

PARQUES, CONFORTO TÉRMICO E SUAS INFLUÊNCIAS NA QUALIDADE AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO EM SÃO PAULO.

Giovana Gravellos Dias Starke Rodrigues (IC) e Pérola Felipette Brocaneli (Orientador)

Apoio: PIBIC Mackpesquisa

RESUMO

Devido à crescente urbanização nas últimas décadas, o clima das cidades passou a mudar e, consequentemente, o conforto térmico teve um aumento em sua importância como tema de estudo. Sendo assim, os parques passaram a influenciar nesse quesito, pois dentre as condições microclimáticas – temperatura, umidade do ar, radiação solar e ventos – é possível destacar uma diferença entre os espaços que possuem áreas verdes e locais densamente povoados. Desta forma, o artigo apresenta uma pesquisa teórica na qual foram retirados dados microclimáticos do entorno do Parque da Luz a partir de medições que ocorreram no período de, em média, 15 em 15 dias. O percurso, de 2300 metros, conta com 11 pontos de mensurações em superfícies de mobiliários urbanos, gradis, árvores e fachadas de edifícios. Além disso, possibilitou-se, a partir de um Termo-Higrômetro Datalogger – instrumento que, junto a um Software, cria gráficos a partir dos dados obtidos –, o registro da temperatura do ar, umidade relativa e ponto de orvalho durante todo o percurso. Estes dados possibilitam uma grande reflexão e análise do valor das áreas verdes para uma melhor qualidade de vida e questões climáticas, podendo influenciar positivamente na caminhabilidade, conforto térmico e diminuição das ilhas de calor formadas pela alta densidade urbana.

Palavras-chave: Áreas Verdes. Microclima Urbano. Ilhas de Calor.

ABSTRACT

Due to the increasing urbanization in recent decades, the climate of cities has changed and, as a consequence, thermal comfort has increased in importance as a subject of study. Thus, the parks began to influence in this regard, because among the microclimatic conditions – temperature, air humidity, solar radiation and winds – it is possible to highlight a difference between the spaces that have green areas and densely populated places. Thus, the article presents a theoretical research in which microclimatic data from the surroundings of *Parque da Luz* were taken from measurements that took place on average every 15 days. The 2300 meters route has 11 measurements points on surfaces of urban furniture, railings, trees and building facades. In addition, it was possible, from a Datalogger Thermo-Hygrometer – an instrument that, together with a Software, creates graphs from the obtained data – the recording of air temperature, relative humidity and dew points during the entire journey. These data allow a great reflection and analysis of the value of green areas for a better quality of life

and climate issues, and can positively influence the walkability, thermal comfort and reduction of heat island formed by the high urban density.

Keywords: Green Areas. Urban Microclimate. Heat Island.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Redação do Pensamento Verde (2013) as grandes cidades, como São Paulo, são ambientes propícios para a formação de Ilhas de Calor. As Ilhas de Calor são fenômenos climáticos que ocorrem com o aumento da temperatura do ar e a diminuição da umidade relativa do ar. Dessa maneira, há duas formas de prevenir este fenômeno:

- 1) Criação de parques e preservação de áreas verdes, a fim de manter grandes quantidades de árvores na cidade;
- 2) Medidas para diminuir a poluição do ar advinda principalmente dos veículos e indústrias.

Segundo Loureiro (2016), as Ilhas de Calor ocorrem em locais onde há pouca vegetação urbana e as construções, o concreto, o asfalto, a poluição e os veículos são predominantes. Materiais como o concreto, o asfalto e o tijolo, mesmo após o anoitecer, continuam liberando energia da radiação solar que foi recebida durante o dia. Os edifícios causam a redução da circulação dos ventos, fazendo com que os poluentes se acumulem com mais facilidade.

Ainda para Loureiro (2016), a vegetação absorve e libera a radiação solar através da transpiração. Portanto, em locais que possuem áreas verdes há a evaporação da umidade das plantas e do solo, resfriando a temperatura do ambiente. Outra constatação é de que uma área verde exposta à radiação não ultrapassa 32 graus, enquanto um pedaço de asfalto pode chegar aos 46 graus, exposto à mesma situação.

“Em São Paulo, o trabalho recém-publicado no Atlas da Prefeitura, se levado adiante, pode ser o primeiro passo para melhorar o conforto dos que habitam a cidade. ‘Sem uma política eficiente de combate à degradação ambiental, os paulistanos estarão condenados a sofrer ainda mais com o aumento constante das temperaturas’, afirma Oliveira, da Cetesb. ‘Até o ano de 2030 a temperatura média mínima poderá subir mais 2 graus Celsius’” (LOUREIRO, 2016)

O atual Plano Diretor Estratégico de São Paulo trabalha com algumas políticas ambientais, a fim de melhorar a qualidade de vida na cidade, portanto há em suas propostas diversos objetivos de conservação e proteção ambiental. Os objetivos da Política Ambiental são encontrados no Art. 194 do Capítulo II do Plano Diretor Estratégico de São Paulo – Lei nº 16.050/14 e consta com alguns tópicos importantes para esta pesquisa, portanto seguem citados abaixo:

- II – conservação e recuperação do meio ambiente e da paisagem;
- IV – redução da contaminação ambiental em todas as suas formas;

VI – priorização de medidas de adaptação às mudanças climáticas.

No Art. 195, Capítulo II, mencionam algumas diretrizes relevantes para o tema:

II – melhorar a relação de áreas verdes por habitante do Município;

IV – aprimorar mecanismos de incentivo à recuperação e proteção ambiental;

VI – reabilitar as áreas degradadas e reinseri-las na dinâmica urbana;

VII – minimizar os impactos da urbanização sobre as áreas prestadoras de serviços ambientais;

XI – contribuir para a minimização dos efeitos da ilhas de calor e da impermeabilização do solo;

XII – adotar medidas de adaptação às mudanças climáticas;

XXI – compatibilizar a proteção ambiental com o desenvolvimento econômico sustentável e a qualidade de vida da população.

Segundo pesquisas, as árvores contribuem para a diminuição da poluição, diminui a quantidade de material particulado no ar e, em consequência, há também uma redução nos casos de doenças respiratórias. (HIROTA *et al.*, 2016)

O Art. 286 do Plano Diretor Estratégico de São Paulo (Lei 16.050/14) disciplina “objetivos e metas de curto, médio e longo prazo para prover a cidade de cobertura arbórea compatível com a melhoria de indicadores ambientais pertinentes”, o que demonstra a preocupação com as condições microclimáticas da cidade no texto da lei.

Figura 01:



Legenda: Política Ambiental do Plano Diretor Estratégico de São Paulo 16.050/14. Fonte: gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br.

Nas regiões metropolitanas, em que há uma crescente urbanização, os parques respondem à demanda de lugares para lazer e ao mesmo tempo são espaços que amenizam

a continuidade das infraestruturas urbanas e compensam as massas edificadas. Sendo assim, o conforto térmico promovidos pelos parques e áreas verdes (públicas ou privadas) é de grande importância para o clima local, podendo alterar os níveis de temperatura e umidade do ar, deixando o clima mais ameno.

