

AUMENTO DE TEMPERATURAS SUPERFICIAIS OCASIONADO PELO TRÁFEGO AUTOMOTIVO EM RUA DE CURITIBA

Leandro C. Fernandes (1); Sérgio C. Lange (2); Eduardo L. Krüger (3).

(1) Arquiteto, Doutorando do PPGTE-UTFPR, Professor da UFPR, fernandes.ufpr@gmail.com.

(2) Eng. Mecânico, Mestrando do PPGTE-UTFPR, sc_lange@hotmail.com.

(3) Eng. Civil, Doutor, Professor do PPGTE-UTFPR, ekruger@utfpr.edu.br.

Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Av. Sete de Setembro, 3165, Rebouças, Curitiba – PR, CEP 80230-901, Tel.: (41) 3082-0065.

RESUMO

Atualmente, a tecnologia dos automóveis à combustão é pouco eficiente energeticamente, sendo que a maior parte da energia obtida dos combustíveis é convertida em energia térmica e dispersa no ambiente. Ainda há carência de estudos *in-loco* quanto ao impacto do uso dos automóveis, fonte de calor antropogênico, sobre o ambiente urbano. Este trabalho caracteriza-se como um estudo preliminar e objetiva verificar se o uso maciço de veículos com motores à combustão em adensamentos urbanos pode gerar aumento da temperatura superficial das ruas. Foram definidos dois dias para medições: um domingo, com fluxo baixo de veículos; e uma terça-feira, com trânsito intenso. As medições foram feitas no início da noite, em dias com tempo estável. Foram medidas as temperaturas das superfícies das faixas de rolamento e da calçada. O trabalho mostrou que, no local estudado, a diferença entre as temperaturas superficiais das faixas de rolamento e das calçadas varia conforme a intensidade do trânsito.

Palavras-chave: calor antropogênico; termografia; microclima urbano.

ABSTRACT

Current combustion technology for automobiles shows low efficiency and most part of its energy is lost to the environment as thermal energy. Despite this situation, there are few studies on the contribution of combustion engines, as anthropogenic heat sources, to the thermal increase in urban areas. This study aims to evaluate whether the massive use of combustion engines in automobiles can increase surface temperature of the streets. Two days were monitored, one with low traffic (Sunday) and another with high traffic (Tuesday). On both days, the monitoring occurred in the evening in good weather conditions. Variables measured include: air temperature, surface temperatures at the lane areas and at the sidewalks. A comparison between both days showed that surface temperature can vary according to the traffic intensity.

Keywords: anthropogenic heat, thermography, urban microclimate.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil está cada vez mais urbano: em 2010, 84,36% da população brasileira residia em cidades (IBGE, 2011). O crescimento urbano traz novos problemas e expõe antigos. Um deles é a mobilidade urbana, que passou a ser complexo, demandando maior reflexão sobre as tecnologias mais adequadas para lhe dar suporte.

O carro desempenha funções importantes para a dinâmica urbana. Seu surgimento está relacionado à necessidade de melhoria das condições de locomoção (SCHOR, 1999 *apud* MACIEL, 2012). É um elemento protagonista no desenho das cidades brasileiras e na vida urbana (GIUCCI, p. 11, 2004).

De 2001 para 2010, o Brasil teve um aumento de 11,8% na sua população. Já a frota de veículos, de 2001 para 2012, cresceu 104,5% em número de automóveis e 339,5% em número de motos. O número de veículos automotores passou de 34,9 milhões para 76,1 milhões (50,2 milhões de automóveis, 19,9 de motos e 5,9 milhões de outros tipos de veículos), com taxas crescentes de vendas (RODRIGUES, 2013).

Embora a tecnologia à combustão desfrute de seu *momentum*, sofre pressões por inovações menos impactantes. Infelizmente, dos 125 milhões de automóveis previstos para 2050 no Brasil, a maior parte será movida à combustão (EPE, 2014).

A queima de combustíveis fósseis é apontada como uma das causas do “aquecimento global”. Dados globais apontam para um aumento da temperatura média global de quase 1°C desde a Revolução Industrial, com aumento da concentração de CO₂ na atmosfera de 25% desde 1960 (JUNG *et al.*, 2015). Em países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, o aumento das emissões de CO₂ é ainda mais significativo: considerando apenas o período de 1990 a 2013, a contribuição dos países industrializados foi mínima (cerca de 2%), enquanto que os países em desenvolvimento contribuíram com mais de 100%, nesse período, o aumento das emissões no caso brasileiro foi de 134% (<http://edgar.jrc.ec.europa.eu/>; OLIVIER *et al.*, 2014).

No Brasil, em se tratando da poluição causada por veículos automotores, percebe-se aumento da preocupação (IPEA, 2011). No entanto, especialmente em se tratando de órgãos governamentais (IAP, 2011; CETESB, 2011), na maioria dos estados brasileiros, os automóveis são considerados quase estritamente enquanto vetores da poluição do ar devido à emissão de gases. É pequena a preocupação com outros tipos de poluição devido aos automóveis, como o ruído gerado e a intrusão visual provocada pelo excesso de veículos nas ruas, embora o primeiro já seja objeto de análise em alguns estados (SEMACE, 2011; SDS, 2009). Também não há preocupação manifesta quanto à energia térmica dispersa pelos veículos.

