http://dx.doi.org/10.5902/223613089160
Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas - UFSM, Santa Maria
Revista Monografias Ambientais - REMOA
e-ISSN 2236 1308 - v. 12 n. 12 ago. 2013, p. 2749 - 2763

Clima urbano de Cuiabá-MT-Brasil: ocupação do solo e suas influências

Urban climate of Cuiabá, MT, Brazil: Soil occupancy and its influences

Flávia Maria de Moura Santos

Professora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Mato Grosso

Resumo

Os grandes aglomerados das áreas urbanas acabam criando um novo clima urbano gerado através da interferência dos fatores que se processam sobre a camada de limite urbano e que agem alterando o clima em escala local. As características urbanas associadas aos tipos e graus de adensamento e uso que recobrem o solo têm a capacidade de modificar os elementos climáticos que compõem a atmosfera local. Desta forma, esta pesquisa teve como objetivo analisar a influência da ocupação do solo no microclima em Cuiabá-MT-Brasil por meio das diferenças de temperatura e umidade do ar intraurbana do município. Para tanto, foi usada a metodologia de transectos móveis noturnos nas quatros estações do ano, utilizando-se um termohigrômetro digital, protegido por abrigo, acoplado na lateral de um veículo que saiu da periferia rural, passou pelo centro e chegou ao extremo oposto da cidade, no sentido leste/oeste e posteriormente norte/sul. Os registros foram ajustados para 20h, para análise termo-higrométrica e detecção de anomalias climáticas como ilha de calor, evidenciando a influência das mudanças antropogênicas no ambiente urbano. O adensamento urbano e a supressão de vegetação são fatores determinantes na modificação do comportamento termo-higrométrico, sendo evidente a influência do fluxo de veículos automotores nos ganhos de calor no meio, enquanto que áreas sob influência de grandes massas de vegetação apresentaram características próprias, com microclimas diferentes das outras áreas da cidade, já que há uma contribuição na perda de energia para o meio e consequente queda de temperatura e aumento da umidade relativa do ar. Portanto, este estudo contribui para diagnosticar eventuais mudanças no clima urbano devido ao processo de crescimento de Cuiabá, tais mudanças precisam ser considerados pelos planejadores e gestores para que sejam tomadas medidas que contribuam com a melhoria da qualidade ambiental e de vida da população.

Palavras Chave: Ocupação do solo, vegetação, microclima.

Abstract

The large clusters of urban areas end up creating a new urban climate generated by the interference of factors that occur on the urban boundary layer and act altering the climate on a local scale. The urban characteristics associated with the types and degrees of density and use that cover the ground have the ability to change the climate elements that make up the local atmosphere. Therefore, this study aimed to analyze the influence of land use on the microclimate in Cuiaba-MT-Brazil through differences in temperature and humidity intraurbana the municipality. For this, we used the methodology of mobile nocturnal transects in four seasons, using a digital hygrometer, protected shelter, attached to the side of a vehicle that left the rural periphery, and the center has reached the opposite end of town , in the east / west and then north / south. Records were set to 20h, for analysis thermo-hygrometric and detection of climate anomalies such as heat island, showing the influence of anthropogenic changes in the urban environment. The urban density and vegetation removal are determining factors in behavior modification thermo-hygrometric, being evident the influence of the flow of vehicles in the heat gain in the middle, while areas under the influence of large masses of vegetation, showed characteristics with microclimates different from other areas of the city, since there is a contribution to the energy loss in the middle and fall in temperature and increase in relative humidity. Therefore, this study contributes to diagnose any changes in climate due to urban growth process of Cuiabá, which need to be considered by planners and managers to be taken to help with the improvement of environmental quality and life of the population.

Keywords: Occupation soil, vegetation, microclimate.

Recebido em: 15.03.13 Revisado em: 15.04.13 Aceito em:15.06.13

INTRODUÇÃO

As cidades podem ser entendidas como organizações estritamente humanas, nas quais o homem atua na transformação do meio em função de suas necessidades. Os grandes aglomerados urbanos criam um verdadeiro clima urbano gerado através da interferência dos fatores que se processam sobre a camada de limite urbano e que agem alterando o clima em escala local, gerando uma atmosfera local com características climáticas próprias, ou seja, temperatura e umidade relativas do ar únicas, diferentes das verificadas nas áreas circunvizinhas. As características urbanas associadas aos tipos e níveis de adensamento e uso que recobrem o solo têm a capacidade de modificar os elementos climáticos que compõem a atmosfera local.

