

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DO CAMPO TÉRMICO DA AVENIDA PRINCIPAL DO CAMPUS DA UFMT APÓS INTERVENÇÕES URBANAS

Natallia Sanches e Souza

Doutoranda em Física Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT.
natallias@hotmail.com

Denilton Carlos Gaio

Doutor em Física Ambiental e Professor Adjunto da Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT.
dcgaio@gmail.com

Flávia Maria de Moura Santos

Doutora em Física Ambiental e Professora Adjunto da Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT.
flavia_mms@hotmail.com

José de Souza Nogueira

Doutor em Ciências pela Universidade de São Paulo – USP e Professor Titular da Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT.
nogueira@ufmt.br

Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira

Doutora em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo – USP e Professora Titular da Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT.
mcjanp@gmail.com

RESUMO

As cidades são sistemas abertos a fluxos de energia e às contínuas mudanças, fazendo com que seus problemas ambientais sejam uma prioridade para diferentes áreas do conhecimento. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar o comportamento do campo térmico da Avenida Principal do campus da UFMT após intervenções urbanas. Para tanto aplicou-se a metodologia do transecto móvel, coletando dados referentes a radiação solar e temperatura superficial de superfície asfaltada e de grama, nos dias 01, 03 e 05 de Junho de 2015 entre as 10 e 11 horas. Com relação à refletância, o asfalto se mostra com maior refletância na maioria dos pontos analisados. Quanto à temperatura superficial, o asfalto se mostrou mais aquecido na maior parte dos pontos, sendo a grama mais aquecida em pontos com pouca densidade arbórea, tendo uma diferença de até 10 °C do asfalto. Sendo aferidos em alguns pontos de grama temperatura de até 51 °C, enquanto que no asfalto a máxima temperatura superficial aferida foi de 47 °C. Logo, é essencial um estudo e planejamento do espaço urbano que apresente soluções para se viver em um ambiente saudável.

Palavras-chave: Temperatura Superficial; Vegetação; Refletância.

ANALYSIS OF THE BEHAVIOR OF THE THERMAL FIELD OF THE UFMT CAMPUS MAIN AVENUE AFTER URBAN INTERVENTIONS

Análise do comportamento do campo térmico da Avenida Principal do Campus da UFMT após intervenções urbanas

Natallia Sanches e Souza; Denilton Carlos Gaio; Flávia Maria de Moura Santos; José de Souza Nogueira; Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira

ABSTRACT

Cities are systems open to flows of energy and the continuous changes, causing its environmental problems are a priority for different areas of knowledge. Thus the objective of this work was to analyze the behavior of the thermal field of the Main Avenue of the UFMT Cuiabá campus. For this, the methodology of the mobile transect was applied, collecting data referring to solar radiation and surface temperature of asphalt surface and grass, on 01st, 03th and 05th June 2015, between 10 and 11 o'clock. With regard to reflectance, the asphalt shows with higher reflectance in most of the analyzed points. Regarding the surface temperature, the asphalt was more warmed in most points, with the grass being warmer at points with a low tree density, with a difference of up to 10 °C from the asphalt. As measured in some points grass temperatures of up to 51 °C, while the asphalt the maximum surface temperature measured was 47 °C. Therefore, it is essential a study and Urban Planning to present solutions to live in a healthy environment.

Keywords: Surface Temperature; Vegetation; Reflectance.

ANÁLISIS DE LA CONDUCTA DEL CAMPO TÉRMICO DE LA AVENIDA PRINCIPAL DEL CAMPUS UFMT DESPUÉS DE INTERVENCIONES URBANAS

RESUMEN

Las ciudades son sistemas abiertos a los flujos de energía y los cambios continuos, lo que provoca con que sus problemas ambientales sean una prioridad para las diferentes áreas de conocimiento. Por esto, el objetivo de este estudio fue analizar la conducta del campo térmico de la avenida principal del campus Cuiabá de la UFMT. Por lo tanto se aplicó la metodología de transectos móvil, recogiendo de datos sobre la radiación solar y la temperatura de la superficie en los días 01, 03 y 05 de junio entre 10 y 11 horas. Con respecto a reflectancia, el asfalto se mostró con mayor reflectancia en todos los puntos medidos. Cuanto la temperatura de la superficie, el asfalto fue más calentado en la mayoría de los puntos, mientras la hierba fue más calentada en lugares con poca densidad de los árboles, y con una diferencia de hasta 10 °C para el asfalto. Se mide en algunos puntos la temperatura máxima de la hierba de hasta 51 °C, mientras que el asfalto tiene la temperatura superficial máxima medida de 47 °C. Por lo tanto, es esencial un estudio y planificación del espacio urbano para presentar soluciones para vivir en un entorno saludable.

Palabras clave: Temperatura de la Superficie; Vegetación; Reflectancia.

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas em escala regional e local têm seu exemplo mais significativo no ambiente urbano, no qual diversos estudos têm mostrado que as cidades criam um clima típico, decorrente dos diferentes tipos de cobertura do solo (OFFERLE et al., 2005; COUTTS et al., 2007; ALVES e SPECIAN, 2009).

A cobertura do solo urbano é um dos fatores responsáveis pelo aquecimento das cidades e consequentemente pela formação das ilhas de calor, como comprovados em

Análise do comportamento do campo térmico da Avenida Principal do Campus da UFMT após intervenções urbanas**Natallia Sanches e Souza; Denilton Carlos Gaio; Flávia Maria de Moura Santos; José de Souza Nogueira; Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira**

diversos estudos que pesquisaram os efeitos e a relação entre cobertura do solo e microclimas (KOLOKOTRONI & GIRIDHARAN, 2008; VAN HOVE et al., 2015).