Para além das emissões de CO₂, os automóveis são também fontes antropogênicas de calor. Segundo o *Consumer Energy Center*, da Comissão Californiana de Energia (CEC, 2014), apenas cerca de 15% da energia do combustível que colocamos nos tanques de nossos carros a gasolina é usada para movê-los ou executar acessórios úteis, tais como ar-condicionado. O restante da energia é perdida.

A poluição térmica, classificada como poluição física, é geralmente caracterizada como decorrente do lançamento nos rios da água aquecida usada no processo de refrigeração de refinarias, siderúrgicas e usinas termoeletricas (PEREIRA, 2004). No entanto, Lombardo (1985 *Apud* Teza & Baptista, 2005) alerta para o fato de que o conjunto dos automóveis nos centros urbanos pode se tornar grande fonte de produção de calor, que se soma ao calor armazenado nos edifícios.

Há carência de estudos *in-loco* sobre a contribuição dos automóveis, como fonte de calor antropogênico, para o aumento das temperaturas superficiais e do ar em adensamentos urbanos.

2. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo principal verificar se o uso maciço de veículos com motores à combustão pode gerar aumento da temperatura superficial das ruas em adensamentos urbanos.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este é um estudo preliminar, piloto, base para estudos mais elaborados que o seguirão.

Dentre as preocupações que orientaram os procedimentos metodológicos, citam-se:

- tomada de medições em situações distintas (com pouco trânsito e com trânsito intenso).
- minimização da interferência da radiação solar (realizando as medições no início da noite).
- realização de levantamentos em dias com tempo estável e sem chuvas (para isso acompanhou-se as previsões meteorológicas para identificação de um período propício).

3.1. Clima de Curitiba

Curitiba encontra-se na região sul do Brasil, latitude 25° 31' S, longitude 49° 11' W e altitude de 911 m acima do nível do mar. Possui população de aproximadamente 1.751.907 hab. e uma área de 435,036 km²

(IBGE, 2015). Situa-se ao sul do Trópico de Capricórnio, no primeiro planalto paranaense. De acordo com a classificação de Köppen-Geiger, o clima predominantemente é mesotérmico com verões frescos (Cfb), com invernos tipicamente secos (IPPUC, 2015). As precipitações são da ordem de 1600 mm anuais, com sazonalidade evidente (redução do volume de precipitação no inverno). Segundo o Zoneamento Bioclimático Brasileiro (ABNT, 2003b), Curitiba está na Zona Bioclimática 1.

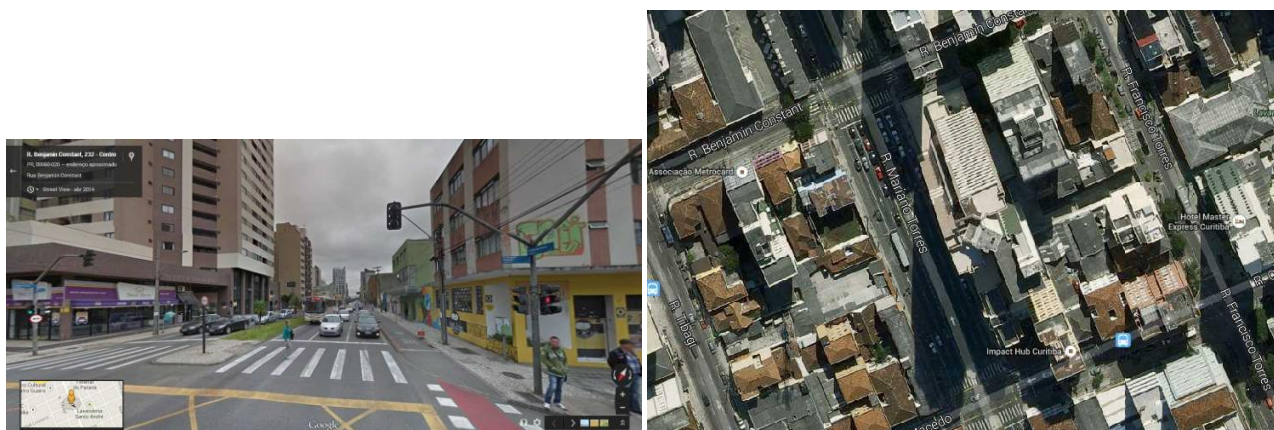
As normais climatológicas 1961-1990 indicam que, em Curitiba, para o mês do estudo, agosto, a média das temperaturas máximas é 20,9°C, a média das temperaturas mínimas é 9,2°C e a temperatura média 14,1°C. Para esse período a temperatura máxima absoluta ocorreu em 1975 e foi de 30,6°C e a temperatura mínima absoluta ocorreu em 1970 e foi de 5,2°C negativos (INMET, 2015).

3.2. Local do estudo

A rua escolhida para o estudo foi a Rua Mariano Torres (Figura 1), imediações do número 401, esquina com a Rua Benjamim Constant, no Bairro Centro, da capital paranaense. Trata-se de via bastante movimentada nos dias úteis. Com sentido único, na direção do centro, possui 5 pistas, canteiro central, estacionamentos paralelos, passeios nas duas laterais e ciclovias em uma. É parte importante da ligação entre os bairros centrais (Centro Cívico, Centro, São Francisco...) e bairros da parte sul/sudeste da cidade (Uberaba, Jardim Botânico, Jardim das Américas...). A rua destaca-se também por fazer parte dos caminhos ligando a região central à rododiferroviária e ao Aeroporto Internacional Afonso Pena.