Criam-se anomalias na temperatura e na umidade, sendo a ilha de calor urbana (ICU) o fenômeno mais representativo dessas modificações contribuindo para o armazenamento de calor durante o dia na cidade, graças às propriedades térmicas e caloríficas dos materiais de construções e sua devolução para a atmosfera durante a noite.

Os principais condicionantes das modificações no clima urbano são: a produção do calor antropogênico (circulação de veículos e pessoas); a diminuição da evaporação decorrente da substituição da superfície original por concreto e asfalto e a canalização fechada de rios e córregos e a menor perda de calor sensível, devido à redução da velocidade do ar originada pelas edificações.

Cuiabá teve um crescimento populacional de aproximadamente 952% entre os anos de 1960 e 2010, conforme dados do IBGE (2010). Nas décadas de 70 e 80, o município passou por um processo de explosão populacional, sofrendo transformações na estrutura da paisagem e ocupação do solo urbano. Em algumas áreas, houve uma concentração do crescimento vertical das edificações, como o centro da cidade. As construções verticalizadas absorvem e armazenam parte da energia calorífica durante o dia, emitindo-a durante a noite para o ar atmosférico e mantendo o ambiente aquecido por mais tempo.

O crescimento desordenado que a maioria das cidades brasileiras tem apresentado nas últimas décadas e as ocupações irregulares do solo têm dificultado a execução de planejamentos adequados que viabilizem uma integração da área construída com a vegetada, sejam estas naturais ou mesmo artificiais.

Esses fatores provocam a diminuição da qualidade de vida nas cidades e fazendo-se com que a população da renda econômica mais alta disponha de grandes áreas que lhes permitem manter a vegetação e preservar o solo em condomínios fechados, enquanto a classe desfavorecida economicamente se aglomera em conjuntos residenciais do governo. Aumentando-se a densidade populacional, altera-se a capacidade de suporte do solo.

Embora se admita a importância do clima no planejamento urbano, observa-se que pouco do conhecimento disponível da climatologia urbana é usado no planejamento das cidades. Desta forma, é necessário adentrar a cidade e identificar os aspectos dos diferentes dinamismos da vida urbana, como: tráfego de veículos automotores, remoção da cobertura vegetal, canalização de córregos, adensamento de construções, entre outros, na manutenção do equilíbrio ambiental.

Desta forma, o trabalho teve com objetivo a identificação das diferenças hidrotérmicas em área urbana de Cuiabá-MT, com ocupações do solo diferenciadas, por meio de transectos móveis noturno.

ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi desenvolvido no município de Cuiabá-Brasil, que está situado entre as coordenadas geográficas de 15º10', 15º50' de latitude sul e 50º50', 50º10' de longitude oeste, na região central do Brasil. Possui uma área de 3.538,17 Km², correspondendo 254,57 Km² à macrozona urbana e 3.283,60 Km² à área rural. Além do distrito-sede de Cuiabá, integram o município os distritos Coxipó da Ponte, Coxipó do Ouro e Guia (CUIABÁ, 2009).

O clima da cidade é do tipo Aw de Koppen, classificado como Tropical semi-úmido, com quatro

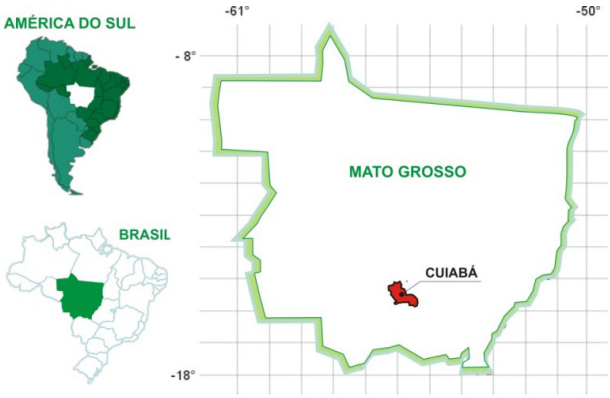


Figura 1 – Localização do município de Cuiabá
Fonte: Oliveira (2011)

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

Com clima Tropical Continental, sem influência marítima, onde já foi detectada a interferência do uso do solo urbano na ocorrência de ilhas de calor, Cuiabá apresenta baixa frequência e velocidade média dos ventos, que torna a influência do espaço construído sobre a temperatura do ar mais perceptível, já que as trocas térmicas por convecção são minimizadas (OLIVEIRA, 2011).