Quando os edifícios se tornaram parte absoluta da paisagem de uma cidade, o clima deixa de ser clima natural e passa a ser clima urbano, respondendo às novas variáveis de temperatura, umidade, irradiação e outros, pois há maior geração de gases poluentes trazidos pelos veículos, o concreto dos edifícios e o asfalto armazenam grande parte da radiação solar que recebem, os prédios altos obstruem e deslocam as correntes de vento, entre outros.

Portanto, essa pesquisa tem como objetivo identificar e mensurar a importância dos parques e áreas verdes para uma cidade urbanisticamente densa, apontar como o conforto térmico pode ser melhorado através de uma política de áreas verdes e ruas arborizadas – incluindo enfaticamente as vias e as calçadas como local de passeio – tendo como estudo de caso o entorno do Parque da Luz, em São Paulo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O fenômeno da urbanização é crescente e global. Nas últimas décadas, as cidades apresentaram grande crescimento da população, do espaço e de atividades, transformando drasticamente tanto o ambiente natural como ambiente construído. Esse novo ambiente construído vem sofrendo significativa alteração climática, com prejuízo para a qualidade de vida das populações (LABAKI *et al.*, 2011).

Uma das causas da formação de ilhas de calor na cidade são as mudanças dos fluxos de energia solar que chegam à superfície do solo através de processos físicos, alterando alguns elementos meteorológicos, em especial as temperaturas da superfície e do ar. Segundo alguns autores, ocorre maior aquecimento durante o dia, devido à capacidade térmica de absorção dos materiais utilizados na construção civil, que devolvem parte da radiação recebida para a atmosfera. (LOMBARDO, 1985; OKE, 1987; COLTRIET *et al.*, 2007 *apud* FEITOSA *et al.*, 2011)

De acordo com Bernatzky (1982 *apud* PINHEIRO *et al.*, 2017), o crescimento contínuo e desordenado das cidades brasileiras tem acontecido acompanhado da negligência relativa à composição arbórea em vias e locais públicos, fator que amplia os impactos ambientais no microclima urbano. Sendo assim, os materiais utilizados na construção das cidades e a ausência de vegetação vêm alterando as características climáticas dos centros urbanos.

O planejamento de uma infraestrutura verde propicia a integração da natureza na cidade, promovendo espaços urbanos mais sustentáveis, além de favorecer a mitigação de impactos ambientais e colaborar na adaptação das cidades para enfrentar os problemas

causados pelas alterações climáticas, como por exemplo: chuvas mais intensas e frequentes, aumento das temperaturas (ilhas de calor), desertificação, perda da biodiversidade, só para citar alguns (HERZOG, 2010).

Segundo Amorim (2001 *apud* LIMA *et al.*, 2006), as áreas verdes assumem um papel muito importante nas cidades no que se refere à qualidade do ambiente, pois promovem equilíbrio entre a vida urbana e o meio ambiente quando utilizados e preservados para este fim. E, ainda poderiam ser destinadas à recreação e ao lazer da população.

A vegetação em áreas urbanas é de fundamental importância para melhoria da qualidade de vida, pois colabora na melhoria e na estabilidade microclimática, devido à redução das amplitudes térmicas, ampliação das taxas de transpiração, redução da insolação direta, dentre outros benefícios (MILADO; DALCIN, 2000 *apud* PINHEIRO *et al.*, 2017).

Para Sant'Anna Neto (2000 *apud* PINHEIRO *et al.*, 2017) a ausência da vegetação em áreas urbanas, em especial de porte arbóreo, pode afetar o microclima, estando estes ambientes mais sujeitos à ocorrência de ilhas de calor.

3. METODOLOGIA

Uma vez determinado o local de estudo, foi traçado um percurso de aproximadamente 2300 metros, no qual foram escolhidos onze pontos de medição, sendo estes realizados em superfícies de mobiliários urbanos, fachadas de edifícios, gradis e árvores, possibilitando haver uma relação entre a temperatura dos materiais com a temperatura do ar no local. O percurso é composto por duas ruas diferentes no que tange a quantidade de vegetação a Rua João Teodoro tem uma quantidade satisfatória de vegetação arbórea enquanto a Rua São Caetano tem quantidade diminuta de vegetação arbórea. (Figura 02)

Figura 02:



Legenda: Mapeamento de vegetação na área de estudo. Fonte: Acervo Pessoal.

Dessa forma, o percurso definido sai da estação de metrô Tiradentes sentido Rua João Teodoro, descendo a mesma até a Rua Cantareira, contornando uma quadra sentido Rua

São Caetano, subindo a mesma até a Avenida Tiradentes e fechando um quadrilátero na Rua João Teodoro. Segue então até o outro lado da Avenida Tiradentes, sobe a Rua Ribeiro de Lima até a entrada do Parque da Luz. (Figura 03)

Figura 03:



Legenda: Trajetória do percurso. Fonte: Google Earth.

Com duração de um ano, esta pesquisa, nos primeiros dois meses, nos elaborou o estudo do referencial teórico para fundamentar a análise dos dados que seriam obtidos nas medições. Sendo assim, as medições foram iniciadas no fim de setembro de 2018 e finalizadas no começo de abril de 2019, com duração total de 8 meses. Totalizou-se, dessa maneira, 13 medições, todas realizadas no mesmo período do dia, tendo início por volta das 13h, às quartas-feiras, com duração média de 50 minutos para realização do percurso completo.

Tabela 01:

Medições	Dia	Horário (Termo-Higrômetro)	Horário (primeira/última foto térmica)
1	26/09/2018	13:23 - 14:23	x
2	10/10/2018	13:17 - 14:07	x
3	26/10/2018	13:12 - 14:02	x
4	07/11/2018	13:22 - 14:12	x
5	21/11/2018	13:12 - 14:02	x
6	05/12/2018	13:18 - 14:08	x
7	19/12/2018	x	13:32 - 14:40
8	09/01/2019	13:16 - 14:06	13:26 - 14:30
9	23/01/2019	13:18 - 14:08	13:28 - 14:30
10	13/02/2019	13:24 - 14:14	x
11	27/02/2019	13:10 - 14:00	x
12	13/03/2019	13:23 - 14:13	x
13	03/04/2019	13:33 - 14:23	x

Legenda: Tabela com horários e dias das medições com cada aparelho utilizado. Em verde, os dias que a câmera térmica foi manuseada. Fonte: Acervo Pessoal.

Para o estudo do conforto térmico dos parques e da área verde no entorno do Parque da Luz, foram disponibilizados pela Universidade Presbiteriana Mackenzie três aparelhos, sendo eles: Termo-Higrômetro Datalogger, Termo-Higrômetro Digital e Câmera Termográfica, abaixo especificados:

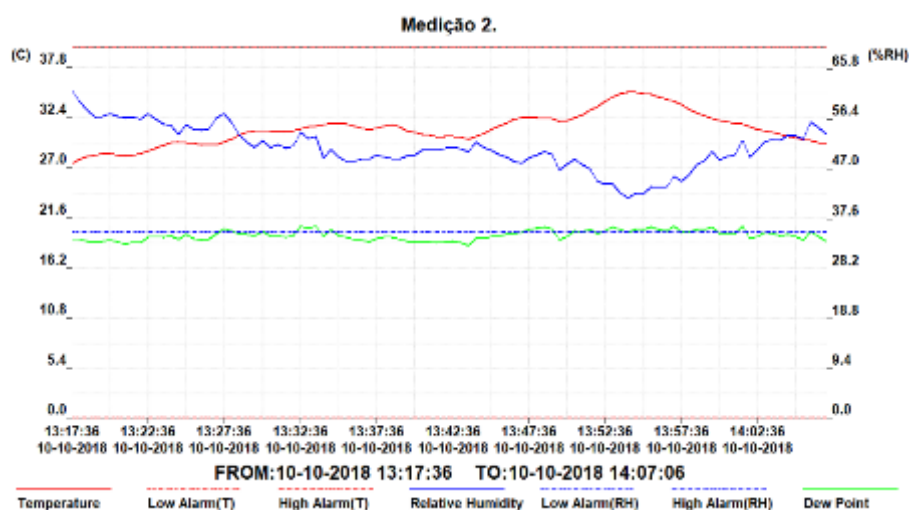
3.1 Termo-Higrômetro Datalogger 32000 HT-4000 ICEL

O aparelho disponibilizado foi utilizado para fazer as medições de Temperatura do Ar (°C), Umidade Relativa do Ar (%) e Ponto de Orvalho, que é a temperatura a qual o vapor de água que está em suspensão no ar começa a se condensar.

