

COBERTURA DO SOLO E SUA INFLUÊNCIA NA TEMPERATURA DE MICROCLIMAS URBANOS NA CIDADE DE CUIABÁ-MT

Carolina de Rezende Maciel

carolmaciel_arq@yahoo.com.br

Doutoranda em Física Ambiental – UFMT

Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira

mcjanp@gmail.com

Professora do Programa
Pós-Graduação em Física Ambiental

José de Souza Nogueira

nogueira@ufmt.br

Coordenador do Programa
Pós-Graduação em Física Ambiental

RESUMO

Nas últimas décadas, o crescimento e a concentração das populações nos centros urbanos tem acelerado o processo de mudança da cobertura das superfícies do solo. Este crescimento tem contribuído para o fenômeno das ilhas de calor, exigindo dos pesquisadores mais dedicação ao estudo da interação de variáveis microclimáticas com os materiais e formas que compõe o ambiente urbano. O objetivo desta pesquisa foi relacionar o comportamento da temperatura do ar com características de cobertura do solo na cidade Cuiabá. Foram selecionados 19 pontos de medição nos quais foram coletados dados referentes à temperatura do ar e que foram caracterizados de acordo com os tipos de cobertura do solo. Com base nos resultados apresentados, observou-se uma tendência aos pontos localizados na área verde ou com proximidade a esta de apresentarem valores de temperaturas mais baixos corroborando estudos consagrados da área de climatologia urbana.

Palavra-chave: Clima urbano, temperatura do ar, cobertura do solo

GROUND COVER AND ITS INFLUENCE ON TEMPERATURE OF URBAN MICROCLIMATE OF CUIABÁ-MT

Abstract: In recent decades, the growth and concentration of populations in urban centers has accelerated the process of change in the coverage of floor surfaces. This growth has contributed to the phenomenon of Heat Islands, requiring more dedication of researchers to study the interaction of microclimatic variables with the materials and shapes that make up the urban environment. The objective of this research was to relate the behavior of the temperature characteristics of land cover in the city Cuiabá. We selected 19 points of measurement in which we collected data on air temperature and were characterized according to the types of soil cover. Based on the results presented, there was a tendency to points located in the green area or as close to that of present values of temperatures lower corroborating studies established the field of urban climatology.

Keywords: Urban Climate, air temperature, ground cover.

INTRODUÇÃO

As áreas urbanas concentram atualmente grande parte da população mundial e das atividades econômicas, sociais, culturais, o que resulta numa demanda e consumo crescentes de energia, água e outras matérias primas.

No Brasil, 87% da população vive organizada em áreas urbanas, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006).

Recebido em 22/02/2011

Aprovado para publicação em 10/08/2011

E, de acordo com projeções das Nações Unidas (ONU, 2008), em 2050, a população urbana mundial aumentará em duas vezes o valor da população referente a 2007, passando de 3,3 bilhões para 6,4 bilhões de pessoas.

Porém, as cidades dos países em desenvolvimento, particularmente no Brasil, têm crescido quase sem nenhum controle ou planejamento urbano, superando a capacidade dos governos locais em prover adequada infra-estrutura, habitação e qualidade de vida. Este tipo de processo de urbanização causa sérios danos no ambiente natural e construído, sendo um dos efeitos mais adversos aquele que se manifesta na atmosfera local.

No Mato Grosso, o crescimento populacional foi nítido principalmente na década de 1970, quando, de acordo com SILVA (2000), a taxa de crescimento anual foi de 6,6%, o que representa, em valores absolutos, que a população sextuplicou entre 1960 e 1991, quando passou de 325 mil para 2,027 milhões de habitantes.

Nas últimas décadas, o crescimento e a concentração das populações nos centros urbanos tem acelerado o processo de mudança da cobertura das superfícies do solo. Este crescimento tem contribuído para o fenômeno das ilhas de calor, exigindo dos pesquisadores mais dedicação ao estudo da interação de variáveis microclimáticas com os materiais e formas que compõe o ambiente urbano.

Nestas situações, as mudanças microclimáticas decorrentes das alterações nos balanços energético, hídrico e térmico e nos fluxos aerodinâmicos do ambiente urbano são ainda mais perceptíveis. As alterações no balanço de radiação referem-se ao decréscimo de radiação recebida em zonas sombreadas, ao aumento da radiação solar recebida e refletida internamente em cânions urbanos, à captação e armazenamento de calor pelos materiais de construção e à redução da radiação de onda longa emitida pela área urbana para a atmosfera devido à obstruções locais (OKE, 1978; SOUZA, 2003).

Em Cuiabá, observa-se a falta de um planejamento urbano adequado que possa atender esta demanda demográfica por espaço e que tenha como objetivo o crescimento da cidade de maneira ordenada. Tão importante quanto um planejamento adequado, para o caso de Cuiabá especificamente, seria a adoção de um planejamento bioclimático, ou seja, que levasse em consideração o clima no qual a cidade está inserida.

Fica evidente, portanto, a necessidade de serem desenvolvidos trabalhos de cunho científico que abordem a dinâmica do espaço urbano, mais especificamente sobre clima urbano. Esta necessidade possui uma importância ainda maior para Cuiabá, cidade onde foi desenvolvida esta pesquisa, na qual são registradas temperaturas extremamente altas durante o ano inteiro.

O objetivo desta pesquisa foi relacionar o comportamento da temperatura do ar com características de cobertura do solo na cidade Cuiabá.

Visando gerar informações microclimáticas, que possam subsidiar o projeto de edificações e planejamento urbano, neste trabalho pretende-se verificar a relação entre cobertura do solo sobre o comportamento da temperatura do ar de uma porção da cidade de Cuiabá-MT.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da Área de Estudo

A cidade de Cuiabá, capital do estado de Mato Grosso, pertence à região Centro-Oeste do Brasil, mais precisamente nas coordenadas geográficas -15°35'56" latitude Sul e 56°06'01" longitude Oeste.

De acordo com Cuiabá (2008), o município possui uma área de 3.224,68 km², sendo dividida em 254,57km² (7,89%) de área urbana e 2.970,11 km² (92,1%) de área rural. Está a uma altitude de 165 metros acima do nível do mar, localizado na província geomorfológica denominada Depressão Cuiabana. Faz divisa com os seguintes municípios: Acorizal, Rosário Oeste, Chapada dos Guimarães, Santo Antônio de Leverger e Várzea Grande (figura 1b).

Cuiabá é conhecida como uma das capitais mais quentes do Brasil. De acordo com Diniz et al. (2008), seu clima é do tipo Aw2 na classificação de Köppen, isto é, Tropical Semi-úmido.

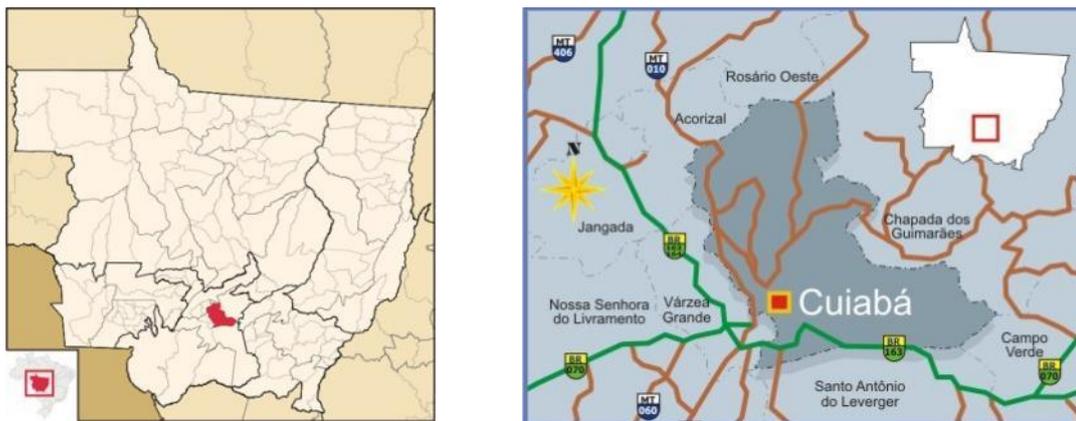


Figura 1 – (a) Localização do município por meso regiões no estado e (b) Municípios limítrofes

Fonte: <http://www.mtseusmunicipios.com.br/>

O bairro Jardim das Américas

De acordo com Cuiabá (2007), o bairro Jardim das Américas localiza-se na porção Leste e possui área de 110,70 ha (correspondente à 0,031% da área da cidade de Cuiabá), contando atualmente com 2.963 habitantes. É um bairro de ocupação recente, pois, de acordo com Cuiabá (2010), teve início na década de 1970. Apresenta características residenciais (quadras internas) e comerciais (quadras que margeiam a Av. Fernando Correa da Costa e Av. Brasília).