Nesse sentido, o clima constitui-se numa das dimensões do ambiente urbano e seu estudo pode oferecer importantes contribuições ao equacionamento da questão ambiental das cidades. As condições climáticas dessas áreas, entendidas como clima urbano, são derivadas da alteração da paisagem natural e da sua substituição por um ambiente construído, palco de intensas atividades humanas (MENDONÇA, 2003).

As plantas influenciam em microclimas urbanos, pela sua atuação no controle da incidência solar, da temperatura, da umidade do ar, dos ventos, das chuvas e exerce um efeito moderador da poluição do ar. A vegetação contribui para uma ambiência urbana agradável. Sendo que em alguns casos, ela se constitui em canais e barreiras, nas quais as folhagens funcionam como relevantes obstáculos (ZOULIA, 2009).

Streiling e Matzarakis (2003) analisaram efeitos das árvores isoladas e pequenos aglomerados de árvores no centro da cidade de Freiburg, no sudoeste da Alemanha, e constataram o efeito positivo das árvores no ambiente térmico. Barbosa (2005) verificou que a vegetação presente nas áreas verdes condiciona a criação de ambientes termicamente favoráveis à saúde, habitabilidade e uso dos espaços urbanos.

Segundo Viana (2006), esses ambientes são pensados de maneira a atender às necessidades humanas e excluem da lista de prioridades a preservação do meio ambiente e a qualidade de vida. Dessa forma, na busca de construir ou edificar um ambiente para si, o homem modifica o equilíbrio entre a superfície e a atmosfera. Uma modificação que pode ser citada é a relacionada às mudanças climáticas de temperatura e umidade intraurbana e rural, o chamado clima urbano.

Atualmente as cidades abrigam maior parte da população mundial e, segundo a Organização das Nações Unidas – ONU (2008), o crescimento populacional será absorvido principalmente pelos países em desenvolvimento, como o Brasil, onde a previsão de população mundial é de 5,3 bilhões em 2050.

Nos últimos trinta anos, Cuiabá vem apresentando um acelerado crescimento demográfico, no qual, segundo o IBGE (2010), a população cuiabana teve um aumento de 38%, juntamente com um crescimento urbano desordenado. Este crescimento tem sido baseado na redução de áreas verdes, aumento de veículos automotores, compactação do solo, provocou alterações microclimáticas em um local que já apresentava um clima bastante agressivo. Dentre as alterações, devido ao crescimento urbano, devemos ressaltar

Análise do comportamento do campo térmico da Avenida Principal do Campus da UFMT após intervenções urbanas**Natallia Sanches e Souza; Denilton Carlos Gaio; Flávia Maria de Moura Santos; José de Souza Nogueira; Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira**

também as intervenções urbanas que ocorreram em virtude de Cuiabá ter sido uma das cidades sedes da copa mundial em 2014.

O local de estudo, Universidade Federal de Mato Grosso/Cuiabá, não teve um planejamento do campus que levasse em consideração as características climáticas da região. Exposto isso, este trabalho tem como objetivo geral analisar o comportamento térmico da Avenida Principal do campus da UFMT, após intervenções urbanas, por meio de análise das temperaturas superficiais da grama e do asfalto, entre as 10 e as 11 horas, horário de aquecimento do solo, e por meio das condições microclimáticas dos dias de medições.

ÁREA DE ESTUDO

Esta pesquisa foi realizada no campus da Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, localizado na cidade de Cuiabá, capital do estado, conforme a Figura 1.

Análise do comportamento do campo térmico da Avenida Principal do Campus da UFMT após intervenções urbanas

Natallia Sanches e Souza; Denilton Carlos Gaió; Flávia Maria de Moura Santos; José de Souza Nogueira; Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira

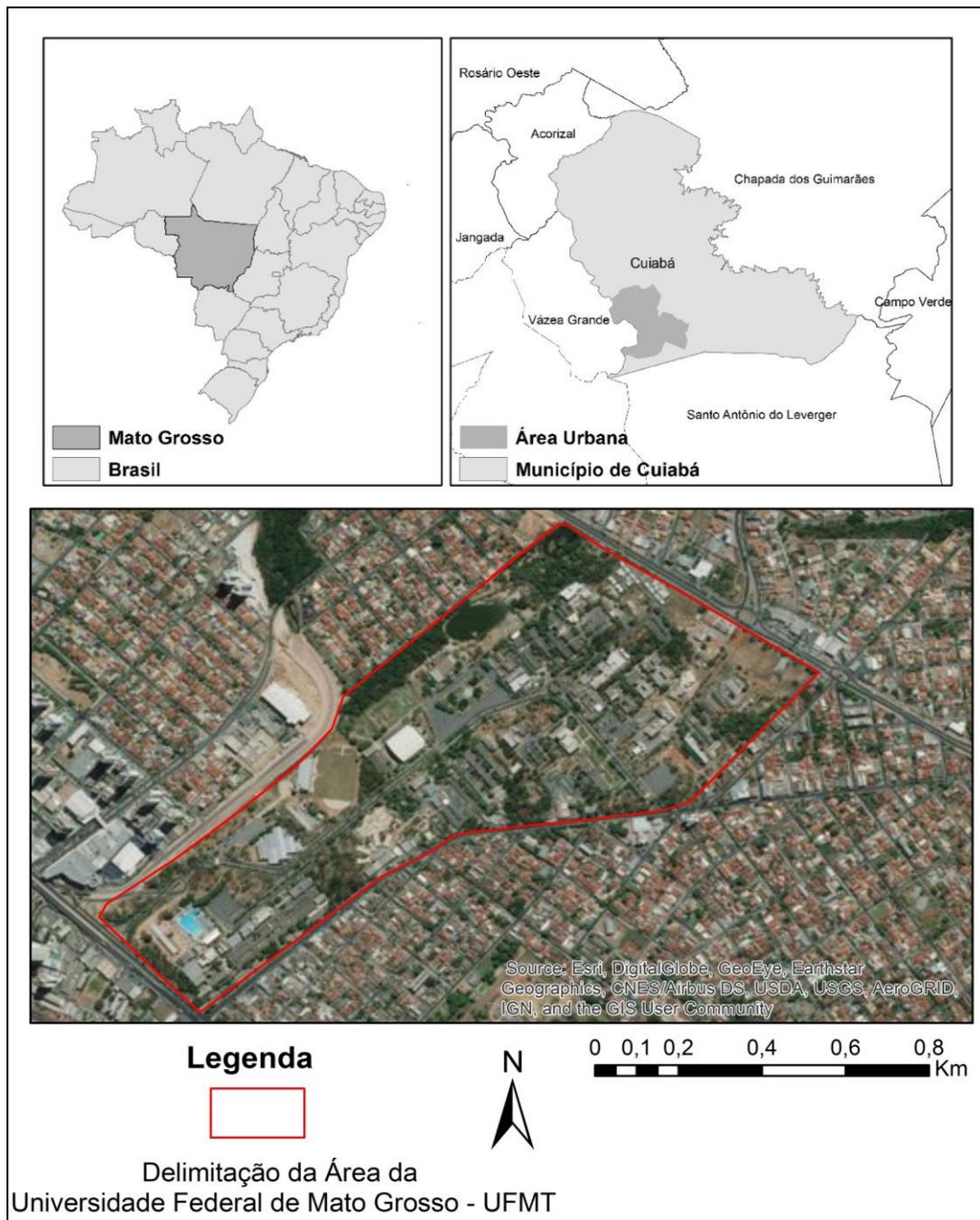


Figura 1 – Delimitação do campus da UFMT, na área urbana de Cuiabá, MT, Brasil.

Cuiabá possui uma área de 3.538,17 km², sendo dividida em 254,57km² de área urbana e 3.283,60 km² de área rural (CUIABÁ, 2009). Possui altitude média de 165 metros, localizada na província geomorfológica denominada Depressão Cuiabana. De acordo com o último Censo demográfico (IBGE, 2010), sua população é de 551.098 habitantes.

Segundo a classificação climática de Köppen (1918), Cuiabá se enquadra na classificação do tipo Aw, como tropical semiúmido, com quatro a cinco meses secos (maio

Análise do comportamento do campo térmico da Avenida Principal do Campus da UFMT após intervenções urbanas**Natallia Sanches e Souza; Denilton Carlos Gaio; Flávia Maria de Moura Santos; José de Souza Nogueira; Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira**

a setembro) e máximas diárias de temperatura que oscilam entre 30°C e 36°C, apresentando duas estações bem definidas, uma seca (outono-inverno) e uma chuvosa (primavera-verão).

O Campus da Universidade Federal de Mato Grosso, local de estudo desta pesquisa, possui altitude média de 175 m e está localizado entre as latitudes -15,604° e -15,616°, e entre as longitudes -56,057° e -56,074°.

Suas construções estão dispostas sem qualquer estudo relacionado à climatologia urbana. Atribui-se a isso a falta de profissionais capacitados para realizar um estudo aprofundado das condições existentes no campus e do futuro impacto ambiental que as edificações ocasionariam. Em 1969, o campus da UFMT contava com apenas 2.890,00 m² de área construída, em 1977 passou para 25.396,00 m². Atualmente o campus de Cuiabá abriga uma área construída de 83.111,60 m², incluindo pista/campo de futebol e parque aquático, distribuída em 74 ha do campus (CAMPOS NETO, 2007).

METODOLOGIA

Foram selecionados 20 pontos de coleta, em todos os pontos analisados foram obtidas as variáveis estudadas em superfície de grama (canteiro central) e de pavimento asfáltico. Os pontos foram selecionados obedecendo a uma distância entre si de 60 m, exceto os pontos de estavam separados por rotatória ou retorno viário (Pontos 6 e 7; Pontos 11 e 12 e Pontos 17 e 18) (Figura 2).

Análise do comportamento do campo térmico da Avenida Principal do Campus da UFMT após intervenções urbanas

Natallia Sanches e Souza; Denilton Carlos Gaio; Flávia Maria de Moura Santos; José de Souza Nogueira; Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira

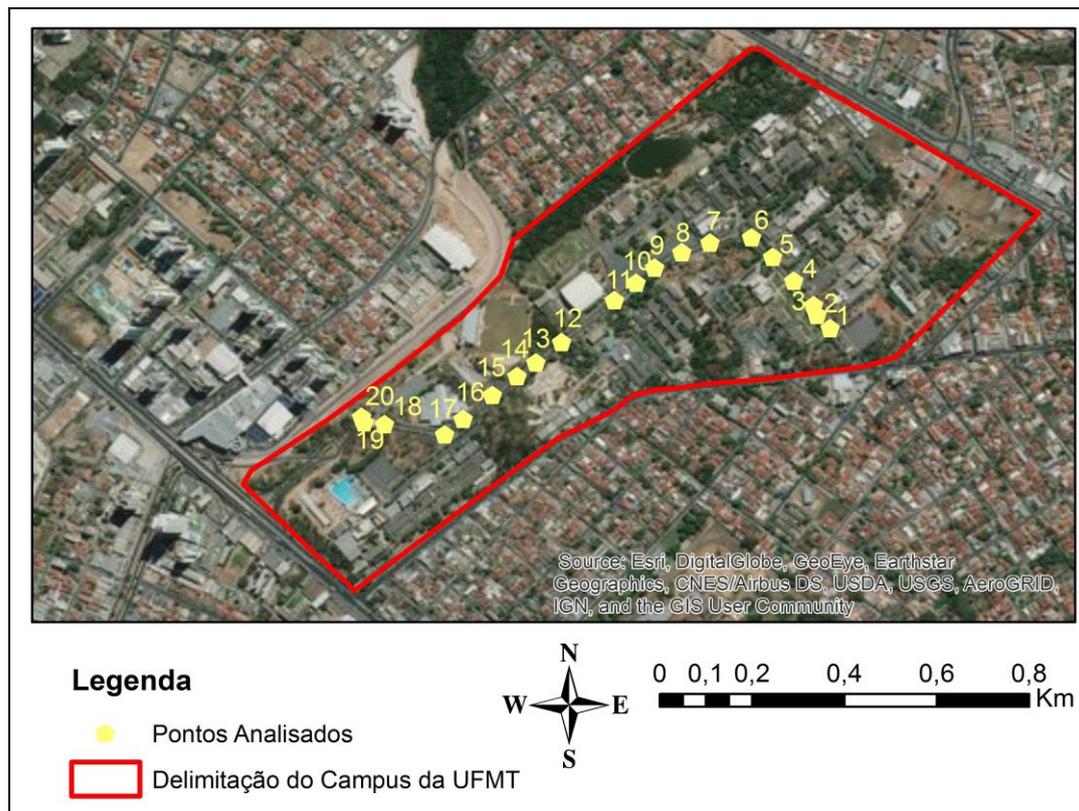


Figura 2 – Localização dos pontos de coleta na UFMT.

As variáveis obtidas no transecto foram: temperatura superficial por meio de termômetro de infravermelho (TI-800, Instrutherm) e radiação solar incidente e refletida por meio de ceptômetro (LP-80, AccuPar).

As medições ocorreram em três dias, 01, 03 e 05 de junho de 2015, no horário entre as 10 e as 11 horas. A escolha se deu pelo fato de este horário não ser comumente estudado, já que, segundo Maciel (2011), pela Organização Mundial de Meteorologia – OMM, as medições devem ocorrer às 8, 14 e 20 horas. No entanto, o período entre as 10 e as 11 horas registram os maiores valores de radiação solar global na região estudada (SOUZA, 2016). Esse banco de dados foi utilizado para a análise da variabilidade térmica dos diferentes tipos de cobertura do solo. Para a criação dos mapas termais da diferença térmica entre a grama e o asfalto utilizou-se o programa SURFER® (marca registrada da Golden Software).

Os dados para caracterização microclimática dos dias estudados – a temperatura do ar e umidade relativa do ar – foram obtidos da estação microclimática do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental – PGFA, localizada entre os pontos 5 e 6 analisados.

Análise do comportamento do campo térmico da Avenida Principal do Campus da UFMT após intervenções urbanas

Natallia Sanches e Souza; Denilton Carlos Gaió; Flávia Maria de Moura Santos; José de Souza Nogueira; Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira

As análises descritivas (mínimo, máximo, média e desvio padrão), assim como o gráfico de frequência, foram realizadas por meio do programa de estatística Statistical Package for the Social Sciences – SPSS.

RESULTADOS

Em relação à variabilidade da temperatura superficial notou-se que as menores diferenças térmicas ocorreram no primeiro dia de medição (01 de Junho). Com exceção de alguns pontos, sua maioria apresentaram coloração amarelada no mapa, o que significa que as diferenças térmicas entre grama e asfalto estavam próximas de 0. A grama se manteve mais aquecida em alguns pontos do que o asfalto, principalmente nos pontos localizados na região oeste da UFMT (Figura 3).

