



**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PPG EM MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO
REGIONAL**

DJANINE DOLOVET MARTINS SILVA

**ARBORIZAÇÃO URBANA E PARÂMETROS AMBIENTIAIS EM CONJUNTOS
HABITACIONAIS DE INTERESSE SOCIAL NO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE
PRUDENTE**

Presidente Prudente – SP

2019



**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PPG EM MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO
REGIONAL**

DJANINE DOLOVET MARTINS SILVA

**ARBORIZAÇÃO URBANA E PARÂMETROS AMBIENTAIS EM CONJUNTOS
HABITACIONAIS DE INTERESSE SOCIAL NO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE
PRUDENTE**

Dissertação apresentada à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional - Área de Concentração: Ciências Ambientais

Orientadora: Dra. Suzana Chiari Bertolli
Co-orientadores: Dra. Alba Regina de Azevedo Arana
Dr. Paulo Antônio Silva

333.72
S586a

Silva, Djanine Dolovet Martins.

Arborização urbana e parâmetros ambientais em conjuntos habitacionais de interesse social no município de Presidente Prudente / Djanine Dolovet Martins Silva. – Presidente Prudente, 2019.

79 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, Presidente Prudente, SP, 2019.

Bibliografia.

Orientador: Suzana Chiari Bertolli

1. Benefícios da arborização. 2. Consumo de energia. 3. Diversidade arbórea. 4. Vegetação urbana. I. Título.

DJANINE DOLOVET MARTINS SILVA

**RBORIZAÇÃO URBANA E PARÂMETROS AMBIENTAIS EM CONJUNTOS
HABITACIONAIS DE INTERESSE SOCIAL NO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE
PRUDENTE**

Dissertação apresentada à Pró-reitora de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional - Área de Concentração: Ciências Ambientais.

Presidente Prudente, 19 de junho de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora Prof. Dra. Suzana Chiari Bertolli
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste
Presidente Prudente – SP

Prof. Dr. Edson Assunção Mareco
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste
Presidente Prudente – SP

Prof. Dra. Carolina Lotufo Bueno - Bartholomei
Universidade Júlio Mesquita Filho - Unesp
Presidente Prudente – SP

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, que me deu sustentação e sabedoria para sempre continuar, ao meu esposo João Lucas, que sempre foi meu suporte, amparo em todos os momentos, me ajudando de forma imaginável, sou muito grata por tê-lo em minha vida e por ter me ajudado a concluir esta dissertação, sem ele eu não a teria concluído. Finalmente, aos meus pais, que, com muito esforço, me ajudam em todos os momentos da vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, à minha orientadora Dra. Suzana, que me socorreu em vários momentos, foi paciente comigo sempre. Ao meu esposo amado João Lucas, que me apoia o tempo todo e me dá suporte e amparo mesmo nos momentos em que mais estou desesperada. Aos meus pais, pela paciência e carinho de sempre, e porque entenderam as ausências familiares em vários finais de semana. Ao professor Dr. Rogerio Giuffrida, que prontamente me ajudou com as análises estatísticas. Ao aluno Bruno Picoli do curso de graduação em Ciências Biológicas, que contribuiu com este trabalho. Às alunas de graduação em Arquitetura, que contribuíram imensamente para realização deste trabalho aplicando os questionários e realizando as medições métricas do local. São elas: Andresa Farias, Ana Elisa, Beatriz Santana Camila Gonçalves de Souza, Gabrielly Gomes Munhoz, Mariana Afonso e Julia, a minha imensa gratidão pela contribuição de todos.

“A arquitetura deve servir ao homem e ao seu conforto, o que abrange o seu conforto térmico. O homem tem melhores condições de vida e de saúde quando o seu organismo pode funcionar sem ser submetido a fadiga ou estresse, inclusive térmico. A arquitetura como uma de suas funções, deve oferecer condições térmicas compatíveis ao conforto humano no interior dos edifícios, sejam quais forem às condições climáticas externas” (FROTA & SCHIFFER, 2001, p. 15).

RESUMO

Arborização urbana e parâmetros ambientais em conjuntos habitacionais de interesse social no município de Presidente Prudente

O objetivo deste estudo foi avaliar a diversidade de espécies arbóreas em conjuntos habitacionais construídos pelo PAC e verificar sua relação com o conforto térmico e consumo de energia elétrica por habitante em diferentes épocas do ano (verão e inverno). O crescimento populacional tem transformado drasticamente tanto o ambiente natural como o ambiente construído, substituindo áreas de vegetação natural por edificações e pavimentações de baixa permeabilidade. Essa transformação do ambiente tem exercido uma grande influência sobre o conforto térmico em centros urbanos. Nesse sentido, a arborização urbana tem sido reconhecida como uma alternativa sustentável para a manutenção do conforto térmico. No entanto, conjuntos habitacionais de interesse social têm sido construídos sem que as características climáticas e ambientais dos locais sejam consideradas. A hipótese deste estudo é que a presença de arborização, assim como a diversidade de espécies arbóreas, pode alterar o conforto térmico das edificações, influenciando o consumo de energia elétrica de residenciais padrões do PAC (Programa de Aceleração do Crescimento). O conforto térmico em diferentes horários do dia, as características da arborização nas ruas, a diversidade de espécies e a média de consumo de energia elétrica por residente foram analisados por meio de equações de regressão em três conjuntos habitacionais na cidade de Presidente Prudente - SP. Os resultados indicaram que, independentemente da diversidade de espécies, a arborização, sobretudo a dimensão das árvores, interfere consideravelmente sobre o conforto térmico dos bairros, diminuindo indiretamente o consumo de energia por habitante dessas residências.

Palavras-chave: Benefícios da arborização. Consumo de energia. Diversidade arbórea. Vegetação urbana.

ABSTRACT

Urban vegetation and environmental parameters in social interests' housings on Presidente Prudente city.

The aim of this work was to evaluate the arboreal species diversity at PAC built housings and to verify its relationship with the environmental parameters and the electric energy consumption per habitant in differnt seasons of the year (summer and winter). Populational growth has drastically changed as natural as built environments, substituting areas of natural vegetation by edifications and low permeability paving. That environment transformation has doing a great influence on environmental parameters in urban centers. Thus, urban vegetation has been recognized as a sustainable alternative for environmental parameters maintenance. However, social interests' housings have been developed whit no consideration of weather and environmental features. This work hypothesis is that vegetation presence, as long as its species diversity, can change buildings environmental parameters, influencing electrical energy consumption of PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) standards housings. Environmental parameters in different day times, the vegetation characteristics on the streets, species diversity and the electric energy consumption average were analyzed through regression equations in three housings on Presidente Prudente city. Results indicated that, regardless species diversity, the vegetation, mostly trees dimensions, highly interferes on neighborhoods environmental parameters, indirectly lowing theses houses electric energy consumption per habitant.

Keywords: Afforestation benefits. Energy consumption. Arboreal diversity. Urban vegetation.

LISTA DE SIGLAS

APP	-	Área de Preservação Permanente
CAP	-	Circunferência a altura do peito
CH-BV	-	Conjunto Habitacional Bela Vista I
CH-JDN	-	Conjunto Habitacional João Domingos Neto
CH-JSR	-	Conjunto Habitacional José Souza Reis
CT	-	Conforto Térmico
DAAU	-	Diretiva Ambiental Arborização Urbana
LMTP	-	Laboratório de Meios Porosos e Propriedades Termo-Físicas
PAC	-	Programa de Aceleração de Crescimento
PMCMV		Programa Minha Casa, Minha Vida
PMVA	-	Programa Município Verde Azul
SMA	-	Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo
Ta	-	Temperatura do ar
Trm	-	Temperatura Média Radiante
UFSC	-	Universidade Federal de Santa Catarina
UNOESTE	-	Universidade do Oeste Paulista
UR	-	Umidade Relativa
UGRIH-22	-	Unidade Hidrográfica de Gestão dos Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema
Vel	-	Velocidade do Vento

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Modelo de planta baixa das casas usado nos Conjuntos Habitacionais.....	28
Figura 02 - Padrão construtivo das residências dos Conjuntos Habitacionais avaliados.....	28
Figura 03 - Mapa cartográfico do município de Presidente Prudente indicando a localização dos bairros analisados.....	33
Figura 04 - Mapa cartográfico do Conjunto Habitacional Residencial José Souza Reis indicando a localização da rua onde as análises foram realizadas (à direita).....	34
Figura 05 - Rua analisada do Conjunto Habitacional José Souza Reis.....	34
Figura 06 - Mapa cartográfico do Conjunto Habitacional Bela Vista I indicando a localização da rua onde as análises foram realizadas (à direita).....	35
Figura 07 - Rua analisada do Conjunto Habitacional Bela Vista I.....	35
Figura 08 - Mapa cartográfico do Conjunto Habitacional João Domingos Netto indicando a localização da rua onde as análises foram realizadas (à direita).....	36
Figura 09 - Rua analisada do Conjunto Habitacional João Domingos Netto.....	36
Figura 10 - Trabalho de Campo – processo da coleta de dados.....	38
Figura 11 - Mapa de curva de nível e indivíduos arbóreos no conjunto habitacional José Souza Reis.....	41
Figura 12 - Mapa de curva de nível e indivíduos arbóreos no conjunto habitacional Bela Vista.....	42
Figura 13 - Mapa de curva de nível e indivíduos arbóreos no conjunto habitacional João Domingos Netto.....	43
Figura 14 - Relação entre a Temperatura Média do Ar (°C) nos Bairros CH-JSR, CH-BV e CH-JDN.....	44
Figura 15 - Velocidade do Ar Média (m/s) nos Bairros CH-JSR, CH-BV e CH-JDN.....	45

Figura 16 - Umidade Relativa do Ar (%) do ar nos Bairros CH-JSR, CH-BV e CH-JDN.....	46
Figura 17 - Consumo de energia elétrica por habitante (Kwh hab ⁻¹) nos Bairros CH-JSR, CH-BV e CH-JDN.....	46
Figura 18 - Frequência absoluta de indivíduos arbóreos conforme classe de largura (A) e altura (B) das copas nos Conjuntos Habitacionais analisados.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	- Consumo de energia e uso de dispositivos de climatização.....	47
Tabela 02	- Análise de correlação linear entre Consumo de energia por habitante (kWh hab^{-1}), variáveis ambientais (temperatura em $^{\circ}\text{C}$ e percentual de Umidade Relativa), nos bairros CH-JSR, CH-BV e CH-JDN nos períodos de verão e inverno.....	48
Tabela 03	- Análise de correlação de Spearman entre o consumo de energia por habitante (kWh hab^{-1}) e características das árvores (altura e largura em metros) nos bairros CH-JSR, CH-BV e CH-JDN nos períodos de verão e inverno.....	49
Tabela 04	- Índice de diversidade de espécies arbóreas nos bairros CH-JSR, CH- BV e CH-JDN.....	50
Tabela 05	- Valores da relação entre os parâmetros de consumo de energia elétrica, temperatura do ar, altura e largura da copa das arvores no verão.....	51
Tabela 06	- Valores da relação entre os parâmetros de consumo de energia elétrica, temperatura do ar, altura e largura da copa das arvores no inverno.....	52
Tabela 07	- Relatório estatístico dos dados coletados no verão.....	76
Tabela 08	- Relatório estatístico dos dados coletados no inverno.....	77
Tabela 09	- Levantamento florístico.....	78

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Objetivos	18
1.2	Objetivos Específicos.....	18
1.3	Estrutura da dissertação	18
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
2.1	A Arborização Urbana.....	20
2.2	Habitações de Interesse Social.....	25
2.3	O conforto térmico em centros urbanos	29
3	METODOLOGIA	32
3.1	Área de estudo	32
3.2	Parâmetros Avaliados.....	37
3.3	Análise estatística	39
4	RESULTADOS.....	44
5	DISCUSSÃO	53
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60
7	CONCLUSÕES	61
	REFERÊNCIAS.....	62
	APÊNDICE.....	75

1 INTRODUÇÃO

O deslocamento da população humana para as cidades exerce grande pressão sobre o solo edificado, a água e as energias disponíveis. No ano de 2000 a população mundial atingiu 6 bilhões e, segundo a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação, 2,9 bilhões de pessoas concentram-se em centros urbanos, correspondendo a 48% da população total. O crescimento da população urbana ocorre principalmente nos países em desenvolvimento, onde foi previsto um aumento 2,3% por ano entre 2000 e 2030, enquanto, em países desenvolvidos, esse aumento é de 0,5% ao ano (BALK *et al.*, 2005).

Esse crescimento exacerbado tem transformado drasticamente tanto o ambiente natural como o ambiente construído, removendo áreas com vegetação para a ampliação ou construção de vias, edifícios e de parcelamentos de terra, aumentando a cobertura pavimentada. O novo ambiente construído tem apresentado significativa alteração climática e aumento da poluição atmosférica, prejudicando a qualidade de vida das populações e distanciando os mesmos de uma relação harmoniosa com o ambiente natural (SHAMS; GIACOMELI; SUCOMINE, 2009).

De acordo com Mascaró (2010), a temperatura do ar nas cidades, em especial na estação quente, está cada vez maior. Abreu (2008) relata que uma das causas das alterações do clima nos grandes centros é a falta de vegetação. A ausência de indivíduos arbóreos nas cidades além de causar modificações climáticas nas cidades, aumenta a incidência de radiação solar direta, a temperatura do ar e a emissão de radiação de ondas curtas, diminui a umidade do ar, e altera a direção dos ventos e dos ciclos de precipitação (ABREU, 2008; LABAKI *et al.*, 2011). Essas alterações podem causar desconforto térmico à população urbana, que, a fim de combater o calor, aumenta os gastos energéticos com climatização (ABREU, 2008).

O aumento da população de uma cidade implica na diminuição da vegetação existente no local, pois a construção urbana leva invariavelmente a retirada da vegetação local (FEITOSA *et al.*, 2011). Os benefícios que uma adequada arborização proporciona aos habitantes de aglomerados urbanos de qualquer porte já são bem conhecidos e estudados por diversos pesquisadores. Roppa *et al.* (2007) listaram e discutiram alguns dos benefícios, como diminuição da poluição atmosférica,

da poluição sonora, aumento da retenção de carbono, interceptação da água da chuva diminuindo o risco de inundação, além do aumento da sensação de bem-estar. Além disso, estudos apontam sobre a correlação existente entre o consumo de energia elétrica e a arborização urbana (SOUZA *et al.*, 2009; VELASCO *et al.*, 2011). Velasco *et al.* (2011) relatam que quanto maior a área da arborização urbana, menor a temperatura do ar e maior a umidade do ar. Nesse sentido, a arborização urbana poderia funcionar como um controlador térmico sustentável, diminuindo a necessidade de uso de dispositivos refrigeradores como, por exemplo, o ar condicionado.

As habitações de interesse social têm sido construídas sem que, para a realização dos projetos, fossem consideradas as características climáticas e ambientais dos locais nos quais são instaladas, onde o foco dessas habitações é o baixo custo para a construção (MACEDO, 2015). Um exemplo desse modelo são os Conjuntos Habitacionais construídos pelo PAC (Programa de Aceleração do Crescimento), onde aplica-se um único modelo de planta baixa que é replicado por todo o bairro a ser urbanizado.

O conforto térmico das edificações, tanto nos moldes do PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) como em qualquer outro método construtivo, deve ser pensado para que a população possa ter uma melhor qualidade de vida dentro de seus lares. Para Pagliari (2013), planejar a arborização de ruas é escolher a espécie arbórea adequada para um local específico sem que haja interferência nos objetivos do planejador e no desenvolvimento da árvore no meio urbano. Além disso, o autor enfatiza a importância de fazer uso de critérios técnico-científicos para o estabelecimento da arborização nos estágios de curto, médio e longo prazo. No entanto, em muitas cidades brasileiras este planejamento não vem acontecendo de forma adequada, resultando em casos de problemas nas redes de distribuição de energia elétrica, telefônica, calçadas, sistemas de abastecimento de água e esgoto, além de problemas relacionados à saúde pública. Esses problemas resultam em despesas para o poder público como serviços de manutenção nas redes elétricas, podas irregulares de árvores, substituição da arborização por falta de planejamento adequado de espécies ao local onde será plantada. Em alguns casos pode ser observado a completa remoção causada por pragas ou problemas de enraizamento em redes de esgoto e elétricas (PAGLIARI, 2013). Assim, sugere-se que, quando bem planejada, a arborização tem o potencial de influenciar as áreas urbanas e as

edificações do entorno imediato alterando a qualidade do ar, conforto térmico e bem-estar dos habitantes.

Apesar de os estudos citados demonstrarem os diferentes benefícios da arborização urbana para a manutenção do conforto térmico e da qualidade do ar, ainda há muito para se conhecer sobre as respostas de diferentes espécies, diferentes hábitos de crescimento, diferentes localidades nos centros urbanos, sobre o modo de manejo da vegetação e das espécies apropriadas para cada região. Nas periferias da cidade esse problema pode ser ainda maior, pois alguns bairros são planejados sem que projetos de arborização sejam incluídos e as construções de habitações populares são planejadas apenas para cumprir metas sociais e políticas, sem considerarem a orientação solar ou tipo de material construtivo para menor absorção de calor (LEÃO, 2006). Logo, estudos que avaliam a utilização adequada de espécies arbóreas e das condições ambientais e físicas dos seus respectivos locais podem contribuir com o planejamento urbano evitando problemas futuros de arborização e de conforto térmico nas cidades.

A análise da diversidade, composição, abundância e distribuição de espécies arbóreas em ruas pode permitir, de forma mais eficiente, a gestão de estratégias de plantio aliadas à conservação da biodiversidade nesses locais (JIM; CHEN, 2009, SREETHERAN *et al.*, 2011). Neste sentido, este estudo propõe contribuir com o conhecimento sobre alternativas sustentáveis para a manutenção do conforto térmico urbano e o modo como o consumo energético para esta finalidade pode ser minimizado pela arborização urbana.

Este estudo foi realizado tendo as seguintes questões norteadoras:

1. A arborização de conjuntos habitacionais populares da cidade de Presidente Prudente apresenta uma alta diversidade de espécies?
2. A arborização dos conjuntos habitacionais está influenciando no conforto térmico dos habitantes?
3. A arborização urbana exerce influência sobre o consumo de energia elétrica dos habitantes?

Foi levantada a hipótese de que a presença de arborização, assim como a diversidade de espécies arbóreas, pode alterar o conforto térmico das edificações, influenciando o consumo de energia elétrica de residenciais construídos nos padrões do programa “Minha casa, Minha vida”, financiados pelo PAC.

1.1. Objetivos

Este estudo teve como objetivo geral avaliar a diversidade de espécies arbóreas em conjuntos habitacionais populares do município de Presidente Prudente e verificar a sua relação com os parâmetros ambientais e o consumo de energia elétrica em diferentes épocas do ano.