No Jardim das Américas está localizado o Shopping 3 Américas (figura 2a), um dos maiores da cidade, o que gera grande fluxo de veículos durante o horário de funcionamento.

Do ponto de vista da geometria urbana, o bairro é predominantemente ocupado por casas uni-familiares térreas, com exceção da porção próxima ao Shopping, a qual é composta também por prédios residenciais, em geral de 20 pavimentos, (figura 2b).



Figura 2 – (a) Shopping 3 Américas e (b) Vista aérea do bairro

Acerca da vegetação, o bairro é bem servido de indivíduos arbóreos, além de ser beneficiado com uma extensa área verde pertencente ao campus da UFMT, que é aberta ao uso da comunidade.

O estudo aqui apresentado abrangerá a área assinalada na figura 3 abaixo, composta pelas proximidades do Shopping 3 Américas em conjunto com a área verde da UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso, que atualmente é utilizada como pista de caminhada por moradores do entorno.

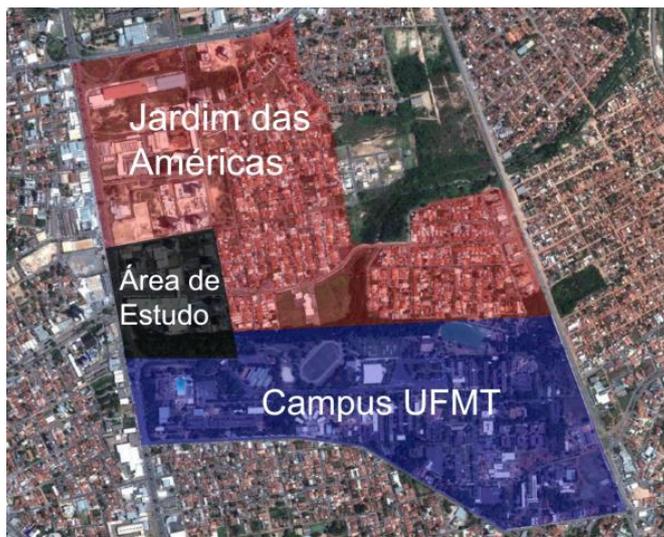


Figura 3 – Localização da área de estudo e entorno

Equipamentos utilizados para coletas de dados

a) Estação meteorológica automatizada

Para este estudo, além dos dados coletados por meio de transecto móvel, serão coletados também dados em uma estação micrometeorológica fixa, com o objetivo de caracterizar o comportamento das variáveis durante os períodos de medição.



Figura 4 – Estação micrometeorológica utilizada no estudo

A estação Meteorológica utilizada nesta pesquisa é composta pelo Conjunto de Sensores Integrados (ISS) modelo Vantage Pro 2 Plus, da marca Davis Instruments. O equipamento coleta os dados das condições (umidade relativa, temperatura, radiação solar, pluviosidade, velocidade e direção do ar e pressão atmosférica), que são enviados para o console da Vantage Pro2. Os dados registrados no console são transferidos para o computador através de um cabo serial.

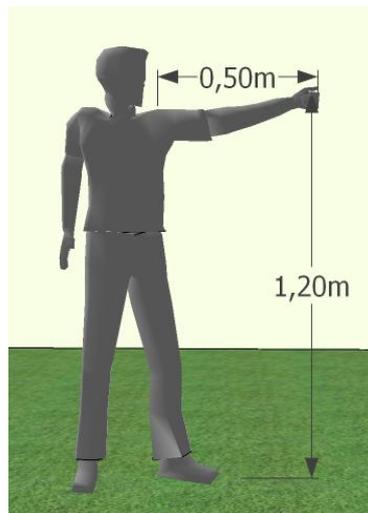
b) Termo-higrômetro digital

Para a coleta da variável temperatura do ar por meio do transecto foi utilizado o termo-higrômetro digital portátil, Modelo HT - 260 da marca Instrutherm, (figura 5a). Foi utilizado 1 (um) termo-higrômetro e as medições ocorreram consecutivamente nos pontos selecionados para o transecto.

As medidas das variáveis em estudo foram tomadas a cerca de 1,20 metros em relação ao solo (figura 5b), por representar o comportamento do microclima circundante ao pedestre e também afastado cerca de 50 centímetros do corpo do pesquisador, evitando sua influência ao efetuar as medições.



(a)



(b)

Figura 5 – (a) Termo-higrômetro digital; (b) Distanciamento utilizado para coleta das variáveis

De acordo com recomendações da norma *ISO/DIS 7726 (1998) – Ambientes térmicos – Instrumentos e métodos para medição de parâmetros físicos*, que tem como objetivo padronizar o processo de registro de informações, o instrumento de coleta não deve ficar diretamente exposto à radiação solar, pois o mesmo pode supra-estimar os valores do ambiente.

Para atender estes requisitos, utilizou-se como abrigo um tubo de PVC branco para refletir a radiação, perfurado para permitir a passagem de ar. Na parte superior foi colocado um funil branco para proteger o sensor da radiação solar direta e precipitações.



Figura 6 – Abrigo para termo-higrômetro
Fonte: Franco, (2010).

MÉTODOS

Período e frequência de coleta de dados

O objeto de estudo, uma porção do bairro Jardim das Américas teve como parâmetro medido a temperatura do ar.

O monitoramento da variável foi realizado durante 5 dias ao longo de cada um dos 7 meses, compreendendo Junho, Julho, Agosto, Setembro, Outubro, Novembro e Dezembro, totalizando 35 dias de coleta. Abaixo, na tabela 1, os dias nos quais foram coletadas as variáveis em cada mês.

Tabela 1 – Períodos de coleta de dados

Ordem	Coleta
1º Medição	21 a 25/06/2010
2º Medição	12 a 16/07/2010
3º Medição	23 a 27/08/2010
4º Medição	13 a 17/09/2010
5º Medição	25 a 29/10/2010
6º Medição	22 a 26/11/2010
7º Medição	05 a 09/12/2010

As medições foram realizadas em três períodos distintos, 8h (matutino), 14h (vespertino) e 20h (noturno). Além de serem os horários mais relevantes em estudos climáticos (situações críticas), também são estabelecidos como padrão da OMM (Organização Mundial de Meteorologia).

Determinação dos pontos de coleta de dados

Para a medição da variável temperatura do ar foram selecionados 19 pontos de coleta conforme figura abaixo. O critério utilizado para a escolha dos pontos de coleta foi abranger a maior diversidade de situações de cobertura do solo, buscando a representatividade da porção urbana em estudo.