O trecho estudado foi escolhido por apresentar trânsito intenso em dias úteis e por ser objeto de outros estudos relacionados ao volume de veículos que por ali circulam (OLIVEIRA, 2014). O trecho encontra-se na Zona Central (ZC). Apresenta uma das laterais da rua composta por edifícios de média e grande altura. Na outra lateral são edifícios de altura média e pequena. O trecho não possui vegetação nos passeios e o canteiro central possui grama.

Os meses de inverno são os mais propícios para estudos deste tipo, uma vez que as condições de tempo costumam ser mais secas nesse trimestre-período. O mês de agosto é o que apresenta o menor volume de precipitação em Curitiba (INMET, 2014).



Fonte: Google Maps.

Figura 1 – Vistas da Rua Mariano Torres (ao nível da rua e aérea, respectivamente).

Após monitoramento das previsões meteorológicas, foram definidos dois dias para coleta de dados: um domingo, com fluxo relativamente baixo de veículos (dia 10 de agosto de 2014); e uma terça-feira, dia útil, normalmente com trânsito intenso (dia 12 de agosto). Não foi feita contagem do fluxo de veículos por tratar-se de um estudo piloto.

Nos dois dias as medições foram feitas entre as 18:00 e 19:00 horas. Como previsto, o 1º dia apresentou trânsito calmo. Já o 2º mostrou trânsito intenso, com momentos de congestionado, típico de final de tarde.

3.3. Equipamentos utilizados

Foram utilizadas: máquina termográfica da marca Flir, modelo T440, com 320 x 240 pixels (76.800 pixels), calibrada com precisão entre +/- 2°C ou +/- 2% de leitura (Figura 2); Termômetro infravermelho portátil da marca ETI - *Electronic Temperature Instruments*, modelo "Ray Temp 38" (Figura 3), com resolução de 0,1°C e precisão de +/-2% da leitura ou +/-2°C (o que for maior); E termo-higrômetro digital portátil da

marca Incoterm, modelo 7666.02.0.00 (Figura 4), com sensor externo para temperatura com precisão de $\pm 1^\circ\text{C}$ e sensor de umidade relativa na faixa de 15% à 95% e precisão de $\pm 5\%$ UR.



Figura 2 – Câmera termográfica



Figura 3 – Termômetro infravermelho



Figura 4 – Termo-higrômetro

3.4. Programas utilizados no estudo

Para interpretação e pós-processamento das imagens termográficas, foi utilizado o ThermoCAM™ Researcher Professional 2.10, da FLIR Systems AB.

3.5. Detalhamento do levantamento de dados

No primeiro dia feitos dois tipos de medições: fotografias termográficas; medições da temperatura do ar. No segundo dia, além das fotografias termográficas e medições da temperatura do ar, utilizando termômetro infravermelho portátil, foram feitas medições das temperaturas superficiais do asfalto e do pavimento do passeio público.

Fotografias termográficas.

Foram tiradas fotografias termográficas de dois níveis: do nível da rua (às 18:00 horas); e do 19º andar de edifício adjacente ao trecho da rua escolhido (às 18:30 horas). Para a geração de imagens foi inserido o valor médio entre os coeficientes de emissividade do concreto e do asfalto, ou seja, 0,92 (ABNT, 2003a; CONTEMP, 2014). O enquadramento para geração das fotografias no primeiro dia buscou evitar a inclusão de objetos metálicos como calhas e rufos. No segundo dia esse cuidado mostrou-se impraticável devido ao número excessivo de carros.

Posteriormente, a partir das fotografias termográficas tiradas do 19º andar, por meio de software próprio, foram traçados dois perfis térmicos transversais à via: 1) próximo à faixa de pedestres, sobre o local onde os primeiros carros param; 2) e outro a aproximadamente 15 m deste. Também foi traçado um longitudinal (no centro da via). O objetivo dos perfis térmicos foi quantificar o gradiente de temperatura entre o asfalto e o passeio público.

Temperaturas superficiais obtidas com termômetro infravermelho.

No segundo dia, para verificar a validade dos perfis térmicos transversais obtidos a partir das fotografias termográficas e software, foram realizadas medições da temperatura superficial do asfalto e do pavimento do passeio público com termômetro infravermelho portátil. A mira do termômetro infravermelho portátil foi posicionada a 0,5 m do solo para estas medições. Esta medição ocorreu entre as 18:50 e 19:00 horas.

Para medição das temperaturas superficiais com termômetro infravermelho, foram inseridos os coeficientes de emissividade individuais obtidos para o concreto (0,90) e o asfalto (0,94) (ABNT, 2003a; e CONTEMP, 2014).

As medições das temperaturas superficiais para obtenção dos perfis térmicos foram feitas ao longo de duas linhas transversais à rua (Figura 5). A primeira a 5 m da faixa de pedestres (logo após os primeiros carros parados no sinal) e a segunda a aproximadamente 15 m daquela (três carros após).

