 1,02460549621031

2,75869287334076 4,17731937104112 não significativo

Resíduo 25 788,543333333333 31,5417333333333  
 Total 29 917,814666666667  
 C.V. 21,51%

### TESTES DE SEPARAÇÃO TEMPERATURA DO AR NA PRIMAVERA

Número de tratamentos 5  
 Quadrado médio do resíduo 31,5417333333333  
 Graus de liberdade do resíduo 25  
 Número de repetições 6  
 Grau de significância 1%

Tratamento	Média	Repetições	Scott-Knott	Tukey Duncan
Trat. 03	27,5333333333333	6	a	a a
Trat. 04	27,3333333333333	6	a	a a
Trat. 02	26,9833333333333	6	a	a a
Trat. 01	26,7166666666667	6	a	a a
Trat. 05	22	6	a	a a

C.V. 21,51 %



**Apêndice 12:** Análises estatísticas para temperatura do ar no verão.

## TESTE NORMALIDADE TEMPERATURA DO AR NO VERÃO

Date: 03/04/2019 Time: 20:12:48

## NORMALITY (a = 5%)

Test (Statistic)	Value	Vkrit	p-value	Normal
Kolmogorov-Smirnov (D)	0.16704	0.15918	p < .05	No
Cramér-von Mises (W2)	0.11475	0.12393	p > .05	Yes
Anderson-Darling (A2)	0.69288	0.71186	p > .05	Yes
Kuiper (V)	0.27405	0.26229	p < .05	No
Watson (U2)	0.11030	0.11410	p > .05	Yes
Lilliefors (D)	0.13371	0.16100	p > .15	Yes
Shapiro-Wilk (W)	0.92947	-	0.04755	No

**ANOVA TEMPERATURA DO AR NO VERA0**

Número de tratamentos 5

Número de repetições 6

Delineamento Inteiramente casualizado

Tratamento Repetição 1 Repetição 2 Repetição 3 Repetição 4 Repetição 5

Repetição 6 Média

Trat. 01	23,7	33,1	33,9	35	30,9	25,1	30,28333333333333
Trat. 02	22,1	31,8	34,7	35,6	31,5	27	30,45
Trat. 03	21,7	32,3	33,4	35,7	31,1	25,4	29,93333333333333
Trat. 04	22,8	31,1	36	35	31,3	25,3	30,25
Trat. 05	20,9	19,8	24	27,9	29,3	28	24,98333333333333

Causa da variação G.L. S.Q. Q.M. F F (5%) F (1%)

Tratamentos 4 132,928 33,232 1,38061685721882

2,75869287334076 4,17731937104112 não significativo

Resíduo 25 601,76 24,0704

Total 29 734,688

C.V. 16,81%

### TESTES DE SEPARAÇÃO TEMPERATURA DO AR NO VERA0

Número de tratamentos 5

Quadrado médio do resíduo 24,0704

Graus de liberdade do resíduo 25

Número de repetições 6

Grau de significância 1%

Tratamento	Média	Repetições	Scott-Knott	Tukey	Duncan
Trat. 02	30,45	6	a	a	a
Trat. 01	30,28333333333333	6	a	a	a
Trat. 04	30,25	6	a	a	a
Trat. 03	29,93333333333333	6	a	a	a
Trat. 05	24,98333333333333	6	a	a	a

C.V. 16,81 %

**Apêndice 13:** Análises estatísticas para temperatura da calçada no outono.

## TESTE NORMALIDADE TEMPERATURA DA CALÇADA NO OUTONO

Date: 03/04/2019 Time: 22:36:56

## NORMALITY (a = 5%)

Test (Statistic)	Value	Vkrit	p-value	Normal
Kolmogorov-Smirnov (D)	0.15652	0.17679	p > .10	Yes
Cramér-von Mises (W2)	0.11713	0.12343	p > .05	Yes
Anderson-Darling (A2)	0.73803	0.70064	p < .05	No
Kuiper (V)	0.30421	0.29103	p < .05	No
Watson (U2)	0.11462	0.11363	p < .05	No
Lilliefors (D)	0.14769	0.17600	p > .15	Yes
Shapiro-Wilk (W)	0.91975	-	0.05766	Yes