1.2. Objetivos Específicos

- Analisar a relação das características da arborização com a temperatura e umidade relativa do ar em diferentes épocas do ano;
- Avaliar a diversidade de espécies arbóreas em conjuntos habitacionais;
- Relacionar o consumo de energia elétrica por habitante com as características de arborização na rua em diferentes épocas do ano;
- Discutir a importância de desenvolvimento de projetos urbanos e arquitetônicos mais coerentes para o conforto térmico e ambiental na cidade de Presidente Prudente.

1.3 Estrutura da dissertação

Os resultados deste estudo são apresentados em sete capítulos, além da introdução que já foi apresentada, fundamentação teórica, metodologia, resultados, discussão, considerações finais, conclusões, referências, anexo e apêndice.

O segundo capítulo, “Fundamentação Teórica”, foi dividido em três subcapítulos: “A arborização urbana”, que tem como finalidade discutir a importância da arborização urbana, seus benefícios e o impacto da urbanização sobre o clima, a importância da arborização em áreas urbanizadas. O segundo subcapítulo com o título “Habitações de Interesse Social”, apresenta, de forma breve, como surgiram as primeiras habitações de interesse social no Brasil, surgimento do PAC, concisa evolução dos conjuntos habitacionais na cidade de Presidente Prudente, bem como o surgimento dos conjuntos habitacionais José Souza Reis, Bela Vista I e João Domingos Neto. O terceiro e último subcapítulo “O conforto térmico em centros

urbanos”, discute sobre o conceito do conforto térmico e sua influência no ambiente urbano.

No terceiro capítulo, foram demonstrados a metodologia utilizada, apresentação da área de estudo e os parâmetros que foram avaliados.

Dentro do quarto capítulo, mostramos os resultados nos conjuntos habitacionais CH-JSR, CH-BV e CH-JDN, durante o período de janeiro e fevereiro (verão) e junho e julho (inverno) e, logo após, no quinto capítulo, realizamos uma discussão sobre esses resultados e correlacionamo-nos com alguns pontos da fundamentação teórica apresentada.

Finalmente, no sexto capítulo, são apresentadas as considerações finais e, na conclusão, foram abordados os aspectos conclusivos da pesquisa, caracterizando os elementos mais significativos desta dissertação.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A Arborização Urbana

Este capítulo trata sobre o impacto da urbanização sobre o clima, a importância da arborização em áreas urbanizadas, o impacto da vegetação sobre o conforto térmico e como essas características podem contribuir no planejamento urbano.

O aumento massivo da poluição do ar devido ao crescimento econômico e industrial durante o último século levou a problemas ambientais em diversos países em todo o mundo (D'AMATO *et al.*, 2005). Os cenários climáticos para o próximo século preveem que o aquecimento estará associado com ondas de calor mais frequentes e intensas com altos riscos de incêndios florestais e desertificação, como resultado do movimento populacional em massa (D'AMATO *et al.*, 2012). Nas áreas urbanas, os efeitos serão mais críticos, uma vez que a mudança climática afeta a poluição atmosférica devido à alta correlação entre geração e dispersão da poluição do ar e padrões locais de temperatura, vento e precipitação (ROPPA *et al.*, 2007).

Os componentes mais abundantes da poluição atmosférica nos centros urbanos e industriais são NO₂, O₃, SO₂ e material particulado. A emissão desses componentes é potencializada em regiões próximas ao tráfego rodoviário, podendo afetar diretamente a saúde humana. Estudos epidemiológicos indicam o efeito da poluição atmosférica urbana sobre as doenças respiratórias, e as projeções de variabilidade climática sugerem um aumento desses efeitos durante as próximas décadas (MCCONNELL *et al.*, 2002; D'AMATO *et al.*, 2005). Doenças respiratórias como a asma estão relacionadas a fatores ambientais, tais como variáveis meteorológicas, alérgenos e poluição do ar (D'AMATO *et al.*, 2012), indicando a necessidade de desenvolver técnicas de mitigação da poluição atmosférica e de aquecimento global.

No Brasil, segundo o PBMC, 2016 - Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas, o clima será mais quente nas próximas décadas, com aumento gradual e variável da temperatura média em todas as regiões entre 1°C e 6°C até 2100, em comparação com o que foi registrado no final do século XX (PBMC, 2016). O Brasil tem seus próprios compromissos voluntários para redução de emissões de gases de

efeito estufa como parte da Política Nacional para Mudanças Climáticas, mas medidas de adaptação para áreas urbanas ainda são deficientes, principalmente no que se refere o uso de terras em áreas urbanas (DUARTE *et al.*, 2015). Uma de suas diretrizes é fomentar o desenvolvimento de pesquisas científicas para que se possa traçar uma estratégia que minimize os custos socioeconômicos de adaptação do País.

No tocante ao acoplamento dos efeitos de aquecimento global e local, as cidades não somente causam as ondas de calor, mas as amplificam. Devido a diversos fatores, como a maior prevalência de materiais de construção a base de minerais, densa construção e pavimentação da superfície física do solo, impermeabilizando-a, aumentando sua capacidade térmica e sua rugosidade, alterando o fluxo de ar e o aumento da poluição e emissão de partículas que modificam a transparência da atmosfera, as cidades absorvem e retêm substancialmente mais calor do que as áreas rurais caracterizadas pela cobertura vegetativa. Por isso, o principal motivo para o aquecimento da cidade não é o somente o aquecimento global, mas a substituição da vegetação por superfícies duras e as emissões antropogênicas (STONE, 2012). Segundo Martini, Biondi e Batista (2013), esses problemas podem ser potencializados, uma vez que encontrar espaços para a criação de áreas verdes nas cidades tem sido uma tarefa difícil, devido à competição com os componentes urbanos.

A vegetação urbana é representada por conjuntos arbóreos de diferentes origens e que desempenham diferentes papéis no ambiente (MELLO FILHO, 1985). Tecnicamente, pode ser subdividida em áreas verdes e arborização de ruas (MILANO, 1991; BIONDI, 2008; LIMA NETO, 2011; BOBROWSKI, 2011).

No ambiente urbano, a árvore é a forma vegetal mais característica, a qual, ao longo da história, tem se incorporado em estreita relação com a arquitetura das cidades. A arborização urbana contribui para obtenção de um ambiente urbano agradável e tem influência decisiva na saúde e qualidade de vida nas cidades, pois assume o papel de ambiente de lazer e recreação da população (MÜLLER, 1998). As árvores existentes ao longo das ruas, que formam a arborização viária, são uma alternativa na busca pelo bem-estar da população além de proporcionar beleza sobre a arquitetura urbana (BIONDI, 2008).

A arborização urbana tem sido reconhecida como uma técnica passiva alternativa que pode contribuir de diversas maneiras com a paisagem e as edificações, interagindo com os indivíduos a partir de benefícios físicos e climáticos. São características da vegetação, como árvores isoladas ou em grupos, atenuar grande parte da radiação incidente, impedindo que sua totalidade atinja o solo ou as construções (LABAKI *et al.*, 2011), atenuar ruídos, diminuir a poluição do ar, direcionar correntes naturais de ar e reduzir o consumo de energia em regiões quentes (EDWARDS, 2008).

Akbari e Taha (1992) relataram que a presença de indivíduos arbóreos pode aumentar os valores de propriedade em 3% a 20%, e que a presença de árvores numa região residencial influencia na decisão de onde viver. Ulrich (1984) demonstrou que os estímulos naturais ajudam na recuperação de habitantes com stress, onde pacientes que tiveram contato visual com árvores em suas janelas apresentam uma recuperação mais rápida em comparação aos que avistam uma parede de tijolos, indicando que a arborização tem um impacto social importante e que pode influenciar a ocupação urbana nos grandes centros.

É sabido que a arborização é capaz de reduzir e filtrar o ruído urbano (EDWARDS, 2008). As folhas e os galhos absorvem os sons de alta frequência, os mais prejudiciais aos seres humanos, podendo reduzir a intensidade do ruído do tráfego rodoviário em 6 a 10 dB(A). Szokolay (1980) demonstrou que uma barreira densa de coníferas, com 100m de largura, contribuiu com a atenuação de ruídos da ordem de 8 a 20 dB(A) (AKBARI; TAHA 1992).

Magalhães (2006) relata que a importância da arborização viária se fundamenta nos inúmeros benefícios proporcionados não somente à população, mas também à biodiversidade e ao ecossistema. Entre esses benefícios destaca-se a formação de corredores urbanos verdes que, dependendo da diversidade de espécies, podem conectar as áreas livres vegetadas no perímetro urbano e rural, facilitando o fluxo gênico entre as ilhas de vegetação (PENTEADO; ALVAREZ, 2007).

A heterogeneidade de espécies que compõem uma arborização viária é de fundamental importância, porque protege, difunde e valoriza a flora local, favorecendo também a sobrevivência de animais que constituem importantes elementos do equilíbrio ecológico (TOLEDO FILHO; PARENTE, 1988; KULCHETSKI *et al.*, 2006). Além disso, a diversidade de espécies pode contribuir

com a fitossanidade do arvoredo, reduzindo disseminação de pragas ou doenças espécies-específicas, que são comuns em plantios em massa de uma única espécie, que podem ser totalmente ou parcialmente dizimadas (SREETHERAN *et al.*, 2011).

Um dos principais benefícios da arborização urbana, além dos já mencionados, é a manutenção do microclima. Áreas com alta densidade vegetal geralmente não apresentam grandes variações diurnas comparadas às áreas desprovidas de vegetação, essas últimas tornando-se quentes de dia e frias à noite (SATTLER, 1992). As propriedades de manutenção de microclima que a vegetação oferece ocorrem devido ao processo de evapotranspiração (PINHO; ORGAZ, 2000), de redução da interceptação de radiação e dissipação de calor por ondas longas (SILVEIRA, 1999).

Espécies arbóreas que apresentaram maior atenuação da radiação solar e maiores taxas de evapotranspiração são as que têm maior capacidade de redução da temperatura no microclima urbano (ABREU, 2008). Segundo Nince *et al.* (2014), os efeitos diretos do sombreamento pela vegetação podem ser quantificados por meio das medições da temperatura de superfície de materiais expostos e protegidos pelas copas das árvores. Uma área sombreada é fracamente atingida pela radiação solar direta incidente e, assim, a temperatura radiante daquela superfície é menor, diminuindo emissão de radiação de ondas longas. A transpiração realizada pelas plantas, processo fisiológico caracterizado por promover a manutenção térmica dos tecidos foliares, proporciona o resfriamento do ar adjacente, devido à retirada de calor latente (RASCHKE, 1960; BALLINAS; BARRADAS, 2016). As árvores resfriam o ambiente de forma direta mediante o sombreamento e de forma indireta através da evapotranspiração, (MASCARÓ, 2005) e pode conferir o resfriamento passivo em edificações (LABAKI *et al.*, 2011). A radiação interceptada pela vegetação é parcialmente absorvida e convertida em energia bioquímica e biomassa vegetal por processos fisiológicos nas plantas. Essa energia interceptada é absorvida diferentemente entre as espécies de acordo com a densidade de sua folhagem, dos ciclos fenológicos, das condições de transparência do céu e da posição relativa do sol. Nas cidades, as árvores bloqueiam a incidência dos raios solares nas áreas pavimentadas e construídas por meio do sombreamento, influenciando a temperatura e umidade local, reduzindo a carga térmica recebida pelos edifícios, veículos e pedestres (SILVA, 2009), e também contribui com a ambiência urbana sob diversos

aspectos, tais como modificar a velocidade e direção dos ventos, atuar como barreira acústica e reduzir a poluição do ar através da fotossíntese, principalmente a emissão de CO₂, que é reconhecido como um comum gás de efeito estufa.

A vegetação urbana pode melhorar a qualidade do ar, removendo a poluição atmosférica. Estudos mostram que árvores (e vegetação em geral) têm a habilidade de “limpar” o ar ao filtrar poluentes (BECKETT *et al.*, 2000; FREER-SMITH *et al.*, 2005; VOS *et al.*, 2013). Contudo, a capacidade da vegetação urbana em reduzir a poluição atmosférica ainda parece ser controversa, pois este processo pode ser dependente das espécies e de diferentes contextos, como a alta variabilidade espacial e temporal nas e entre as cidades (VOS *et al.*, 2013; SELÄLÄH *et al.*, 2012; ELMQVIST *et al.*, 2016).

Outros estudos demonstram a relação existente entre o consumo de energia elétrica e arborização urbana. Souza *et al.* (2009) mostram uma relação positiva entre a temperatura nas ilhas de calor com o consumo de energia elétrica no município de Bauru – SP. Velasco *et al.* (2011) observou que, quanto maior a área da arborização urbana, menor a temperatura do ar e maior a umidade do ar, e sugeriu que a arborização pode diminuir o consumo de energia elétrica. Lundgren *et al.* (2015) mostrou, na cidade de Serra Talhada – PE, que a presença de copas altas poderia gerar uma redução do consumo de energia de 13kW/mês, e que a presença de copas largas poderia diminuir mais 14kW/mês. Esses estudos fornecem dados substanciais sobre a eficácia e importância do planejamento de arborização urbana em grandes cidades.

Apesar das inúmeras evidências sobre os benefícios da arborização sobre a manutenção microclimática e mitigação da poluição atmosférica nas cidades, os estudos sobre microclimas urbanos tornam-se importantes a cada dia para atender as propostas de planejamento urbano, visto que atualmente este assunto não tem recebido a devida importância (DUMKE, 2007). Nesses planejamentos, deveriam ser consideradas as concentrações dos serviços urbanos, que geram microclimas característicos das ilhas de calor, pois nesses locais há a maior necessidade da concentração de vegetação.

2.2 Habitações de Interesse Social

Este capítulo apresenta um breve histórico sobre o surgimento das habitações de interesse social no social e o surgimento dos conjuntos habitacionais com ênfase na cidade de Presidente Prudente.

De acordo com Balbim e Krause (2014), a crise habitacional brasileira teve início na década de 1950, quando o êxodo rural teve significativo aumento por conta da industrialização e urbanização. O acelerado crescimento da população de baixo poder aquisitivo nas cidades fez com que surgissem as moradias ilegais em áreas de periferia ou terrenos invadidos.

Conforme Holz e Monteiro (2008), as políticas habitacionais propostas foram, em sua maioria, ineficazes devido a diversos fatores políticos, sociais, econômicos e culturais. O resultado desse processo é que, atualmente, mais de 82% da população brasileira é urbana. O surgimento de políticas habitacionais realmente preocupadas em solucionar o alarmante problema é recente, tendo sido implementadas na Constituição Federal de 1988, e regulamentadas pelo Estatuto da Cidade em 2001, que regula o uso da propriedade urbana em prol do interesse coletivo e do equilíbrio ambiental, sendo um instrumento inovador na política habitacional e importante ferramenta de regularização fundiária.

No ano de 2005 foi instituído o SNHIS (Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social) que, de acordo com o Ministério das Cidades, tem como objetivo principal a implementação de programas que promovam, para a população de baixa renda, o acesso às moradias dignas (BRASIL, 2012).

Criado em 2007 o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) promoveu a retomada do planejamento e execução de grandes obras de infraestrutura social, urbana, logística e energética do país, contribuindo para o seu desenvolvimento acelerado e sustentável. Em 2011, o PAC entrou na sua segunda fase e passou a ser denominado como PAC 2. Essa fase foi caracterizada como sendo aprimorada em comparação aos anos de experiência da fase anterior, com mais recursos e mais parcerias com estados e municípios. Essas características foram importantes para a execução de obras estruturantes visando a melhoria da qualidade de vida nas cidades brasileiras. Assim entrou em vigor o programado PAC – Programa Minha Casa, Minha Vida (PAC 2 – PMCMV) (BRASIL, 2017).

Segundo Palermo *et al.* (2007), a política pública habitacional brasileira tem como principal missão a redução do *déficit* de moradias no país. Contudo, na maioria dos casos, reduz o problema habitacional a uma questão numérica, de forma que os aspectos sociais relacionados ao assunto sejam desconsiderados. Menezes (2006), assegura que, se levados em conta aspectos sociais e humanos, as habitações devem ser construídas de maneira que possam oferecer condições de conforto aos seus usuários.

Segundo Rosa (2008), a construção de conjuntos habitacionais de interesse social ainda apresenta fragilidades com relação aos aspectos sociais:

A repetição de conjuntos habitacionais em séries de casas populares iguais, em lotes isolados, ou em idênticos edifícios de apartamentos, para as moradias de interesse social brasileiras, reproduz políticas e programas governamentais defasados, indiferentes à qualidade projetual, os quais afetam negativamente a qualidade de vida proporcionada pelo ambiente construído (...) (ROSA, 2008, p.02).

Kuhn (2010) afirmam que as soluções adotadas no âmbito governamental visam a diminuição da defasagem de acesso a casa própria. Porém, diversas outras questões surgem desse processo. O processo de planejamento e construções de habitações de interesse social no Brasil busca solucionar problemas quantitativos de acesso que reflete na necessidade de diminuição de custos do processo de implantação desses empreendimentos. Assim, na maioria das vezes, são adotados padrões construtivos que geram economia de recursos e gerenciamento de procedimentos padrões (ASSIS, 2005).

Durante a evolução urbana de Presidente Prudente, vários conjuntos habitacionais foram construídos, sendo que o primeiro foi executado em 1968. A maior parte dos conjuntos habitacionais até 1982 foram implantados na região oeste da cidade. Entre os anos de 1983 e 1989 não houve aprovação de novos empreendimentos, com retomada do processo nesse último ano (MARISCO, 2003; FERNANDES, 1998). Nos anos de 1990 e 1992, dez conjuntos habitacionais foram aprovados em Presidente Prudente e as obras iniciadas nestes anos (HONDA, 2011), incluindo financiamentos dos Governos Federal e Estadual. As obras foram executadas pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU) em diferentes bairros, sendo eles: Jardim Cambuci, com 80 unidades residenciais; Brasil Novo, com 250 unidades; Sítio São Pedro, com 232 unidades; Jardim Jequitibás II, com 386 unidades; Ana Jacinta II, com 104 unidades; e Mário Amato, com 500

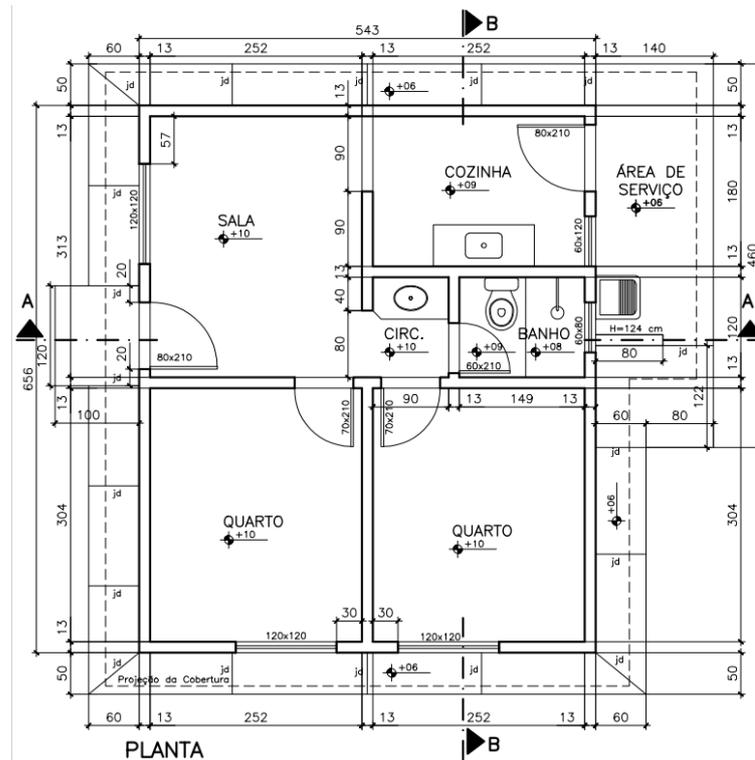
unidades. Entre 1993 e 1996 houve aprovação de loteamentos municipais com doação em uso. A partir de 1997, mais doze empreendimentos foram construídos. Portanto, entre os anos 1968 e 1999 soma-se a quantia de aproximadamente 15.000 unidades habitacionais na cidade de Presidente Prudente (HONDA, 2011).