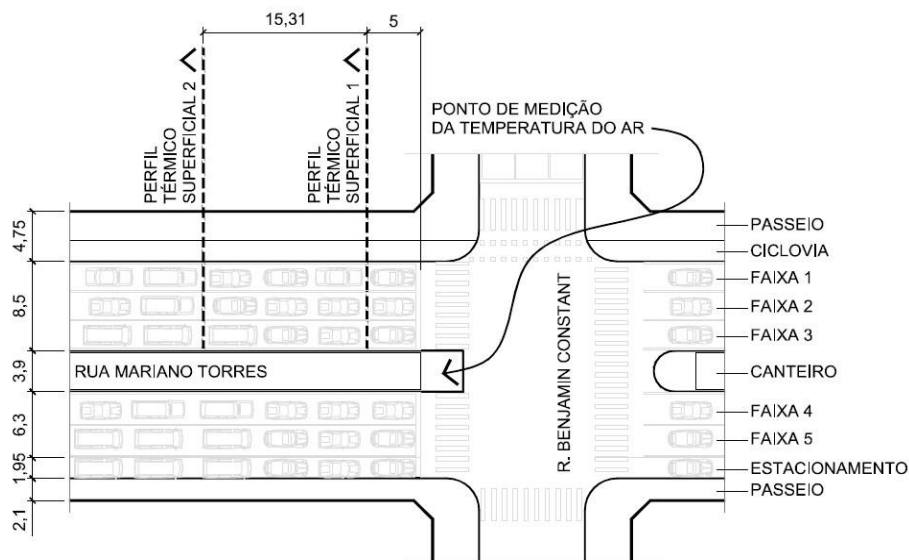


Figura 5 – Esquema dos locais de coleta de dados na R. Mariano Torres

Medições da temperatura do ar

Definiu-se que seriam realizadas duas medições da temperatura do ar em cada dia, uma às 18:00 e outra às 19:00 horas. As medições foram realizadas entre as duas vias, na faixa de pedestres, junto ao canteiro central (Figura 5), a 1,00 metro da superfície. Entende-se que no local escolhido o ar estaria sujeito às variações de temperatura do ar do entorno imediato, sobre o pavimento da rua.

Como referência para as temperaturas do ar medidas no local adotaram-se as temperaturas da estação meteorológica do Aeródromo Bacacheri (SBBI), da Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica (REDEMET), ainda na área urbana e distante 4 km, em linha reta, da rua do estudo.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste tópico são apresentados e discutidos os dados obtidos.

4.1. Imagens termográficas

4.1.1. Domingo, 10 de agosto

As imagens de termografia ao nível da rua mostraram faixas longitudinais onde o asfalto apresenta temperaturas mais altas que as do entorno imediato (Figura 6). O asfalto apresentou-se especialmente aquecido no centro de cada faixa de circulação de veículos, com destaque para a região próxima da faixa de pedestres, onde os automóveis param quando o sinal de trânsito está “fechado”.

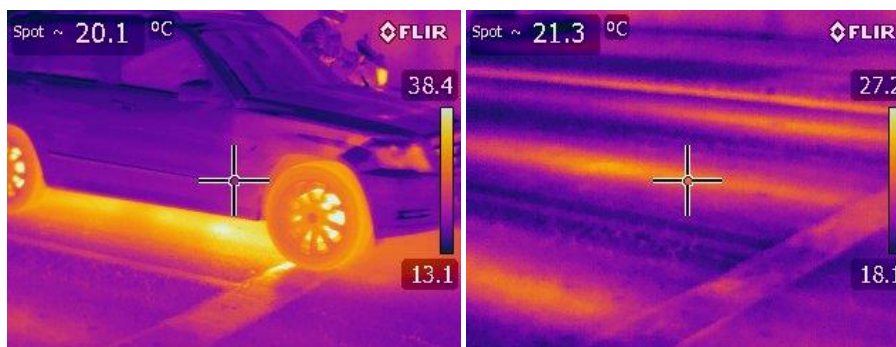


Figura 6 – Imagens termográficas a partir da faixa de pedestres

As imagens termográficas do 19º andar do edifício adjacente à rua deixam mais claro o gradiente de temperatura (Figura 7). Foram traçados dois perfis térmicos transversais à rua, o primeiro próximo da faixa de pedestres, mais à direita na imagem, e o segundo a aproximadamente 15 metros deste, mais à esquerda; e um perfil longitudinal (Figura 7).

A partir dos perfis térmicos, foram traçados dois histogramas (um para cada perfil) de modo a se verificar as temperaturas superficiais mais frequentes. O histograma do primeiro perfil (em vermelho) mostra

que as temperaturas superficiais mais frequentes situam-se entre 21°C e 22°C. O histograma do segundo perfil (em azul) mostra temperaturas mais frequentes entre 20°C e 21°C. Indicando que as temperaturas mais altas se concentram próximo à faixa de travessia de pedestres, ou seja, onde os veículos transitando naquele dia, domingo, paravam com mais frequência.

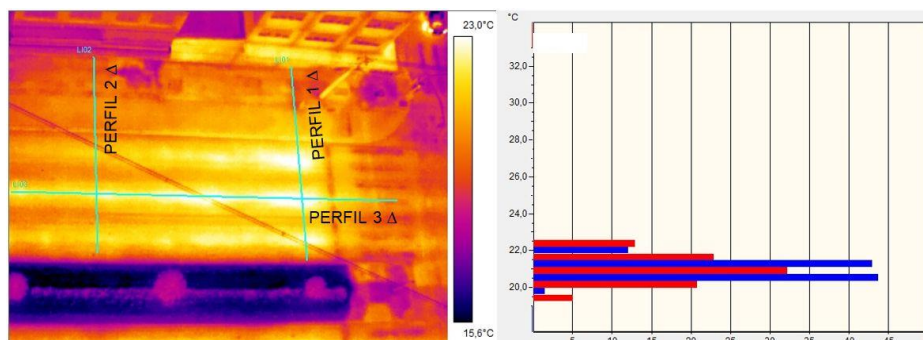


Figura 7 – Fotografia termográfica do 19º andar e histograma de temperaturas dos perfis transversais

A plotagem dos perfis térmicos permitiu compreender numericamente o gradiente térmico (Figura 8).