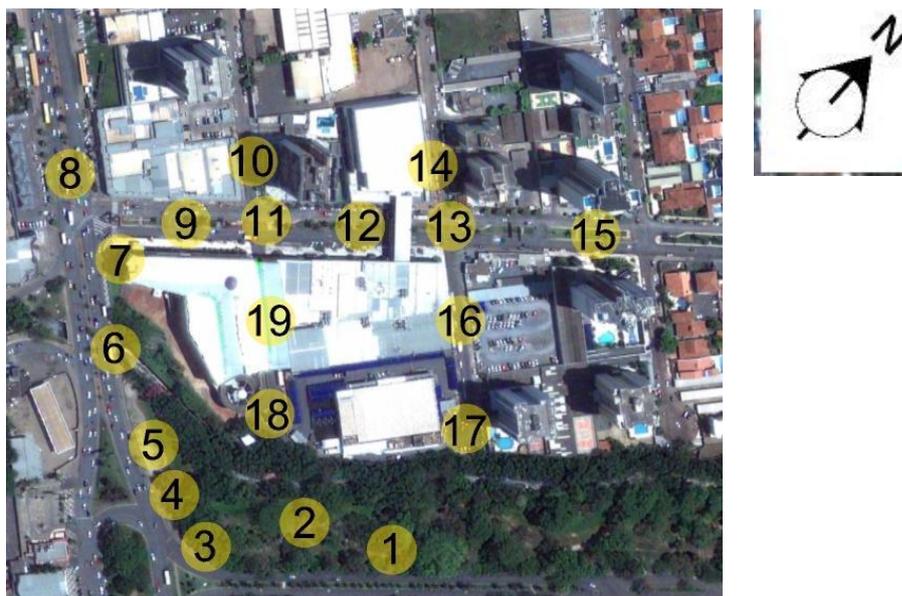


Figura 7 – Mapa da porção do bairro Jardim das Américas utilizada no estudo com localização dos pontos de medição

Caracterização dos pontos de coleta de dados

Cada ponto selecionado para medição das variáveis foi caracterizado de acordo com seus atributos de cobertura do solo. Por se tratar de uma porção urbana de dimensão reduzida adotou-se o raio de 50 metros para a quantificação da porcentagem de cada material constituinte da cobertura do solo, sendo distribuída nas categorias vegetação, arborização, solo nu, concreto, asfalto, brita, água e área construída.

Tabela 2 – Porcentagens do cobertura de solo para cada ponto

Ponto	Área Construída	Vegetação	Arborização	Água	Asfalto	Calçada	Brita	Solo
1	0,0%	13,5%	60,6%	0,0%	13,3%	5,6%	0,0%	6,8%
2	0,6%	20,6%	60,6%	1,0%	10,0%	7,0%	0,0%	0,0%
3	0,0%	23,9%	41,7%	0,3%	24,7%	9,3%	0,0%	0,0%
4	0,3%	19,6%	46,1%	0,9%	21,0%	10,5%	0,0%	1,3%
5	0,1%	20,2%	38,4%	1,1%	22,8%	13,4%	0,0%	3,7%
6	9,0%	17,4%	10,9%	1,0%	25,1%	22,6%	0,0%	13,7%
7	20,9%	7,6%	3,3%	0,0%	38,0%	23,8%	0,0%	6,2%
8	23,4%	1,1%	1,5%	0,0%	54,1%	19,5%	0,0%	0,3%
9	49,4%	3,0%	0,5%	0,0%	22,7%	18,9%	0,0%	5,4%
10	38,7%	2,5%	1,4%	0,0%	29,0%	26,1%	0,0%	2,3%
11	42,6%	3,6%	2,0%	0,0%	22,1%	27,3%	0,0%	2,3%
12	51,1%	3,9%	2,0%	0,0%	16,3%	25,9%	0,0%	0,7%
13	42,8%	3,5%	1,2%	0,0%	23,7%	27,1%	0,0%	1,6%
14	50,5%	1,8%	1,0%	0,0%	17,8%	26,9%	0,0%	1,7%
15	33,4%	4,9%	3,9%	0,0%	24,0%	33,7%	0,0%	0,0%
16	41,0%	0,0%	0,0%	0,0%	20,1%	16,5%	22,1%	0,0%
17	24,5%	0,0%	29,3%	2,9%	23,5%	16,4%	3,2%	0,0%
18	40,9%	2,9%	24,1%	1,8%	25,3%	1,4%	0,0%	3,6%
19	81,9%	0,0%	0,5%	0,0%	10,0%	7,5%	0,0%	0,0%

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Análise dos atributos dos pontos

Abaixo serão expostos os resultados da quantificação dos atributos de cobertura do solo para os pontos do transecto. Por se tratar de uma porção urbana de dimensão reduzida adotou-se o raio de 50 metros, sendo diferenciados em Materiais característicos do meio urbano – Área Construída, Asfalto e Calçada –, e, Materiais característicos do meio natural – Vegetação rasteira, Arborização e Superfície de água.

Como se pode observar existe uma característica semelhante entre os pontos de medição de número 1 ao 5, que é a baixa porcentagem de cobertura do solo por materiais característicos do meio urbano e uma alta porcentagem de cobertura do solo por materiais naturais.

Os pontos 6 e 7 caracterizam-se como uma transição da área de caminhada da UFMT para a área mais urbanizada dos arredores do Shopping 3 Américas, apresentando valores médios de cobertura do solo por materiais urbanos (de 10 a 40% de cada componente).

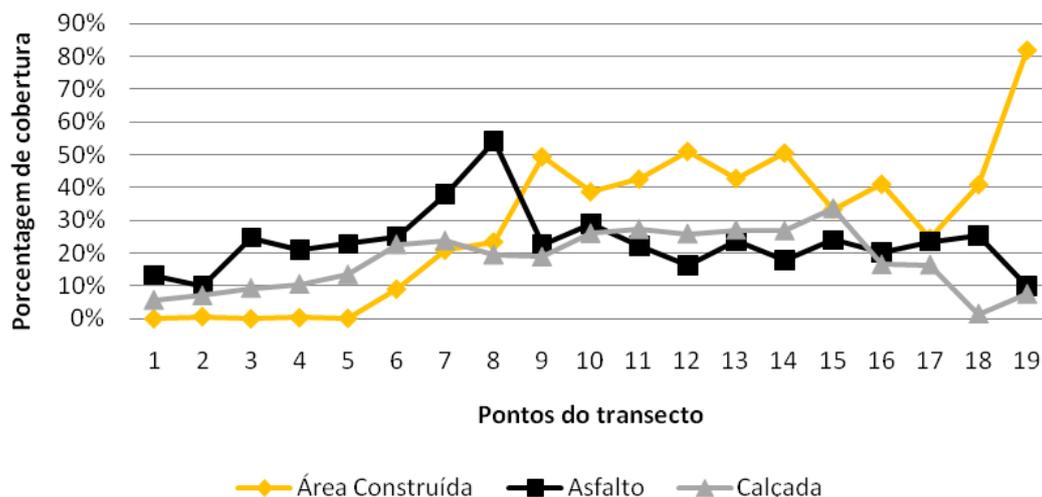


Figura 8 - Cobertura do solo nos pontos do transecto – Materiais Urbanos

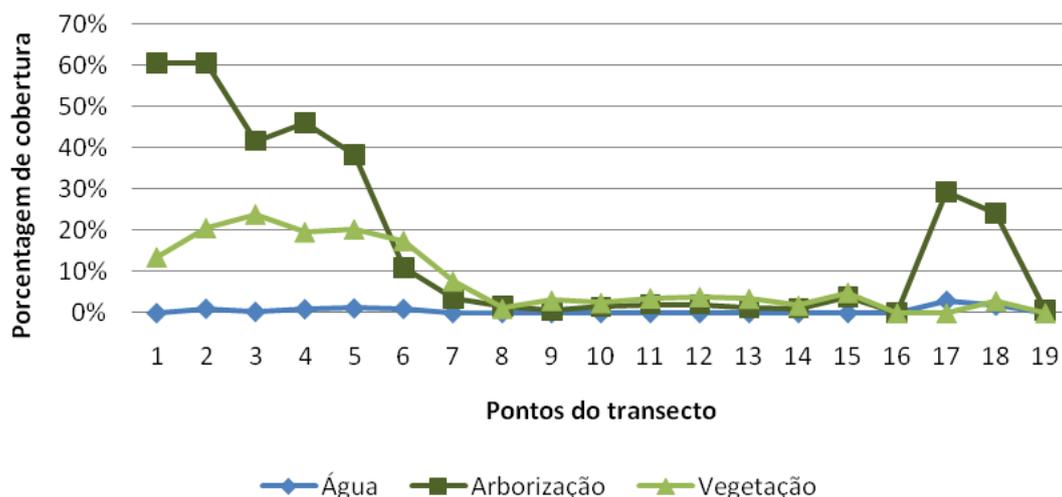


Figura 9 - Cobertura do solo nos pontos do transecto – Materiais Naturais

O ponto 8 caracteriza-se com um baixo índice de materiais naturais e uma alta taxa de cobertura do solo por asfalto (quase 60%), este ponto encontra-se entre as 2 vias que compõe a Avenida Fernando Correa da Costa.