De acordo com os Registros da Prefeitura Municipal de Presidente Prudente (2012) os conjuntos habitacionais avaliados neste estudo apresentam o seguinte histórico:

- Conjunto Habitacional Bela Vista I: projeto aprovado em 2011, término da construção no ano de 2014 com 162 unidades habitacionais;
- Conjunto Habitacional José Souza Reis: projeto aprovado e término da construção em 2001 com somente 30 unidades habitacionais;
- Conjunto Habitacional João Domingos Netto: projeto aprovado em 2008, término da construção no ano de 2015 com 2369 unidades habitacionais.

Essas habitações seguiram o padrão de construção do Manual Técnico do Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV. Neste modelo de planta baixa, as construções possuem em sua disposição interna 02 (dois) dormitórios, um banheiro, sala e cozinha, todos dotados de janelas e portas (Figura 01). A disposição das residências nos conjuntos segue somente a norma de repetição, sem prévia análise do entorno ou contexto ou se está sendo inserido a construção; todas as portas das salas são voltadas para a rua (Figura 02). Nos três conjuntos habitacionais foram cedidos um sistema básico de aquecimento de água por energia solar, composto por uma placa solar no telhado das residências e um *boiler* onde armazena a água que é aquecida pelas placas (Figura 02)

Figura 01 – Modelo de planta baixa das casas usado nos Conjuntos Habitacionais.



Fonte: Caixa Habitação, 2017

Figura 02 – Padrão construtivo das residências dos Conjuntos Habitacionais avaliados.



Fonte Presidente Prudente, 2016

Legenda: A imagem foi registrada no Conjunto Habitacional João Domingos Netto. É possível observar o sistema de aquecimento de água por energia solar instalado nas residências.

Em todos os Conjuntos Habitacionais a arborização viária foi inicialmente realizada pela Prefeitura Municipal de Presidente Prudente, após a finalização e entrega das unidades habitacionais aos beneficiados pelo PAC (PRESIDENTE PRUDENTE, 2016). Segundo Konhad *et al.* (2013) o município de Presidente Prudente sustenta o certificado de PMVA (Programa Município Verde Azul) criado pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA), que visa descentralizar a política ambiental no estado e conta com a participação da sociedade neste modelo de gestão ambiental. A Diretiva Ambiental de Arborização Urbana (DAAU) compõe um conjunto de diretrizes relevantes à gestão ambiental municipal definida pela SMA para o PMVA. Contudo o plano de arborização urbana e a proporcionalidade de projeção de copa (referência de 100 m² habitante⁻¹ segundo o DAAU) do município não são documentos públicos.

2.3 O conforto térmico em centros urbanos

O conforto térmico pode ser estudado sob duas formas: os ambientes internos e os externos. O meio externo urbano é fruto das condições ambientais, mas sofre grande influência das atividades exercidas pelo homem, ou seja, é alterado através de intervenções, voluntárias ou não, como por exemplo a poluição gerada pelos automóveis, que contribui para a formação das ilhas de calor. Já, os internos são influenciados pelo meio externo estando, portanto, as duas formas diretamente relacionadas (BUENO, 1998). Sabe-se, ainda que, o conforto térmico depende do grau de atuação do sistema termorregulador para manutenção da temperatura interna no corpo. Nesse sentido, tem-se que diversas variáveis influenciam os processos de troca de calor do corpo com o meio ambiente, influenciando conseqüentemente no mecanismo termorregulador, bem como na sensação de conforto térmico (PEZZUTO, 2007). Há dois grupos de variáveis de maior influência no conforto térmico, conforme Ruas (2002) apresenta: as de natureza ambiental e as de natureza pessoal. As de natureza ambiental são a temperatura do ar, a temperatura radiante média, a velocidade relativa do ar e a umidade relativa do ar ambiente. Já as de natureza pessoal são o tipo de vestimenta (representada pelo seu isolamento térmico) e o tipo de atividade física executada (representada pelo metabolismo). Deste modo, o efeito combinado de todas estas variáveis é que determina a sensação de conforto ou

desconforto térmico. Assim, as preferências de conforto das pessoas variam conforme a sua aclimatação particular ao ambiente local (NINCE, 2009).

O ambiente urbano é o local de maior concentração de energia consumida ou desperdiçada. Muitas vezes não compatível com o meio (extrema verticalização, ausência de árvores, entre outros) leva a uma maior necessidade de consumo de energia para se atingir um conforto ambiental apropriado (MASCARÓ, 2004).

A urbanização exerce grande influência sobre o conforto térmico decorrente da presença de edificações e materiais de construção quando comparada às áreas verdes. Os diferentes tipos de cobertura de solo como concreto, solo, campo, gramíneas, água, dentre outros, definem as trocas de energia que ocorrem entre a superfície da Terra e a atmosfera e, portanto, são alguns dos principais determinantes do microclima local (BUENO, 1998). Segundo Mascaró (2002), o desempenho térmico do recinto urbano, ao ser influenciado pelas propriedades termo físicas dos materiais presentes sobre a cobertura do solo, pode gerar o aparecimento de um gradiente horizontal de temperatura, conhecido como o fenômeno das ilhas de calor. Tal fenômeno apresenta grande variação com relação ao ambiente monitorado (ar, superfície e subsolo) e o sistema de monitoramento utilizado. Contudo, existem evidências que mostram desvios de fases e amplitudes em ilhas de calor de cidades tropicais em comparação às cidades localizadas em latitudes médias (DUARTE *et al.*, 2015). As ilhas de calor em cidades tropicais e subtropicais são menos intensas do que em cidades de altas latitudes, são mais pronunciadas durante o dia e fortemente reguladas pela umidade do ar e do solo de regiões rurais adjacentes (ROTH, 2007).

O efeito das ilhas de calor nos centros urbanos pode ser descrito como um conflito entre edifícios e o clima urbano, podendo-se considerar o impacto positivo das plantas sobre esse conflito. Um modelo conceitual foi proposto para entender as interações entre esses três componentes críticos no ambiente construído: clima, edificações e plantas (AMORIM, 2000). Com a finalidade de revelar os benefícios da vegetação no ambiente construído, as variáveis microclimáticas devem ser quantificadas. Com relação às edificações como componente crítico, elementos como permeabilidade, tipo de material construtivo e edificação no entorno podem interferir na temperatura local. Por outro lado, as plantas absorvem o calor do meio e atuam no sombreamento das superfícies. Nesse sentido, os estudos reforçam a influência das plantas para reduzir a temperatura do ar, como a presença de parques urbanos,

arborização em ruas e rodovias, paisagismo nas proximidades de edifícios, telhados verdes e jardins verticais (DUARTE *et al.*, 2015).

Diferenças de temperatura e umidade do ar já foram registradas na cidade de São Carlos – SP, tendo como principal fator de influência a presença de vegetação arbórea (MODMA; VECCHIA 2003; ALVES; VECCHIA, 2012), enquanto que, em Palmas – TO, foi observada a presença de ilhas de frescor com temperaturas de em média 8,4 °C menores em áreas de vegetação densa, quando comparado a outras áreas sem vegetação. Algumas regiões altamente urbanizadas na cidade de São Paulo, apresentaram os maiores índices de desconforto térmico por calor moderado comparado às regiões menos urbanizadas, e parques com grande quantidade de vegetação (AMORIM, 2000).

Para Teixeira (2011), os conjuntos arbóreos podem ser eficientes na melhoria térmica no ambiente urbano, de acordo com o grau de fechamento das copas, do número de espécies, de indivíduos e da estação do ano. Em relação aos aspectos da forma, os autores consideram que indivíduos com copas amplas, com alta densidade de folhas largas e espessas na copa, e de arquitetura arbórea aberta resultem em maior conforto térmico.

De modo geral, para que um planejamento de conforto térmico no ambiente urbano seja satisfatório, é necessária a observação do clima em relação aos elementos determinantes: os espaços construídos, a composição das superfícies, a disposição de seus elementos e a densidade de atividades/construções modificando o ambiente natural (ABREU, 2008). As condições de conforto experimentadas por um indivíduo dependem fortemente de condições meteorológicas locais, bem como de fatores pessoais como a vestimenta, a atividade física e até mesmo o seu biotipo. A proximidade da vegetação, o efeito de sombreamento e as mudanças na intensidade do vento por obstáculos interferem nas condições de conforto sentidas (GOUVÊA *et al.*, 2003). Bueno - Bartholomeu (2003) mostra aquilo que o ser humano sente, quase que instintivamente, a respeito das árvores e da vegetação em geral: *o “verde” traz conforto.*

3 METODOLOGIA

Neste estudo, a metodologia utilizada foi baseada, num primeiro momento, na pesquisa básica para fundamentação teórica, e num segundo momento, na coleta de dados em campo e análise. Para a pesquisa bibliográfica foi realizada uma revisão exploratória da literatura sobre os temas arborização urbana, conforto térmico em centros urbanos e habitações de interesse social. O critério de escolha das fontes utilizadas foi de artigos científicos, teses de doutorado, livros e documentos que serviram como referenciais e diretrizes nas áreas relacionadas ao tema de investigação.

3.1 Área de estudo

A análise do conforto térmico foi realizada em frente a 10 (dez) residências em três conjuntos habitacionais no município de Presidente Prudente – SP (Figura 03), localizada na região da UGRIH-22 (Unidade Hidrográfica de Gestão dos Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema). A cidade é tipicamente tropical, apresentando períodos quentes e chuvosos de outubro a março, e invernos de temperatura amena e seco entre abril e setembro (AMORIM, 2012). No verão, a temperatura média da máxima é de 28 °C, e precipitação entre 120 e 200 mm mês⁻¹, e, no inverno, a temperatura média mínima é de 17 °C, e precipitação entre 20 e 50 mm mês⁻¹ (CARDOSO; AMORIM, 2014).

Com a finalidade de se estabelecer unidades experimentais semelhantes, os conjuntos habitacionais selecionados para este estudo foram: Conjunto Habitacional Residencial José Souza Reis (CH-JSR) (Figura 04), o Conjunto Habitacional Bela Vista I (CH-BV) (Figura 06) e Conjunto Habitacional João Domingos Netto (CH-JDN) (Figura 08), todos construídos nos moldes do programa “Minha Casa Minha Vida”, financiados pelo PAC, com planta baixas semelhantes. Os três conjuntos habitacionais (CH) diferem na topografia e em algumas características do entorno.

O critério para a seleção dos bairros foi a presença ou não de arborização (visualmente) e o tamanho das árvores (Figuras 05, 07 e 09). Classificamos assim os Conjuntos Habitacionais de acordo com a sua idade de

finalização das obras. Seguindo essa linha temos o CH-JSR com 17 anos de idade, o CH-BV com 04 anos e o CH-JDN com 03 anos. A discrepância entre a idade dos bairros deu-se devido à prioridade da escolha por Conjuntos Habitacionais construídos com a mesma tipologia de planta, método construtivo e implantação. Todos os bairros analisados estão localizados na região periférica do município de Presidente Prudente e próximos a áreas não edificadas.

Figura 03 – Mapa cartográfico do município de Presidente Prudente indicando a localização dos bairros analisados.



Fonte: Autora, 2018, (editado de Google Maps¹)

Legenda:

01 – Conjunto Habitacional Residencial José Souza Reis - 17 anos de idade

02 – Conjunto Habitacional Bela Vista I - 03 anos de idade

03 – Conjunto Habitacional João Domingos Netto - 04 anos de idade

¹ Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/Pres.+Prudente++SP/@-22.1185732,-51.445087,14053m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x9493f5b311570c5b:0xda475801fc46afb9!8m2!3d-22.1373112!4d-51.3889736?hl=pt-BR&authuser=0>. Acesso em: 03.mar.2017

Figura 04 – Mapa cartográfico do Conjunto Habitacional Residencial José Souza Reis indicando a localização da rua onde as análises foram realizadas (à direita).



Fonte: Autora, 2018 (Editado de Google Maps²)

Legenda: A seta em amarelo corresponde à rua onde as variáveis foram analisadas

Figura 05 – Rua analisada do Conjunto Habitacional José Souza Reis



Fonte: Autora, 2018

² Disponível <https://www.google.com.br/maps/search/+Jos%C3%A9+Souza+Reis+Presidente+prudente/@-22.1393002,-51.372791,745m/data=!3m1!1e3?hl=pt-BR&authuser=0>. Acesso em: 03.Fev.2017

Figura 06 – Mapa cartográfico do Conjunto Habitacional Bela Vista I indicando a localização da rua onde as análises foram realizadas (à direita).



Fonte: Autora, 2018 (Editado de Google Maps³)

Legenda: A seta em vermelho corresponde à rua onde as variáveis foram analisadas

Figura 07 – Rua analisada do Conjunto Habitacional Bela Vista I



Fonte: Autora, 2018

³ Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/search/conjunto+habitacional+Bela+Vista+I,+Presidente+Prudente+-+SP/@-22.0816157,-51.3792525,421m/data=!3m1!1e3?hl=pt-BR&authuser=0>. Acesso em: 03.fev.2017

Figura 08 – Mapa cartográfico do Conjunto Habitacional João Domingos Netto indicando a localização da rua onde as análises foram realizadas (à direita)



Fonte: Autora, 2018 (Editado de Google Maps⁴)

Legenda: A seta em amarelo corresponde à rua onde as variáveis foram analisadas

Figura 09 – Rua analisado do Conjunto Habitacional João Domingos Netto



Fonte: Autora, 2018

⁴ Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/Residencial+João+Domingos+Netto/@-22.0740559,-51.3811735,1848m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x9493f642a27efeab:0x9e102e716b0586d2!8m2!3d-22.0735316!4d-51.3771818?hl=pt-BR&authuser=0>. Acesso em: 03.fev.2017

3.2 Parâmetros Avaliados

Os parâmetros ambientais foram analisados por meio de um *Confortímetro Sensus®*, equipamento confeccionado no Laboratório de Meios Porosos e Propriedades Termo-Físicas (LMTP) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). O equipamento foi instalado na calçada em frentes as casas analisadas apontadas nos mapas conforme demonstra as figuras 11,12 e 13, há uma distância de 1,20m linear em direção à rua do portão das casas, posicionado com o tripé em uma altura de 1,15m nivelado. Os dados foram coletados nos meses de janeiro (verão) e julho (inverno) de 2018. Os parâmetros ambientais, foram registrados em intervalos de até 5 minutos, dependendo da velocidade de estabilização das leituras em frente as 10 (dez) residências de cada bairros nos períodos da manhã (entre 7h00 e 8h30h), tarde (entre 12h00 e 13h30) e noite (19h00 e 20h30), em 03 dias consecutivos definidos pelas condições climáticas (dias ensolarados). Totalizando em 180 medições. Foram usados dois aparelhos *Confortímetro Sensus®* simultaneamente nos bairros Conjunto Habitacional João Domingos Netto e Conjunto Habitacional Bela Vista I e o mesmo aparelho do Conjunto Habitacional João Domingos Netto foi usado no Conjunto Habitacional José Souza Reis. As variáveis analisadas foram: temperatura do ar (T_a); temperatura radiante média (T_{rm}), que corresponde à temperatura de sensação térmica; velocidade do vento (V_{el}) e umidade relativa do ar (UR). As medições da T_{rm} já foram dadas calculadas pelo software do *Confortímetro Sensus®*.

Figura 10 – Trabalho de Campo – processo da coleta de dados



Fonte: Autora, 2018

Para avaliar a diversidade de espécies arbóreas, todos indivíduos arbóreos foram inventariados considerando aqueles com circunferência a altura do peito (CAP) igual ou maior que 15 cm. Foi avaliado o índice de diversidade de Shannon-Weiner (H'), por depender moderadamente da amostragem, por ser considerado um cálculo simples e ser o mais utilizado em trabalhos sobre arborização urbana. Além disso, foram avaliados o número total de indivíduos arbóreos e a taxa de riqueza de espécies (S). A distância entre uma árvore e a árvore mais próxima, o diâmetro da copa e a altura estimada da árvore, foram medidos seguindo a metodologia de Lundgren *et al.* (2013), com uma fita métrica, estabelecendo a base de medição no eixo de cada tronco de árvore. Amostras folhas, frutos e flores, quando presentes, foram coletados de cada indivíduo e levados para a confecção de exsiccatas e identificação das espécies. O diâmetro da copa foi medido com trena simples e a altura estimada pelo processo de superposição de visão (LUNDGREN *et al.*, 2013).

Mapas de cada rua foram elaborados para demonstrar a presença ou ausência de árvores e sua disposição defronte as residências, bem como a distância entre elas e a topografia do local utilizando, para isso, o software AUTOCAD, conforme as figuras 11,12 e 13.

Para a análise de perfil de uso de dispositivos de climatização e consumo de energia elétrica, um questionário foi aplicado em todas as residências avaliadas solicitando as seguintes informações:

- 1) Número de residentes;
- 2) Consumo de energia elétrica nos meses de janeiro, fevereiro, junho e julho de 2018;
- 3) Quantidade de dispositivos de ar-condicionado na residência;
- 4) Quantidade de dispositivos de ventilação na residência.

Os dados foram coletados com autorização prévia, através de carta - ofício fornecida pela Instituição.

3.3 Análise estatística

Em cada conjunto habitacional (CH) as medidas dos parâmetros ambientais foram registradas em três dias consecutivos, em três horários distintos (manhã, tarde e noite) e em duas épocas do ano (verão e inverno), totalizando 180 (cento e oitenta) amostras. Os dados coletados das residências são oriundos da iniciativa dos moradores no preenchimento do questionário fornecido pela pesquisadora, no qual o consumo de energia entre os meses de janeiro e fevereiro (verão) e junho e julho (inverno) de 2018 era um dos quesitos a serem preenchidos, quesitos esses que forneceram uma média de consumo para essas residências.