Este aparelho funciona juntamente ao software Datalogger Graph, que computa o tempo de medição e gera gráficos. É recomendado que esteja a 1,20 metros do solo e 50 centímetros do corpo do pesquisador para que o mesmo não gere interferências nos dados térmicos.

Antes de cada medição, foi necessário configurar algumas especificações no software Datalogger Graph, por exemplo, o tempo estimado do percurso – que foi mantido 50 minutos durante todas as idas em campo –, assim como a quantidade de pontos a serem medidos e seus intervalos de tempo. Dessa forma, após a medição conectou-se o aparelho no computador para fazer o download dos dados, gerando assim, um gráfico com 3 curvas, cada uma relativa a cada dado térmico, sendo diferenciadas por cores.

Gráfico 01:



Legenda: exemplo de gráfico gerado a partir do Software Datalogger Graph. Fonte: Acervo Pessoal.

O gráfico leva em consideração intervalos de temperatura (°C) entre 0°C e 40°C e umidade relativa do ar (%) entre 0% e 70%. Também consta no gráfico legenda, intervalos de horário para melhor análise das temperaturas no percurso, data da medição e horário de início e fim.

3.2 Termo-Higrômetro Digital Minipa, modelo MT-241.

Por se tratar de um levantamento de dados, foram escolhidos onze pontos durante o percurso para que houvesse medição da temperatura através do Termo-Higrômetro Digital. O equipamento conta com sensor interno e externo, relógio integrado e leitura de temperatura e umidade.

Sendo assim, com a capacidade de medir a temperatura de diferentes materiais através de seu sensor externo, foram medidos dois indicadores em cada ponto do percurso, sendo eles: superfícies de mobiliários urbanos, fachadas de edifícios, gradis e árvores.

Figura 04:



Legenda: Mapa com indicação dos pontos de cada medição. Fonte: Acervo Pessoal.

E os resultados de das medições com o Termo-Higrômetro Digital seguem abaixo.

Tabelas 02, 03 e 04:

Medições	Dia	Temperatura do dia	Pontos							
			1		2		3		4	
			Gradil	Árvore	Poste 1	Poste 2	Vidro	Poste	Poste 1	Poste 2
1	26/09/2018	32°C	x	x	x	x	x	x	x	x
2	10/10/2018	28°C	28,9°C	31,0°C	30,5°C	32,3°C	30,5°C	32,5°C	31,9°C	32,5°C
3	26/10/2018	26°C	29,9°C	31,0°C	29,9°C	31,2°C	30,5°C	31,8°C	30,2°C	30,7°C
4	07/11/2018	23°C	28,6°C	28,4°C	27,8°C	28,6°C	26,6°C	28,2°C	27,6°C	28,3°C
5	21/11/2018	21°C	24,7°C	25,0°C	24,2°C	25,6°C	24,8°C	26,2°C	26,3°C	27,0°C
6	05/12/2018	30°C	31,1°C	31,4°C	31,2°C	32,0°C	31,6°C	31,9°C	34,4°C	34,7°C
7	19/12/2018	32°C	33,2°C	33,5°C	34,5°C	35,3°C	35,4°C	36,8°C	36,3°C	36,4°C
8	09/01/2019	34°C	35,0°C	34,3°C	35,5°C	36,1°C	36,0°C	37,0°C	36,3°C	36,6°C
9	23/01/2019	32°C	35,4°C	33,2°C	35,3°C	36,1°C	36,3°C	37,7°C	37,3°C	37,6°C
10	13/02/2019	22°C	25,0°C	25,0°C	25,7°C	25,5°C	25,8°C	26,0°C	26,5°C	26,8°C
11	27/02/2019	27°C	29,7°C	30,3°C	31,1°C	31,9°C	32,6°C	34,2°C	33,1°C	33,5°C
12	13/03/2019	31°C	32,8°C	33,1°C	35,7°C	35,5°C	35,4°C	38,7°C	36,6°C	36,8°C
13	03/04/2019	31°C	34,3°C	32,2°C	34,5°C	36,2°C	32,7°C	37,6°C	36,0°C	35,8°C

Medições	Dia	Temperatura do dia	Pontos							
			5		6		7		8	
			Vidro	Poste	Poste 1	Poste 2	Gradil	Árvore	Gradil	Poste
1	26/09/2018	32°C	x	x	x	x	x	x	x	x
2	10/10/2018	28°C	30,4°C	31,3°C	32,8°C	33,7°C	32,3°C	31,7°C	31,8°C	32,5°C
3	26/10/2018	26°C	29,2°C	31,0°C	30,0°C	31,2°C	30,1°C	30,0°C	28,3°C	29,9°C
4	07/11/2018	23°C	26,9°C	26,7°C	27,2°C	28,4°C	27,4°C	27,1°C	28,3°C	28,7°C
5	21/11/2018	21°C	25,7°C	25,9°C	26,2°C	26,4°C	25,7°C	26,2°C	25,8°C	26,0°C
6	05/12/2018	30°C	32,3°C	32,7°C	32,9°C	33,1°C	33,6°C	32,6°C	33,4°C	33,4°C
7	19/12/2018	32°C	34,3°C	35,6°C	35,5°C	36,4°C	34,0°C	33,1°C	33,5°C	34,5°C
8	09/01/2019	34°C	34,8°C	35,6°C	35,9°C	36,2°C	34,8°C	34,2°C	35,4°C	36,0°C
9	23/01/2019	32°C	35,3°C	36,7°C	37,5°C	38,1°C	35,2°C	33,8°C	35,6°C	36,0°C
10	13/02/2019	22°C	27,5°C	26,4°C	26,1°C	26,7°C	25,9°C	25,5°C	25,3°C	26,0°C
11	27/02/2019	27°C	30,3°C	31,7°C	31,5°C	32,0°C	29,5°C	29,7°C	28,8°C	30,1°C
12	13/03/2019	31°C	33,3°C	37,1°C	37,1°C	36,3°C	33,1°C	31,7°C	32,3°C	34,6°C
13	03/04/2019	31°C	31,6°C	38,7°C	36,4°C	35,4°C	33,4°C	31,7°C	32,4°C	37,4°C