Em geral os pontos de número 9 ao 16 apresentam valores semelhantes de cobertura do solo por Área Construída, variando entre 35 e 50% da área total, além de baixa (ou nenhuma) cobertura do solo por materiais naturais.

Os pontos 17 e 18 localizam-se aos fundos do Shopping 3 Américas, próximo a área verde da UFMT, o que garante valores de cerca de 30% de materiais naturais para ambos. O ponto 19 foi o que apresentou maior taxa de Área construída (mais de 80%), pois se localiza sob o 1 andar do Shopping 3 Américas.

De acordo com as características observadas nestes gráficos foram convencionados ícones para cada um dos pontos de medição do transecto móvel de forma a facilitar a identificação de cada ponto durante as análises que se seguem, (figura 10).

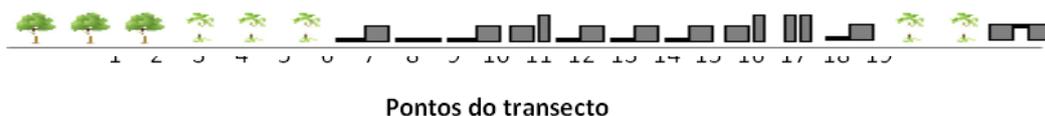


Figura 10 – Ícones de caracterização dos pontos de medição

Dados registrados na estação fixa

Para caracterização da temperatura do ar nos períodos de coleta de dados, utilizaram-se dados registrados na estação fixa. Abaixo, na figura 11 estão os dados referentes ao período de coleta de 5 dias de cada mês.

Tabela 3 – Valores mensais de temperatura registrados na estação fixa

Mês	Mínima	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Máxima	Desvio Padrão
Temperatura do ar (°C)						
Junho	26,36	5,77	27,42	5,49	28,37	5,31
Julho	13,16	0,59	19,18	2,13	29,75	3,89
Agosto	27,24	6,12	28,34	6,45	29,15	6,49
Setembro	23,39	3,15	28,62	4,34	33,08	5,09
Outubro	25,21	2,10	29,29	3,17	31,95	3,14
Novembro	25,16	1,71	27,18	2,20	28,86	2,81
Dezembro	26,04	2,77	28,96	2,63	31,55	3,12
Máxima	27,24 - Agosto		29,29 - Outubro		33,08 - Setembro	
Mínima	13,16 - Julho		19,18 - Julho		28,37 - Junho	

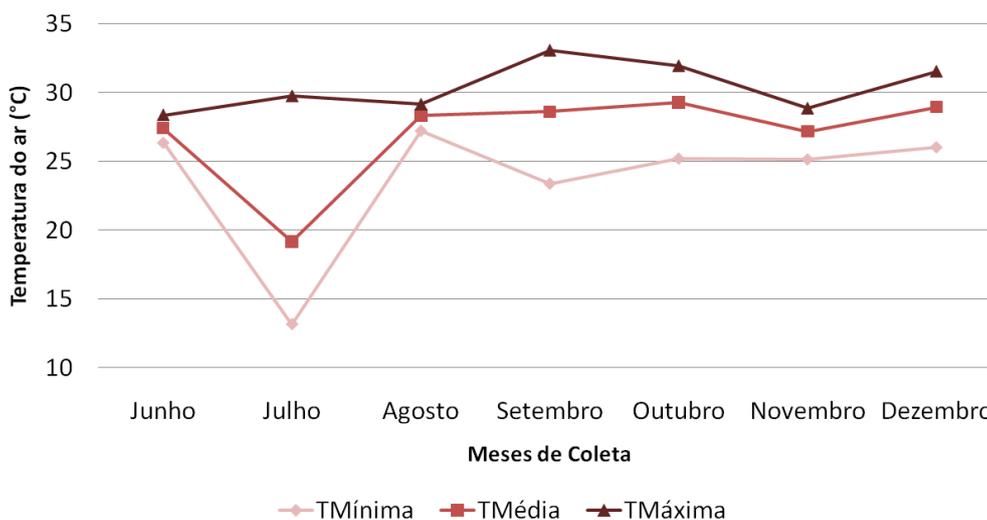


Figura 11 – Comparativo da temperatura média para os meses em estudo

Conforme a tabela e o gráfico expostos acima, o mês com maior temperatura mensal média foi Outubro, com 29,29°C (mínima média de 25,21°C e máxima média de 31,95°C). Já o mês com menor temperatura mensal média foi Julho, com 19,18°C (mínima média de 13,16°C e máxima média de 29,75°C).

Entre estes dois meses (Outubro e Julho), pode-se observar uma diferença de 10,11°C entre suas temperaturas médias mensais.

Com exceção do mês de Julho, que apresentou média de 19,18°C, os demais meses apresentaram valores de média mensal próximos: Junho com 27,42°C, Agosto com 28,34°C, Setembro com 28,62°C, Outubro com 29,29°C, Novembro com 27,18°C e Dezembro com 28,96°C.

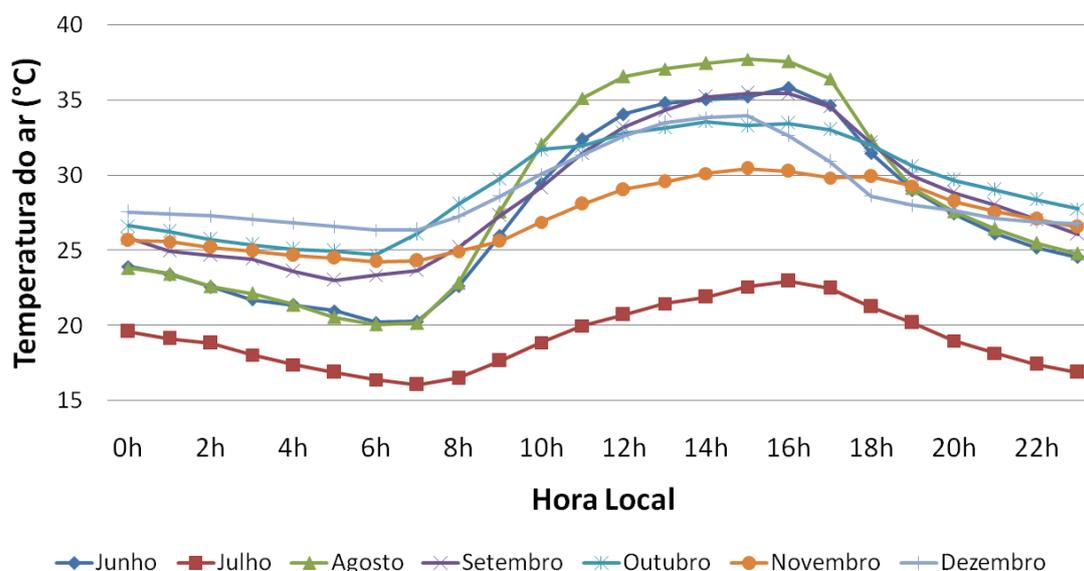


Figura 12 – Comparativo da temperatura média para os meses em estudo

Pode-se observar na figura 12 a variação da temperatura do ar horária no período em estudo dos meses abordados neste trabalho. Pode-se observar que o mês que registrou os valores mais baixos durante o período de coleta foi Julho (média horária máxima de 22,97°C – 16h, e média horária mínima 16,06°C – 7h). O mês que registrou o valor de temperatura média horária mais elevado foi Agosto com 37,71°C, às 15h.

Dados registrados no transecto móvel

Com o objetivo de evidenciar os efeitos das diferenças de morfologia e características ambientais dos pontos em que foram coletadas as variáveis em estudo, serão apresentados a seguir gráficos e tabelas com os resultados das medições durante os sete meses que este trabalho abrangeu.

No período matutino das medições (8h), os pontos de coleta ainda estão começando a receber a radiação solar, portanto, diferenças devido à diferença de acesso solar ainda não são tão expressivas.