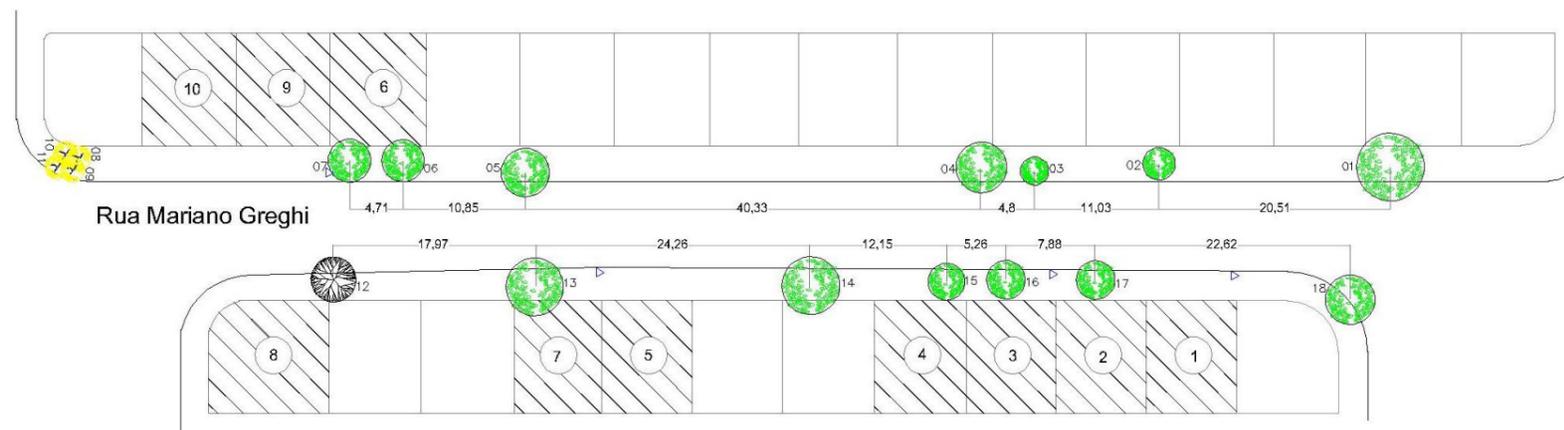
Os dados de variáveis ambientais nos diferentes horários, e a média de consumo de energia elétrica por residente em diferentes épocas do ano foram analisadas por meio de análise de variância (ANOVA, $p \leq 0,05$), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p = 0,05$). As características de arborização foram apresentadas conforme classes de altura das árvores e altura das copas.

Foram realizadas análises de correlação considerando consumo de energia *versus* temperatura, temperatura *versus* altura das árvores, temperatura *versus* largura da copa, bem como consumo de energia *versus* altura e diâmetro da copa. Três diferentes equações de regressão foram testadas: linear simples, exponencial e polinomial de segunda ordem, a escolha do modelo foi feita pelo maior valor do r^2 .

Diante da coleta de dados elaboramos primeiramente uma descrição topográfica dos bairros, com o intuito de verificar se o relevo poderia ser uma variável que tivesse influência sobre as características dos parâmetros ambientais avaliadas. Os mapas revelam que a topografia em todos os bairros é em aclive. A rua analisada no CH-JSR apresenta um desnível de 16m, enquanto, no CH-BV, é 10m e no CH-JDN é de 08m (Figuras 11,12 e 13 respectivamente).

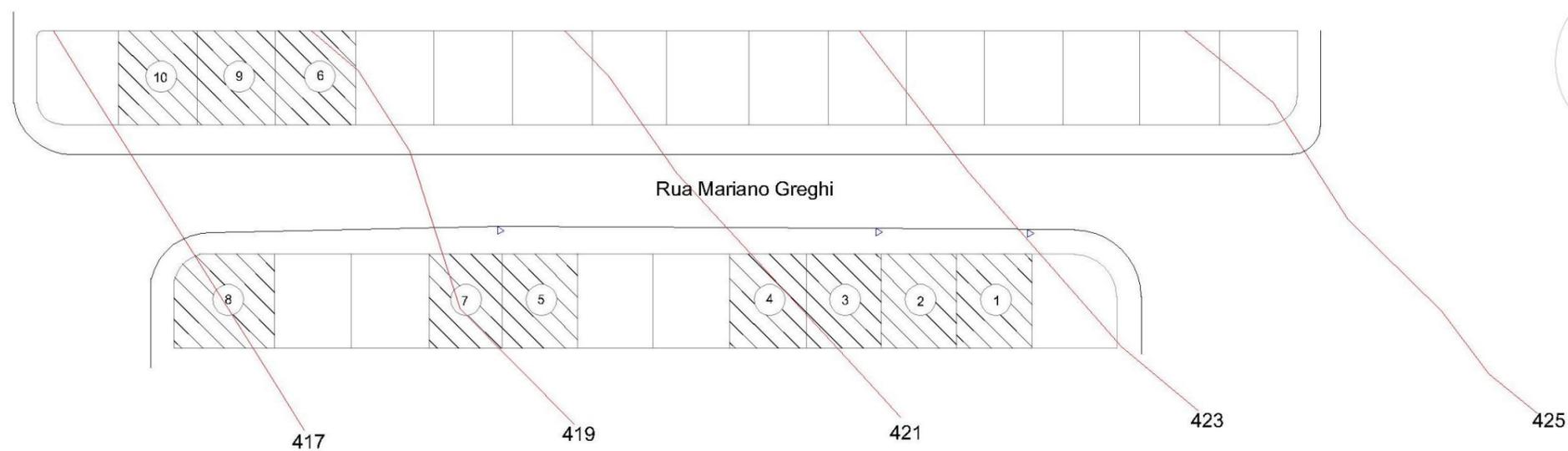
Figura 11 – Mapa de curva de nível e indivíduos arbóreos no conjunto habitacional José Souza Reis.

MAPEAMENTO ARBÓREO CH - JSR



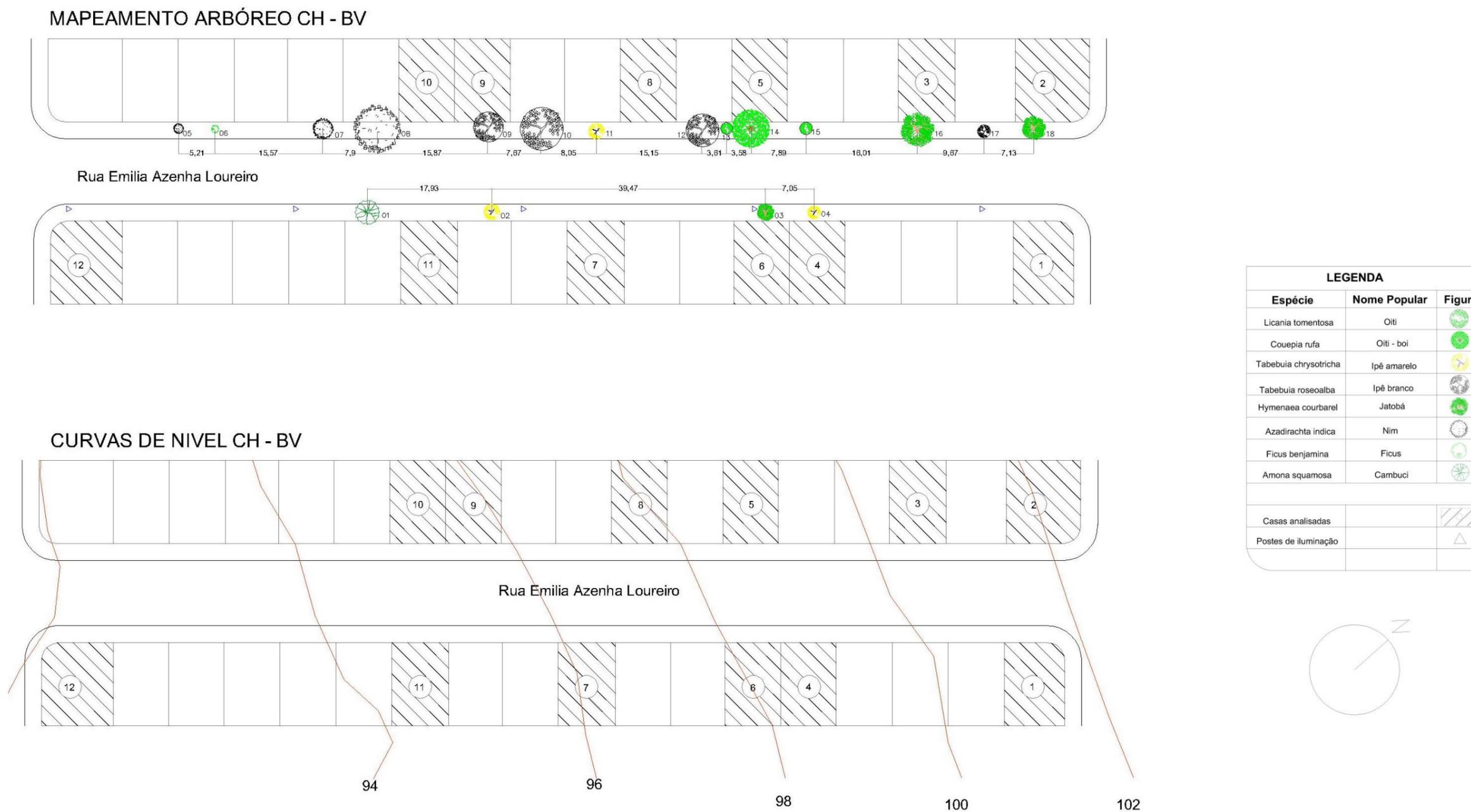
LEGENDA		
Espécie	Nome Popular	Figura
Licania tomentosa	Oiti	
Schinus molle	Aroeira salsa	
Tabebuia chrysotricha	Ipê amarelo	
Casas analisadas		
Postes de iluminação		

CURVAS DE NIVEL CH - JSR



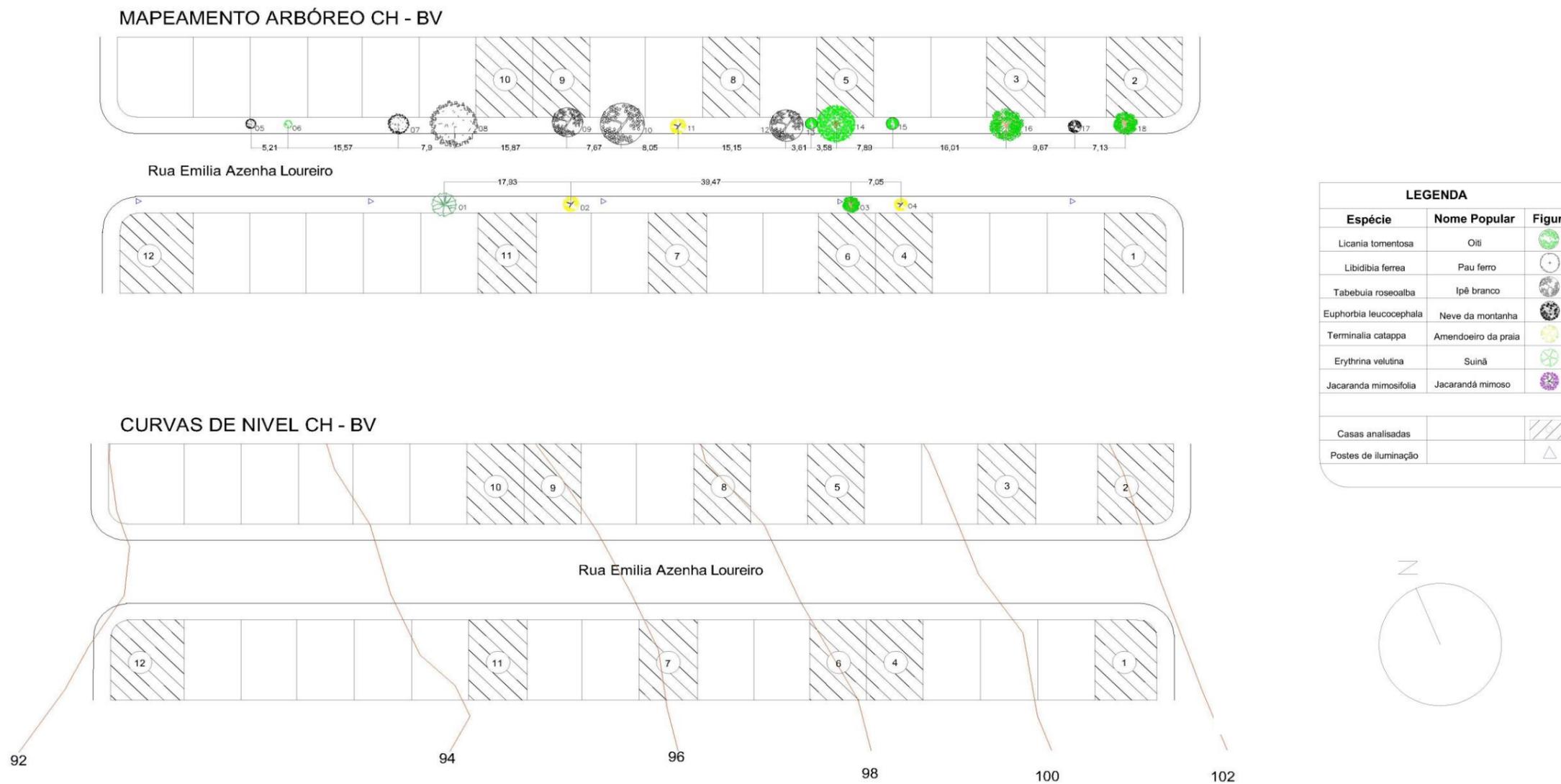
Fonte: Autora, 2018

Figura 12 – Mapa de curva de nível e indivíduos arbóreos no conjunto habitacional Bela Vista.



Fonte: Autora, 2018

Figura 13 – Mapa de curva de nível e indivíduos arbóreos no conjunto habitacional João Domingos Netto



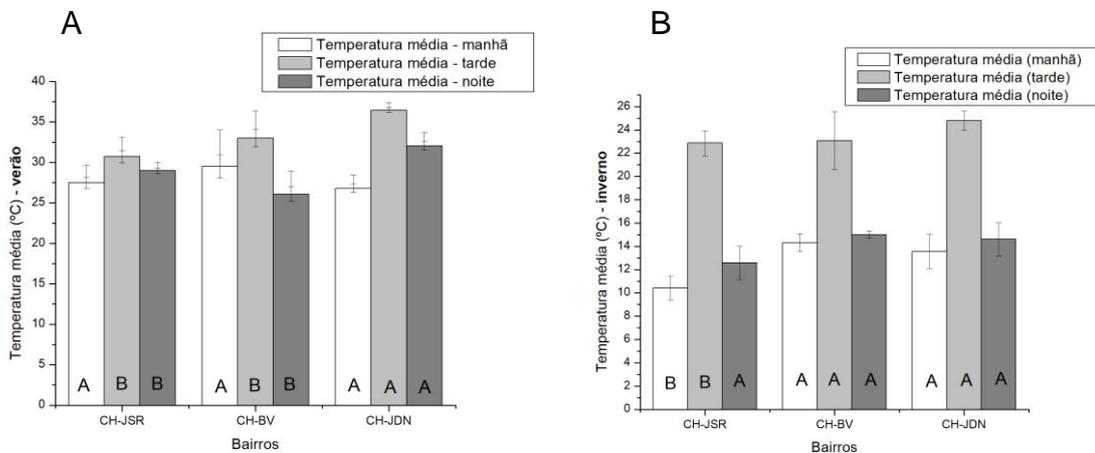
Fonte: Autora, 2018

4 RESULTADOS

Os resultados dos parâmetros ambientais coletados durante o verão (mês de janeiro e fevereiro de 2018) apontam que a temperatura do ar (T_a) no período da manhã não foi alterada de forma significativa entre os três bairros avaliados (Figura 14A). Contudo, no inverno, a T_a foi significativamente maior no CH-JDN e no CH-BV (Figura 14B) nesse mesmo horário do dia, com um aumento de 36% em comparação ao CH-JSR.

Durante o verão, a T_a nos períodos da tarde e noite foi menor nos CH-BV e CH-JSR em comparação à do CH-JDN (Figura 14A). Por outro lado, no inverno, as temperaturas mais baixas foram observadas no CH-JSR durante o horário da tarde, ao passo que, no horário noturno, as temperaturas não diferiram entre os bairros.

Figura 14 – Relação entre a Temperatura Média do Ar ($^{\circ}\text{C}$) nos Bairros CH-JSR, CH-BV e CH-JDN.



Fonte: Autora, 2018

Letras diferentes indicam diferença significativas entre os bairros ($p < 0,05$).

A- Referente as medições do período do verão

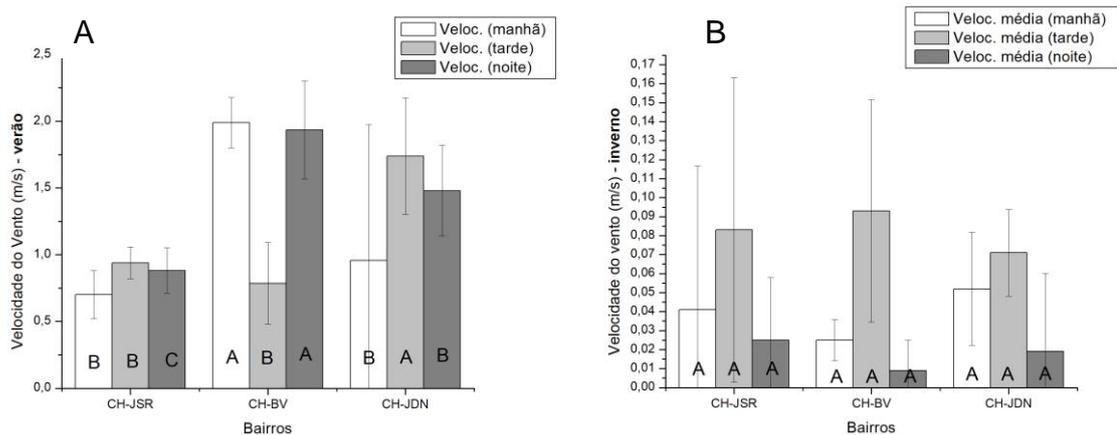
B- Referente as medições do período do inverno

A temperatura radiante média (T_{rm}) nos períodos da tarde e noite no verão foram significativamente menores nos bairros CH-BV e CH-JSR em comparação com a CH-JDN (Apêndice). No inverno, a T_{rm} no CH-JSR foi significativamente menor em relação à CH-BV e CH-JDN nos três horários avaliados. Além disso, foi observado que, durante o verão, a variação da T_{rm} entre CH-JDN

(mais quente) e CH-JSR (mais frio) no período da tarde foi de 5,74 °C, enquanto, durante o inverno, essa diferença foi de 1,93 °C.