Medições	Dia	Temperatura do dia	Pontos					
			9		10		11	
			Árvore	Poste	Árvore	Poste	Árvore	Poste
1	26/09/2018	32°C	x	x	x	x	x	x
2	10/10/2018	28°C	30,1°C	30,8°C	29,5°C	29,2°C	30,0°C	29,0°C
3	26/10/2018	26°C	28,0°C	28,8°C	29,2°C	28,8°C	28,7°C	29,1°C
4	07/11/2018	23°C	26,5°C	26,1°C	25,3°C	25,9°C	26,6°C	26,3°C
5	21/11/2018	21°C	24,0°C	24,5°C	23,7°C	23,2°C	23,0°C	23,5°C
6	05/12/2018	30°C	30,2°C	30,6°C	30,4°C	30,7°C	31,3°C	31,2°C
7	19/12/2018	32°C	31,9°C	32,4°C	31,3°C	31,1°C	32,7°C	34,4°C
8	09/01/2019	34°C	33,1°C	33,5°C	32,2°C	31,9°C	33,3°C	34,7°C
9	23/01/2019	32°C	32,6°C	33,2°C	32,1°C	32,2°C	32,8°C	34,6°C
10	13/02/2019	22°C	25,8°C	26,1°C	25,7°C	25,2°C	25,9°C	26,1°C
11	27/02/2019	27°C	27,8°C	28,6°C	29,1°C	28,8°C	30,2°C	29,9°C
12	13/03/2019	31°C	30,6°C	31,2°C	30,4°C	29,9°C	32,7°C	32,0°C
13	03/04/2019	31°C	31,0°C	33,9°C	29,2°C	31,0°C	31,2°C	32,5°C

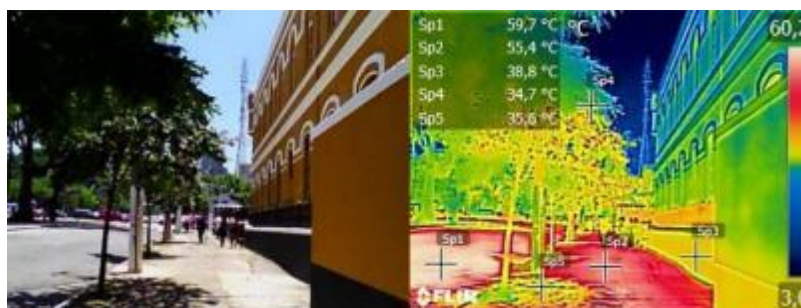
Legenda: Dados de cada superfície medida nos onze pontos dos treze dias de medição. Fonte: Acervo Pessoal.

3.3 Câmera Termográfica FLIR, modelo E5.

Como este é um equipamento de alto custo, só foi possível utilizá-lo em três medições, podendo obter fotos – utilizando o Software FLIR Tools – importantes para a análise final de como as áreas verdes e arbóreas absorvem menos radiação solar, possuindo uma menor temperatura quando comparado ao asfalto e calçadas. Dessa maneira, foi capaz de relacionar estes fatos com as questões de arborização das vias como forma de amenizar as altas temperaturas do solo.

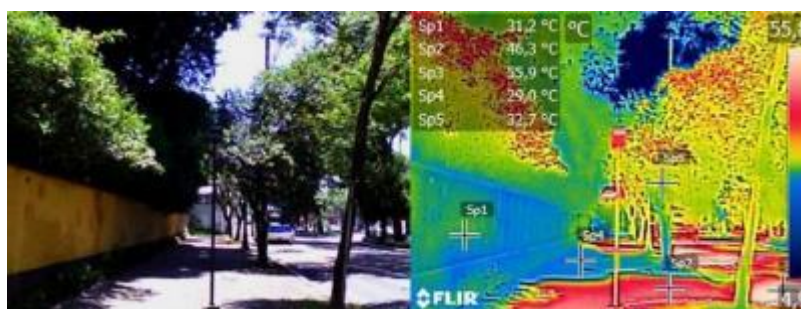
A seguir algumas das fotos tiradas durante o percurso com a câmera termográfica:

Figura 05:



Legenda: Rua João Teodoro próximo ao ponto 01, foi registrada diferença térmica entre a área insolada e a área sombreada de 24,1°C. Fonte: Acervo Pessoal.

Figura 06:



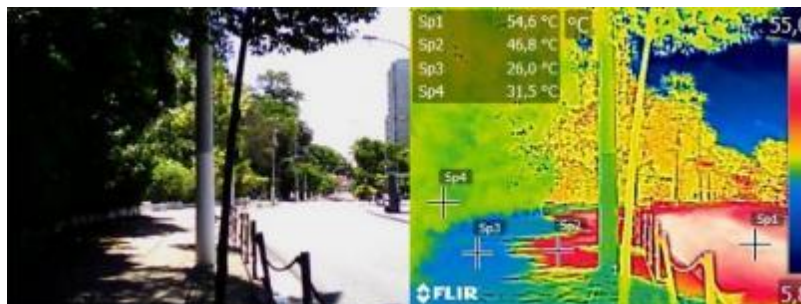
Legenda: Rua João Teodoro próximo ao ponto 02, foi registrada diferença térmica entre a área insolada e a área sombreada de 26,9°C. Fonte: Acervo Pessoal.

Figura 07:



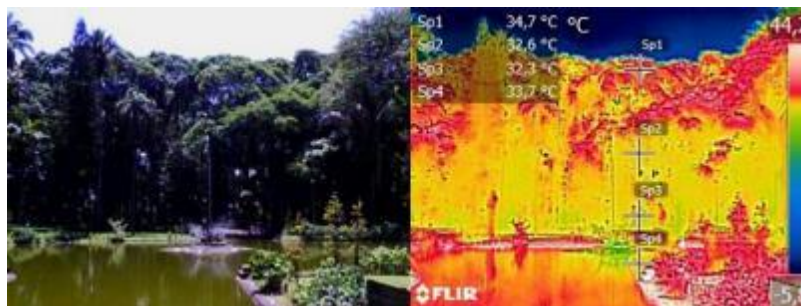
Legenda: Avenida Tiradentes próximo ao ponto 06, foi registrada diferença térmica entre a área insolada e a área sombreada de 23°C. Fonte: Acervo Pessoal.

Figura 08:



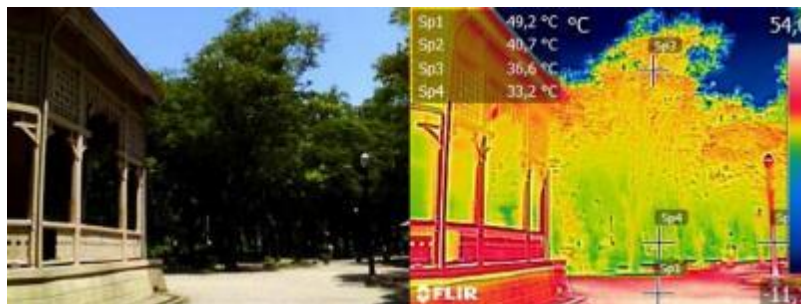
Legenda: Rua Ribeiro de Lima próximo à entrada do Parque da Luz, foi registrada diferença térmica entre a área insolada e a área sombreada de 28,6°C. Fonte: Acervo Pessoal.