**ANOVA TEMPERATUA DA CALÇADA NO OUTONO**

Número de tratamentos 4

Número de repetições 6

Delineamento Inteiramente casualizado

Tratamento Repetição 1 Repetição 2 Repetição 3 Repetição 4 Repetição 5

Repetição 6 Média

Trat. 01	1,127105	1,383815	1,614897	1,605305	1,44248	
	1,392697	1,4277165				
Trat. 02	1,190332	1,445604	1,639487	1,613842	1,453318	
	1,376577	1,45319333333333				
Trat. 03	1,240549	1,414973	1,62634	1,588832	1,454845	
	1,399674	1,45420216666667				
Trat. 04	1,278754	1,445604	1,650308	1,618048	1,459393	
	1,394452	1,4744265				

Causa da variação G.L. S.Q. Q.M. F F (5%) F (1%)

Tratamentos 3 0,00658990866845834 0,00219663622281945  
 0,0894634397408821 3,09814973493394 4,93674313068008 não  
 significativo

Resíduo 20 0,491069028685167 0,0245534514342583

Total 23 0,497658937353625

C.V. 10,79%

### TESTE DE SEPARAÇÃO TEMPERATURA DA CALÇADA NO OUTONO

Número de tratamentos 4

Quadrado médio do resíduo 0,0245534514342583

Graus de liberdade do resíduo 20

Número de repetições 6

Grau de significância 5%

Tratamento	Média	Repetições	Scott-Knott	Tukey	Duncan
Trat. 04	1,4744265	6	a	a	a
Trat. 03	1,45420216666667	6	a	a	a
Trat. 02	1,45319333333333	6	a	a	a
Trat. 01	1,4277165	6	a	a	a

C.V. 10,79 %

**Apêndice 14:** Análises estatísticas para temperatura da calçada no inverno.

## TESTE NORMALIDADE TEMPERATURA DA CALÇADA NO INVERNO

Date: 03/04/2019 Time: 22:40:44

## NORMALITY (a = 5%)

Test (Statistic)	Value	Vkrit	p-value	Normal
Kolmogorov-Smirnov (D)	0.20714	0.17679	p < .01	No
Cramér-von Mises (W2)	0.16422	0.12343	p < .025	No
Anderson-Darling (A2)	1.08149	0.70064	p < .01	No
Kuiper (V)	0.34962	0.29103	p < .01	No
Watson (U2)	0.16128	0.11363	p < .01	No
Lilliefors (D)	0.16548	0.17600	p > .05	Yes
Shapiro-Wilk (W)	0.88197	-	0.00911	No

**ANOVA PARA TEMPERATURA DA CALÇADA NO INVERNO**

Número de tratamentos 4

Número de repetições 6

Delineamento Inteiramente casualizado

Tratamento Repetição 1 Repetição 2 Repetição 3 Repetição 4 Repetição 5

Repetição 6 Média

Trat. 01 12,4 17,9 30,6 31,3 21,3 16,0 21,5833333333333

Trat. 02 13,3 19,3 31,8 31,1 21,8 16,7 22,3333333333333

Trat. 03 13,5 19,3 33,0 30,5 23,1 17,9 22,8833333333333

Trat. 04 13,3 19,8 31,6 31,0 23,0 17,8 22,75

Causa da variação G.L. S.Q. Q.M. F F (5%) F (1%)

Tratamentos 3 6,16125 2,05375 0,0357408559532563

3,09814973493394 4,93674313068008 não significativo

Resíduo 20 1149,245 57,46225

Total 23 1155,40625

C.V. 33,86%

### TESTES DE SEPARAÇÃO TEMPERATURA DA CALÇADA NO INVERNO

Número de tratamentos 4

Quadrado médio do resíduo 57,46225

Graus de liberdade do resíduo 20

Número de repetições 6

Grau de significância 5%

Tratamento	Média	Repetições	Scott-Knott	Tukey	Duncan
Trat. 03	22,88333333333333	6	a	a	a
Trat. 04	22,75	6	a	a	a
Trat. 02	22,33333333333333	6	a	a	a
Trat. 01	21,58333333333333	6	a	a	a

C.V. 33,86 %

**Apêndice 15:** Análises estatísticas para temperatura da calçada na primavera.

## TESTE NORMALIDADE TEMPERATURA DA CALÇADA NA PRIMAVERA

Date: 03/04/2019 Time: 22:45:08

## NORMALITY (a = 5%)

Test (Statistic)	Value	Vkrit	p-value	Normal
Kolmogorov-Smirnov (D)	0.18508	0.17679	p < .05	No
Cramér-von Mises (W2)	0.13949	0.12343	p < .05	No
Anderson-Darling (A2)	0.91260	0.70064	p < .025	No
Kuiper (V)	0.35463	0.29103	p < .01	No
Watson (U2)	0.13916	0.11363	p < .025	No
Lilliefors (D)	0.16955	0.17600	p > .05	Yes
Shapiro-Wilk (W)	0.90132	-	0.02296	No