A velocidade do vento variou de forma expressiva entre os bairros analisados (Figura 15). Durante o verão, foi observado que a velocidade do vento no período da manhã foi 65% menor no CH-JSR comparado com o CH-BV, embora não tenha diferido de forma significativa em comparação ao CH-JDN. No período da tarde, a velocidade do vento no CH-JSR e CH-BV foi significativamente menor quando comparado ao CH-JDN. Já, no período da noite, a velocidade do vento foi menor no CH-JSR, aumentando no CH-JDN e em seguida no CH-BV. No inverno os valores da velocidade do vento entre os bairros não apresentaram variações significativas ($p > 0.05$).

Figura 15 – Velocidade do Ar Média (m/s) nos Bairros CH-JSR, CH-BV e CH-JDN.



Fonte: Autora, 2018

Letras diferentes indicam diferença significativas entre os bairros ($p < 0,05$).

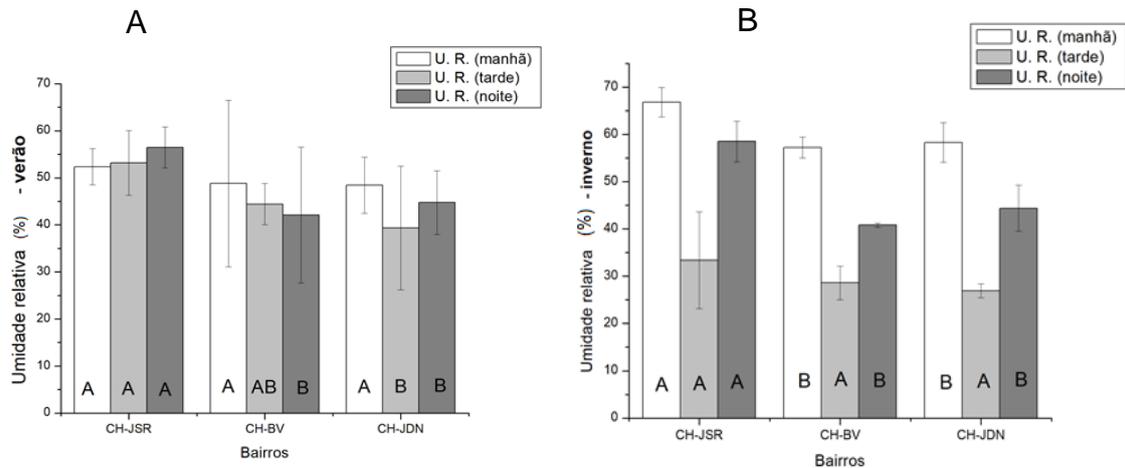
A- Referente as medições do período do verão

B- Referente as medições do período do inverno

A umidade relativa do ar (UR) no verão não foi alterada entre os bairros no período da manhã (Figura 16A). Contudo, esse parâmetro apresentou valores significativamente maiores no CH-JSR em comparação ao CH-JDN nos períodos da tarde e da noite.

Durante o inverno (Figura 16B), a umidade relativa do ar nos períodos da manhã e da noite foi significativamente maior no CH-JSR em relação aos outros dois bairros analisados, embora, no período da tarde, esse parâmetro não tenha variado de forma significativa.

Figura 16 – Umidade Relativa do Ar (%) do ar nos Bairros CH-JSR, CH-BV e CH-JDN



Fonte: Autora, 2018

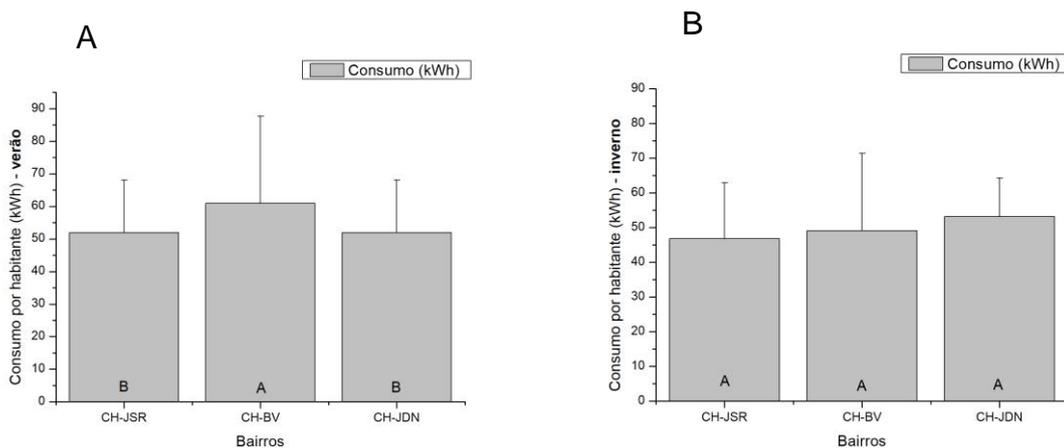
Letras diferentes indicam diferença significativas entre os bairros ($p < 0,05$).

A- Referente as medições do período do verão

B- Referente as medições do período do inverno

No verão, o consumo de energia elétrica por habitante no bairro CH-BV foi aproximadamente 25% maior em comparação ao CH-JSR e CH-JDN (figura 17). No inverno, a relação de consumo por habitante entre os bairros não apresentou alterações significativas.

Figura 17 – Consumo de energia elétrica por habitante (kWh hab^{-1}) nos Bairros CH-JSR, CH-BV e CH-JDN.



Fonte: Autora, 2018

Legenda: Letras diferentes indicam diferença significativas entre os bairros ($p < 0,05$).

A- Referente as medições do período do verão

B- Referente as medições do período do inverno

Com relação ao número de climatizadores (dispositivos de ar condicionado), foi observado que o CH-BV possui residências com o maior número de dispositivos de climatização, tanto no verão quanto no inverno (Tabela 01). Além disso, verificou-se que esse bairro apresentou o maior consumo de energia durante o verão em relação ao CH-JSR e ao CH-JDN. No inverno, houve um aumento do número de climatizadores de ar e moradores no CH-BV, enquanto o consumo de energia não foi variado entre os bairros analisados.

Tabela 01 – Consumo de energia e uso de dispositivos de climatização.

	p	Verão		
		CH-JSR	CH-BV	CH-JDN
Consumo de energia por habitante	0,0220	51,90^B ± 16,18	60,94^A ± 26,77	51,94^B ± 16,13
Número Moradores	0,9524	3,10 ^A ± 1,10	3,10 ^A ± 1,66	2,90 ^A ± 1,45
N.º de Climatizadores de Ar	0,0404	0,00^B	3,00^A ± 0,48	0,00^B
Número de Ventiladores	0,0520	2,20 ^A ± 0,42	1,80 ^B ± 0,63	1,60 ^B ± 0,70
	p	Inverno		
		CH-JSR	CH-BV	CH-JDN
Consumo de energia por habitante	0,9485	46,84 ^A ± 16,12	49,09 ^A ± 22,35	53,21 ^A ± 11,09
Número Moradores	0,7688	3,10 ^A ± 1,10	3,40 ^A ± 1,85	2,90 ^B ± 1,45
N.º de Climatizadores de Ar	0,0000	0,00 ^B	0,90^A ± 0,32	0,00 ^B
Número de Ventiladores	0,1127	2,20 ^A ± 0,42	2,00 ^A ± 0,82	1,60 ^B ± 0,70

Fonte: Autora, 2018

Legenda: Consumo de energia por habitante (kWh hab⁻¹); Número de Moradores; N.º de Climatizadores; Número de Ventiladores nos bairros CH-JSR, CH-BV e CH-JDN nos períodos de verão e inverno. Letras diferentes representam variação significativa entre os bairros (valores em negrito significam p < 0,05). Os valores de desvio padrão foram apresentados.

As análises de correlação linear entre o consumo de energia por habitante e a temperatura do ar, bem como com a umidade relativa do ar, não foram significativas nas duas estações do ano analisadas (verão e inverno) (Tabela 02).

Tabela 02 – Análise de correlação linear entre Consumo de energia por habitante (kWh hab⁻¹), variáveis ambientais (temperatura em °C e percentual de Umidade Relativa), nos bairros CH-JSR, CH-BV e CH-JDN nos períodos de verão e inverno.

Bairro	Período	Parâmetro	r	IC95%	p
CH-JSR	Verão	Temperatura	0,51	-0,17 a 0,86	0,13
		Umidade Relativa	0,29	-0,78 a 0,41	0,41
	Inverno	Temperatura	-0,00	-0,63 a 0,63	0,99
		Umidade Relativa	0,21	-0,48 a 0,74	0,55
CH-BV	Verão	Temperatura	-0,32	-0,79 a -0,38	0,36
		Umidade Relativa	0,01	-0,62 a 0,63	0,97
	Inverno	Temp.	-0,30	-0,78 a 0,40	0,39
		UR	0,06	-0,59 a 0,66	0,86
CH-JDN	Verão	Temperatura	0,46	-0,23a 0,85	0,17
		Umidade Relativa	0,16	-0,52a -0,72	0,65
	Inverno	Temperatura	0,10	-0,56a 0,69	0,77
		Umidade Relativa	-0,20	-0,74 a 0,49	0,58

Fonte: Autora, 2018

CH-JSR = Conjunto Habitacional José Souza Reis; CH-BV= Conjunto Habitacional Bela Vista I"; CH-JDN = Conjunto Habitacional João Domingos Neto; r = coeficiente de correlação linear de Pearson; IC95% = Limites do intervalo de confiança para r; p = significância do teste para hipótese de que r difere estatisticamente de zero.

As análises de correlação de Serman entre o consumo de energia elétrica por habitante e as características da arborização (altura e largura da copa) não foram significativos nos três conjuntos habitacionais avaliados (Tabela 03).

Tabela 03 – Análise de correlação de Spearman entre o consumo de energia por habitante (kWh hab⁻¹) e características das árvores (altura e largura em metros) nos bairros CH-JSR, CH-BV e CH-JDN nos períodos de verão e inverno.

Bairro	Período	Parâmetro	rho	IC95%	p
CH-JSR	Verão	Altura	-0,43	-0,86 a 0,26	0,217
		Largura	-0,42	-0,89 a 0,33	0,228
	Inverno	Altura	-0,53	-0,81 a 0,08	0,116
		Largura	-0,47	-0,89 a 0,21	0,165
CH-BV	Verão	Altura	-0,28	-0,83 a 0,46	0,430
		Largura	-0,28	-0,83 a 0,044	0,430
	Inverno	Altura	-0,03	-0,69 a 0,61	0,931
		Largura	-0,03	-0,69 a 0,66	0,931
CH-JDN	Verão	Altura	-0,39	-0,85 a 0,54	0,259
		Largura	-0,25	-0,88 a 0,66	0,475
	Inverno	Altura	-0,61	-0,91 a 0,03	0,058
		Largura	-0,48	-0,88 a 0,23	0,161

Fonte: Autora, 2018

Legenda: CH-JSR = Conjunto Habitacional José Souza Reis; CH-BV= Conjunto Habitacional Bela Vista I^o; CH-JDN = Conjunto Habitacional João Domingos Neto; Altura = altura da copa das árvores; Largura= Largura da copa das árvores; rho = coeficiente de correlação de Spearman; IC95% = Limites do intervalo de confiança para rho; p = significância do teste para hipótese de que rho difere estatisticamente de zero.

Na análise de índice de diversidade (Tabela 04) verificou-se que os bairros com maior taxa de riqueza de espécies são os CH-JDN e o CH-BV. O CH-JSR apresenta a mesma quantidade de indivíduos arbóreos que o CH-BV, mas foi o bairro que apresentou menor taxa de riqueza. Considerando o índice de Shannon-Wiener (H), o CH-BV foi aquele que apresentou maior índice de diversidade de espécies arbóreas.

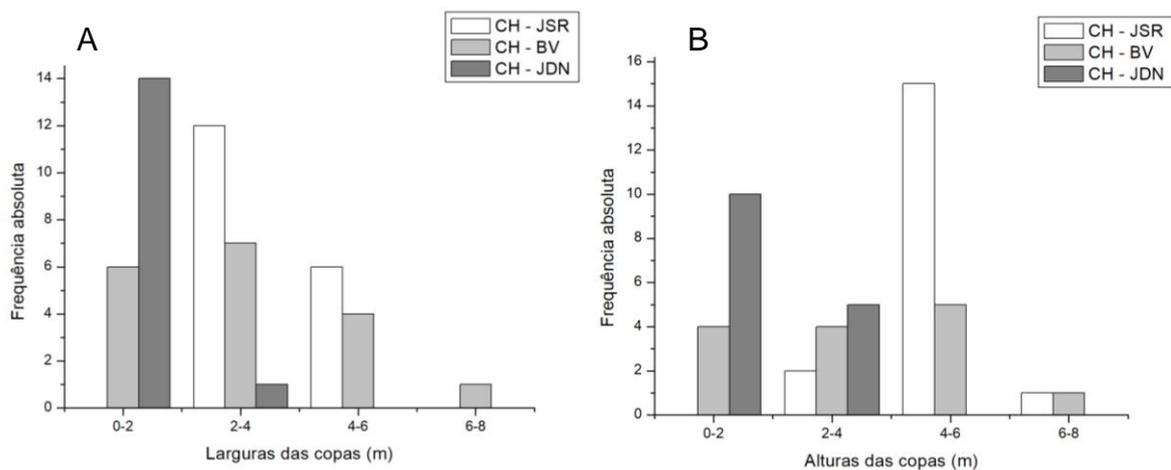
Tabela 04 – Índice de diversidade de espécies arbóreas nos bairros CH-JSR, CH-BV e CH-JDN.

	CH-JSR	CH-BV	CH-JDN
Número de indivíduos	18	18	15
Taxa de riqueza (S)	3	8	7
Shannon – wiener (H)	0.73	1.95	1.71

Fonte: Autora, 2018

Considerando as características da arborização (Figura 18), foi observado que, no CH-JSR, 100% das árvores apresentavam copas de 2 a 6m de diâmetro, e 94% apresentavam altura de 2 a 6m. No CH-BV, 33% das árvores apresentam copa com diâmetros igual ou menor que 2m e 18% com altura igual ou menor que 2m, enquanto que aproximadamente 63% dos indivíduos são de altura e largura de copa entre 2 e 6m. No CH-JDN, 93% das árvores apresentam largura de copa de até 2m e 66% apresentam altura de até 2m.

Figura 18 - Frequência absoluta de indivíduos arbóreos conforme classe de largura (A) e altura (B) das copas nos Conjuntos Habitacionais analisados.



Fonte: Autora, 2018

- A- Referente as medições do período do verão
- B- Referente as medições do período do inverno

O consumo de energia elétrica por habitante no CH-JSR apresentou uma correlação positiva com o aumento da temperatura do ar, conforme observado na análise de regressão polinomial de segunda ordem ($r^2 = 0,62$ e $p = 0,04$) (tabela 05). Ainda no CH-JSR, foi observado que a temperatura do ar mostrou uma correlação negativa com a largura da copa segundo o modelo exponencial, indicando que, quanto menor a largura da copa, maior foi a temperatura do ar. Também ali (CH-JSR), a temperatura do ar apresentou correlação negativa com a altura da árvore ($r^2 = 0,55$, $p = 0,01$), apontando que, quanto menor a altura da copa, maior será temperatura do ar.

Nos bairros CH-BV e CH-JDN não foram obtidos valores significativos nas análises de regressão das variáveis de consumo de energia elétrica por habitante e temperatura do ar com as características de arborização.

Tabela 05 – Valores da relação entre os parâmetros de consumo de energia elétrica, temperatura do ar, altura e largura da copa das arvores no verão.

Relação	Equação	CH-JRS			CH-BV			CH-JDN		
		r^2	p	β	r^2	p	β	r^2	p	β
Tar x ConE	Linear	0.26	0.13	4.67	0.11	0.36	-7.00	0.22	0.18	19.33
	Expon.	0.21	0.19	0.07	0.12	0.33	-0.07	0.14	0.29	0.33
	Polin.	0.62	0.04	5.62	0.11	0.91	0.82	0.40	0.07	8.62
Tar x LC	Linear	0.47	0.03	-0.47	0.08	0.41	-0.46	0.02	0.71	-0.04
	Expon.	0.47	0.03	-0.02	0.08	0.41	-0.01	0.02	0.71	-0.00
	Polin.	0.51	0.08	0.06	0.09	0.71	-0.07	0.08	0.75	-0.08
Tar x AI	Linear	0.55	0.01	-0.56	0.08	0.43	-0.42	0.02	0.66	-0.04
	Expon.	0.54	0.01	-0.02	0.08	0.43	-0.01	0.02	0.66	-0.00
	Polin.	0.54	0.06	-0.08	0.08	0.74	-0.03	0.09	0.70	-0.06
ConE x LC	Linear	0.13	0.31	-2.24	0.04	0.58	-6.87	0.04	0.57	-2.53
	Expon.	0.12	0.32	-0.04	0.09	0.39	-0.09	0.12	0.33	-0.10
	Polin.	0.38	0.14	1.26	0.10	0.53	-5.63	0.26	0.87	0.55
ConE x AI	Linear	0.29	0.11	-3.76	0.03	0.66	-5.09	0.06	0.50	-2.62
	Expon.	0.30	0.10	-0.07	0.07	0.46	-0.07	0.14	0.29	-0.09
	Polin.	0.29	1.00	-0.02	0.09	0.51	-4.93	0.28	0.90	0.28

Fonte: Autora, 2018

Legenda: Valores da relação entre os parâmetros de consumo de energia elétrica (ConE), temperatura do ar (Tar), largura da copa (LC) e altura da árvore (AI) usando os modelos de regressão linear, exponencial (expon.) e polinomial (polin.) de segunda ordem. (valores em negrito onde $p < 0,05$)

No período do inverno, ao analisar as correlações dos parâmetros de consumo de energia elétrica por habitante e temperatura do ar com as características

de arborização, não foram encontradas relações significativas conforme os modelos analisados (Tabela 06).

Tabela 06 – Valores da relação entre os parâmetros de consumo de energia elétrica, temperatura do ar, altura e largura da copa das árvores no inverno.