MÉTODO

A metodologia para a coleta de temperatura e umidade consistiu na definição de dois transectos, com coletas móveis em pontos pré-estabelecidos com diferentes ocupações do solo, utilizando-se um termohigrômetro digital, protegido por abrigo, acoplado na lateral de um veículo que saiu da periferia (rural), passou pelo centro e chegou ao extremo oposto da cidade, em dois sentidos: leste/oeste – 1a (início) /1b (término) e norte/sul – 2a (início) /2b (término) (Figura 2). Apenas o ponto inicial do Transecto 2 (2a) encontra-se em área com características de área central, devido a proximidade do centro da cidade e do município vizinho - Várzea Grande.

Para o presente estudo, foram feitas medições de temperatura e umidade por transectos móveis em diferentes períodos do ano de 2011 e parte de 2012. Foram estabelecidos dias com condições de tempo atmosférico ideal, ou seja, céu claro e ventos fracos (OKE,1982) em todas as estações do ano.

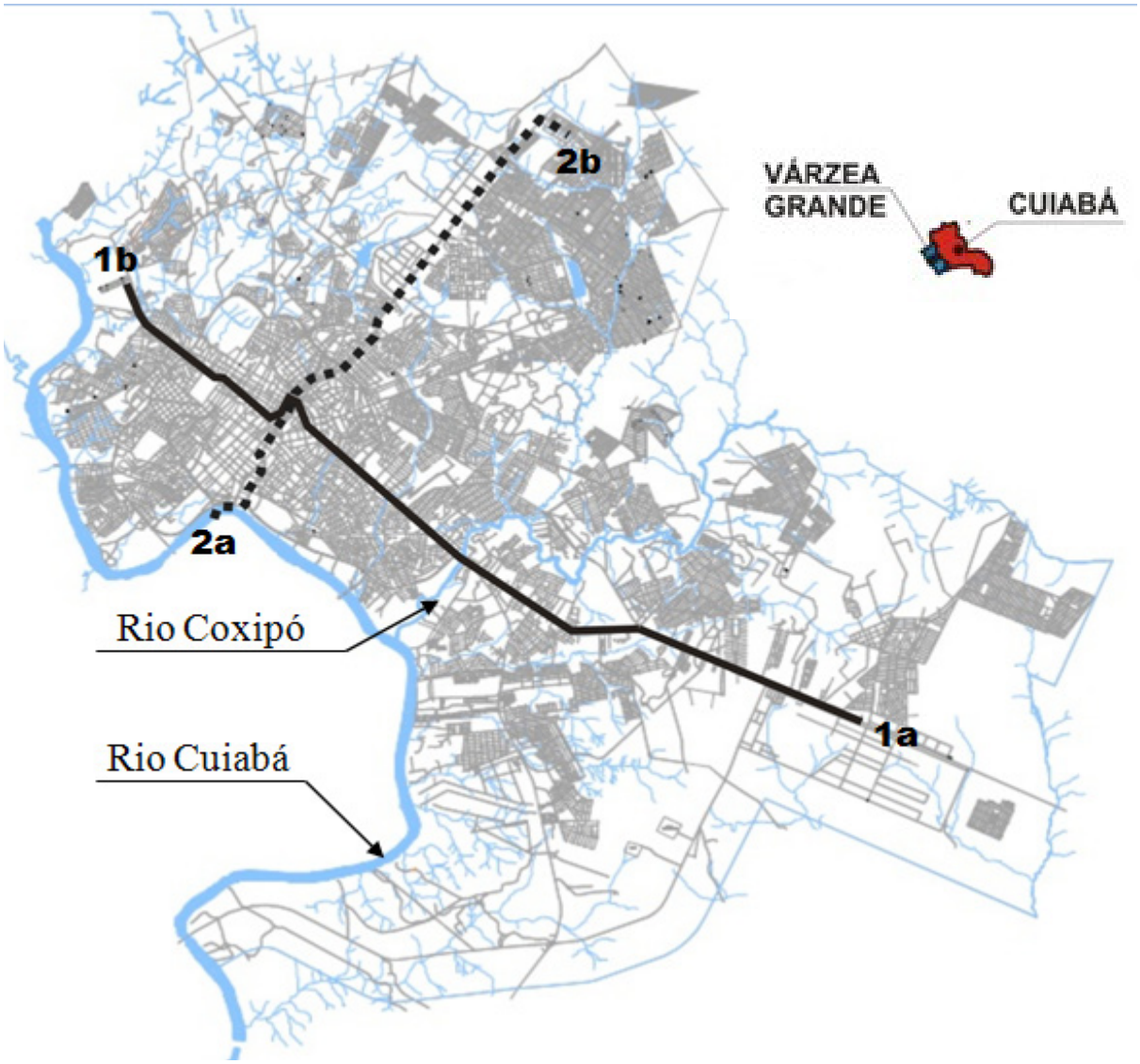
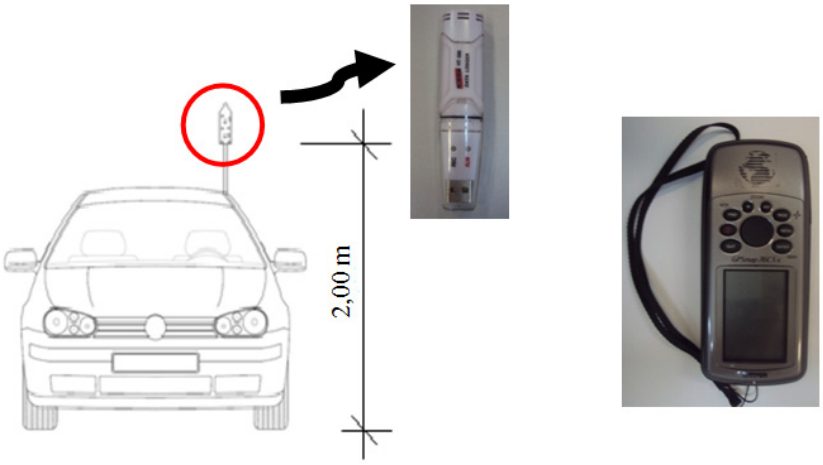