**ANOVA PARA TEMPERATURA DA CALÇADA NA PRIMAVERA**

Número de tratamentos 4

Número de repetições 6

Delineamento Inteiramente casualizado

Tratamento	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3	Repetição 4	Repetição 5	Repetição 6	Média
------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------

Trat. 01	16,2	29,4	46,9	47,0	32,7	26,6	33,1333333333333
----------	------	------	------	------	------	------	------------------

Trat. 02	18,0	32,6	48,6	46,9	32,8	26,4	34,2166666666667
----------	------	------	------	------	------	------	------------------

Trat. 03	19,1	31,1	46,5	45,2	32,4	28,0	33,7166666666667
----------	------	------	------	------	------	------	------------------

Trat. 04	19,0	30,6	47,0	49,3	35,1	28,6	34,9333333333333
----------	------	------	------	------	------	------	------------------

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)
-------------------	------	------	------	---	--------	--------

Tratamentos	3	10,4966666666667	3,49888888888889	0,0265390701212125		
-------------	---	------------------	------------------	--------------------	--	--

		3,09814973493394	4,93674313068008	não significativo		
--	--	------------------	------------------	-------------------	--	--

Resíduo	20	2636,78333333333	131,839166666667			
---------	----	------------------	------------------	--	--	--

Total	23	2647,28				
-------	----	---------	--	--	--	--

C.V. 33,77%

### TESTE DE SEPARAÇÃO TEMPERATURA DA CALÇADA NA PRIMAVERA

Número de tratamentos 4

Quadrado médio do resíduo 131,839166666667

Graus de liberdade do resíduo 20

Número de repetições 6

Grau de significância 5%

Tratamento	Média	Repetições	Scott-Knott	Tukey	Duncan
Trat. 04	34,9333333333333	6	a	a	a
Trat. 02	34,2166666666667	6	a	a	a
Trat. 03	33,7166666666667	6	a	a	a
Trat. 01	33,1333333333333	6	a	a	a

C.V. 33,77 %



**Apêndice 16:** Análises estatísticas para temperatura da calçada no verão.

## TESTE NORMALIDADE TEMPERATURA DA CALÇADA NO VERÃO

Date: 03/04/2019 Time: 22:49:31

## NORMALITY (a = 5%)

Test (Statistic)	Value	Vkrit	p-value	Normal
Kolmogorov-Smirnov (D)	0.14449	0.17679	p > .15	Yes
Cramér-von Mises (W2)	0.07517	0.12343	p > .15	Yes
Anderson-Darling (A2)	0.60837	0.70064	p > .05	Yes
Kuiper (V)	0.24800	0.29103	p > .15	Yes
Watson (U2)	0.07516	0.11363	p > .15	Yes
Lilliefors (D)	0.10350	0.17600	p > .15	Yes
Shapiro-Wilk (W)	0.91214	-	0.03926	No

**ANOVA PARA TEMPERATURA DA CALÇADA NO VERÃO**

Número de tratamentos 4

Número de repetições 6

Delineamento Inteiramente casualizado

Tratamento	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3	Repetição 4	Repetição 5	Repetição 6	Média
Trat. 01	23,8	36,2	51,3	53,5	40,8	28,1	38,95
Trat. 02	22,4	37,5	52,6	53,7	41,2	30,9	39,7166666666667
Trat. 03	23,4	36,3	48,7	49,5	39,0	29,8	37,7833333333333
Trat. 04	23,2	34,8	52,7	53,3	43,6	30,1	39,6166666666667

Causa da variação G.L. S.Q. Q.M. F F (5%) F (1%)

Tratamentos 3	14,2533333333333	4,75111111111111	0,0344660542413156	3,09814973493394	4,93674313068008	não significativo
---------------	------------------	------------------	--------------------	------------------	------------------	-------------------