Relação	Equação	CH-JRS			CH-BV			CH-JDN		
		r ²	p	β	r ²	p	β	r ²	p	β
Tar x ConE	Linear	0.00	1.00	-0.09	0.09	0.40	-6.02	0.01	0.78	1.22
	Expon.	0.00	0.92	0.02	0.15	0.27	-0.13	0.01	0.81	0.02
	Polin.	0.04	0.58	-6.56	0.20	0.35	-4.71	0.40	0.07	8.62
Tar x LC	Linear	0.36	0.07	-0.14	0.12	0.32	-0.23	0.02	0.72	-0.09
	Expon.	0.37	0.06	-0.01	0.13	0.29	-0.01	0.02	0.73	-0.00
	Polin.	0.42	0.15	-0.02	0.22	0.43	-0.13	0.33	0.25	0.46
Tar x AI	Linear	0.17	0.23	-0.11	0.13	0.31	-0.21	0.00	0.79	-0.06
	Expon.	0.17	0.23	-0.01	0.14	0.28	-0.01	0.01	0.80	-0.00
	Polin.	0.17	0.51	0.02	0.24	0.38	-0.12	0.35	0.22	0.33
ConE x LC	Linear	0.30	0.10	-3.37	0.00	0.86	-0.80	0.26	0.13	-4.70
	Expon.	0.32	0.09	-0.07	0.00	0.93	-0.01	0.27	0.13	-0.09
	Polin.	0.30	0.83	-0.18	0.04	0.62	-1.69	0.26	0.87	0.55
ConE x AI	Linear	0.23	0.16	-3.30	0.00	0.95	-0.27	0.28	0.11	-4.25
	Expon.	0.22	0.17	-0.07	0.00	1.00	0.00	0.30	0.11	-0.08
	Polin.	0.24	0.75	-0.98	0.04	0.61	-1.46	0.28	0.90	0.28

Fonte: Autora, 2018

Legenda: Valores da relação entre os parâmetros de consumo de energia elétrica (ConE), temperatura do ar (Tar), largura da copa (LC) e altura da árvore (AI) usando os modelos de regressão linear, exponencial (expon.) e polinomial (polin.) de segunda ordem.

5 DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo mostraram que bairros com diferentes padrões de arborização urbana (classes de altura de árvore e diâmetro de copa) influenciaram nos parâmetros ambientais. A relação entre as características de arborização e a temperatura do ar nos bairros analisados indicou que a arborização gerou um microclima no local, assim como já observada por Satler (1992), reduzindo as temperaturas no verão e funcionando como termorregulador no inverno. Áreas com alta densidade vegetal geralmente não apresentam grandes variações diurnas comparadas às áreas desprovidas de vegetação, essas últimas tornando-se quentes de dia e frias à noite (SATTLER, 1992). O bairro CH-JDN tem aproximadamente 03 (três) anos idade consolidada. Sua arborização é relativamente jovem, com arvoredo não ultrapassando os 2,70m de altura e as copas apresentando no máximo 2,00m de largura. Foram inventariados 15 (quinze) indivíduos distribuídos entre 07 (sete) espécies de árvores diferentes. Assim, a alta variação de temperatura e umidade do ar ao longo do dia durante o verão observada neste bairro, ocorreu em reposta a uma menor cobertura arbórea, quando comparada aos outros bairros. O CH-JSR, que apresentou indivíduos arbóreos de maiores dimensões, foi o bairro com menores variações de temperatura, velocidade do ar e umidade relativa durante o verão, indicando um efeito de termorregulação proporcionada pela arborização.

Dentro das espécies inventariadas no CH-JSR, 83% dos indivíduos correspondem à espécie *Licania tomentosa* (Oiti). A *L. tomentosa* é uma espécie arbórea nativa da mata atlântica, que pode alcançar entre 8,00m a 15,00m de altura. Sua copa é globulosa e é reconhecida por proporcionar um farto sombreamento (RIZZINI; MORS, 1995). Além disso, foram observados nestes bairros indivíduos da espécie *Tabebuia chrysotricha* (Ipê Amarelo) e *Schinus molle* (Aroeira salsa). A *T. chrysotricha* tem altura entre 5,00m a 25,00m, com tronco cilíndrico-reto podendo medir 0,20m a 0,90m de diâmetro e a copa entre 3,00m e 8,00m de diâmetro. A *S. molle* tem altura entre 8,00m e 20,00m com copa globosa, densa, perenifólia, com folhas compostas, pinatífidas. A taxa de crescimento da *S. molle* é relativamente rápida, em média 1,00 m de altura por ano e espessura do tronco de 0,30m – 0,80m de diâmetro por ano (LORENZI, 2002). Dessa forma, as características espécie-específicas das árvores no CH-JSR, que indicam grandes dimensões, podem ter contribuído com a manutenção do conforto térmico ali.

Peixoto *et al.*, (1995) discute sobre a importância de características peculiares das espécies usadas na arborização urbana. Considerando a influência da diversidade arbórea, supõe-se que as copas dos indivíduos apresentem diferentes tamanhos e densidades foliares, e alterações morfológicas e fisiológicas dependendo das suas características sazonais e fenológicas. As variações sazonais e fenológicas das espécies apresentam uma alta sensibilidade em determinados períodos do ano, influenciando nos ciclos reprodutivos e vegetativos de cada espécie (FAJARDO; SIEFERT, 2016). Essas características são essenciais para a interceptação de luz e calor pelas folhagens, e podem interferir diretamente sobre o conforto térmico. Além disso, deve-se considerar os atributos peculiares de cada espécie arbórea. Entre esses atributos, são incluídos a forma da espécie, o tamanho e a espessura das folhas ou a presença de pelos cuticulares e a espessura do mesofilo, que interferem na quantidade e qualidade de luz interceptada (TAIZ; ZEIGER, 2004; LIMA *et al.*, 2006). O mesmo pode ser dito do caule (diâmetro, cor, rugosidade e altura) ou dos elementos de reprodução (cor, tamanho, forma e disposição de flores, frutos e sementes). Essas características fisiológicas e morfoanatômicas dos indivíduos arbóreos podem apresentar um importante papel no controle termorregulador de centros urbanos (ABREU, 2008).

Nossos resultados indicaram que, embora o CH-JSR não tenha apresentado um alto índice de diversidade, as características de forma da arborização foram fundamentais para a manutenção do conforto térmico. Assim, o tamanho das árvores nesse bairro pode ter sido fator determinante para a diminuição da temperatura média e o aumento da umidade relativa em relação aos outros Conjuntos Habitacionais (CH-BV e CH-JDN). A influência do tamanho das árvores (diâmetro de copa, largura e altura da copa) sobre o microclima em áreas urbanas já foi documentado em estudos anteriores (HUANG *et al.*, 1987; SIMPSON *et al.*, 1996; MILLWARD *et al.*, 2011).

O efeito de resfriamento na temperatura do ar proporcionado pela arborização urbana já foi documentado como sendo limitada em experimentos realizados em campo (SHASHUA-BAR; HOFFMAN, 2004) e em estudos usando simulações (ALI-TOUDERT; MAYER, 2005; ALI-TOUDERT; MAYER, 2007; CHATZIDIMITRIOU *et al.*, 2005). Segundo Spangenberg *et al.* (2008), a limitação do efeito de resfriamento pode ocorrer devido à evapotranspiração, que é altamente dependente da umidade do solo. Em áreas urbanas, é comum observar uma alta

pavimentação em locais onde o solo é mais seco e/ou a precipitação é baixa. Nesses casos, a presença de arborização para o resfriamento da evapotranspiração pode ser ineficiente (OKE, 1989).

O conforto térmico pode ser influenciado não apenas pela magnitude da radiação do meio ambiente, mas também pelas variações no corpo radiante. Essa assimetria do campo radiante é altamente dependente do contexto, mas a variação da temperatura da superfície na ordem de alguns graus pode levar ao desconforto (GOULDING *et al.*, 1992), já que a temperatura média radiante é o fluxo de radiação de ondas curtas e longas que atingem o corpo humano (KANTOR; HUNGER, 2011). Sendo assim, o ambiente radiante tem um impacto significativo no conforto térmico, modificando a troca de calor entre a pessoa e o meio ambiente. No ambiente externo, a transferência de energia radiante (perda ou ganho de calor por radiação térmica) é o fluxo de calor mais importante para o equilíbrio de calor humano, principalmente em condições de sol. A temperatura radiante média, T_{rm} (°C), foi introduzida para parametrizar os efeitos do ambiente radiante complexo (contendo vários fluxos de radiação de ondas longas e curtas) em um índice de dimensão de temperatura. Os fluxos de radiação variam consideravelmente em espaços abertos com vegetação em comparação com situações internas. Já, em condições de sol, a temperatura pode ser de até 30 °C acima da temperatura do ar, enquanto, no interior, são aproximadamente iguais (KANTOR; HUNGER, 2011).

Os resultados apresentados neste trabalho indicaram que a variação da temperatura média radiante entre os bairros analisados neste estudo foi semelhante à variação da temperatura do ar no verão (tabelas 05 e 06). Por outro lado, durante o inverno, a temperatura média radiante no CH-JSR foi menor à noite, quando comparada com os outros bairros, embora a temperatura do ar não tenha variado durante o período desta análise. Esses dados indicam que, em comparação com o CH-BV e o CH-JDN, a arborização presente no CH-JSR diminuiu a temperatura média radiante, mesmo não havendo redução da temperatura do ar. A redução na velocidade do vento, observada no CH-JSR, indica um papel de “corta vento” como já observado por Tudini (2006), servindo como uma barreira mecânica para o deslocamento do ar.

A efetividade da vegetação como corta vento foi destacada por Lechner (1990) em três situações: ao redirecionar o ar para as áreas superiores (copa), ao criar turbulências e, por último, ao absorver a energia do ar por atrito. Todos esses efeitos variam de acordo com a altura e densidade da copa das árvores. Nossos resultados

mostraram que a velocidade do vento no CH-BV pode ter sido influenciada pelos diferentes tamanhos das árvores e larguras de copa, mas que o deslocamento do ar também pode ser alterado de acordo com o horário do dia. Esses resultados indicam que outras variáveis ambientais estão influenciando o deslocamento do ar no CH-BV além da arborização como, por exemplo, a topografia acentuada com acríve de 10,00m. A conformação do desenho das ruas também pode ter influenciado na direção dos ventos e redução de sua velocidade. O CH-BV é o único bairro que possui em suas duas extremidades áreas não edificadas, canalizando e intensificando a ação do vento. Amorim (2012) relata que as diferentes formas de uso e ocupação do solo, associados às características do relevo, provocam mudanças na qualidade ambiental, que se materializam de diversas maneiras e uma dessas diz respeito à atmosfera urbana, tais como aumento da velocidade do vento. Outra razão para as variações na velocidade do vento pode ser a disposição dos indivíduos arbóreos nos espaços abertos (WATANABE *et al.*, 2006). Além disso, Vogt *et al.* (2003) constataram que o efeito de “corta vento” proporcionado pela vegetação (TUDINI, 2006) é somente parcial, pois, quando a velocidade do vento é baixa, as correntes de ar penetram pelas copas das árvores. Por outro lado, quando a velocidade do vento é alta, o fluxo de ar tende a circundar envolta das copas podendo criar um efeito estufa, que aumenta a temperatura do ambiente.

Ademais, as árvores contribuem significativamente para a refrigeração de cidades ao fornecerem proteção solar às casas individuais, enquanto a evapotranspiração pode reduzir as temperaturas urbanas. Da mesma forma, absorvem o som e absorvem a água das chuvas, filtram poluentes, reduzem a velocidade do ar e estabilizam o solo ao impedir erosão (ABREU, 2008). Santamouris e Asimakopoulos (2001) apresentam que os espaços verdes nas áreas urbanas previnem os efeitos da impermeabilização do solo, erosão, redução da velocidade do vento, filtragem da poluição do ar, minimizando a temperatura urbana e aumentando a umidade do ar, através da evapotranspiração. Os autores, afirmam que a evapotranspiração em áreas urbanas, contribui para temperaturas mais amenas, criando espaço chamado de “fenômeno do oásis”.

A presença da vegetação contribui para a conservação da umidade no solo e no microclima (ABREU, 2008). Segundo Llandert (1982), a evaporação sob a copa das árvores pode ser até dez vezes maior do que em campo aberto. Através da regulação higrométrica – emissão de vapor da água através das superfícies foliares –

, a vegetação é capaz de combater a aridez do clima urbano. Diversos estudos relatam o aumento da umidade das áreas vegetadas em relação às não vegetadas (FONTES; DELBIN, 2001; LIMA; ROMERO, 2005). Cantuarria (2000) observou que, ao triplicar o número de indivíduos arbóreos, houve um aumento de 5% na umidade relativa, sendo que a temperatura do ar não se reduziu na mesma proporção. Pela regulação higrométrica, emissão de vapor de água através das superfícies foliares, a inserção de vegetação nos grandes centros urbanos é capaz de combater a aridez do seu clima. Esse fenômeno ocorre de duas maneiras: evaporação física direta das chuvas, e a evapotranspiração, definido como a perda natural de água do solo vegetado para a atmosfera através da ação conjunta da evaporação e da transpiração pela planta (DE CAMARGO; DE CAMARGO, 2000). Nosso estudo demonstrou que o bairro com maior cobertura arbórea (CH-JSR – Figura 18) obteve os maiores níveis de umidade relativa do ar em ambas as estações do ano analisadas (verão e inverno), indicando a participação da arborização para a manutenção da umidade do ar.

A influência da arborização urbana sobre o clima e, conseqüentemente, sobre o consumo de energia de edificações, já foi documentado em outros estudos (SIMPSON; MCPHERSON, 1997; MCPHERSON, 2003; PANDIT; LABAND; 2010;). Nossos resultados indicaram que, durante o período do verão, somente no CH-JSR foi observada uma relação entre a arborização e o consumo de energia, e que essa relação foi indireta. A arborização apresentou uma relação significativa com a temperatura média do ar, que, por sua vez, influenciou no consumo de energia elétrica. Rudie e Dewers (1984) reforçam que o uso de arborização é uma opção de ar-condicionado natural fornecido pelo sombreamento. As árvores projetam sombra nas casas e prédios, diminuindo as temperaturas internas e reduzindo a demanda de energia para resfriar esses edifícios durante os períodos quentes do ano. A economia pode ser considerável pois o uso de eletricidade para resfriamento de casas nos meses de verão é especialmente caro para quem vive em climas quentes, pois a energia usada para ar condicionado compõe uma grande fração do pico de energia elétrica durante o verão.

Por outro lado, não foi observada uma relação entre a energia elétrica e a temperatura do ar nos bairros CH-BV e CH-JDN em ambas as estações (verão e inverno). A falta de relação entre a arborização, temperatura do ar e o consumo de energia no CH-BV pode ter ocorrido em consequência da menor dimensão das árvores neste bairro. Além disso, outras variáveis que não foram consideradas neste

estudo podem ter influenciado o consumo de energia elétrica, como por exemplo, o grau de crescimento econômico da população, a temperatura interna da residência, a orientação da fachada das casas, entre outros, assim como previsto por Shiu e Lam (2004).

Em nosso estudo, as residências do CH-BV apresentaram uma maior quantidade de climatizadores, embora tenham mostrado um nível intermediário de dimensão das árvores dentre os conjuntos habitacionais analisados (Figura 18). A quantidade desses aparelhos corrobora para o aumento do consumo de energia elétrica por habitante. De acordo com INMETRO (2018), um ventilador consome em média 4,85kWh mensalmente, enquanto um aparelho de ar condicionado de 9000BTU consome 181,60kWh. Por outro lado, no período de inverno, o consumo de energia não foi maior neste bairro, indicando uma redução no uso destes equipamentos em épocas do ano em que as temperaturas são mais amenas.

A arborização nas ruas impede a incidência direta dos raios solares na parede frontal da casa. A diminuição da interceptação solar diminui a temperatura do ar no interior da casa, o que, por sua vez, diminui o tempo de uso dos aparelhos elétricos usados para amenizar o calor (ar condicionado e ventilador). O consumo de água gelada para beber também é diminuído, conseqüentemente a frequência com que o refrigerador é aberto diminui, e a abertura frequente do refrigerador é conhedidamente um forte fator de aumento do consumo energia elétrica (LUNGREN *et al.*, 2013).

Xavier (2008) e Macedo (2015) relatam que em habitações populares nas quais há uma falta de planejamento, é comum não se analisar o local onde a obra será implantada, esquecendo-se dos fatores climáticos locais e, conseqüentemente, elevando o uso de dispositivos climatizadores. Oliveira (1988) relata que, para uma melhor análise específica das características de um local em relação às medições climatológicas, deveríamos ter dados também sobre conformação espacial, rugosidade, porosidade, uso e ocupação do solo, orientação, textura, propriedades físicas dos materiais, cor e vegetação, que são fundamentais para um planejamento de conforto térmico satisfatório (ABREU, 2008). Ao mitigar a elevação da temperatura das superfícies construídas, a vegetação urbana pode minimizar o aquecimento urbano climático, diminuir o desconforto dos moradores da cidade e, portanto, diminuir a demanda por ar condicionado interno caro e com uso intensivo de energia (AKBARI *et al.* 2001; MCPHERSON, 1998). Dessa forma, o desenvolvimento de novas

estratégias de planejamento urbano é necessário para promover o crescimento das áreas urbanas de maneira sustentável e a requalificação do microclima urbano.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Visto que as árvores se comportam de maneiras distintas no microclima urbano, a quantificação dos benefícios de diferentes espécies arbóreas para os parâmetros ambientais com relação as suas disposições no ambiente construído é uma importante informação para o planejamento. Essas informações poderão fornecer subsídios para o desenvolvimento de novos projetos de desenvolvimento urbano e de arquitetura com poucos gastos e grandes benefícios.

Os resultados desta dissertação reforçam a importância da vegetação para a melhoria da qualidade ambiental dos aglomerados humanos, devendo ser uma preocupação dos gestores públicos e técnicos de projetos urbanísticos. Portanto, esses resultados poderão contribuir com a elaboração de planos que promovam a conservação, quando possível, da vegetação existente e de projetos voltados para a implantação de espaços livres com mais áreas verdes e para a arborização de ruas e avenidas. Os planos diretores de urbanização deveriam obrigatoriamente prever um capítulo sobre a arborização urbana, pois o planejamento de espécies e plantio adequado das árvores nas cidades poderia reduzir a poda irregular, a destruição das calçadas e ajudaria na manutenção do microclima urbano.

Além disso, sugerimos a realização de novas pesquisas incluindo o uso detalhado dos dispositivos de refrigeração, tais como horário do dia e tempo de uso. Também, avaliar a temperatura de superfície do muro na porção frontal da residência, ou ainda uma possível relação entre a coloração da tinta utilizada na pintura dos muros e paredes da residência com essa temperatura supracitada, considerando que o tipo de tinta e pigmentação utilizada podem influenciar na troca de calor e conseqüentemente no conforto térmico.