Figura 09:



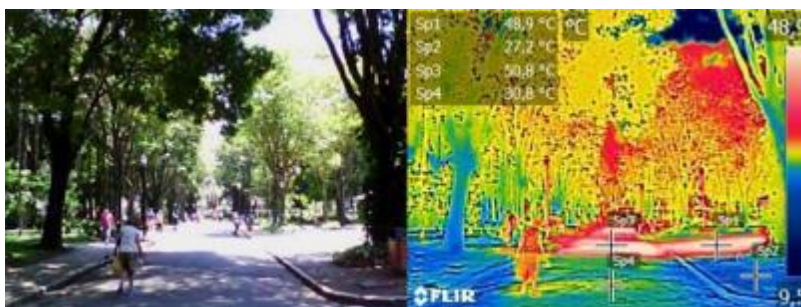
Legenda: Parque da luz próximo ao ponto 11, foi registrada diferença térmica entre a copa de árvores expostas à radiação e locais sombreados pelas mesmas de 2,4°C. Fonte: Acervo Pessoal.

Figura 10:



Legenda: Parque da Luz, onde foi registrada diferença térmica entre a área insolada e a área sombreada de 16°C. Fonte: Acervo Pessoal.

Figura 11:



Legenda: travessa principal no Parque da Luz, onde foi registrada diferença térmica entre a área insolada e a área sombreada de 22,6°C. Fonte: Acervo Pessoal.

Dessa forma, comprovou-se através das mensurações diferenças de temperatura entre áreas sombreadas e áreas insoladas em uma amplitude térmica de 2,4°C até 26,9°C. Sendo assim, fica evidente que o desenvolvimento de projetos de arquitetura de exteriores deve levar em consideração os materiais utilizados e também suas capacidades de emissão de calor.

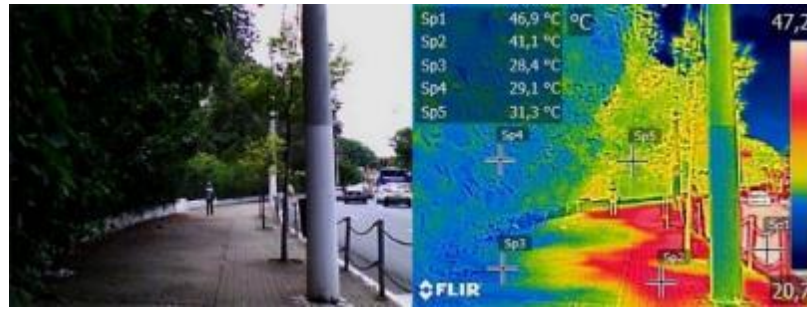
4. RESULTADO E DISCUSSÃO

A partir dos gráficos, fotos térmicas e dados de temperatura das superfícies durante o percurso, constatou-se diferentes resultados em cada rua, o que leva a uma análise mais aprofundada do conforto térmico e das condições climáticas encontradas.

Na calçada do Parque da Luz junto a Rua Ribeiro de Lima, em um dia nublado, foi registrada uma variação de 18°C (Figura 12) – entre o asfalto onde passam os carros e a calçada sombreada pelas árvores do parque –, e em um dia ensolarado foi registrada variação de 31°C. (Figura 13)

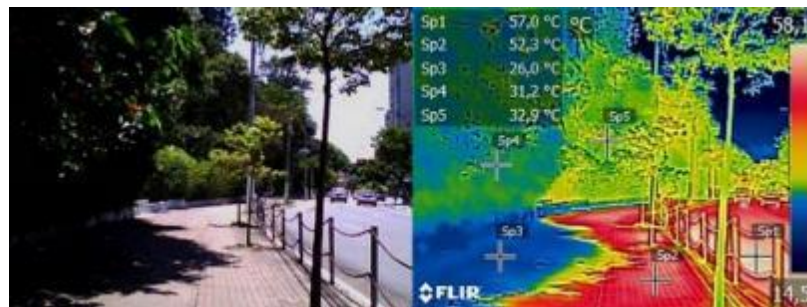
Em outra imagem registrada na calçada da Avenida Tiradentes foi possível analisar que, em um dia ensolarado, onde não há sombra de árvore, registrou-se uma temperatura por volta de 55°C, enquanto onde está sombreado possui por volta de 32°C. Isso mostra a importância da arborização quando há incidência da radiação solar no solo, pois os locais sombreados recebem menos incidência solar, fazendo com que o concreto e asfalto permaneçam em uma temperatura mais baixa, assim como as áreas verdes são capazes de umidificar melhor o ambiente através da transpiração. (Figura 15)

Figura 12:



Legenda: Rua Ribeiro Lima próximo à entrada do Parque da Luz. Dia 19/12/2018 às 14h12 e temperatura do ar na cidade de 32°C. Fonte: Acervo Pessoal.

Figura 13:



Legenda: Rua Ribeiro Lima próximo à entrada do Parque da luz. Dia 09/01/2019 às 14h04 e temperatura do ar na cidade de 34°C. Fonte: Acervo Pessoal.

Tabela 05:

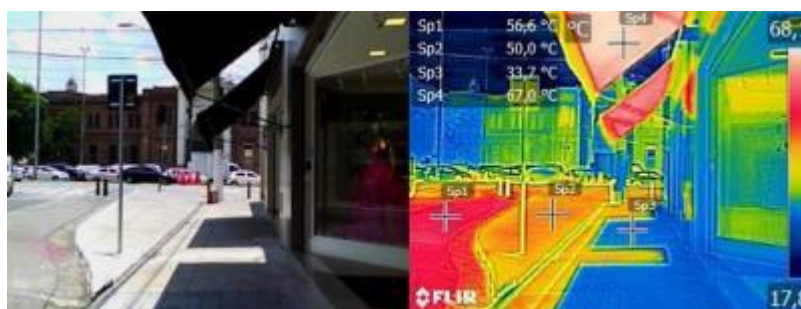
Dia	Temperatura do dia	Temperaturas em diferentes superfícies				
		Asfalto	Paver	Concreto sombreado	Vegetação sombreada	Vegetação exposta ao sol
19/12/2018 (nublado)	32°C	46,9°C	41,1°C	28,4°C	29,1°C	31,3°C
09/01/2019 (ensolarado)	34°C	57,0°C	52,3°C	26,0°C	31,2°C	32,9°C

Legenda: Comparação de temperaturas obtidas a partir da Câmera Termográfica. Fonte: Acervo Pessoal.

Com a falta de vegetação nas ruas, os empreendimentos e comércios optam por toldos e pergolados, a fim de proteger sua fachada da incidência de radiação solar e dando um maior conforto para quem passeia pelo local e usufrui das suas sombras (Figura 14). A diferença de temperatura entre a área sombreada dos toldos e o asfalto da rua é de aproximadamente 22°C, evidenciando na imagem que o toldo segura todo o calor, chegando a uma temperatura de 67°C.

Na Avenida Tiradentes é possível notar que as árvores na calçada exercem o mesmo efeito que o toldos encontrados na Rua São Caetano (Figura 15), no que tange sombrear as fachadas dos comércios e causar um melhor conforto térmico para aqueles que passeiam pelo local. Sendo assim, uma das formas de melhorar as condições climáticas da Rua São Caetano, a mais quente do percurso, seria substituir parte dos toldos por arborização viária, pois os toldos armazenam muito mais radiação solar do que as copas de árvores.