Figura 2 – Transecto 1a/1b - sentido Leste/Oeste e Transecto 2a/2b - sentido Norte/Sul



(a) (b)

Figura 3 – Transecto 1a/1b - sentido Leste/Oeste e Transecto 2a/2b - sentido Norte/Sul

Utilizou-se um Datalogger de temperatura e umidade do ar da marca Instrutherm, modelo HT-500, protegido por abrigo, acoplado na lateral de um veículo, aproximadamente a 2,00m do solo. A precisão do sensor de umidade é de ±3% operando em intervalo de 0 a 100%, e o sensor de temperatura tem precisão de1ºC / 1,8ºF (-4 a 122°F / -20 a 50°C) (Figura 3a).

Simultaneamente, foi utilizado um GPS/MAP da marca Garmin, modelo 76Cx (Figura 3b), para obter as coordenadas geográficas angular e UTM (Universal Transversa de Mercator), Zona 21, para precisão dos locais de medições dos pontos. Os instrumentos foram sincronizados em ciclo de medição de 10 segundos, ou seja, para cada dado de temperatura e umidade obteve-se a coordenada do ponto.

As medições foram feitas com velocidade do veículo entre 30 e 40km/h, não ultrapassando uma hora em cada transecto, a partir das 20h, horário que as temperaturas não apresentam mudanças rápidas pela ausência da radiação solar, justamente pela diferença de tempo entre a primeira e a última medida.Além disso, é após o pôr do sol que a ICU atinge a intensidade máxima (OKE, 1982).

Primeiramente, foi realizado o transecto no sentido leste/oeste – 1a/1b com 10 pontos fixos (Figura 4a) denominado Transecto 1 com aproximadamente 19,6km, posteriormente, o transecto no sentido norte/sul – 2a/2b com 09 pontos fixos (Figura 4b) denominado Transecto 2 com aproximadamente 11,6km.