Pontualmente, o menor valor de temperatura para o mês de Junho foi registrada no Ponto 5 (27,78°C), enquanto que o maior valor de temperatura foi registrada no Ponto 19 (29,58°C). A diferença entre estes valores extremos é de 1,80°C. Na estação fixa foi registrado o valor de 22,61°C ficando portanto, abaixo de todos os valores de temperatura do ar registrados nos pontos.

Já para o mês de Julho, o menor valor de temperatura foi registrado no Ponto 3 (18,84°C) e o maior valor de temperatura no Ponto 1 (20,42°C). A diferença entre estes valores extremos é de 1,58°C. A

estação fixa, para este mês, registrou valor médio de 16,50°C, o menor de todo o período em que ocorreram medições e, abaixo dos valores registrados em todos os demais pontos.

Período de coleta Matutino (8h)

Tabela 4 – Valores mensais de temperatura registrados no transecto móvel (8h)

Temperatura do ar (°C) – 8h			
Mês	Mínima	Máxima	Estação Fixa
Junho	27,78 - Ponto 5	29,58 - Ponto 19	22,61
Julho	18,84 - Ponto 1	20,42 - Ponto 3	16,50
Agosto	28,92 - Ponto 1	31,58 - Ponto 15	22,84
Setembro	28,67 - Ponto 19	29,57 - Ponto 9	25,21
Outubro	31,68 - Ponto 19	32,9 - Ponto 15	28,09
Novembro	28,83 - Ponto 4	30,51 - Ponto 11	24,93
Dezembro	30,56 - Ponto 4	32,43 - Ponto 10	27,26

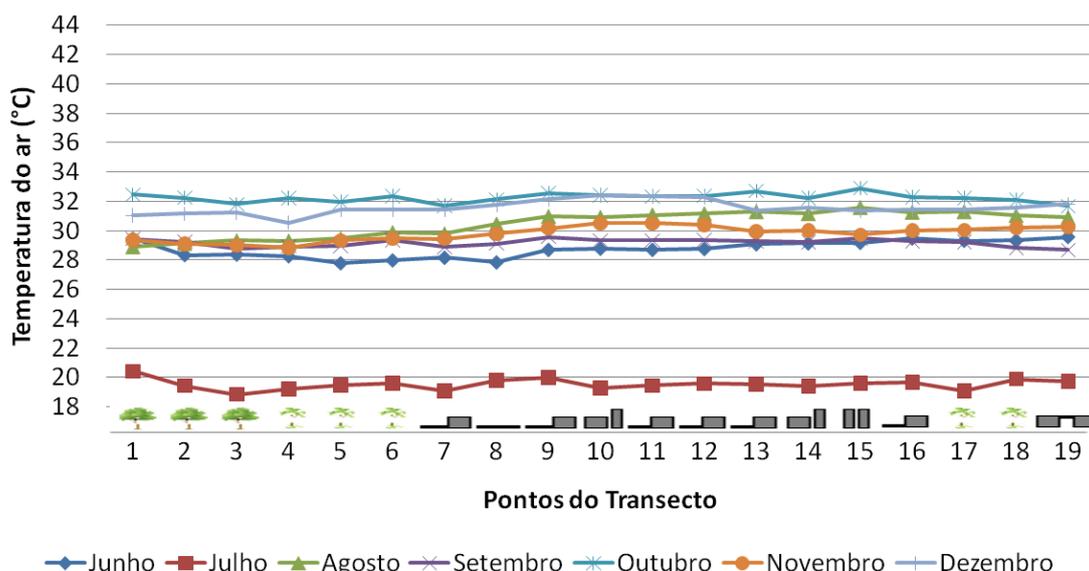


Figura 13 – Comportamento da temperatura para os pontos do transecto (8h)

Para o mês de Agosto, o menor valor de temperatura do ar foi registrado no Ponto 1 (28,92°C) e o maior valor de temperatura no Ponto 15 (31,58°C). A diferença entre estes valores extremos é de 2,66°C. Na estação fixa foi registrado o valor de 22,84°C, ficando novamente abaixo dos valores registrados em todos os pontos, e, em relação ao ponto 15, que registrou maior temperatura, a diferença é de impressionantes 8,74°C.

Para o mês de Setembro, o menor valor de temperatura do ar foi registrado no Ponto 19 (28,68°C) e o maior valor registrado foi no Ponto 9 (29,58°C). A diferença entre estes valores extremos é de 0,90°C. Na estação fixa foi registrado o valor de 25,21°C, ficando novamente abaixo dos valores de temperatura registrados em todos os demais pontos.

Para o mês de Outubro, o menor valor de temperatura foi registrado no Ponto 19 (31,68°C) e o maior valor de temperatura foi registrado no Ponto 15 (32,90°C). a diferença entre estes valores extremos é de 1,23°C. Na estação fixa foi registrado o valor de 28,09°C, a maior média de temperatura registrada para um mês.

Para o mês de Novembro, o menor valor de temperatura foi registrados no Ponto 4 (28,83°C) e os maiores valores de temperatura foram registrados nos pontos 10 e 11 (30,51°C). A diferença no valor destes pontos é de 1,68°C. Na estação fixa foi registrado o valor de 24,93°C, que está abaixo 4,86°C da média de temperatura registrada nos Pontos do transecto.

Para o mês de Dezembro, o menor valor foi registrado no Ponto 4 (30,56°C) e o maior valor no Ponto 10 (32,43°C), com diferença entre pontos de 1,88°C. Na estação fixa foi registrado o valor de 27,26°C, abaixo 4,31°C da média dos valores registrados nos Pontos do transecto.

A menor média mensal tanto na estação fixa quanto no transecto foi registrada no mês de Julho, enquanto que as maiores médias foram no mês de Outubro.

Período de coleta Vespertino (14h)

Tabela 5 – Valores mensais de temperatura registrados no transecto móvel (14h)

Temperatura do ar (°C)			
Mês	Mínima	Máxima	Estação fixa
Junho	36,56 - Ponto 1	39,20 - Ponto 15	35,03
Julho	23,90 - Ponto 3	25,20 - Ponto 16	21,90
Agosto	39,84 - Ponto 19	43,22 - Ponto 8	37,43
Setembro	36,18 - Ponto 1	38,55 - Ponto 8	35,19
Outubro	37,30 - Ponto 19	39,52 - Ponto 7	33,56
Novembro	32,53 - Ponto 3	35,29 - Ponto 16	30,11
Dezembro	36,79 - Ponto 3	39,76 - Ponto 10	33,83

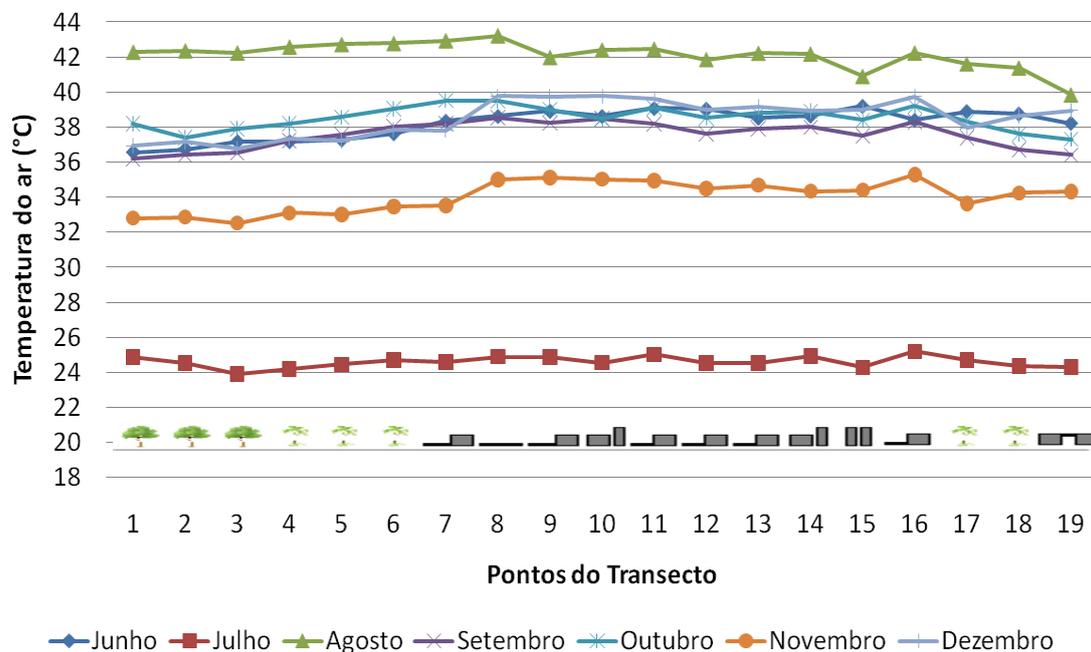


Figura 14 – Comportamento da temperatura para os pontos do transecto (14h)

No período vespertino das medições (14h), os pontos de coleta já receberam radiação proveniente do sol durante algumas horas, portanto, algumas diferenças começam a se tornar visíveis devido a diferença de acesso solar. Devido a esta diferença de acesso, alguns pontos são aquecidos por radiação direta enquanto outros pontos por radiação difusa.