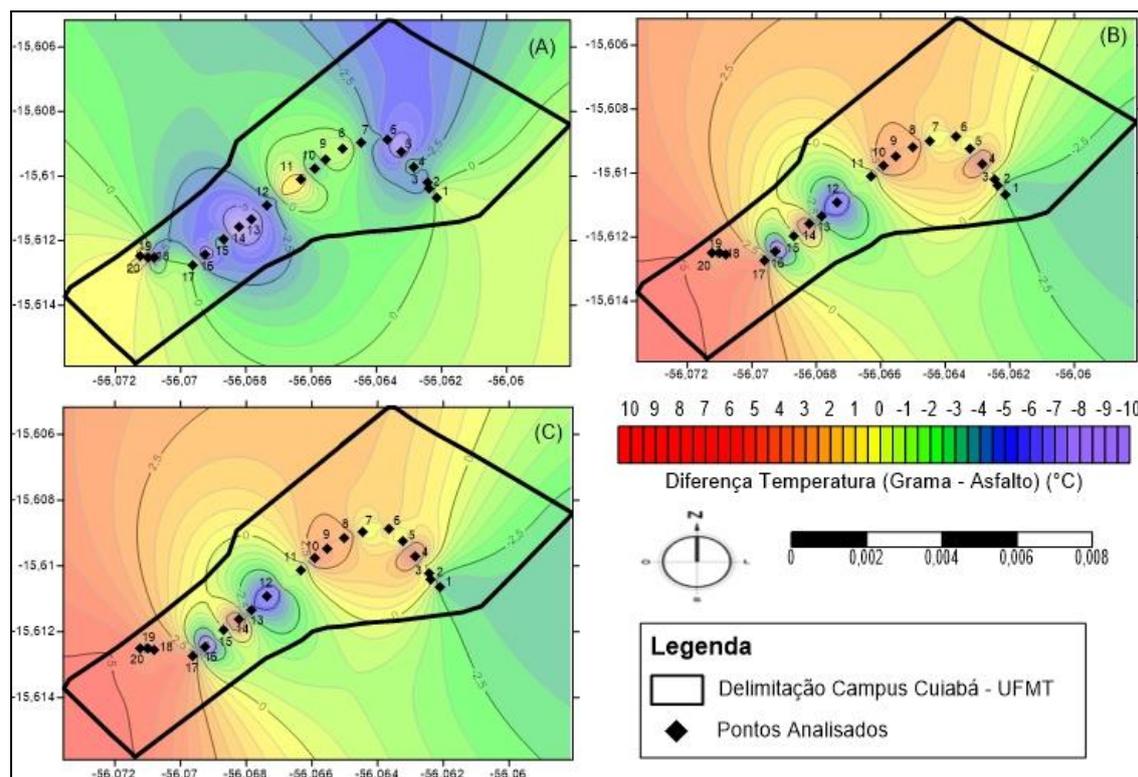


Figura 3 – Mapas Térmicos da diferença de temperatura da grama em relação ao asfalto: (A) Dia 01/06; (B) Dia 03/06; (C) Dia 05/06.

Observa-se que, no primeiro dia de medição (Figura 3A), o asfalto apresentou maior temperatura em quase todos os pontos estudados, sendo os pontos 02, 08, 11, 19 e 20, os que a grama estava mais aquecida que o asfalto. Os pontos 5, 6, 13 e 14 foram os

Análise do comportamento do campo térmico da Avenida Principal do Campus da UFMT após intervenções urbanas

Natallia Sanches e Souza; Denilton Carlos Gaio; Flávia Maria de Moura Santos; José de Souza Nogueira; Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira

que apresentaram maiores diferenças, onde o asfalto estava mais aquecido que a grama em até 10°C.

Os segundo e terceiro dias de medição (Figura 3B e 3C) apresentaram valores semelhantes. Em ambos houve uma distribuição da diferença térmica menos homogênea que no primeiro dia de medição (Figura 3A). Exceto os pontos 1, 2, 11 e 15, os demais apresentaram maiores valores de temperatura superficial na grama, podendo alcançar uma diferença térmica de até 10°C entre grama e asfalto e de até 8°C entre os pontos analisados.

A temperatura superficial da grama apresentou maiores valores em relação ao asfalto em 35% dos pontos, 70% dos pontos e 55% dos pontos, nos primeiro, segundo e terceiro dias de medição, respectivamente.

O primeiro dia de medição (01/06/2015) apresentou temperatura mais amena em relação aos demais dias, assim como maior valor de umidade relativa do ar (Tabela 01).

Tabela 01 – Temperatura e Umidade Relativa do Ar nos dias de medição

| Dia | Temperatura Relativa do Ar | Umidade Relativa do Ar |
|---------------------|----------------------------|------------------------|
| 01 de Junho de 2015 | 28,9°C | 71% |
| 03 de Junho de 2015 | 31,7°C | 65% |
| 05 de Junho de 2015 | 32,2°C | 46% |

Fonte: Pesquisa de campo, junho de 2015.

Constatou-se uma relação entre as temperaturas superficiais obtidas neste estudo e as variáveis microclimáticas dos dias de medição. A maior frequência (Figura 4) de altas temperaturas superficiais ocorreu nos segundo e terceiro dias de medição, nos quais foram encontradas temperaturas do ar 11% mais elevadas que no primeiro dia de medição.

A temperatura superficial da grama apresentou maiores valores, em maior quantidade de pontos, no terceiro dia de medição, possivelmente relacionada à menor umidade relativa do ar, sendo, assim, menor a disponibilidade de água nos processos fisiológicos da vegetação, sofrendo maior influência da radiação solar incidente.

O asfalto apresentou menores valores de desvio padrão, em todos os dias estudados, em comparação à superfície de grama, apresentando menor amplitude térmica entre os pontos quando comparada à superfície de grama (Figura 4).

Análise do comportamento do campo térmico da Avenida Principal do Campus da UFMT após intervenções urbanas

Natallia Sanches e Souza; Denilton Carlos Gaió; Flávia Maria de Moura Santos; José de Souza Nogueira; Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira

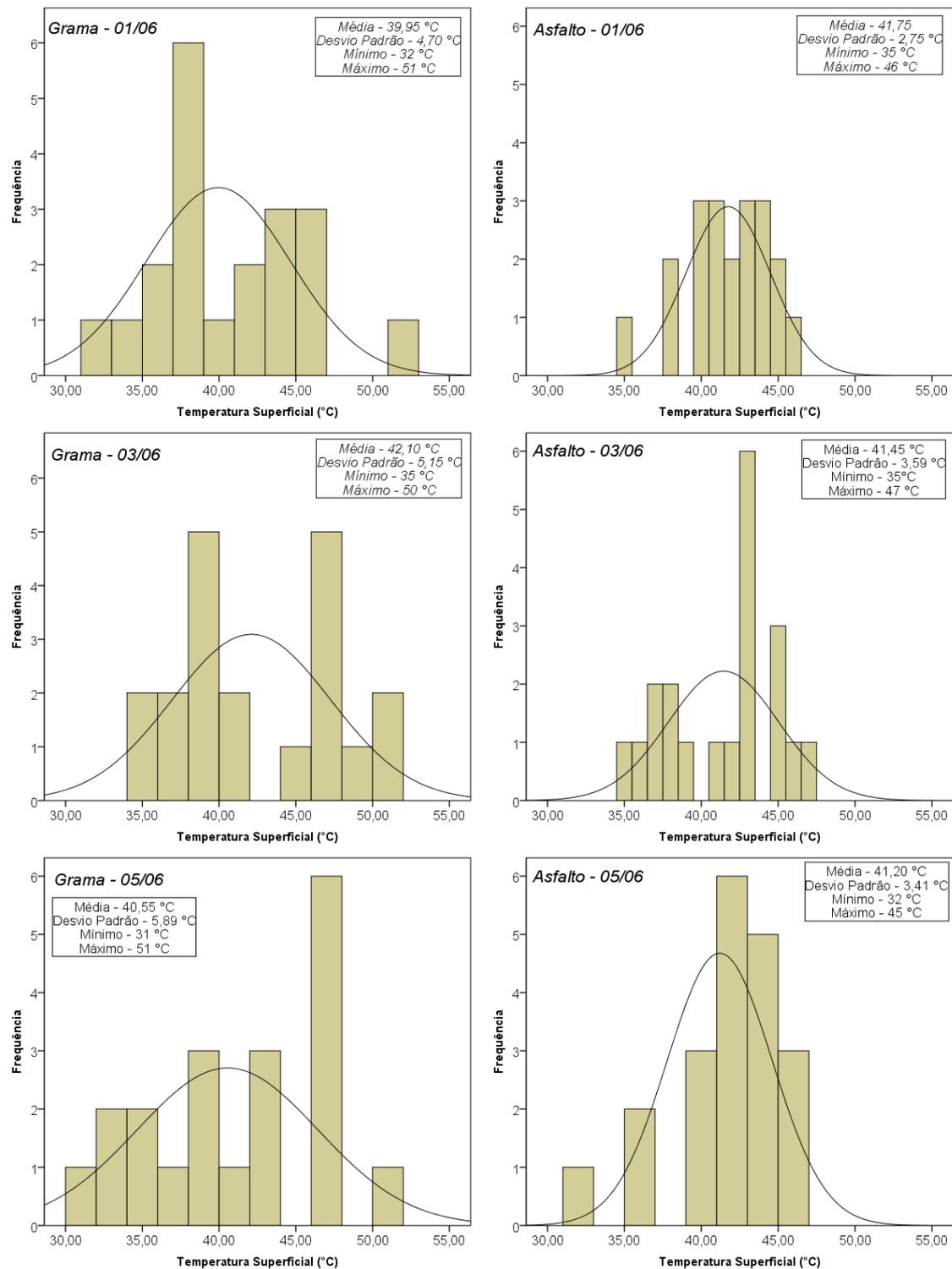


Figura 4 – Frequência da Temperatura Superficial (°C) nos pontos analisados em superfície de grama e asfalto.

No primeiro dia de medição, a grama obteve seu menor valor de temperatura superficial (32 °C) no ponto 05, enquanto seu maior valor foi no ponto 19, que registrou 51°C. Nesses mesmos pontos o asfalto registrava 38°C e 43°C, respectivamente. Neste

Análise do comportamento do campo térmico da Avenida Principal do Campus da UFMT após intervenções urbanas**Natallia Sanches e Souza; Denilton Carlos Gaio; Flávia Maria de Moura Santos; José de Souza Nogueira; Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira**

mesmo dia, os valores máximos e mínimos de temperatura superficial no asfalto foram no ponto 16 (46°C) e ponto 04 (35°C), respectivamente.

A superfície de grama apresentou maior valor de temperatura superficial nos pontos 14 e 18, nos quais ambos marcaram 50°C, enquanto que o asfalto nesses mesmos pontos registrava 45°C. Isso pode ser devido à inclinação do canteiro central entre esses pontos, deixando assim a incidência dos raios solares no horário da medição a pino em relação ao canteiro central. O sol em posição a pino faz com que haja maior concentração de energia por metro quadrado (VAREJÃO, 2006).

No segundo dia de medição, a grama registrava seu menor valor de temperatura superficial no ponto 02 (35°C), enquanto que o asfalto registrava sua mínima temperatura superficial no ponto 04 (35°C) e sua máxima temperatura superficial no ponto 15 (47°C).

No terceiro dia de medição, a grama registrou seu menor valor de temperatura superficial no ponto 12 (31°C), enquanto o asfalto, neste mesmo ponto, era 42°C. Essa diferença pode ser explicada devido à presença de vegetações arbóreas no canteiro central, próximas ao ponto 12. Callejas et al. (2011), ao estudarem ilhas de calor superficiais, encontraram uma diferença de 3°C entre áreas vegetadas e áreas urbanizadas. A máxima temperatura superficial na grama ocorreu no ponto 15 com 51°C, enquanto que, para o asfalto, os pontos 8, 15 e 16 registraram 45 °C, como maior valor de temperatura superficial.

Isto pode ser devido à superfície gramada apresentar menor inércia térmica em comparação à área pavimentada, aquecendo-se mais rapidamente. Potchter et al. (2003), em estudo sobre parque urbano em Israel, relataram que um parque coberto de grama era mais quente que seu entorno construído durante o dia.