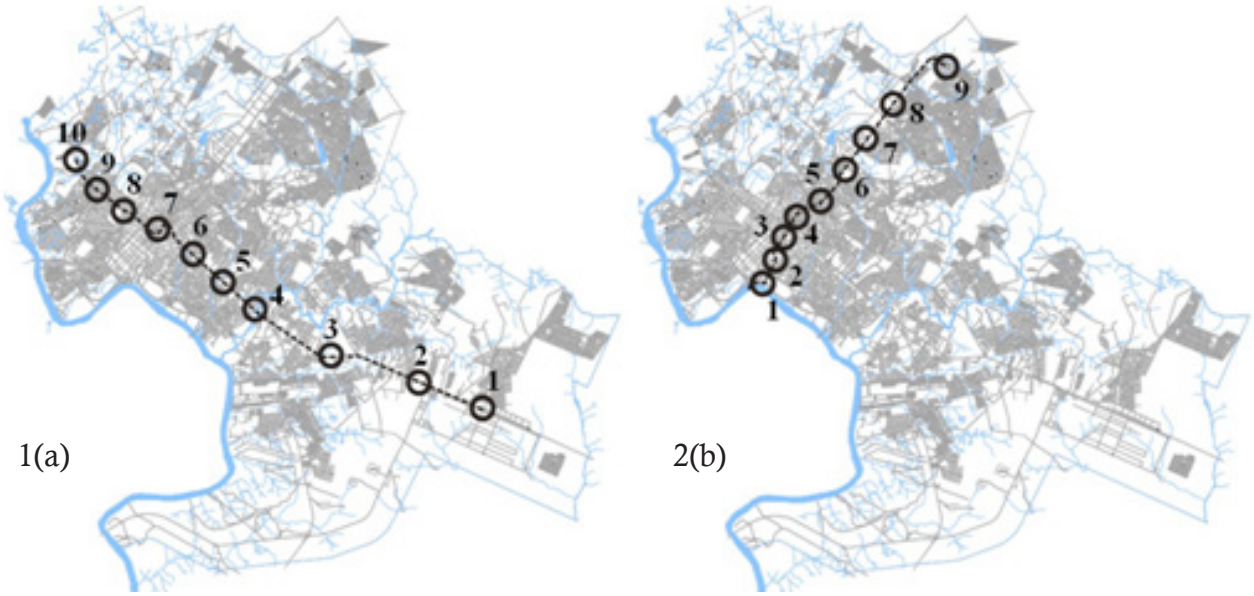


Figura 4 – Pontos fixos de medição – sentido Leste/Oeste – Transecto 1(a) e sentido Norte/Sul – Transecto 2 (b)

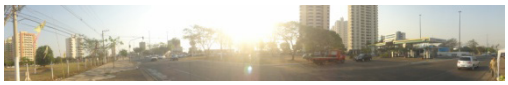
	TRANSECTO 1		TRANSECTO 2
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	
7		7	
8		8	
9		9	
10			

Figura 5 – Pontos fixos de medição – Transecto 1 e Transecto 2

Os pontos foram escolhidos por diferenças de ocupação do solo ao longo dos transectos. Parava-se com o carro em cada ponto por 1 minuto, obtendo-se 10 dados instantâneos do local, utilizando-se 8 dados e se desconsiderando os 2 primeiros para estabilização do aparelho.

Posteriormente, as coletas de dados das medições móveis foram feitas planilhas com os resultados adquiridos, separadas por Transecto e por dia, além das informações provenientes do GPS.

A partir das coordenadas obtidas pelo GPS, selecionaram-se pontos de medição em diferentes ocupações do solo sendo 40 para o Transecto 1 e 31 pontos para o Transecto 2, já que o termohigrômetro fazia as medições por tempo, a cada 10 segundos, não permitindo as mesmas quantidades de dados todos os dias, pois o tempo de duração dos transectos variavam conforme a trafegabilidade da rota.