Além disso, este horário é o que geralmente apresenta as maiores temperaturas ao longo do dia, em consequência do aquecimento provocado pelo sol quando está a pino (em torno de meio-dia), pois, devido a este posicionamento os raios solares penetram a 90°.

Pode-se observar na figura 14 (acima), que o mês que registrou maior valor de temperatura média às 14h foi Agosto (média 42,12°C), enquanto que o mês com menor valor foi Julho (média 24,60°C).

Pontualmente, o menor valor de temperatura para o mês de Junho foi registrada no Ponto 1 (36,56°C), enquanto que o maior valor de temperatura foi registrada no Ponto 15 (39,20°C). A diferença entre estes valores extremos é de 2,64°C. Na estação fixa foi registrado o valor de 35,03°C ficando portanto, abaixo de todos os valores de temperatura do ar registrados nos pontos.

Para o mês de Julho, o menor valor de temperatura foi registrado no Ponto 3 (23,90°C) e o maior valor de temperatura no Ponto 16 (25,20°C). A diferença entre estes valores extremos é de 1,30°C. A estação fixa, para este mês, registrou valor médio de 21,90°C, o menor de todo o período em que ocorreram medições e, abaixo dos valores registrados em todos os demais pontos.

Para o mês de Agosto, o menor valor de temperatura do ar foi registrado no Ponto 19 (39,84°C) e o maior valor de temperatura no Ponto 8 (43,22°C). Aqui, portanto, as diferenças por conta da diferença de acesso solar começam a aparecer. O ponto 19 é localizado embaixo do primeiro andar do Shopping 3 Américas, uma área que está sombreada durante todo o dia. Já o ponto 8, que apresentou maior média está localizado no centro de uma avenida com 3 vias de cada lado (grande quantidade de asfalto – material característico urbano), além de ser totalmente exposto aos raios provenientes do sol. A diferença entre estes valores extremos é de 3,38°C. Na estação fixa foi registrado o valor de 37,43°C, ficando novamente abaixo dos valores registrados em todos os pontos.

Para o mês de Setembro, o menor valor de temperatura do ar foi registrado no Ponto 1 (36,18°C) e o maior valor registrado foi, assim como Agosto, no Ponto 8 (38,55°C).

A diferença entre estes valores extremos é de 2,38°C. Na estação fixa foi registrado o valor de 35,19°C, ficando novamente abaixo dos valores de temperatura registrados em todos os demais pontos.

Para o mês de Outubro, o menor valor de temperatura foi registrado no Ponto 19 (37,30°C) e o maior valor de temperatura foi registrado no Ponto 7 (39,52°C). a diferença entre estes valores extremos é de 2,22°C. Na estação fixa foi registrado o valor de 33,56°C, que está abaixo 4,93°C da média de temperatura registrada nos Pontos do transecto.

Para o mês de Novembro, o menor valor de temperatura foi registrados no Ponto 3 (32,53°C) e os maiores valores de temperatura foram registrados nos pontos 16 (35,29°C). A diferença na valor destes pontos é de 2,76°C. Na estação fixa foi registrado o valor de 30,11°C.

Para o mês de Dezembro, o menor valor foi registrado no Ponto 3 (36,79°C) e o maior valor no Ponto 8 (39,76°C), com diferença entre pontos de 2,98°C. Na estação fixa foi registrado o valor de 33,83°C, abaixo 4,66°C da média dos valores registrados nos Pontos do transecto.

A menor média mensal na estação fixa foi Agosto (37,43°C) e a maior média mensal no transecto foi em Outubro (38,52°C). A menor média mensal tanto fixa quanto no transecto foi em Julho, em 21,90°C e 24,60°C, respectivamente.

É interessante observar que neste horário, todas as maiores temperaturas médias foram registradas nos pontos compreendidos entre o Ponto 7 e o 16, ou seja, pontos com características predominantemente urbanas (materiais com baixo albedo, bastante massa construída e pouca –ou nenhuma, em alguns casos – vegetação). Em contraponto, as todas as menores temperaturas médias dos períodos foram registradas nos Pontos 1, 3 ou 19, demonstrando que a vegetação e o sombreamento podem amenizar o rigor climático característico da região de Cuiabá.

No período noturno das medições (20h), a porção urbana em estudo recebeu radiação proveniente do sol durante todo o dia e, após o pôr-do-sol inicia então o processo de reemissão desta energia absorvida, de acordo com as características dos materiais constituintes.

Período de coleta Noturno (20h)

TABELA 12 – Valores mensais de temperatura registrados no transecto móvel (20h)

Temperatura do ar (°C)			
Mês	Mínima	Máxima	Estação Fixa
Junho	28,66 - Ponto 7	30,58 - Ponto 13	27,44
Julho	19,22 - Ponto 7	20,82 - Ponto 1	18,99
Agosto	29,02 - Ponto 6	32,47 - Ponto 12	27,57
Setembro	31,30 - Ponto 6	33,60 - Ponto 12	28,86
Outubro	32,37 - Ponto 4	34,5 - Ponto 12	29,66
Novembro	30,24 - Ponto 17	30,80 - Ponto 1	28,26
Dezembro	28,69 - Ponto 17	29,64 - Ponto 1	27,65

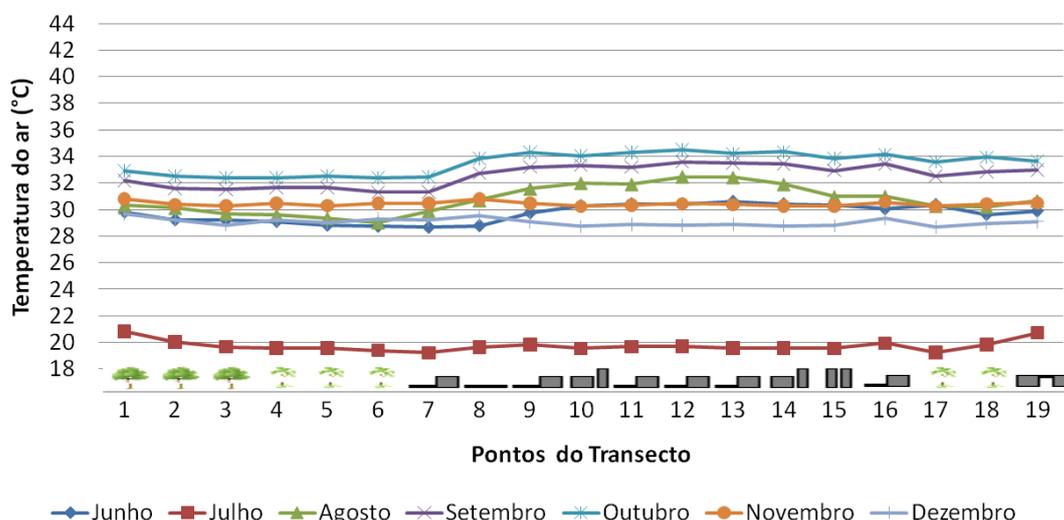


Figura 15 – Comportamento da temperatura para os pontos do transecto (20h)

De acordo com Oke (1981), este é o horário mais propício para identificação da ilha de calor, pois o resfriamento das áreas periféricas e com características rurais é maior do que aquele ocorrido em áreas urbanas. Ou seja, a diferença entre áreas com características urbanas e áreas com características naturais é mais evidente quando ocorre a reemissão da energia térmica armazenada durante todo o dia pelos materiais constituintes dos pontos medidos.