Foi realizada medição da radiação solar incidente e refletida, a fim de poder calcular a refletância dos materiais. Isso se procedeu porque os materiais com baixa refletância e emitância aumentam a transferência de energia para o ar ambiente, aquecendo-o (PRADO & FERREIRA, 2005).

Análise do comportamento do campo térmico da Avenida Principal do Campus da UFMT após intervenções urbanas
Natallia Sanches e Souza; Denilton Carlos Gaio; Flávia Maria de Moura Santos; José de Souza Nogueira; Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira

Tabela 2 – Refletância grama e asfalto nos dias de medições ($\mu\text{mol} / \text{m}^2\text{s}$)

| PONTO | 01 de Junho de 2015 | | 03 de Junho de 2015 | | 05 de Junho de 2015 | |
|-------|---------------------|----------|---------------------|----------|---------------------|----------|
| | Grama | Asfalto | Grama | Asfalto | Grama | Asfalto |
| 1 | 0,091216 | 0,130233 | 0,0746855 | 0,13918 | 0,070588 | 0,133628 |
| 2 | 0,07027 | 0,09816 | 0,0670597 | 0,119658 | 0,069036 | 0,142615 |
| 3 | 0,070139 | 0,122161 | 0,0743551 | 0,137699 | 0,073808 | 0,145455 |
| 4 | 0,062235 | 0,087097 | 0,069128 | 0,105263 | 0,063008 | 0,084437 |
| 5 | 0,0494 | 0,103734 | 0,0594855 | 0,114853 | 0,057757 | 0,122807 |
| 6 | 0,060351 | 0,112653 | 0,066103 | 0,078125 | 0,059351 | 0,088023 |
| 7 | 0,064619 | 0,096662 | 0,0738595 | 0,10706 | 0,06774 | 0,117415 |
| 8 | 0,079577 | 0,093452 | 0,0930556 | 0,114114 | 0,099301 | 0,127791 |
| 9 | 0,085324 | 0,07987 | 0,0822695 | 0,126718 | 0,09304 | 0,103933 |
| 10 | 0,077536 | 0,081757 | 0,0907631 | 0,099529 | 0,08733 | 0,107328 |
| 11 | 0,086892 | 0,105531 | 0,0602582 | 0,095164 | 0,09353 | 0,117941 |
| 12 | 0,070341 | 0,081831 | 0,0664781 | 0,093458 | 0,076979 | 0,105608 |
| 13 | 0,063492 | 0,083645 | 0,0764912 | 0,093515 | 0,067489 | 0,106595 |
| 14 | 0,070128 | 0,080949 | 0,0798838 | 0,110701 | 0,066007 | 0,104499 |
| 15 | 0,077402 | 0,086604 | 0,0859599 | 0,093137 | 0,085656 | 0,103423 |
| 16 | 0,070479 | 0,085517 | 0,073487 | 0,096204 | 0,072703 | 0,091377 |
| 17 | 0,068874 | 0,081435 | 0,0676133 | 0,103681 | 0,072454 | 0,09952 |
| 18 | 0,072158 | 0,084022 | 0,0753247 | 0,115806 | 0,076571 | 0,097925 |
| 19 | 0,084711 | 0,085383 | 0,0874576 | 0,11138 | 0,085057 | 0,107432 |
| 20 | 0,080699 | 0,087591 | 0,0836551 | 0,097617 | 0,075868 | 0,114094 |

Fonte: Pesquisa de campo, junho de 2015.

Observando a Tabela 2, a refletância dos materiais se mantiveram na mesma sazonalidade nos três dias de medições, sendo o asfalto o material com maior refletância em todo o período, exceto no ponto 9, no primeiro dia de medição. Isso pode ser explicado porque no horário da medição (10 e 11 horas) a grama tem sua maior absorção de radiação. Matos et al. (2010), em estudo sobre refletância da grama e asfalto, perceberam que no horário das 11 horas a grama teve uma absorção em média de 70 watts a mais que o asfalto, podendo ser associado a diversos fatores como: a forma, densidade, coloração, entre outros.

CONCLUSÕES

Análise do comportamento do campo térmico da Avenida Principal do Campus da UFMT após intervenções urbanas

Natallia Sanches e Souza; Denilton Carlos Gaio; Flávia Maria de Moura Santos; José de Souza Nogueira; Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira

É fundamental a realização de estudos ambientais com o objetivo de compreender melhor a interação da radiação solar com os objetos que compõem as superfícies nas áreas urbanas. O estudo realizado na Avenida Principal da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Cuiabá, confirmou a evidência de que existe uma relação entre os tipos de uso e ocupação do solo e a topografia sobre a temperatura superficial e incidência e refletância da radiação solar.

Nos locais sem obstrução arbóreas, verificou-se temperaturas superficiais mais elevadas, devido à falta de interceptação da radiação solar e também do tipo de superfície, no caso grama e pavimento asfáltico. Na análise dos resultados no que se refere à radiação solar, pode-se destacar a diferença de materiais, como uma das variáveis responsáveis pelas variações de condução e emissão do calor, podendo assim influenciar diretamente nas condições de desconforto dos usuários dos espaços urbanos, assim como a grande quantidade de energia liberada para a atmosfera da cidade decorrente da substituição do solo natural por outros pavimentos.

Os resultados obtidos neste trabalho indicam a possibilidade de repetição desta metodologia para outras áreas urbanas de clima quente, observando a utilização dos equipamentos, assim como a diversidade de tipos de cobertura do solo em área urbana.