Resíduo 20 2756,98 137,849

Total 23 2771,23333333333

C.V. 30,09%

## TESTE DE SEPARAÇÃO TEMPERATURA DA CALÇADA NO VERÃO

Número de tratamentos	4				
Quadrado médio do resíduo	137,849				
Graus de liberdade do resíduo	20				
Número de repetições	6				
Grau de significância	5%				
Tratamento	Média	Repetições	Scott-Knott	Tukey	Duncan
Trat. 02	39,7166666666667	6	a	a	a
Trat. 04	39,6166666666667	6	a	a	a
Trat. 01	38,95	6	a	a	
Trat. 03	37,7833333333333	6	a	a	a
C.V.	30,09	%			

**Apêndice 17:** Análises estatísticas para temperatura do asfalto no outono.

## TESTE NORMALIDADE TEMPERATURA DO ASFALTO NO OUTONO

Date: 03/04/2019 Time: 22:55:10

## NORMALITY (a = 5%)

Test (Statistic)	Value	Vkrit	p-value	Normal
Kolmogorov-Smirnov (D)	0.19214	0.17679	p <.025	No
Cramér-von Mises (W2)	0.14746	0.12343	p <.025	No
Anderson-Darling (A2)	0.79314	0.70064	p < .05	No
Kuiper (V)	0.33984	0.29103	p < .01	No
Watson (U2)	0.14509	0.11363	p <.025	No
Lilliefors (D)	0.19214	0.17600	p < .05	No
Shapiro-Wilk (W)	0.92203	-	0.06477	Yes

**ANOVA TEMPERATURA DO ASFALTO NO OUTONO**

Número de tratamentos 4

Número de repetições 6

Delineamento Inteiramente casualizado

Tratamento	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3	Repetição 4	Repetição 5	Repetição 6	Média
------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------

Trat. 01	14,5	25,3	42,9	43,0	29,1	25,7	30,0833333333333
----------	------	------	------	------	------	------	------------------

Trat. 02	14,2	29,4	47,1	41,0	27,2	22,5	30,2333333333333
----------	------	------	------	------	------	------	------------------

Trat. 03	17,4	29,8	46,8	44,7	29,1	25,4	32,2
----------	------	------	------	------	------	------	------

Trat. 04	19,4	30,7	49,7	44,0	29,4	25,1	33,05
----------	------	------	------	------	------	------	-------

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)
-------------------	------	------	------	---	--------	--------

Tratamentos	3	38,7416666666667	12,9138888888889	0,0971065222413413		
-------------	---	------------------	------------------	--------------------	--	--

3,09814973493394 4,93674313068008 não significativo

Resíduo	20	2659,73666666667	132,986833333333			
---------	----	------------------	------------------	--	--	--

Total	23	2698,47833333333				
-------	----	------------------	--	--	--	--

C.V. 36,74%

### TESTE DE SEPARAÇÃO TEMPERATURA DO ASFALTO NO OUTONO

Número de tratamentos 4

Quadrado médio do resíduo 132,986833333333

Graus de liberdade do resíduo 20

Número de repetições 6

Grau de significância 5%

Tratamento Média Repetições Scott-Knott Tukey Duncan

Trat. 04 33,05 6 a a a

Trat. 03 32,2 6 a a a

Trat. 02 30,2333333333333 6 a a a

Trat. 01 30,0833333333333 6 a a a

C.V. 36,74 %

**Apêndice 18:** Análises estatísticas para temperatura do asfalto no inverno.

## TESTE NORMALIDADE TEMPERATURA DO ASFALTO NO INVERNO

Date: 03/04/2019 Time: 22:59:56

## NORMALITY (a = 5%)

Test (Statistic)	Value	Vkrit	p-value	Normal
Kolmogorov-Smirnov (D)	0.18612	0.17679	p < .05	No
Cramér-von Mises (W2)	0.10443	0.12343	p > .05	Yes
Anderson-Darling (A2)	0.72848	0.70064	p < .05	No
Kuiper (V)	0.31161	0.29103	p < .025	No
Watson (U2)	0.10424	0.11363	p > .05	Yes
Lilliefors (D)	0.14446	0.17600	p > .15	Yes
Shapiro-Wilk (W)	0.91197	-	0.03893	No

**ANOVA TEMPERATURA DO ASFALTO NO INVERNO**

Número de tratamentos 4

Número de repetições 6

Delineamento Inteiramente casualizado

Tratamento Repetição 1 Repetição 2 Repetição 3 Repetição 4 Repetição 5

Repetição 6 Média

Trat. 01	1,123852 1,235528	1,247973 1,32881233333333	1,509203	1,515874	1,340444
Trat. 02	1,10721 1,1959	1,305351 1,33676366666667	1,550228	1,531479	1,330414
Trat. 03	1,130334 1,25042	1,326336 1,36042	1,575188	1,518514	1,361728
Trat. 04	1,120574 1,243038	1,33646 1,35638816666667	1,559907	1,518514	1,359836