Pode-se observar na figura 15 (acima), que o mês que registrou maior valor de temperatura média às 20h foi Outubro (média 33,48°C), enquanto que o mês com menor valor foi Julho (média 19,74°C).

No referido gráfico também fica evidente o comportamento da temperatura em resposta às configurações do meio urbano. O conjunto de pontos até o de número 7 são os pontos que possuem maior porcentagem de vegetação em seus arredores. Já o conjunto de pontos a partir do número 8 possui maior quantidade de materiais característicos urbanos, como asfalto e concreto.

Estes resultados corroboram afirmações de Mascaró (1996), de que as áreas verdes das cidades atuam sobre os elementos climáticos, contribuindo com o controle da temperatura e umidade do ar, ação dos ventos e chuva, além de amenizar a poluição, em microclimas urbanos.

Pontualmente, o menor valor de temperatura para o mês de Junho foi registrada no Ponto 7 (28,66°C), enquanto que o maior valor de temperatura foi registrada no Ponto 13 (30,58°C). A diferença entre estes valores extremos é de 1,92°C. Na estação fixa foi registrado o valor de 27,44°C ficando portanto, abaixo de todos os valores de temperatura do ar registrados nos pontos.

Para o mês de Julho, o menor valor de temperatura foi registrado no Ponto 7 (19,22°C) e o maior valor de temperatura no Ponto 1 (20,82°C). A diferença entre estes valores extremos é de 1,60°C. A estação fixa, para este mês, registrou valor médio de 18,99°C, o menor de todo o período em que ocorreram medições e, abaixo dos valores registrados em todos os demais pontos.

Para o mês de Agosto, o menor valor de temperatura do ar foi registrado no Ponto 6 (29,03°C) e o maior valor de temperatura no Ponto 12 (32,48°C). A diferença entre estes valores extremos é de 3,45°C. Na estação fixa foi registrado o valor de 27,57°C, ficando novamente abaixo dos valores registrados em todos os pontos.

Para o mês de Setembro, o menor valor de temperatura do ar foi registrado no Ponto 6 (31,30°C) e o maior valor registrado foi no Ponto 12 (33,60°C).

A diferença entre estes valores extremos é de 2,30°C. Na estação fixa foi registrado o valor de 28,86°C, ficando novamente abaixo dos valores de temperatura registrados em todos os demais pontos.

Para o mês de Outubro, o menor valor de temperatura foi registrado no Ponto 4 (32,37°C) e o maior valor de temperatura foi registrado no Ponto 12 (34,50°C). a diferença entre estes valores extremos é de 2,13°C. Na estação fixa foi registrado o valor de 29,66°C, a maior temperatura média registrada pela estação fixa nos 7 meses de coleta de dados para este horário.

Para o mês de Novembro, o menor valor de temperatura foi registrados no Ponto 10 (30,24°C) e os maiores valores de temperatura foram registrados nos pontos 1 (30,80°C). A diferença no valor destes pontos é de 0,56°C. Na estação fixa foi registrado o valor de 28,26°C.

Para o mês de Dezembro, o menor valor foi registrado no Ponto 17 (28,69°C) e o maior valor no Ponto 1 (29,64°C), com diferença entre pontos de 0,95°C. Na estação fixa foi registrado o valor de 27,65°C, abaixo 1,40°C da média dos valores registrados nos Pontos do transecto.

A menor média mensal tanto na estação fixa quanto nos pontos do transecto foi Agosto, com 18,99°C e 19,74°C, respectivamente. Já a maior média mensal tanto na estação fixa quanto nos pontos do transecto foi Outubro, com 29,66°C e 33,48°C, respectivamente.

Análise estatística dos dados – Análise de Agrupamento

Após a análise do comportamento das variáveis temperatura do ar durante o período de medições (Junho a Dezembro de 2010) nos pontos selecionados, fez-se necessária a realização de uma análise estatística. Para este estudo, optou-se pela análise de Agrupamento utilizando um software específico (SPSS 17.0- Statistical Package for the Social Sciences) para este fim.

A análise de agrupamento (também conhecido por Análise de Cluster), tem o objetivo de classificar os objetos estudados (neste trabalho os dezenove pontos de medição) em diferentes grupos onde haja a maior similaridade entre si (dentro do grupo) com respeito às variáveis medidas e que os elementos em grupos diferentes sejam heterogêneos em relação à estas mesmas características, (MINGOTI, 2007).

O dendrograma apresentado na figura 16 foi obtido utilizando o método de agrupamento comum (entre grupos) – *Average Linkage Between Groups*.

De acordo com o dendrograma apresentado na figura 16, considerando a distância marcada no ponto 5, podemos observar a formação de 7 grandes grupos, assinalados na figura 16 (abaixo) para facilitar a compreensão.

O grupo 1 (Pontos 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 16) contém os pontos que estão localizados na Av. Brasília do Bairro Jardim das Américas. São pontos que possuem características semelhantes de índices de cobertura do solo, apresentando grande quantidade de asfalto e área construída. Baseado no resultado deste agrupamento, podemos afirmar que o comportamento da temperatura do ar foi semelhante nestes 7 pontos. Este grupo agrega pontos compostos por mais de 90% de materiais urbanos, mas que possuem em determinados horários do dia algum tipo de sombreamento seja por arborizações ou por edificações vizinhas.

Já o grupo 2 (Ponto 8), também possui um altíssimo índices de composição por materiais urbanos (97%), no entanto, este ponto diferencia-se do grupo 1 pelo fator acesso solar, já que se encontra no canteiro de uma avenida, não possuindo sombreamento por arborização nem por edificações vizinhas.