7 CONCLUSÕES

Este estudo teve como objetivo avaliar os parâmetros ambientais nos bairros com diferentes características de arborização, e verificar se a arborização, bem como sua diversidade, pode influenciar no consumo de energia elétrica. Os resultados deste estudo indicaram que a presença de arborização interferiu sobre o conforto térmico das edificações. A dimensão das árvores apresentou correlação significativa com a temperatura do ar, embora a diversidade de espécies não tenha sido fator determinante para esta relação. Além disso, os dados indicaram que o consumo de energia elétrica foi influenciado pela temperatura do ar, e a temperatura do ar foi reduzida pela arborização, indicando que, de forma indireta, as árvores alteraram o consumo de energia elétrica dos moradores do CH-JSR. Por outro lado, não foram observados esses mesmos efeitos nos outros dois bairros; o CH-BV, que apresentava dimensões arbóreas medianas e o CH-JDN, com arborização de dimensões reduzidas, indicam o impacto da falta de arborização para o conforto térmico.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15220-2 – Desempenho Térmico de Edificações – Parte 02: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificação.** Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ABREU, L. V.; **Avaliação da escala de influência da vegetação no microclima por diferentes espécies arbóreas.** Campinas, SP, 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2008.

AKBARI, H., POMERANTZ, M., TAHA, H. Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. **Solar Energy**, Tampa, v.70, n.3, 295–310, 2001.

AKBARI, H.; TAHA, H. The impact of trees and white surfaces on residential heating and cooling energy use in four Canadian cities. **Energy**, v.17, n. 2, p.141-149, fev. 1992. Elsevier BV. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0360544292900636?via%3Dihub>. Acesso em 10 ago. 2017: DOI:10.1016/0360-5442(92)90063-6.

ALI-TOUDERT, F.; MAYER, H. Thermal comfort in urban streets with trees under hot summer conditions. *In*: PLEA 2005 – Passive and Low Energy Architecture, 1., 2005, Beirut. **Proceedings** [...]. Beirut: PLEA International, 2005, p. 699-704.

ALI-TOUDERT, F.; MAYER, H. Effects of asymmetry, galleries, overhanging façades and vegetation on thermal comfort in urban street canyons. **Solar Energy**, Tampa, v.81, p.742-754, 2007.

ALVES, A. F. M.; PEDRINI, A.; LIMA, G. L. Eficiência energética de edificações na zona bioclimática 08: diretrizes de projeto a partir do método prescritivo do RTQ-R. *In*: ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 14., 2012, Juiz de Fora. **Anais** [...] Juiz de Fora, 2012.

AMORIM, M. C. C. T. **O clima urbano de Presidente Prudente/SP.** São Paulo, 2000. 374p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

AMORIM, M. C. C. T. A. Produção do Clima Urbano em Ambiente Tropical: O Exemplo de Presidente Prudente/SP. **Revista Geonorte**, São Paulo, v.2, n.5, p.52–64, 2012.

ASSIS, E. S. A abordagem do clima urbano e aplicações no planejamento da cidade: reflexões sobre uma trajetória. *In*: ENCONTRO NACIONAL, 8., ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4.. 2005, Maceió. **Anais** [...]. Maceió: ANTAC, 2005. 10p.

BALBIM, R.; KRAUSE, C. Produção social da moradia: um olhar sobre o planejamento da Habitação de Interesse Social no Brasil. **Revista Brasileira de**

Estudos Urbanos e Regionais, v.16, n.1, p.189, maio 2014. Disponível em: <http://rbeur.anpur.org.br/rbeur/article/view/4905>. Acesso em: 11 dez. 2018. DOI: 10.22296/2317-1529.2014v16n1p189.

BALLINAS, M.; BARRADAS, V. L. Transpiration and stomatal conductance as potential mechanisms to mitigate the heat load in Mexico City. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 20, p.152-159, dez. 2016. Elsevier BV. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866716303478?via%3Dihub>. Acesso em 04. jan. 2019: .DOI:10.1016/j.ufug.2016.08.004.

BALK, D. *et al.* **Mapping global urban and rural population distributions: Estimates of future global population distribution to 2015.** 2005. Disponível em: <https://www.foresightfordevelopment.org/sobipro/54/424-mapping-global-urban-and-rural-population-distributions-estimates-of-future-global-population-distribution-to-2015>. Acesso em: 05 ago. 2017.

BARTHOLOMEI BUENO, C. L. **A Influência da Vegetação no Conforto Térmico Urbano e no Ambiente Construído.** 2003. 205p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Unicamp, 2003.

BECKETT, K. P.; FREER-SMITH, P. H.; TAYLOR, G. Particulate pollution capture by urban trees: effect of species and windspeed. **Global Change Biology**, v.6, n.8, p.995-1003, dez. 2000. Wiley-Blackwell. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1365-2486.2000.00376.x>. Acesso em: 11 dez. 2018. DOI: 10.1046/j.1365-2486.2000.00376.x

BIONDI D. **Arborização urbana:** aplicada à educação ambiental nas escolas. Curitiba: Editora Curitiba, 2008.

BOBROWSKI R. **Estrutura e dinâmica da arborização de ruas de Curitiba, Paraná, no período 1984 – 2010.** 2011. 144p. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, 2011.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Plano Nacional de Habitação** – Secretaria Nacional de Habitação. 2009. Disponível em: http://www.urbanismo.mppr.mp.br/arquivos/File/Habitacao/Material_de_Apoio/PLANONACIONALDEHABITAO.pdf. Acesso em: 10.out.2018

BRASIL. Ministério do Planejamento Infraestrutura Social e Urbana – **PAC. 2017.** 2018. Disponível em: <http://www.pac.gov.br/sobre-o-pac>. Acesso em: 10. out. 2018

BUENO, C. L. **Estudo da Atenuação da Radiação Solar Incidente por Diferentes Espécies Arbóreas.** 988, 207p. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Unicamp, Campinas.

CAIXA HABITAÇÃO. **Projeto de Casa Popular.** 2017. Disponível em: <http://caixahabitacao.com/planta-baixa-de-casas-para-download-projeto-de-casa-popular-48m%20b2/> =. Acesso em: 18. nov. 2018

CANTUARIA, G.A.C. **Microclimate Impact of Trees in Suburban Brasilia** In: 17. PLEA - INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE. p.539-540. Proceedings... Cambridge, UK: James & James, 2000. Disponível em: <http://www.arct.cam.ac.uk/plea2000/>. Acesso em: 01 jul.2018.

CARDOSO, R.S.; AMORIM, M.C.C.T.; Características do clima urbano em Presidente Prudente/SP a partir de dados de temperatura e umidade relativa do ar e técnicas de sensoriamento remoto. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, v.28, p. 39-64, 2014.

CARVALHO, M. E. C. **As áreas verdes de Piracicaba**. 1982. 192f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 1982..

CHATZIDIMITRIOU, A.; CHRISOMALLIDOU, N.; YANNAS, S. Microclimate modifications of an urban street in northern Greece. *In*: PLEA 2005 – Passive and Low Energy Architecture, 1., 2005, Beirut. **Proceedings** [...] Beirut: PLEA International, 2005, p. 689-694.

DALCIN, E.; MILANO, M. S. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro: Light 2000. 206p.

D'AMATO, G..Outdoor air pollution, climate and allergic respiratory diseases: evidence of a link. **Clin Exp Allergy**, v. 32, n. 10, p.1391-1393, out. 2012. Wiley-Blackwell Science Ltd. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1365-2745.2002.01519.x>. Acesso em 20.out.2018. DOI: 10.1046/j.1365-2745.2002.01519.x

D'AMATO, G. *et al.*; Climate change and air pollution. **Allergo Journal International**, v. 23, n. 1, p. 17–23, 2014. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s40629-014-0003-7>. Acesso em: 20.out.2018

D'AMATO, G. *et al.* **Environmental risk factors and allergic bronchial asthma**. *Clinical* html_ent Glyph=, v. 35, n. 9, p.1113-1124, set. 2005. Wiley-Blackwell. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2222.2005.02328.x>. Acesso em 15.set.2018. DOI:10.1111/j.1365-2222.2005.02328.x.

DE CAMARGO, A. P.; DE CAMARGO, M. B. P. Uma revisão analítica da evapotranspiração potencial. **Bragantia**, v. 59, n. 2, p. 125-137, 2000.

DILLY, R. O.; MENDES, L. F. C. **Aplicação em Tempo Real de Monitoramento de Umidade e Temperatura**. Sistemas de Informação - Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora Juiz de Fora - MG – Brasil. 2015, v. 2, n. 1. Disponível em: <https://seer.cesjf.br/index.php/cesi/article/view/299/393>. Acesso em: 15.mai. 2017

DUARTE, D. H. S. *et al.* The impact of vegetation on urban microclimate to counterbalance built density in a subtropical changing climate. **Urban Climate**, v. 14, p. 224–239, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212095515300225?via%3Dihub>. Acesso em: 15.jun. 2017. DOI:10.1016/j.uclim.2015.09.006.

DUARTE, D. H. S. *et al.* The impact of vegetation on urban microclimate to counterbalance built density in a subtropical changing climate. **Urban Climate**, v. 14, p. 224–239, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212095515300225?via%3Dihub>. Acesso em: 14.mai.2017. DOI:10.1016/j.uclim.2015.09.006.

DUMKE, E. **Clima urbano/conforto térmico e condições de vida na cidade – uma perspectiva a partir do aglomerado urbano da região metropolitana de Curitiba (AU-RMC)**. 2007. 429p. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

EDWARDS, B. **O Guia Básico para a Sustentabilidade**. Barcelona: Editora Gustavo Gili, SL, 2008

ELMQVIST, T *et al.* Benefits of restoring ecosystem services in urban areas. **Current Opinion In Environmental Sustainability**, v.14, p.101-108, jun. 2015. Elsevier BV. Disponível em:<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877343515000433>. Acesso em: 15. Ago.2018. DOI: 10.1016/j.cosust.2015.05.001.

FAJARDO, A; SIEFERT, A. Phenological variation of leaf functional traits within species." **Oecologia**, v.180, n.4, p.951-959, 2016.

FEITOSA, S. M. R *et al.* Consequências da urbanização na vegetação e na temperatura da superfície de Teresina-Piauí. **Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba – SP. v. 6, n. 2, p. 58-75, 2011.

FERNANDES, S. A. S. **Territorialização das políticas habitacionais em Bauru e Presidente Prudente** – a atuação da CDHU, COHAB-CRHS e COHAB-Bauru. 1998. 248 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 1998.

FREER-SMITH, P. H.; BECKETT, K. P.; TAYLOR, G. Deposition velocities to *Sorbus aria*, *Acer campestre*, *Populus deltoides* × *trichocarpa* 'Beaupré', *Pinus nigra* and × *Cupressocyparis leylandii* for coarse, fine and ultra-fine particles in the urban environment. **Environmental Pollution**, v.133, n.1, p.157-167, jan. 2005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749104001228?via%3Dihub>. Acesso em: 09.set. 2018 DOI: 10.1016/j.envpol.2004.03.031.

FONTES, M. S. G. C.; DELBIN, S.; A qualidade Climática dos Espaços públicos urbanos: um estudo de caso na Cidade de Bauru-SP. *In*: ENCONTRO NACIONAL E ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, V e III, 2001, Águas de São Pedro, SP. **Anais [...] São Paulo: ANTAC, 2001. CD rom.**

FURTADO, A. E. **Simulação e Análise da Utilização da Vegetação como Anteparo às Radiações Solares em uma Edificação**. 1994. 144p. (Dissertação de Mestrado em Ciências da Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UFRJ, Rio de Janeiro, 1994.

GALVIN MF. A methodology for assessing and managing biodiversity in street tree populations: a case study. **Journal of Arboriculture**, v.25, n.3, p.124-128, 1999.

GONÇALVES, A.; CAMARGO, L. S.; SOARES, P. F. **Influência da vegetação no conforto térmico urbano: Estudo de caso na cidade de Maringá – Paraná.** In: SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA, 3., Maringá. **Anais[...]** Maringá: UFM, 2012. 11p.

GONÇALVES, T.P.; SANTOS Jr, A.R. **Projeto Construindo a Ecocidadania- percepções acerca das atividades de Educação Ambiental.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 3., 2012, Goiânia, GO. **Anais [...]**. Goiânia, 2012. v. 3. p. VII-029-1-VII-029-5

GOUVEA, T. C. **Avaliação do conforto térmico: Uma experiência na indústria da confecção.** 2004, Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 164.p, 2004. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/257739/1/Gouvea_TatianaChrispim_M.pdf. Acesso em: 06.jun.2018

HOLZ, S.; MONTEIRO, Tatiana Villela de Andrade. **Política de habitação social e o direito a moradia no Brasil.** *Diez años de cambios en el Mundo, en la Geografía y en las Ciencias Sociales, 1999-2008. Actas del X Coloquio Internacional de Geocrítica*, Universidad de Barcelona, 26-30 de mayo de 2008. Disponível em: <http://www.ub.es/geocrit/-xcol/158.htm>. Acesso em: 07.dez. 2018

HONDA, S. C. A. L.. **Habitação de baixa renda como produto do capital : o programa de arrendamento residencial (PAR) em Presidente Prudente-SP.** 2011. 205 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2011.

HUANG, J.H. *et al.* The potential of vegetation in reducing summer cooling loads in residential buildings. **Journal of Climate Applying Meteorology**, v. 26, p. 1103-1106, 1987.

INMETRO. **Tabelas de consumo/eficiência energética.** 2017. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp>. Acesso em: 25.nov. 2017

JIM C.Y, CHEN W.Y. Diversity and distribution of landscape trees in the compact Asian city of Taipei. **Applied Geography**, v.29, n.4, p.577-587, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0143622809000113?via%3Dihub>. Acesso em: 07.out.2018. DOI: 10.1016/j.apgeog.2009.01.002.

KEELER, M; BURKE, B. **Fundamentos de Projeto de Edificações Sustentáveis.** Porto Alegre: Brookman, 2010

KIELBASO, J. J. HASTON, G., PAWL, D. Municipal tree management in the U. S. 1980. **J. Arb.**, v.8, n.10, p.253 – 257, 1982.

KONRAD, E. C. G.; COSTA, S. M. A. L.; O PROGRAMA MUNICÍPIO VERDE AZUL E A ARBORIZAÇÃO URBANA. **REVSBAU**, Piracicaba – SP, v.8, n.4, p 59-72, 2013

KUHN, E. A. **Avaliação da sustentabilidade ambiental do protótipo de habitação de interesse social Alvorada**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 177p. , 2006.

KULCHETSCKI, L. *et al.*; Urban arborization in the Brazilian Central-South. **UEPG Ci. Exatas Terra, Ci. Agr. Eng.**, v. 12, n. 3, p. 25–32, 2006.

LABAKI, L. C. *et al.* Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos. **Fórum Patrimônio**, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 23-42, 2011.

LABAND, D. N.; SOPHOCLEUS, J.P., An experimental analysis of the impact of trees shade on electricity consumption. **Arboriculture and Urban Forestry** v.35, n.4, p.197–202, 2009.

LAMBERTS, R.; XAVIER, A. A. de P. **Conforto térmico e stress térmico: Apostila do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações – UFSC**. Florianópolis: UFSC, 2002.

LEÃO, M. **Desempenho térmico em habitações populares para regiões de clima tropical: estudo de caso em Cuiabá- MT/ 2006**. 102 f. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós-Graduação em Física e Meio Ambiente, 2006.

LECHNER, N.; **Heating, cooling, lighting: design methods for architects**. 2. ed. Canadá: John Willey & Sons, 1990. 648 p.

LIMA, E.C. *et al* Aspectos fisio-anatômicos de plantas jovens de *Cupaniavernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Arvore**, Viçosa, v.30, n.1, p.33-43, 2006.

LIMA NETO, E.M. **Aplicação do sistema de informações geográficas para o inventário da arborização de ruas de Curitiba, PR** Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2011.

LIMA, F. K. G. M.; ROMERO, M. A. B.; Espaços Residuais Públicos: um estudo morfológico e bioclimático em bairro de renda média-baixa em Teresina. *In*: ENCONTRO NACIONAL, 7., ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONTRUÍDO, 4., 2005, Maceió, AL. **Anais[...]** Maceió, AL: ANTAC, 2005. CD rom.

LORENZI, H. **Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4.ed. São Paulo, Nova Odessa. 368p.

LUNDGREN, W. J. C.; SILVA, L. F.; ALMEIDA, A. Q. de. Influência das espécies exóticas arbóreas urbanas na área de cobertura da cidade de Serra Talhada – PE. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba – SP, v.8, n.3, p 96-107, 2013.

LUNDGREN, W.J.C; AMORIM, T.L; LUNDGREN, G.A. Correlation between trees in sidewalk and electricity consumption. **REVSBAU**, v.10, p. 23-35, 2015

MACEDO NETO, R. X. **TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE NOS MATERIAIS DE PAVIMENTAÇÃO**: uma contribuição ao desenvolvimento urbano. 2015. 159 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Urbano) - Curso de Desenvolvimento Urbano, Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano do Centro de Artes e Comunicação da Universidade Federal de Pernambuco, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015. Disponível em: [http://repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/18042/DISSERTAÇÃO \(RAUL XAVIER\).pdf?sequence=1&isAllowed;=](http://repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/18042/DISSERTAÇÃO%20(RAUL%20XAVIER).pdf?sequence=1&isAllowed;=.). Acesso em: 03. mai. 2017

MAGALHÃES, L. M. S. Arborização e florestas urbanas: terminologia adotada para a cobertura arbórea das cidades brasileira. **Revista, Série Técnica Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 1, p 23-26, Jan/2006.

MANES, F. et al. Urban ecosystem services: tree diversity and stability of tropospheric ozone removal. **Ecological Applications**, v. 22, n. 1, p.349-360, jan. 2012. Wiley-Blackwell. Disponível em: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1890/11-0561.1>. Acesso em: 03.mar.2018. DOI: 10.1890/11-0561.1.

MARISCO, Luciane Maranha de Oliveira. **A norma e o fato: abordagem analítica da segregação sócio-espacial e exclusão social a partir dos instrumentos urbanísticos**. 2003. 212 f. +. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2003. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/102970>.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C. Variação Diária e Estacional do Microclima Urbano em Ruas Arborizadas de Curitiba-PR. **Floresta e Ambiente**, v. 20 n.4, p.460-469, 2013. Disponível em: <https://floram.org/doi/10.4322/floram.2013.045>. Acesso 15.mai.2018. DOI:10.4322/floram.2013.045.

MASCARÓ, L. R. **Ambiência Urbana**. Porto Alegre: Sagra: DC Luzzatto, 1996.

MASCARÓ, L. R.; MASCARÓ, J. L. **Vegetação urbana**. Porto Alegre: UFRGS, 2010

MCCONNELL, R. et al. Asthma in exercising children exposed to ozone: a cohort study. **The Lancet**, v. 359, n. 9304, p.386-391, fev. 2002. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673602075979?via%3Dihub>. Acesso em 16.set.2018: .DOI:10.1016/s0140-6736(02)07597-9.