As correções horárias dos valores de temperatura e umidade dos dois transectos foram feitas para as 20h, horário sugerido pela OMM – Organização Mundial de Meteorologia, utilizando-se Equação de Regressão. As retas de regressão geradas simularam a variação de temperatura e de umidade ao longo de cada transecto no tempo total de medição de cada dia de coleta de dados, gerando a equação para a variação de temperatura e umidade de uma estação de referência em área urbana (Figura 6) que foi utilizada para ajustar os dados das medições móveis.

Com todos os dados ajustados para 20h, elaboraram-se mapas dos ambientes higrotérmicos por krigagem ordinária utilizando o Software Surfer for Windows que permite uma rápida visualização do comportamento espacial das variáveis sob estudo. Foram feitas análises com as médias dos registros de temperatura e umidade por estação do ano nos Transectos 1 e 2 independentemente.

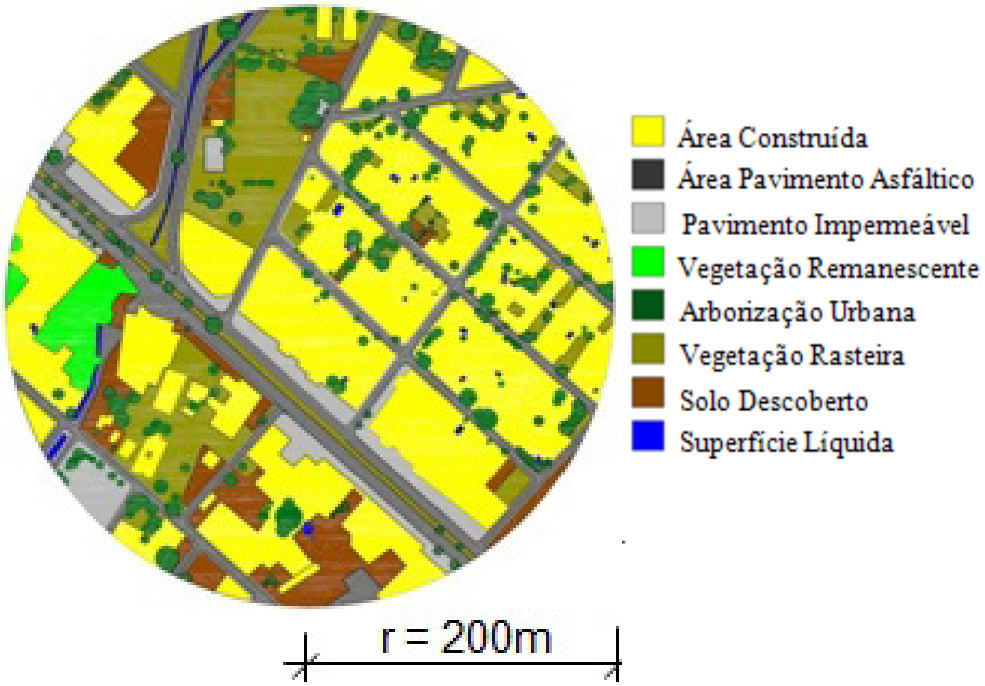


Figura 6 – Área de análise das variáveis micrometeorológica com característica de ocupação urbana

Comprovando-se a não homocedasticidade dos dados pelo teste de levene, utilizando-se o Software SPSS 17.0, fez-se uso do programa EXCEL utilizando-se o bootstrap, que é uma técnica por reamostragem, com 1200 repetições nesta pesquisa e intervalo de confiança de 95% por transecto para cada variável com a finalidade de analisar as similaridades entre as estações do ano.

Utilizou-se a técnica de agrupamentos hierárquicos - método de agrupamento comum (entre grupos) – Average Linkage Between Groups, para análise dos pontos fixos ao longo dos transectos, que se baseia na menor distância euclidiana entre dois pontos de uma matriz de similaridade e no agrupamento por variância mínima, ou método de Ward. A análise de agrupamentos tem como objetivo maximizar as semelhanças entre os dados, criando grupos distintos, bem como diferenciar estes grupos entre si (LANDIM, 2003).

Os resultados da análise de agrupamento são apresentados na forma de diagramas hierárquicos (dendrogramas) horizontais, O dendrograma é lido de cima para baixo, nos quais as linhas verticais, ou o eixo y, representam os grupos unidos por ordem decrescente de semelhança, e a posição da reta, na escala ou o eixo x, indica as distâncias entre os grupos que foram formados. O número de classes ou grupos é determinado pela escolha de um nível de semelhança. Optou-se pelo corte no gráfico na altura 5 para análise dos grupos homogêneos distintos.