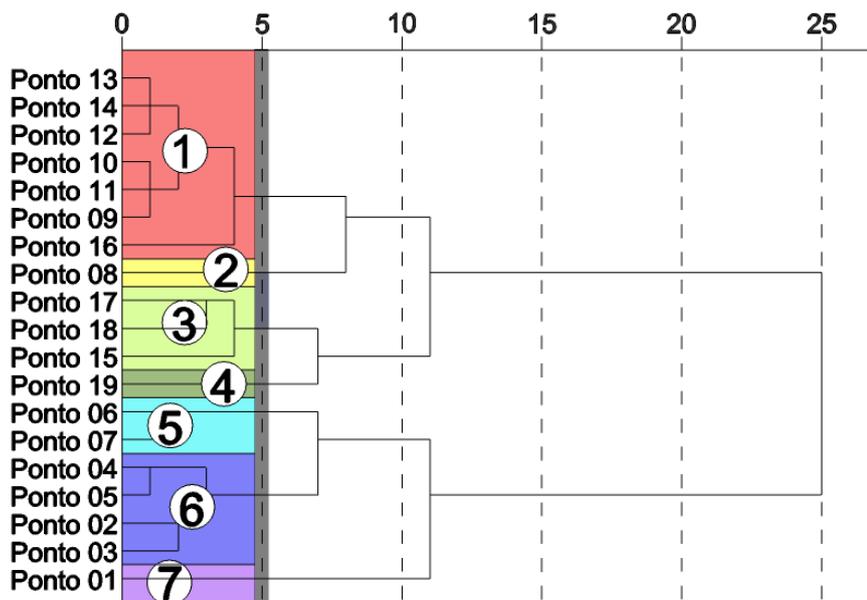


Figura 16 – Dendrograma de similaridade com grupos assinalados

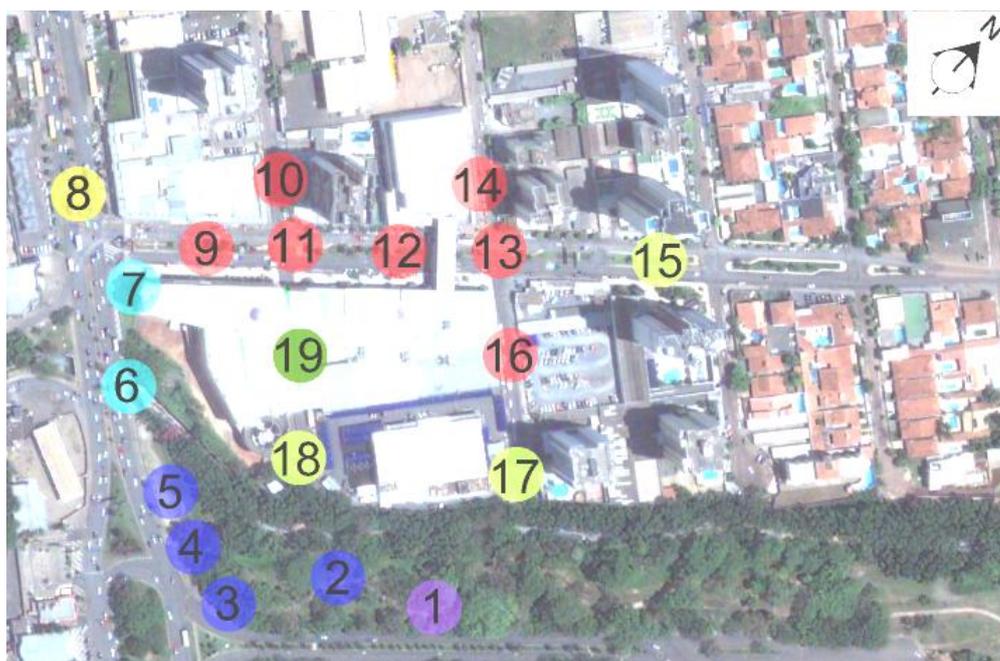


Figura 17 – Mapa dos pontos agrupados de acordo com o resultado do dendrograma

O grupo 3 (Pontos 15, 17 e 18) também possui pontos com alto valor de cobertura do solo por materiais urbanos. O que os diferencia em um grupo diferente dos citados acima é sua proximidade com a área verde da UFMT – Pontos 17 e 18 – e o fato de o ponto 15 ser sombreado pelos altos prédios vizinhos durante longos períodos do dia, o que acaba por amenizar as altas temperaturas registradas ao longo do dia.

O grupo 4 (Ponto 19) possui também valor alto de materiais urbanos em sua composição mas localiza-se abaixo do primeiro andar do Shopping 3 Américas, portanto é sombreado durante o dia inteiro.

O grupo 5 (Pontos 6 e 7) possui pontos localizados em área de transição, pois apesar de também apresentarem altos valores (de 56% a 82%) de materiais urbanos, ficam mais próximos da área verde da UFMT.

O grupo 6 (Pontos 2, 3, 4 e 5) é o grupo que possui alto valor de porcentagem de materiais naturais de 63 a 82%, portanto apresentou um comportamento térmico similar entre seus pontos.

O grupo 7 (Ponto 1) também é composto por grande parte de materiais naturais pois está localizado no meio da área verde da UFMT.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados apresentados observou-se uma tendência aos pontos na área verde ou com proximidade a esta de apresentarem valores de temperaturas mais baixos. Esta diferença entre valores constatou-se de forma mais clara no período noturno de medições (20h), confirmando afirmações, como já citado anteriormente, de Oke (1981).

A influência da vegetação sobre os microclimas, representadas nesta pesquisa pela extensa área verde da UFMT, corrobora afirmações de Mascaró (1996) e Santamouris (2001), de que as áreas verdes das cidades atuam sobre os elementos climáticos, contribuindo com o controle da radiação solar, temperatura do ar, ação dos ventos e chuva, além de amenizar a poluição, em microclimas urbanos.

Os resultados apresentados puderam ser complementados com a análise de agrupamento, que comprovou a similaridade do comportamento térmico de pontos com características de composição e morfologia semelhantes.

Espera-se que com os resultados desta pesquisa, o estudo do conforto ambiental para o estado do Mato Grosso e da região Centro-Oeste seja enriquecido, atentando para a importância de áreas verdes ou sombreadas como agentes amenizadores do rigor climático imposto pelo clima das cidades de porte médio, como é o caso de Cuiabá.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. M. A. *A configuração urbana e sua relação com os microclimas: Estudo de frações urbanas na cidade de Maceió*. Dissertação (Mestrado em dinâmica do espaço habitado), Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2006.
- ANDRADE, H. O Clima Urbano – Natureza, Escalas de Análises e Aplicabilidade. *Finesterra – Revista Portuguesa de Geografia*, Lisboa, v. XL, n.80, 2005. Disponível em: <http://www.ceg.ul.pt/finesterra/numeros/2005-80/80_05.pdf>.
- ASAEDA, T.; CA, V. T. *Heat storage of pavement and its effect on the lower atmosphere*. Atmospheric Environment. v. 30, p. 413-427, 1996.
- CUIABÁ. Prefeitura Municipal de Cuiabá / Perfil Socioeconômico dos Bairros de Cuiabá. IPDU – Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano. Cuiabá: 2007.
- CUIABÁ. Prefeitura Municipal de Cuiabá / Plano Diretor de Desenvolvimento Estratégico de Cuiabá. IPDU – Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano. Adriana Bussiki Santos (Org.) Cuiabá, MT: Entrelinhas, 2008.
- CUIABÁ. Prefeitura Municipal de Cuiabá / Evolução Urbana de Cuiabá. IPDU – Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano. Cuiabá, 2010.
- DINIZ, G. L. ; FONSECA, M. ; CAMPELO JÚNIOR, J. H. . *Análise harmônica do regime de precipitação em duas localidades da baixada cuiabana*. Biomatemática (UNICAMP), v. 18, p. 37-48, 2008.
- FRANCO, F. M. *Configuração urbana e sua interferência no microclima local: estudo de caso no bairro do Porto em Cuiabá-MT* Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Universidade Federal de Mato Grosso, 2010.
- IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Síntese de indicadores sociais: Brasil, Rio de Janeiro, 2006.
- JÁUREGUI, E. *Tropical urban climatology at the turn of the millennium: an overview*. In: International Congress of Biometeorology and International Conference On Urban Climatology, 1999.

KATZSCHNER, L. *Urban climate studies as tools for urban planning and architecture*. In: IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 1997, Salvador. Anais. Salvador: FAUFBA/LACAM-ANTAC, 1997.

MASCARÓ, L. *Ambiência Urbana*. 1 ed. Porto Alegre: Sagra – DC Luzzatto, 1996.

MINGOTI, S.A. *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada*. Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. 295p.

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

NOGUEIRA, M. C. J. A. ; DURANTE, L. C. ; NOGUEIRA, J. S. Conforto térmico na escola pública em Cuiabá-MT: estudo de caso. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, Rio Grande, RS, v. 14, p. 37-48, 2005.

OKE, T. R. *Boundary Layer Climates*. Londres: Metheum, 1978.

OKE, T. R. Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: comparison of scale model and field observations. *Journal of Climatology*, v.1, 1981.

ONU – *Organização das Nações Unidas. Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas*, 2008. Disponível em: <<http://www.ipcc.com/>>. Acesso em: 21 set. 2010.

PEZZUTO, C. C.; LABAKI, L. C.; FRANCISCO FILHO, L. L. *Conforto térmico nos espaços urbanos abertos: a morfologia urbana e a relação com as condições climáticas*. In: VII ENCAC e 3ª Conferência Latino-Americana Sobre Conforto E Desempenho Energético De Edificações.

SANTAMOURIS, M.; ASIMAKOPOULOS, D. N. *Energy and Climate in the urban built environment*. London: James & James, 2001, 402p.

2003, Curitiba.

SILVA, J. A. *Crescimento Populacional e Ocupação Recente em Mato Grosso*. Artigo científico, CEDEPLAR/UFMG, Belo Horizonte, 2000.

SOUZA, L. C. L. *Determinação e apresentação do fator de visão do céu através de um SIG 3 D*. Bauru. Livre-docência – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade de São Paulo, 2003.