Figura 14:



Legenda: Rua São Caetano. Dia 23/01/2019 às 13h56 e temperatura do ar na cidade de 32°C. Fonte: Acervo Pessoal.

Figura 15:



Legenda: Avenida Tiradentes. Dia 09/01/2019 às 13h55 e temperatura do ar na cidade de 34°C. Fonte: Acervo Pessoal.

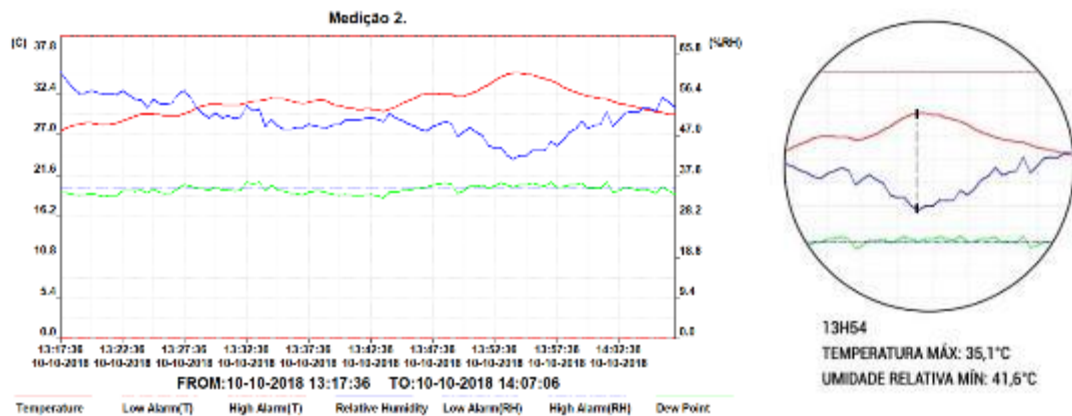
Tabela 06:

Dia	Temperatura do dia	Temperaturas em diferentes superfícies				
		Asfalto	Concreto exposto ao sol	Concreto sombreado	Toldo	Copa da árvore
23/01/2019	32°C	56,6°C	50,0°C	33,7°C	67,0°C	x
09/01/2019	34°C	54,2°C	47,6°C	31,2°C	x	35,6°C

Legenda: Comparação de temperaturas obtidas a partir da Câmera Termográfica. Fonte: Acervo Pessoal.

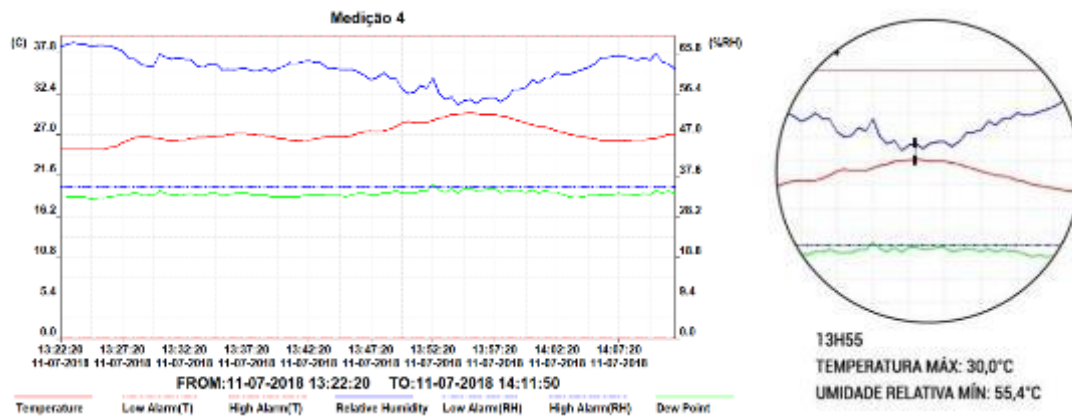
Ademais, foram selecionados dois gráficos de duas estações do ano diferentes para analisar os fatores em comuns. Os dois primeiros gráficos (Gráfico 02 e 03), do dia 10 de outubro e do dia 07 de novembro, ambos na estação primavera, revelam aspectos em comum quanto à temperatura e umidade durante o percurso. Nota-se que, durante o percurso, a temperatura sofre um aumento e, quando próximo ao parque, volta a abaixar. O mesmo acontece com a umidade do ar, porém, ao invés de aumentar durante o percurso, ela diminui cada vez mais e somente retorna a aumentar nas redondezas do Parque da Luz.

Gráfico 02:



Legenda: gráfico da medição 2, com temperatura do dia em 28°C. Fonte: Acervo Pessoal.

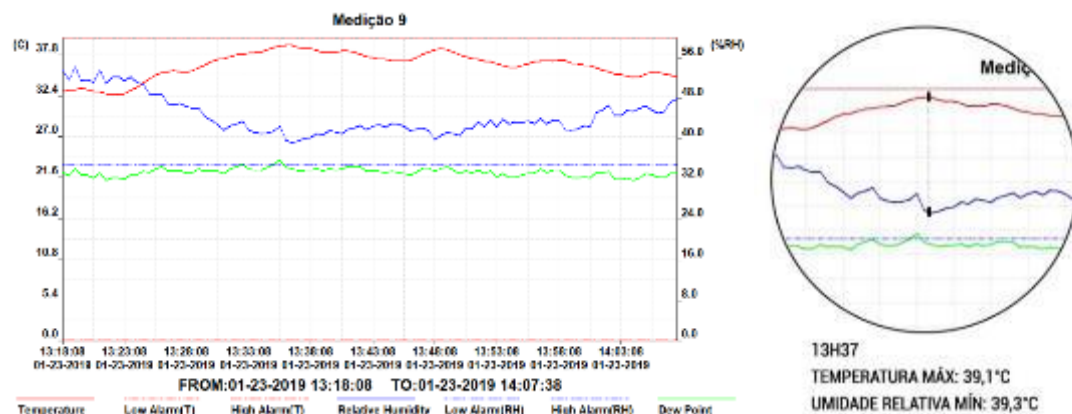
Gráfico 03:



Legenda: gráfico da medição 4, com temperatura do dia em 23°. Fonte: Acervo Pessoal.

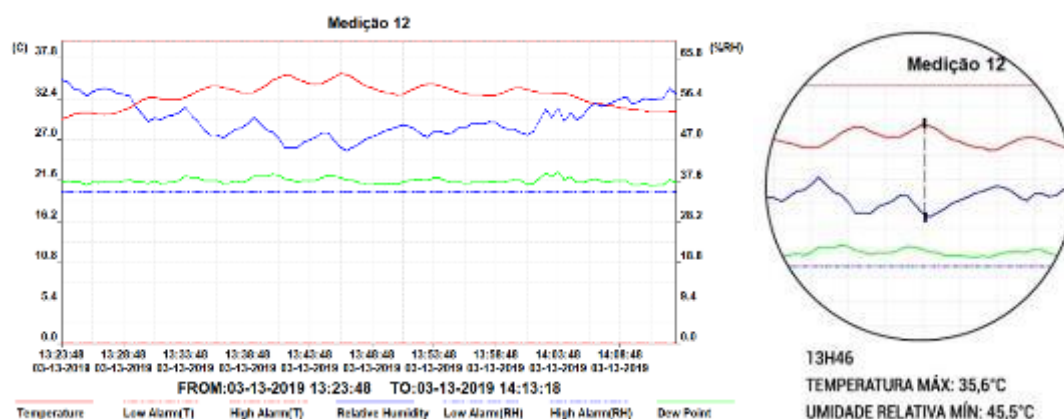
Da mesma maneira, foram selecionados dois gráficos de medições feitas no verão, dia 07 de novembro e dia 23 de janeiro (Gráfico 04 e 05). Ambos mostram algumas diferenças quando comparados aos gráficos da primavera, pois, no verão, a temperatura do ar já começa a aumentar logo no início do percurso, mantendo o gráfico alto durante a maior parte do tempo – com vários picos de temperatura – e só voltando a abaixar nas proximidades do Parque da Luz. O mesmo ocorre com a umidade relativa, mas de forma inversa.