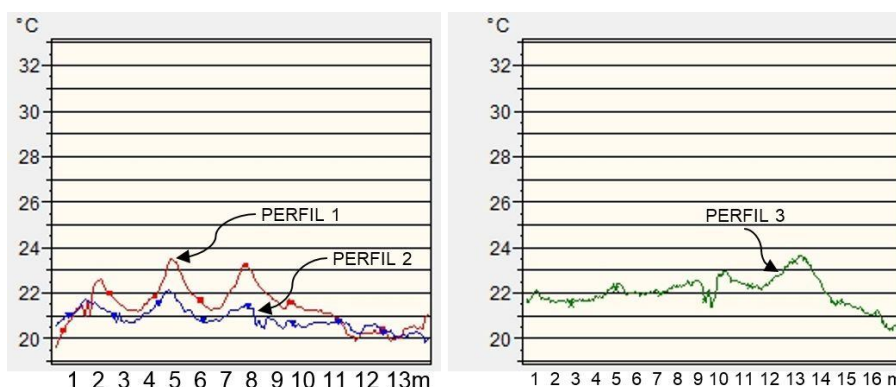


Figura 8 – Perfis térmicos transversais e longitudinal (1º dia de medições)

Visando obter os valores mínimo, máximo e médio das temperaturas superficiais da área, através do programa ThermaCAM™ Researcher Professional 2.10, da FLIR Systems AB, foram criadas duas poligonais (Figura 9): uma sobre a rua (Área 1); e outra sobre a calçada (Área 2). Para cada polígono o programa calculou as temperaturas. Também foram levantadas as diferenças entre os valores referentes à rua e à calçada (Tabela 1).

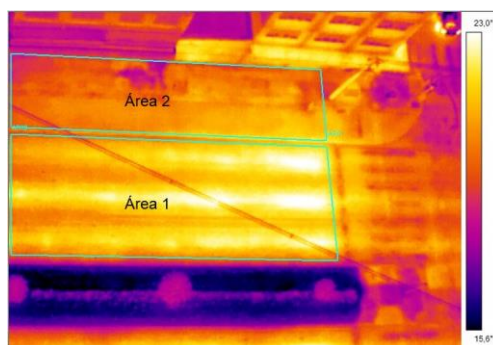


Figura 9 – Áreas da rua e calçada para as quais foram calculadas as temperaturas mínima, máxima e média

Tabela 1 – Temperaturas superficiais mínimas, médias, máximas e diferenças

	Mínima	Média	Máxima	Máx-Mín
Rua	19,3	21,3	23,8	4,5
Calçada	18,6	20,5	21,9	3,3
Diferenças (Rua – Calçada)	0,7	0,8	1,9	

As fotografias termográficas e a análise dos dados destas obtidos através do programa ThermaCAM™ Researcher Professional 2.10 permitem afirmar que, no 1º dia de medições, a temperatura superficial da calçada é superior à temperatura superficial da rua.

Os perfis térmicos das temperaturas superficiais (Figura 8) mostram que, no 1º dia de medições, a temperatura superficial da rua tende a ser maior nos locais de maior permanência dos veículos, próximo da faixa de pedestres.

No 1º dia de medições, embora com pouco trânsito, a temperatura média superficial da rua é superior à temperatura média da calçada em 0,8°C (Tabela 1). Provavelmente a energia acumulada devido à incidência de radiação durante o dia colabora para esta diferença no período noturno, mas certamente não explica os picos de temperatura superficial apresentados nos perfis térmicos (Figura 8). Os picos, por sua vez, impactam diretamente na temperatura superficial média.

A média das duas medições de temperatura do ar no local no dia 10 de agosto foi 20,95°C (Figura 15), valor entre a média das temperaturas superficiais do asfalto, 21,3°C e a média das temperaturas superficiais da calçada, 20,5°C (Tabela 1) e 2,95°C acima da média das temperaturas do ar para aqueles horários no Aeródromo Bacacheri, 18°C (Figura 15). No entanto, os dados não são suficientes para conclusões relacionando as temperaturas superficiais e do ar.

4.1.2 Terça-feira, 12 de agosto

No segundo dia de medições, as imagens termográficas do nível da rua também mostraram faixas longitudinais onde o asfalto apresenta temperaturas maiores que as do entorno imediato (Figura 10), porém essas são mais expressivas que as do primeiro dia.



Figura 10 – Imagem térmica obtida a partir da faixa de pedestres

Neste dia, devido ao trânsito intenso, não foi possível fotografar a via a partir do 19º andar do edifício adjacente sem a presença de carros. No entanto, mesmo as fotografias incluindo os carros mostraram a existência do gradiente térmico (Figura 11).