REFERÊNCIAS

ALVES, E. D. L.; SPECIAN, V. Contribuição aos estudos do clima urbano: variação térmica e higrométrica em espaços intra-urbanos. **Revista Mercator**, v. 8, n. 17, p. 181-191, 2009. Disponível em: <<http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/view/320/258>>. Acesso em: 26 jun. 2017.

BARBOSA, R. V. R. **Áreas Verdes e Qualidade Térmica em Ambientes Urbanos: estudo em microclimas de Maceió (AL)**. 2005. 117f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

CALLEJAS, I.; DURANTE, L.; OLIVEIRA, A.; NOGUEIRA, M. Uso do solo e Temperatura Superficial em Área Urbana. **Revista Mercator**, Fortaleza, v. 10, n. 23, p. 207-223, 2011. Disponível em: <<http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/view/579/379>>. Acesso em: 26 jun. 2017.

CAMPOS NETO, A. de A. **Estudo bioclimático no campus da Universidade Federal de Mato Grosso**. 2007. 138 f. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) – Departamento de Física, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2007.

Análise do comportamento do campo térmico da Avenida Principal do Campus da UFMT após intervenções urbanas

Natallia Sanches e Souza; Denilton Carlos Gaio; Flávia Maria de Moura Santos; José de Souza Nogueira; Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira

COUTTS, A. M.; BERINGER, J.; TAPPER, N. J. Impact of increasing urban density on local climate: Spatial and temporal variations in the surface energy balance in Melbourne, Australia. **Journal of Applied Meteorology and Climatology**, v. 46, n. 4, p. 477-493, 2007.

CUIABÁ. Prefeitura Municipal de Cuiabá. **Perfil Socioeconômico de Cuiabá**. Cuiabá, MT: Central de Textos, 2009.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico** (2010). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 fev. 2016.

KOLOKOTRONI, M.; GIRIDHARAN, R. Urban heat island intensity in London: An investigation of the impact of physical characteristics on changes in outdoor air temperature during summer. **Solar Energy**. v.82. p.986–998, 2008.

KÖPPEN, W. Klassifikation der klimate nach temperatur, niederschlag und jahreslauf. **Petermanns Geographische Mitteilungen**, Gotha, v. 64, p. 193-203, 1918.

MACIEL, C. R. **Análise da relação entre características do ambiente urbano e comportamento de variáveis microclimáticas**: estudo de caso em Cuiabá-MT. 127f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental), Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011.

MATOS, E. M. V.; DUARTE, R. N. C.; ARAÚJO, V. M. D. Estudo comparativo da refletância à radiação solar para duas superfícies distintas: asfalto e grama esmeralda (*zyzysia japonica*). In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13., 2010. **Anais eletrônicos...** Canela, RS: ENTAC, 2010. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br/entac2014/2010/arquivos/605.pdf>>. Acesso em: 26 jul. 2017.

MENDONÇA, F. **Clima e planejamento urbano em Londrina: Proposição metodológica e de intervenção urbana a partir do campo termo-higrométrico**. In: MONTEIRO, C. A. de F; MENDONÇA, F. **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003, p. 93-120.

OFFERLE, B.; JONSSON, P.; ELIASSON, I.; GRIMMOND, C. S. B. Urban Modification of the Surface Energy Balance in the West African Sahel: Ouagadougou, Burkina Faso. **Journal of Climate**, v. 18, n. 19, p. 3983-3995, 2005.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas**, 2008.

PRADO, R. T. A.; FERREIRA, F. L. Measurement of albedo and analysis of its influence the surface temperature of building roof materials, **Energy and Buildings**, v. 37, n. 4, p. 295-300, 2005.

POTCHTER, O.; COHEN, P.; YAAKOV, Y.; BITAN, A. **The climatic behavior of various types of urban parks in a coastal Mediterranean city during the summer – the case of Tel Aviv, Israel**. In: Fifth International Conference on Urban Climate, Lodz, Polônia, 2003.

Análise do comportamento do campo térmico da Avenida Principal do Campus da UFMT após intervenções urbanas

Natallia Sanches e Souza; Denilton Carlos Gaio; Flávia Maria de Moura Santos; José de Souza Nogueira; Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira

SOUZA, N. S. **Análise da relação da radiação solar na formação de ilhas de calor em diferentes configurações urbanas em Cuiabá - MT**. 74f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental), Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2016.

STREILING, S.; MATZARAKIS, A. Influence of Single and Small Clusters of Trees on the Bioclimate of a City: A Case Study. **Journal of Arboriculture**, v. 29, n. 6, p. 309-316, 2003.

VAN HOVE, L. W. A.; JACOBS, C. M. J.; HEUSINKVELD, B. G.; ELBERS, J. A.; VAN DRIEL, B. L.; HOLTSLAG, A. A. M. Temporal and spatial variability of urban heat island and thermal comfort within the Rotterdam agglomeration. **Building and Environment**. v. 83, p. 91-103, 2015.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Versão Digital 2. Recife, 2006, 531p.

VIANA, S. S. M. **Caracterização do Clima Urbano em Teodoro Sampaio/SP**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2006, 190f.

ZOULIA, I.; SANTAMOURIS, M.; DIMOUDI, A. Monitoring the effect of urban green areas on the heat island in Athens. **Environ. Monit. Assess**, n. 156, p. 275–292, 2009.

Recebido para avaliação em 14/07/2016

Aceito para publicação em 20/04/2017