Gráfico 04:



Legenda: gráfico da medição 9, com temperatura do dia em 32°C. Fonte: Acervo Pessoal.

Gráfico 05:



Legenda: gráfico da medição 12, com temperatura do dia em 31°C. Fonte: Acervo Pessoal.

Para melhor entendimento das temperaturas durante o percurso, elaborou-se um mapa de calor com base em todas as medições, no qual para cada cor houve um intervalo de temperatura baseado nas médias de cada um dos onze pontos do caminho.

Figura 16:



Legenda: mapa de calor da região estudada. Fonte: Acervo Pessoal.

Segundo Labaki (*et al.*, 2011), “o efeito de sombra é bastante estudado e discutido em edificações. Considera-se de interesse que tais conceitos também possam ser desenvolvidos para implantação de arborização visando ao conforto térmico urbano.”

Sendo assim, houve a ideia de propor uma melhoria para uma das ruas do percurso, a Rua São Caetano. Como mostram os resultados, por conta da falta de arborização viária, alto nível de tráfego de carros e uso de materiais como concreto e asfalto, a rua apareceu como a mais quente da pesquisa, no que diz respeito ao conforto térmico.

Levando em conta as dimensões médias da rua, criou-se um desenho de melhoria das calçadas e eventualmente do conforto térmico, pois, com a implantação de canteiros com mais árvores e vegetação, poderá melhorar a sensação de conforto térmico (Figura 17).

Segundo Furtado (1994), ao utilizar a vegetação para sombreamento, possibilita-se não só economizar energia como também criar espaços externos agradáveis à permanência humana. (PAULA, 2004)

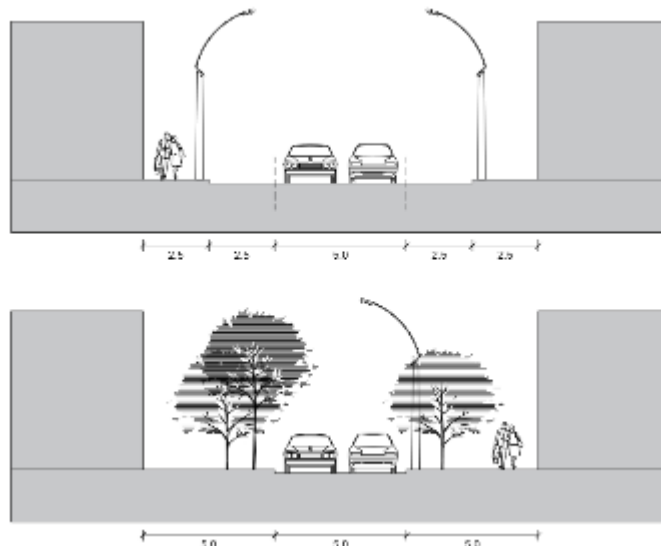
Figura 17:



Legenda: como seria o antes e depois da proposta de trazer maior conforto térmico através de arborização e canteiros. Fonte: Acervo Pessoal.

Sendo assim, a Rua São Caetano conta com 4 faixas para carros, 2 exteriores para vagas de estacionar e carga/descarga além de duas interiores para tráfego contínuo dos veículos, em sentido único. Uma opção seria retirar as duas faixas externas para torná-las canteiros, tornando o local mais acessível à caminhadas a pé ou até mesmo de bicicleta, levando em conta a existência próxima de uma estação intermodal (metrô e CPTM), assim como diversos pontos de ônibus na Avenida Tiradentes, travessa da Rua São Caetano. (Figura 18)

Figura 18:



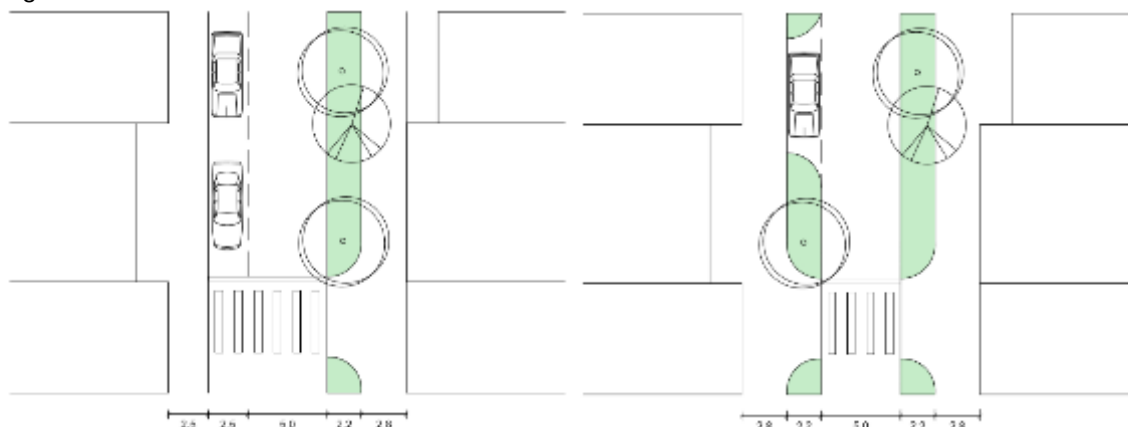
Legenda: corte técnico da via e proposta para Rua São Caetano. Fonte: Acervo Pessoal.

Por mais que tenham transportes públicos muito próximos, poderia não ser muito viável a total retirada das duas vagas de estacionar carros, pois como é uma rua com predomínio do comércio, algumas pessoas optam por irem de carro por conta do peso das

compras ou até mesmo a facilidade e conforto. Dessa forma, foram criadas outras duas propostas mais acessível:

- 1) Eliminar apenas uma das vagas externas de estacionar carros, tornando-a canteiros com árvores e manter a outra em funcionamento. (Figura 19)
- 2) Manter os dois canteiros no lugar das duas vagas externas, mas criando recuos para algumas vagas de carro ou carga/descarga de produtos. (Figura 20)

Figuras 19 e 20:



Legenda: esquemas de reorganização das vias. Fonte: Acervo Pessoal.

Segundo Jan Gehl (2013, p.71) "Um argumento importante nas discussões sobre a reorganização do tráfego e seus princípios para as ruas é que há mais vida nos bairros onde as pessoas se deslocam lentamente. O objetivo de criar cidades onde mais pessoas sejam convidadas a caminhar e a pedalar trará mais vida para as ruas e uma experiência mais rica porque o tráfego rápido será transformado em tráfego lento."