Novamente, foram traçados dois perfis térmicos, aproximadamente nos mesmos locais daqueles das fotografias anteriores. O histograma do primeiro perfil (em vermelho), próximo à faixa de travessia de pedestres, mostra que as temperaturas superficiais mais frequentes situam-se entre 27,5°C e 28,5°C, mais altas que as apresentadas pelo histograma do segundo perfil (em azul), que mostra temperaturas mais frequentes entre 26°C e 27°C.

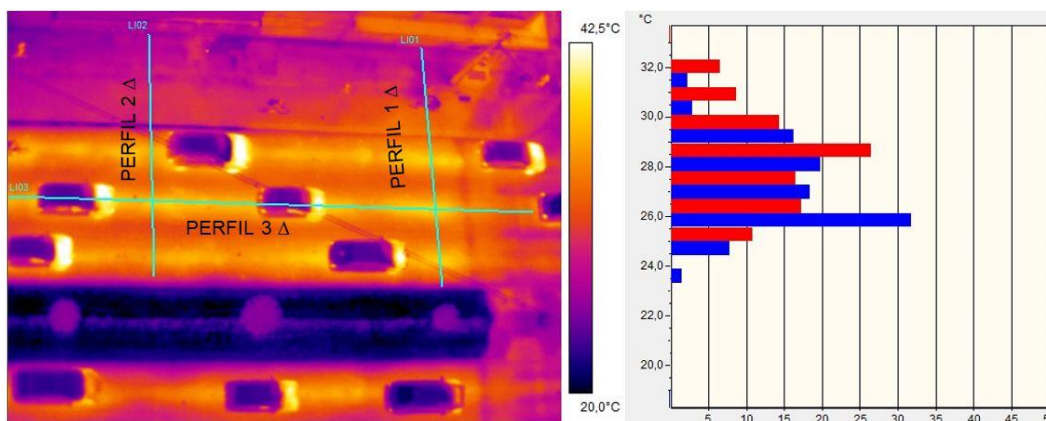


Figura 11 – Indicação dos perfis térmicos na imagem do 19º andar + histogramas

A plotagem dos perfis térmicos (Figura 12) permitiu verificar que houve aumento generalizado das temperaturas superficiais se comparadas com as do primeiro dia de medições. No perfil térmico longitudinal foram desconsideradas as partes do gráfico referentes aos automóveis (cobertas por retângulos amarelos).

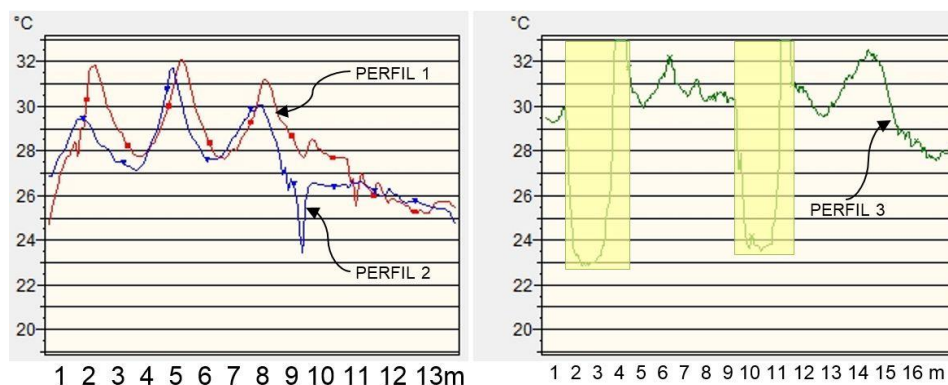


Figura 12 – Perfis térmicos

No segundo dia de medições, para obter os valores mínimo, máximo e médio da temperatura superficial da área, foi necessário criar formas poligonais subtraindo-se as áreas de um pedestre da calçada e de cinco veículos da rua (Figura 13). Os dados são apresentados na Tabela 2.

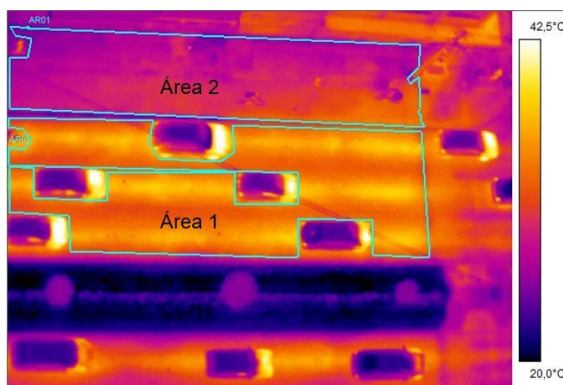


Figura 13 - Áreas da rua e calçada para as quais foram calculadas as temperaturas mínima, máxima e média

Tabela 2 - Temperaturas superficiais mínimas, médias, máximas e diferenças

	Mínima	Média	Máxima	Máx-Mín
Rua	25,6	28,6	33,6	8,0
Calçada	23,0	26,1	29,9	6,9
Diferenças (Rua – Calçada)	2,6	2,5	3,7	

No segundo dia de medições, as diferenças entre a média das temperaturas do passeio e a média das temperaturas do pavimento da rua tornaram-se mais expressivas, passando a 2,5°C (Tabela 2 e Figura 12), acompanhando o aumento no trânsito de automóveis naquele horário.

O aumento generalizado das temperaturas relaciona-se com o aumento das temperaturas médias diárias do ar devido à variação das condições climatológicas (Figura 16). No entanto, o aumento da diferença entre as temperaturas médias superficiais da rua e da calçada deve-se ao aumento do trânsito.