Causa da variação G.L. S.Q. Q.M. F F (5%) F (1%)

Tratamentos 3 0,00417554049745834 0,00139184683248611  
 0,050079783271694 3,09814973493394 4,93674313068008 não  
 significativo

Resíduo 20 0,5558517795235 0,027792588976175

Total 23 0,560027320020958

C.V. 12,39%

### TESTE DE SEPARAÇÃO TEMPERATURA DO ASFALTO NO INVERNO

Número de tratamentos 4

Quadrado médio do resíduo 0,027792588976175

Graus de liberdade do resíduo 20

Número de repetições 6

Grau de significância 5%

Tratamento	Média	Repetições	Scott-Knott	Tukey	Duncan
Trat. 03	1,36042	6	a	a	a
Trat. 04	1,35638816666667	6	a	a	a
Trat. 02	1,33676366666667	6	a	a	a
Trat. 01	1,32881233333333	6	a	a	a

C.V. 12,39 %

**Apêndice 19:** Análises estatísticas para temperatura do asfalto na primavera.

## TESTE NORMALIDADE TEMPERATURA DO ASFALTO NA PRIMAVERA

Date: 03/04/2019 Time: 23:03:39

## NORMALITY (a = 5%)

Test (Statistic)	Value	Vkrit	p-value	Normal
Kolmogorov-Smirnov (D)	0.16540	0.17679	p > .05	Yes
Cramér-von Mises (W2)	0.10266	0.12343	p > .05	Yes
Anderson-Darling (A2)	0.73715	0.70064	p < .05	No
Kuiper (V)	0.29478	0.29103	p < .05	No
Watson (U2)	0.09959	0.11363	p > .05	Yes
Lilliefors (D)	0.12938	0.17600	p > .15	Yes
Shapiro-Wilk (W)	0.90817	-	0.03219	No

**ANOVA TEMPERATURA DO ASFALTO NA PRIMAVERA**

Número de tratamentos 4

Número de repetições 6

Delineamento Inteiramente casualizado

Tratamento Repetição 1 Repetição 2 Repetição 3 Repetição 4 Repetição 5

Repetição 6 Média

Trat. 01	1,243038	1,49276	1,682145	1,70927	1,536559	
	1,440909	1,5174468333333333				
Trat. 02	1,220108	1,536559	1,727541	1,705864	1,501059	
	1,392697	1,5139713333333333				
Trat. 03	1,269513	1,541579	1,70927	1,693727	1,528917	
	1,434569	1,5295958333333333				
Trat. 04	1,298853	1,534026	1,725095	1,718502	1,541579	
	1,450249	1,5447173333333333				

Causa da variação G.L. S.Q. Q.M. F F (5%) F (1%)

Tratamentos 3 0,003482188125 0,001160729375 0,0387877278493898  
 3,09814973493394 4,93674313068008 não significativo

Resíduo 20 0,598503412990333 0,0299251706495167

Total 23 0,601985601115333

C.V. 11,33%

### TESTE DE SEPARAÇÃO TEMPERATURA DO ASFALTO NA PRIMAVERA

Número de tratamentos 4

Quadrado médio do resíduo 0,0299251706495167

Graus de liberdade do resíduo 20

Número de repetições 6

Grau de significância 5%

Tratamento	Média	Repetições	Scott-Knott	Tukey	Duncan
Trat. 04	1,54471733333333	6	a	a	a
Trat. 03	1,52959583333333	6	a	a	a
Trat. 01	1,51744683333333	6	a	a	a
Trat. 02	1,51397133333333	6	a	a	a

C.V. 11,33 %



**Apêndice 20:** Análises estatísticas para temperatura do asfalto no verão.

## TESTE NORMALIDADE TEMPERATURA DO ASFALTO NO VERÃO

Date: 03/04/2019 Time: 23:05:04

## NORMALITY (a = 5%)

Test (Statistic)	Value	Vkrit	p-value	Normal
Kolmogorov-Smirnov (D)	0.15218	0.17679	p > .15	Yes
Cramér-von Mises (W2)	0.09597	0.12343	p > .10	Yes
Anderson-Darling (A2)	0.68914	0.70064	p > .05	Yes
Kuiper (V)	0.28518	0.29103	p > .05	Yes
Watson (U2)	0.09594	0.11363	p > .05	Yes
Lilliefors (D)	0.13299	0.17600	p > .15	Yes
Shapiro-Wilk (W)	0.91317	-	0.04134	No