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das características locais do entorno do Parque da Luz, a quantidade de vegetação nas ruas comparadas às vegetações do parque e as condições microclimáticas evidenciadas nas medições feitas entre setembro/2018 e abril/2019, é possível comparar os dados com os problemas de pesquisas: como as áreas verdes melhoram a qualidade ambiental das cidades e como as condições microclimáticas influenciam no dia a dia dos cidadãos?

"A radiação solar causa muitos efeitos nos centros urbanos e a vegetação é um dos elementos que pode ser utilizado para bloquear sua incidência e contribuir para o equilíbrio do balanço da energia nas cidades." (PAULA, 2004)

O trecho acima de Paula (2004) pode ser aplicado à região estudada, levando em consideração a localização no centro de São Paulo e suas condições microclimáticas. Portanto, uma forma de evitar as Ilhas de Calor, fenômeno climático causado por alta

densidade urbana e outros fatores, seria através de programas de plantio e manutenção de vegetação urbana, afim de sombrear as calçadas e vias e ajudar na umidificação do ar através da transpiração das folhas.

Os resultados obtidos são consideráveis, visto que o Parque da Luz contém as menores médias de temperatura de todo o percurso, sendo capaz de relacionar a quantidade de área verde existente no local com a quantidade do entorno. Também foi possível constatar que uma árvore fora do parque pode ter até +3,2°C de diferença de temperatura de uma árvore dentro do parque. (Tabela 07)

Tabela 07:

Medições	Dia	Temperatura do dia	Ponto 1	Ponto 7	Ponto 9	Ponto 10	Ponto 11	Diferença de temperatura
			Árvore Rua João Teodoro	Árvore Av. Teófilo	Árvore Parque da Luz	Árvore Parque da Luz	Árvore Parque da Luz	
1	26/09/2018	32°C	X	X	X	X	X	X
2	10/10/2018	28°C	31,0°C	31,7°C	30,1°C	29,5°C	30,0°C	2,2°C
3	26/10/2018	26°C	31,0°C	30,0°C	28,0°C	29,2°C	28,7°C	3,0°C
4	02/11/2018	23°C	28,0°C	27,1°C	26,5°C	25,3°C	24,8°C	3,1°C
5	21/11/2018	21°C	25,0°C	26,2°C	24,0°C	23,7°C	23,0°C	3,2°C
6	05/12/2018	30°C	31,0°C	32,0°C	30,2°C	30,0°C	31,1°C	2,4°C
7	19/12/2018	32°C	33,5°C	33,1°C	31,5°C	31,5°C	32,7°C	2,2°C
8	09/01/2019	34°C	34,3°C	34,2°C	33,1°C	32,2°C	33,1°C	2,1°C
9	23/01/2019	32°C	33,2°C	33,8°C	32,5°C	32,1°C	32,8°C	1,7°C
10	13/02/2019	22°C	25,0°C	25,5°C	25,8°C	25,7°C	25,9°C	X
11	27/02/2019	27°C	30,3°C	29,7°C	27,8°C	29,1°C	30,2°C	2,5°C
12	13/03/2019	31°C	33,1°C	31,7°C	30,0°C	30,4°C	32,7°C	2,7°C
13	03/04/2019	31°C	32,2°C	31,7°C	31,0°C	29,2°C	31,2°C	3,0°C

Legenda: diferença de temperatura entre a maior encontrada fora do parque e a menor dentro do parque. Fonte: Acervo Pessoal.

Para Labaki (*et al.*, 2011) “os agrupamentos arbóreos exercem influência numa escala maior do que uma única árvore. Ou seja, a disposição de elementos arbóreos pode aumentar a capacidade de redução da temperatura do ar e a atenuação da radiação incidente, bem como intensificar as sensações de conforto térmico ao usuário num determinado raio.”

Por fim, os locais com um melhor conforto térmico e a quantidade adequada de vegetação acabam influenciando também na qualidade de vida e ambiental dos cidadãos. Além de não acarretar em problemas de saúde – respiratórios e cardiovasculares –, há a influência nos hábitos de deslocamento, o que leva as pessoas a passearem a pé pelo local, praticarem esportes, fazer atividades ao ar livre e aproveitar o que a região tem a oferecer nas calçadas e no comércio, disposto em fachadas ativas.

6. REFERÊNCIAS

BRASIL (Município). Constituição (2014). Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014. **Plano Diretor Estratégico de São Paulo**. São Paulo, SP, 31 jul. 2014

EBBESSEN, Lucas. **Ilhas de Calor**. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/clima/ilha-de-calor/>>. Acesso em: 21 de mar. 2018

FEITOSA, Sônia Maria Ribeiro; GOMES, Jaíra Maria Alcobaça; NETO, José Machado Moita; ANDRADE, Carlos Sait Pereira. **Consequências da Urbanização na Vegetação e na Temperatura da Superfície de Teresina - Piauí**. REVSBAU, Piracicaba – SP, v. 6, n. 2, p. 58-75, 2011.

GEHL, Jan. **Cidade para Pessoas**. 2013. 1 ed. [S. l.]: PERSPECTIVA, 2013. 261 p.

HERZOG, C.; ROSA, L. **Infraestrutura Verde: Sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana**. Revista LABVERDE, n. 1, p. 92-115, 11 set. 2010.

HIROTA, M; VORMITTAG, E. **Como as áreas verdes nas cidades geram benefícios para a saúde**. Disponível em: <<https://epoca.globo.com/colunas-e-blogs/blog-do-planeta/noticia/2015/11/como-areas-verdes-nas-cidades-geram-beneficios-para-saude.html>>. Acesso em: 01 ago. 2019.

LABAKI, Lucila Chebel; SANTOS, Rosely Ferreira; BUENO-BARTHOLOMEI, Carolina Lotufo; ABREU, Loyde Vieira. **Vegetação e Conforto Térmico em Espaços Urbanos Abertos**. Fórum do Patrimônio, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 23-42, 2011.

LIMA, Valéria; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. **A Importância das Áreas Verdes para a Qualidade Ambiental das Cidades**. Revista Formação, v. 1, n. 13, p. 139-165, 2006

LOUREIRO, Tatiana. **Ilhas de calor em São Paulo: Pontos quentes da cidade**. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/ideias/ilhas-de-calor-em-sao-paulo-pontos-quentes-dacidade/>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

OTTOBONI, Julio. **Árvores urbanas e prédios verdes diminuem em 30% a poluição do ar**. Disponível em: <<http://envolverde.cartacapital.com.br/arvores-urbanas-e-predios-verdesdiminuem-em-30-poluicao-do-ar/>>. Acesso em: 20 de mar. 2018.

PAULA, Roberta Zakia Rigitano de. **A Influência da Vegetação no Conforto Térmico do Ambiente Construído**. Orientador: Prof^a Dr^a LUCILA CHEBEL LABAKI. 2004. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, UNICAMP, Campinas, 2004.

PINHEIRO, Clebio Rodrigues; SOUZA, Danilo Diego. **A Importância da Arborização nas Cidades e sua Influência no Microclima**. Florianópolis, v. 6, n. 1, p. 67-82, 2017.

VERDE, Redação Pensamento. **O que são Ilhas de Calor?** Disponível em: <<https://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/o-que-sao-ilhas-de-calor/?hilite=%27ilhas%27%2C%27calor%27>>. Acesso em: 01 ago. 2019

Contatos: giovanastarke@hotmail.com e perola.brocaneli@mackenzie.br