MCPHERSON, E.G. Nowak, D., Heisler, G. et al et al., Quantifying urban forest structure, function, and value: the Chicago Urban Forest Climate Project. **Urban**

Ecosystems, v.1, n.49, march., 1997. p.49–61., 1997 DOI: 10.1023/A:1014350822458

MCPHERSON, E. G.; VAN DOORN, N.; DE GOEDE, J. Structure, function and value of street trees in California, USA. **Urban Forestry and Urban Greening**, v. 17, p. 104–115, 2016. Disponível em: https://www.fs.fed.us/psw/publications/mcpherson/psw_2016_mcpherson004.pdf. Acesso em: 12. Out. 2018 .DOI:10.1016/j.ufug.2016.03.013>.

MCPHERSON, E.G.; SCOTT, K. I.; SIMPSON, J. R.; Estimating Cost Effectiveness of Residential Yard Trees for Improving Air Quality in Sacramento, California, Using Existing Models. **Atmospheric Environment**, v. 32, n. 1, p. 75-84, 1998.

MCPHERSON, E.G.; A benefits-cost analysis often street tree species in Modesto, California, U.S. **Journal Arboric**, v. 29, p. 1-8, 2003.

MELLO FILHO, L.E. Arborização urbana. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1.,1985, Porto Alegre. **Anais [...]** Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 1985. p.51-56.

MENEZES, M. S. Avaliação do desempenho térmico de habitações de interesse social. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/index.php/sistema-nacional-de-habitacao-deinteresse-social-snhis.html>. Acesso em: 07. ago. 2017

MILANO, M. S. O planejamento da arborização, as necessidades de manejo e tratamentos culturais das árvores de ruas de Curitiba, PR. **Floresta**, p.15-21,1987. Disponível em <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/floresta/article/download/6381/4578>. Acesso em: 08.jul.2017

MILLWARD, A. A.; SABIR, S. Benefits of a forested urban park: what is the value of Allan Gardens to the city of Toronto, Canada? **Landsc Urban Plan**. v.100, p.177–188, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.11.013>. Acesso em 20.jan.2018

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Sistema nacional de habitação de interesse social**. Disponível em <http://www.cidades.gov.br/index.php/sistema-nacional-de-habitacao-deinteresse-social-snhis.html>. Acesso em: 20. mai.2017

MODNA, Daniela; VECCHIA, Francisco Arthur da Silva. Calor e áreas verdes: um estudo preliminar do clima de São Carlos, SP. **Anais..** [Curitiba, PR: PUCPR], 2003.

MORETTI, R. S. **Normas urbanísticas para habitação de interesse social: recomendações para elaboração**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1997.

MÜLLER, J. **Orientação básica para manejo da arborização urbana**. Edições FAMURS. Porto Alegre: Nova Prova, 1998.

NINCE, P. C. do C. *et al.* Conforto Térmico do Térmico dos Usuários em Vegetação e Revestimentos Urbanos no Campus da UFMT em Cuiabá-MT. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 4, p.3529-3541, 1 set. 2014. Universidade Federal do Mato Grosso. Disponível em:

<https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/viewFile/13625/pdf>. Acesso em: 20 maio 2017. DOI:10.5902/2236130813625

NOWAK, David J. *et al.* Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. **Environmental Pollution**, v. 193, p.119-129, out. 2014. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0269749114002395>. Acesso em: 13.nov.2018. DOI: 10.1016/j.envpol.2014.05.028.

NOWAK, D.J.; CRANE, D. E.; STEVENS, J. C.. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 4, n. 3-4, p.115-123, abr. 2006. Elsevier BV. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2006.01.007>. Acesso em: 10 ago. 2017. DOI: 10.1016/j.ufug.2006.01.007

OLIVEIRA, P. M. P., **A cidade apropriada ao clima – a forma urbana como instrumento de controle do clima urbano**. 1988, Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – IAU –Universidade de Brasília. Brasília, 137p., 1988.

OKE, T. R. The micrometeorology of the urban forest. Phil. Trans. **Royal Society London**, London, v. B324, p. 335-349, 1989.

PAGLIARI, S. C.; DORIGON, E. B. **Arborização Urbana: Importância das Espécies Adequadas**. Unoesc & Ciência - ACET, Joaçaba, v. 4, n. 2, p. 139-148, jul./dez. 2013. Disponível em:

<https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/acet/article/view/1083>Acesso em: 18. Abr. 2017.

PANDIT, R., LABAND, D.N. A hedonican alysis of the impact of trees hade on summertime residential energy consumption. **Arboriculture and Urban Forestry**, v.36, n.3, p.73–79, 2010.

PBMC, 2016: Mudanças Climáticas e Cidades. **Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas** [Ribeiro, S.K., Santos, A.S. (Eds.)]. PBMC, COPPE – UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 116p. ISBN: 978-85-285-0344-9. Disponível em: http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/Relatorio_UM_v10-2017-1.pdf. Acesso em: 03.abr.2017.

PEIXOTO, M. C.; LABAKI, L.C; SANTOS, R. F.; **Conforto Térmico nas Cidades: Avaliação de Efeitos da Arborização no Controle da Radiação Solar**. *In*: ENTAC - ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONTRUÍDO, 1995, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ: ANTAC, 1995. p. 629-634.

PENTEADO, H. M.; ALVAREZ, C. E. de. Corredore s verdes urbanos: estudo da viabilidade de conexão das áreas verdes de Vitória. **Paisagem e Ambiente**, n. 24, p.57-68, 31 dez. 2007. Disponível em:

<http://www.revistas.usp.br/paam/article/view/85688>. Acesso em: 10 mar. 2017. DOI: 10.11606/issn.2359-5361.v0i24p57-68

PEZZUTO, C. C. **Avaliação do ambiente térmico nos espaços urbanos abertos: Estudo de caso em Campinas**, SP. 2007, 197p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2007.

PINHO, O. S.; ORGAZ, M. D. M. The urban heat island in a small city in coastal Portugal. **International Journal of Biometeorology**, v. 44, n. 4, p.198-203, 10 nov. 2000. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s004840000063>. Acesso em: 20 mar. 2017.

PRESIDENTE PRUDENTE. **Lei n.º 6.717/2008**. Cria o Conselho Municipal de Habitação de Interesse Social, do FMHIS_PP e da Instituição do Conselho Gestor do FMHIS_PP e dá outras providências. Presidente Prudente, 2008a.

PRESIDENTE PRUDENTE. **Lei n.º 151/2008**. Plano Diretor de Presidente Prudente. Presidente Prudente, 2008b.

RASCHKE, K. H. Transfer Between the Plant and the Environment. **Annual Review of Plant Physiology**, n.11, p.111-126, 1960.

RIZZINI, C.T.; MORS, W.B. **Botânica econômica brasileira**. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições, 1995. 248p.

ROMERO, M. A. B. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano**. São Paulo: Projeto, 1988.

ROMERO, M. A. B. **Arquitetura bioclimática dos espaços públicos**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2001.

ROSA, S. **Indicadores de sustentabilidade urbana aplicados em conjuntos habitacionais de Catalão/Goiás**. 2008. 170p., Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília. Brasília, 2008.

ROPPA, C. *et al.* Diagnóstico da percepção dos moradores sobre a arborização urbana na Vila Estação Colônia – bairro Camobi, Santa Maria – RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 2, n. 2, p.11-30, 2007.

ROTH, M. Review of urban climate research in (sub)tropical regions. **Int. J. Climatol.** N.27, p.1859–1873, 2007.

RUAS, A.C.; **Sistematização da avaliação de conforto térmico em ambientes edificadas e sua aplicação num software**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, 2002.

RUDIE, R.J., DEWERS, R.S., 1984. Effects of trees shade on home cooling requirements. **Journal of Arboriculture** v.10, n.12, p.320–322, 1984.

SANTAMOURIS, M.; ASIMAKOPOULOS, D.; **Passive Cooling of Buildings**. Londres: James & James, 2001. 472 p.

SATTLER, M. A. Arborização urbana e conforto ambiental. In: CONGRESSO DE ARBORIZAÇÃO DE CIDADES, 1, 1992, Vitória. **Anais...** Vitória: 1992. p. 15-28.

SELÄLÄH, VIIPPOLA, V., RANTALAINEN, A-L., PENNANEN, A., YLI-PELKONEN, V. Does urban vegetation mitigate air pollution in northern conditions? *Environ Pollut* **2012**, n.183, p.104-112, Acesso em: 01 dez. 2012

PRESIDENTE PRUDENTE. Secretaria do Planejamento de Presidente Prudente, **Acervo local**. Presidente Prudente, 2018.

PREFEITURA DE PRESIDENTE PRUDENTE. **Licitação de lotes comerciais do João Domingos Netto termina na próxima quarta**, 2016. Disponível em: <http://www.presidenteprudente.sp.gov.br/site/noticias.xhtml?cod=34674>. Acesso em 15. nov. 2018

SHASHUA-BAR, L.; HOFFMAN, M. E. Quantitative evaluation of passive cooling of the UCL microclimate in hot regions in summer, case study: urban streets and courtyards with trees. **Building and Environment**, Oxford, v. 39, p. 1087-1099, 2004.

SHAMS, J. C. A.; GIACOMELI, D. C.; SUCOMINE, N. M. Emprego da arborização na melhoria do conforto térmico nos espaços livres públicos emprego da arborização na melhoria do conforto térmico nos espaços livres públicos. **REV. SBAU**, Piracicaba – SP, v. 4, n. 4, p. 1-16, 2009.

SILVA, Caio Frederico e. **Caminhos bioclimáticos: desempenho ambiental de vias públicas na cidade de Terezina - PI**. 2009. 140 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

SILVEIRA, A. L. R. C. **Diretrizes de projeto para construção de prédios escolares em Teresina- PI**. 1999. 205f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Universidade de Brasília, Brasília, 1999.

SHIU, A; LAM, P-L. Electricity consumption and economic growth in China. **Energy policy**, v.32, n. 1, p. 47-54, 2004

SIMPSON, J. R.; MCPHERSON, E. G.; Potential of trees shade for reducing residential energy use in California. **Journal of Arboriculture**, v. 22, n. 1, p. 10-18, 1996.

SPANGENBERG, J. *et al*. Simulation of Influence of Vegetation on Microclimate and Thermal in the City of São Paulo. **Rev. SBAU**, Piracicaba, v.3, n.2, jun. 2008, p. 1-19

SOUZA, L. C. L. *et al*. Urban heat islands and electrical energy consumption. **International Journal of Sustainable Energy**, New York, v. 28, n. 1–3, p. 113–121, 2009.

SREETHERAN M., ADNANA M., KHAIRIL A. Street tree inventory and tree risk assessment of selected major roads in Kuala Lumpur, Malaysia. **Arboriculture & Urban Forestry**, v.37, n.5, p.226-235, 2011.

STONE Jr., Brian. **The city and the coming climate. Climate Changes in the Places we live**. New York: Cambridge, 2012

SZOKOLAY, S. V.; **Environmental Science Handbook**. Lancaster, England: The Construction Press, 1980. 77-174 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TEIXEIRA, I. F.; SILVA, R. M.; TATSCH, G. L.. **Compatibilidade da arborização de ruas da Avenida Celestino Cavalheiro, São Gabriel RS**. Floresta e Ambiente, v. 18, n. 4, p.438-450, 2011. Disponível em: <https://floram.org/doi/10.4322/floram.2011.063>. Acesso em: 23.jun.2017. DOI:10.4322/floram.2011.063.

TOLEDO,D.V.; PARENTE,P.R. Arborização urbana com essências nativas. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, v.42, p.19-31, mai.1988

TUDINI, O. G. **A arborização de acompanhamento viário e a verticalização na zona 7 de Maringá-PR**. 2006. 74 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

VELASCO, G. D. N. *et al.* Avaliação de método de questionário para estudo da relação entre presença e uso de aparelhos de refrigeração, arborização viária e consumo de energia elétrica. **Revista Árvore**, Viçosa - MG. v. 35, n. 3, supl. 1, p. 641-648, 2011.

VOGT, J. A.; OKE, T. R.; Thermal remotes ensign of urban climate. **Remote Sensing Environment**, v. 86, p. 370-384, 2003.

VOS, P. E. J.; et al. Improving local air quality in cities: To tree or not to tree?**Environmental Pollution**, v. 183, p. 113–122, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749112004605?via%3Dihub>. Acesso em: DOI: 10.1016/j.envpol.2012.10.021

WATANABE, H. *et al.*

ComparisonoftheThermalEnvironmentandPollutantDiffusionwithintheseveraltypesofstreetcanyonbasedonfieldobservation. *In*: ICUC -INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 6., 2006, Goteborg, Sweden. **Proceedings...Goteborg**, Sweden: IAUC Newsletter, 2006.

YANG, J.; et al. The urban forest in Beijing and its role in air pollution reduction. **Urban Forestry and Urban Greening**, v. 3, n. 2, p. 65–78, 2004.

YOCHIDA, A.; SUGIOKA, M. Development of three dimensional plant canopy model for numerical simulation of outdoor thermal environment. *In*: ICUC –

INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 6., 2006, Goteborg, Sweden. **Proceedings...** Goteborg, Sweden: IAUC Newsletter, 2006.

XAVIER, A. L. **Estudo da utilização dos softwares Energy Plus e Desktop Radiance na cidade de Cuiabá – MT.** Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Mato Grosso. Cuiabá, 2008

APÊNDICE

Tabela 07 – Relatório estatístico dos dados coletados no verão

	p	CH - JSR	CH - BV	CH - JDN
Trm. Manhã	0,1525	27,49 ^A ± 2,14	29,49 ^A ± 4,53	26,82 ^A ± 1,65
Trm. Tarde	0,0001	30,71 ^B ± 2,43	33,02 ^B ± 3,35	36,45 ^A ± 0,95
Trm. Noite	0,0000	28,97 ^B ± 1,07	26,08 ^C ± 2,85	32,04 ^A ± 1,65
Vel. Manhã	0,0004	0,70 ^B ± 0,18	1,99 ^A ± 0,19	0,96 ^B ± 1,02
Vel. Tarde	0,0000	0,94 ^B ± 0,12	0,79 ^B ± 0,31	1,74 ^A ± 0,44
Vel. Noite	0,0000	0,88 ^C ± 0,17	1,94 ^A ± 0,37	1,48 ^B ± 0,34
Ta. Manhã	0,0598	27,71 ^A ± 2,57	30,87 ^A ± 2,91	28,04 ^A ± 3,28
Ta. Tarde	0,0008	32,56 ^B ± 2,45	34,88 ^B ± 3,39	38,90 ^A ± 3,98
Ta. Noite	0,0000	29,51 ^B ± 0,71	28,22 ^B ± 3,14	34,10 ^A ± 1,44
U.R. Manhã	0,6447	48,79 ^A ± 3,88	52,37 ^A ± 17,70	48,44 ^A ± 5,94
U.R. Tarde	0,0174	53,17 ^A ± 6,88	44,41 ^{AB} ± 4,41	39,34 ^B ± 13,14
U.R. Noite	0,0087	56,48 ^A ± 4,37	42,03 ^B ± 14,44	44,74 ^B ± 6,79

Fonte: Autora, 2018

Tabela 09: Média dos dados coletados nos bairros analisados, onde Trm – Temperatura radiante Média (°C), a Vel. – Velocidade do Vento (m/s), Ta - Temperatura do ar (°C) e U.R. – Umidade relativa do ar (g/Kg) no período da manhã, tarde e noite.

Letras diferentes representam variação significativa entre CH - JSR, CH- BV e CH – JDN.

Tabela 08 – Relatório estatístico dos dados coletados no inverno

	p	CH - JSR	CH - BV	CH - JDN
Trm. Manhã	0,0000	10,43 ^B ± 1,03	14,32 ^A ± 0,78	13,56 ^A ± 1,47
Trm. Tarde	0,0231	22,86 ^B ± 1,08	23,08 ^{AB} ± 2,51	24,79 ^A ± 0,82
Trm. Noite	0,0030	12,59 ^B ± 1,44	15,01 ^A ± 0,31	14,60 ^A ± 1,42
Vel. Manhã	0,4990	0,041 ^A ± 0,07	0,025 ^A ± 0,01	0,052 ^A ± 0,03
Vel. Tarde	0,7199	0,083 ^A ± 0,08	0,093 ^A ± 0,06	0,071 ^A ± 0,02
Vel. Noite	0,5049	0,025 ^A ± 0,03	0,008 ^A ± 0,02	0,019 ^A ± 0,04
Ta. Manhã	0,0000	14,04 ^B ± 2,33	19,25 ^A ± 1,05	19,39 ^A ± 1,74
Ta. Tarde	0,0003	23,68 ^B ± 6,03	28,48 ^A ± 3,69	31,34 ^A ± 0,95
Ta. Noite	0,3907	16,04 ^A ± 5,58	13,77 ^A ± 0,55	14,64 ^A ± 1,58
U.R. Manhã	0,0000	66,80 ^A ± 3,11	57,20 ^B ± 2,20	58,30 ^B ± 4,16
U.R. Tarde	0,0953	33,40 ^A ± 10,22	28,60 ^A ± 3,53	26,80 ^A ± 1,45
U.R. Noite	0,0000	58,50 ^A ± 4,33	40,80 ^B ± 0,42	44,40 ^B ± 4,90

Fonte: Autora, 2018

Tabela 07: Média dos dados coletados nos bairros analisados, onde Trm – Temperatura radiante Média (°C), a Vel. – Velocidade do Vento (m/s), Ta - Temperatura do ar (°C) e U.R. – Umidade relativa do ar (g/Kg) no período da manhã, tarde e noite.

Letras diferentes representam variação significativa entre CH - JSR, CH- BV e CH – JDN.

Tabela 09 – Levantamento Florístico

Família	Espécie	Nome popular	Número de Indivíduos		
			CH-JSR	CH-BV	CH-JDN
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	Nim		3	
Myrtaceae	<i>Campomanesiaphaea</i>	Cambuci		1	
Chrysobalanaceae	<i>Couepia rufa</i>	Oiti – boi		1	
Fabaceae	<i>Erythrina velutina</i>	Suinã			1
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia leucocephala</i>	Neve da montanha			1
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	Ficus		1	
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá		3	
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacarandá Mimoso			2
Fabaceae	<i>Libidibia ferrea</i>	Pau ferro			2
Chrysobalanaceae	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	13	2	6
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	Aroeira salsa	1		
Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	Ipê - amarelo	4	3	
Bignoniaceae	<i>Tabebuia roseoalba</i>	Ipê branco		4	1
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i>	Amendoeiro da praia			2

Fonte: Da Autora, 2018

Modelo Questionário Aplicado:

QUESTIONÁRIO

Número da Casa: _____

1. Possui Árvore na frente: Sim Não
2. Quantos moradores residem na casa?
3. Possui Ventiladores na casa? Se sim quantos?
4. Possui Aparelhos de Ar-condicionado, se sim, quantos?
5. Qual valor em KW do consumo de Energia no mês _____ e _____ de ?