Além de mais intensos, os rastros térmicos mostraram-se mais alongados e uniformes que no primeiro dia (Figura 11). Provavelmente devido à lentidão do trânsito, com veículos cobrindo todo o trecho monitorado da rua e permanecendo praticamente parados, o que acentua o aquecimento dos motores e aumenta a transferência de energia térmica para o pavimento.

A média das duas medições de temperatura do ar no local naquele dia foi 25,1°C (Figura 15), valor abaixo da média das temperaturas superficiais do asfalto (28,6°C) e da média das temperaturas superficiais da calçada (26,1°C) (Tabela 2) e 2,6°C acima da média das temperaturas do ar para aqueles horários no Aeródromo Bacacheri (22,5°C) (Figura 15).

4.2. Temperaturas superficiais medidas com termômetro infravermelho

Este procedimento visou confirmar a correção dos perfis obtidos com as imagens termográficas e foi realizado somente para o segundo dia de medições. Com o termômetro infravermelho portátil a 0,5 m acima do pavimento, foram medidas temperaturas superficiais ao longo de uma linha transversal à via, próxima à faixa de pedestres, no mesmo local dos perfis de número 1 anteriores. O perfil é apresentado na Figura 14. As variações das temperaturas superficiais ao longo do perfil coincidem com as do Perfil 1 da Figura 12. No entanto, este novo perfil aparece deslocado para baixo aproximadamente 5°C. Essa diferença ocorreu porque para geração das imagens termográficas foi inserido o valor médio entre os coeficientes de emissividade do concreto e do asfalto, ou seja, 0,92 (ABNT, 2003a; CONTEMP, 2014), enquanto que para medição das temperaturas superficiais com termômetro infravermelho foram inseridos os coeficientes de emissividade individuais obtidos para o concreto (0,90) e o asfalto (0,94) (ABNT, 2003a; e CONTEMP, 2014).

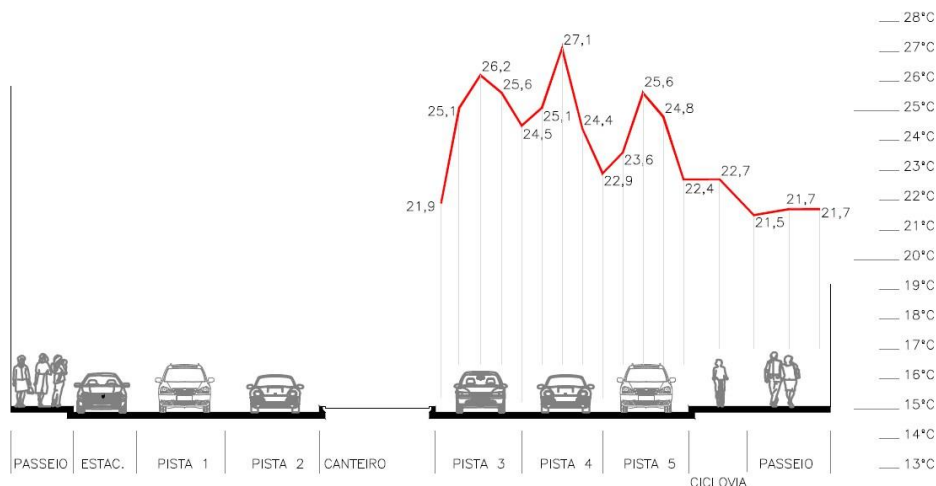


Figura 14 – Perfil obtido a partir de termômetro com infravermelho.

4.3. Temperaturas do ar

No primeiro dia de medições (10 de agosto, domingo) as temperaturas do ar na rua objeto de estudo, realizadas às 18:00 e 19:00 horas, diminuíram, variando de 22°C para 19,9°C, acompanhando a tendência das temperaturas registradas no aeródromo (Figura 15). Já no segundo dia (12 de agosto, terça-feira), as temperaturas do ar no local aumentaram de 24,4°C às 18:00 horas para 25,8°C às 19:00 horas, divergindo das do aeródromo, que diminuíram (Figura 15).

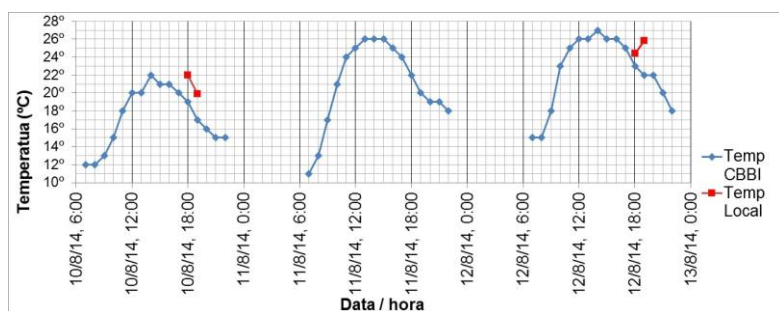


Figura 15 – Temperaturas do ar no Aeródromo Bacacheri Vs. Temp. do ar no local do estudo (dias 10, 11 e 12 de agosto, das 07:00 às 22:00 horas)

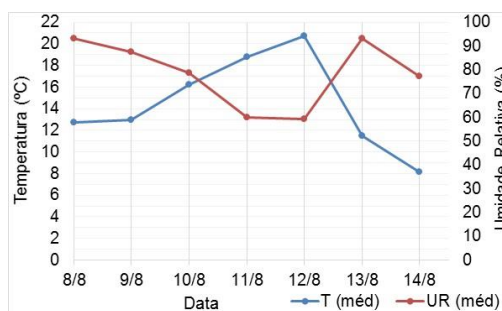


Figura 16 – Médias diárias (temperatura e umidade relativa)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho apresenta-se estudo *in-loco* sobre o impacto de automóveis movidos à combustão, fontes antropogênicas de calor, para o aumento das temperaturas superficiais em região de adensamento urbano.