**ANOVA TEMPERATURA DO ASFALTO NO VERÃO**

Número de tratamentos 4

Número de repetições 6

Delineamento Inteiramente casualizado

Tratamento Repetição 1 Repetição 2 Repetição 3 Repetição 4 Repetição 5

Repetição 6 Média

Trat. 01	25,0	37,8	52,1	56,0	42,2	29,6	40,45
Trat. 02	21,1	39,9	55,8	57,6	39,9	29,6	40,65
Trat. 03	23,1	38,5	52,3	56,3	40,3	29,9	40,0666666666667
Trat. 04	24,1	38,4	58,0	56,5	45,1	30,4	42,0833333333333

Causa da variação G.L. S.Q. Q.M. F F (5%) F (1%)

Tratamentos 3 13,9745833333333 4,65819444444445 0,0264899542896445

3,09814973493394 4,93674313068008 não significativo

Resíduo 20 3516,95166666667 175,847583333333

Total 23 3530,92625

C.V. 32,49%

### TESTE DE SEPARAÇÃO TEMPERATURA DO ASFALTO NO VERÃO

Número de tratamentos 4

Quadrado médio do resíduo 175,847583333333

Graus de liberdade do resíduo 20

Número de repetições 6

Grau de significância 5%

Tratamento	Média	Repetições	Scott-Knott	Tukey	Duncan
Trat. 04	42,0833333333333	6	a	a	a
Trat. 02	40,65	6	a	a	
Trat. 01	40,45	6	a	a	
Trat. 03	40,0666666666667	6	a	a	a

C.V. 32,49 %

**Apêndice 21:** Análises estatísticas para luminosidade no outono.

File TESTE FRIEDMAN LUMINOSIDADE NO OUTONO.txt

Date 03/05/2019 Time 12:48:06

The null hypothesis (H0):

The treatments are not different statistically

F-krit	T2	p
0.07	0.6604	>0.050

T2 is the statistics of the Friedman Test

The null hypothesis (H0) was not rejected

-----

Treatment	Average	Sum of ranks	Classific.
-----------	---------	--------------	------------

-----

1	38328.76667	15.000	a
2	37998.08333	17.000	a
3	39959.68333	16.000	a
4	36752.66667	12.000	a

-----

**Apêndice 22:** Análises estatísticas para luminosidade no inverno.

File TESE FRIEDMAN LUMINOSIDADE NO INVERNO.txt

Date 03/05/2019 Time 12:50:16

The null hypothesis (H0):

The treatments are not different statistically

F-krit	T2	p
0.07	0.6604	>0.050

T2 is the statistics of the Friedman Test

The null hypothesis (H0) was not rejected

-----

Treatment	Average	Sum of ranks	Classific.
-----------	---------	--------------	------------

-----

1	31231.86667	18.000	a
2	28339.21667	15.000	a
3	27520.48333	14.000	a
4	27722.83333	13.000	a

-----

**Apêndice 23:** Análises estatísticas para luminosidade na primavera.

File TESTE FRIEDMAN LUMINOSIDADE NA PRIMAVERA.txt

Date 03/05/2019 Time 12:51:01

The null hypothesis (H0):

The treatments are not different statistically

F-krit	T2	p
3.2874	1.9767	0.1608

T2 is the statistics of the Friedman Test

The null hypothesis (H0) was not rejected

-----

Treatment	Average	Sum of ranks	Classific.
1	40954.16667	20.000	a
2	36283.18333	13.000	a
3	36884.53333	13.000	a
4	38618.26667	14.000	a

-----

**Apêndice 24:** Análises estatísticas para luminosidade no verão.

File TESTE FRIEDMAN LUMINOSIDADE NO VERA0.txt

Date 03/05/2019 Time 12:52:27

The null hypothesis (H0):

The treatments are not different statistically

F-krit	T2	p
0.07	0.1724	>0.050

T2 is the statistics of the Friedman Test

The null hypothesis (H0) was not rejected

-----

Treatment	Average	Sum of ranks	Classific.
-----------	---------	--------------	------------

-----

1	41742.88333	16.000	a
2	39246.91667	14.000	a
3	40797.53333	14.000	a
4	38789.80000	16.000	a

-----