O trabalho mostrou que, no local estudado, a intensidade do trânsito afeta a diferença entre as temperaturas superficiais das faixas de rolamento e das calçadas. Ou seja, mostrou que o uso maciço de veículos com motores à combustão pode gerar aumento da temperatura superficial das ruas.

O estudo não permite conclusões sobre a colaboração desta fonte de calor antropogênico para a elevação da temperatura do ar no local do estudo. Ficou evidente a necessidade de monitoramento mais abrangente, mais detalhado e por um período maior para que sejam possíveis considerações a esse respeito.

A partir do observado, permanecem dúvidas a serem respondidas em pesquisas futuras: 1) qual o impacto do aumento das temperaturas superficiais sobre a temperatura do ar? 2) qual a duração temporal desse efeito?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.220** - Desempenho térmico de edificações Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Brasil, Rio de Janeiro: ABNT, 2003.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.220** - Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Brasil, Rio de Janeiro: ABNT, 2003.
- CEC - CONSUMER ENERGY CENTER **Energy Losses in a Vehicle**. Disponível em <http://www.consumerenergycenter.org/transportation/consumer_tips/vehicle_energy_losses.htm>. Acesso em: 12/12/2014.
- CETESB. **PCPV - Plano de Controle de Poluição Veicular do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente / Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2011.
- CONTEMP. **Adendo: Tabelas de Emissividade**. São Caetano do Sul: Contemp, 2014.
- EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Demanda de Energia 2050**. Série Estudos da Demanda de Energia, 2014. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética, 2014.
- GIUCCI, G. **A vida cultural do automóvel: percursos da modernidade cinética**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2004.
- IAP - INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Plano de Controle de Poluição Veicular – PCPV**. Curitiba: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA / Instituto Ambiental do Paraná - IAP, 2011.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010: Sinopse do Censo e Resultados Preliminares do Universo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/0000000402.pdf>>. Acesso em: 10/04/2015a.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=410690>>. Acesso em: 17/04/2015b.
- INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Climatologia de meses e trimestres de maiores e menores temperaturas e pluviosidades médias no período de 1961 a 2009**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/mesTempo>>. Acesso em: 10/12/2014.
- IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Poluição veicular atmosférica. Comunicados do IPEA**, v. 113, p. 1–26, 2011. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada / Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. Disponível em: <http://www.cnt.org.br/Imagens/CNT/PDFs/CNT/comunicado_ipea220911.pdf>. Acessado em: 10/12/2014.
- IPPUC - INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. **Website**. Disponível em <<http://www.ippuc.org.br>>. Acesso 17/04/2015.
- JUNG, A.; KNAUP, H., SHAFY, S., ZAND, B. Sind wir noch zu retten? **Der Spiegel**, v. 9, Fevereiro, 2015.
- MACIEL, M. S. D. **Externalidades Negativas do Transporte Motorizado Individual em Zonas Urbanas do Brasil: Uma Análise do Potencial de Economia de Recursos para 2020**. Rio de Janeiro: UFPR, 2012. Tese - Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- OLIVEIRA, M. V. M. F. **Ruído Ambiental: Avaliação Acústica de Edificações em Curitiba – PR**. Curitiba: UFPR, 2014. Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Setor de Tecnologia, Curitiba, 2014. 152 p.
- OLIVIER, J.G.J., Janssens-Maenhout, G., Muntean, M. Peters, J.H.A.W., **Trends in global CO2 emissions - 2014 report**, JRC report 93171 / PBL report 1490; December 2014.
- PEREIRA, R. S. Identificação e Caracterização das Fontes de Poluição em Sistemas Hídricos. **RERH - Revista Eletrônica de Recursos Hídricos**, v. 1, n. 1, p. 81, 2004. Disponível em: <<http://www.abrh.org.br/informacoes/rerh.pdf>>. Acesso em: 10/12/2014.
- RODRIGUES, J. M. **Evolução da Frota de Automóveis e Motos no Brasil 2001 – 2012**. Rio de Janeiro: Observatório das Metrópoles - Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia, 2013.
- SDS - SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL. **Programa de Inspeção de Emissões e Ruído por Veículos em Uso no Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Estado de Santa Catarina / Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável, 2009.
- SEMACE - SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Plano de Controle da Poluição por Veículos em Uso - PCPV**. Fortaleza: Superintendência Estadual do Meio Ambiente / Conselho de Políticas e Gestão do Meio Ambiente, 2011.
- TEZA, C. T. V.; BAPTISTA, G. M. DE M. Identificação do fenômeno ilhas urbanas de calor por meio de dados ASTER on demand 08 – Kinetic Temperature (III): metrópoles brasileiras. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. **Anais...** Goiânia: INPE: p.3911–3918, 2005.