Como forma de classificação dos pontos fixos, foi feito o cálculo da área verde em porcentagem em um raio de 200m de influência em cada ponto, utilizou-se um software do tipo CAD (computer aided design – desenho auxiliado por computador) com auxílio das imagens no software Google Earth.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para avaliação do ambiente térmico no horário padrão de 20h, foi necessária a correção dos resultados da coleta de dados nos dois transectos móveis para o horário específico, tomando-se como referência a estação micrometeorológica localizada em ambiente com característica urbana.

As medidas da estação micrometeorológica foram feitas no intervalo de 15 minutos, enquanto que as medidas móveis tinham intervalo de 10 segundos. Para cada dia do transecto, foi feita a análise de regressão linear com medidas mais aproximadas ao início e término do transecto. Os dados foram testados quanto à normalidade e à homocedasticidade, apresentando comportamento normal e foi verificado a existência de auto-correlação residual por meio do Teste de

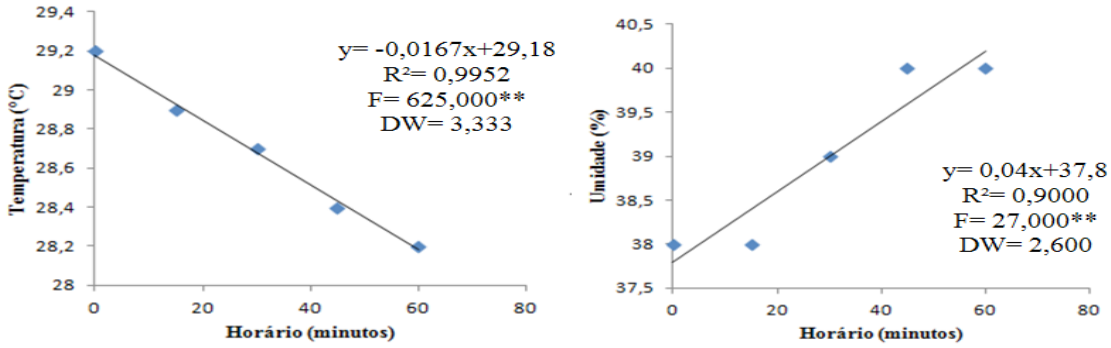


Figura 7–Regressão linear para Transecto 1

Durbin-Watso (DW).

Para exemplificar, no dia 29 de agosto de 2011, o Transecto 1 iniciou as 19h50min e terminou as 20h42min, utilizou portanto dados de temperatura e umidade da estação micrometeorológica no intervalo de 19h45min às 20h45min, portanto 5 dados em 60 minutos, encontrando-se a fórmula de regressão linear (Figura 7).

Os resultados da análise de regressão linear para o Transecto 1, em que a calibração apresentou um coeficiente de calibração de determinação (R^2) de 99,52% para temperatura e de 90% para umidade indicaram um bom ajuste dos dados, com variação de temperatura de 0,0167°C/min e 0,04%/min na umidade.

Para medições anteriores às 20h, subtraiu-se do valor medido durante o transecto, o valor da variação de temperatura encontrada na equação de regressão linear em cada dia do transecto multiplicado pelo intervalo de tempo (Δt) em relação às 20h e para umidade somou-se ao valor encontrado no transecto, o valor da variação de umidade encontrada na mesma equação multiplicada pelo minuto (Equação 1). Para os dados coletados após as 20h, foi feito de forma inversa, aumentando os valores de temperatura e diminuindo os de umidade (Equação 2).

$$Valor_{corrigido} = Valor_{medido} - (\Delta t * Fator\ de\ correção) \quad \text{Eq. 1}$$

$$Valor_{corrigido} = Valor_{medido} + (\Delta t * Fator\ de\ correção) \quad \text{Eq. 2}$$

As condições climáticas intra-urbanas da cidade de Cuiabá-MT são a seguir avaliadas por meio dos gráficos temporo-espaciais de temperatura do ar e umidade relativa do ar ao longo dos transectos 1 e 2.

Observaram-se as maiores temperaturas no

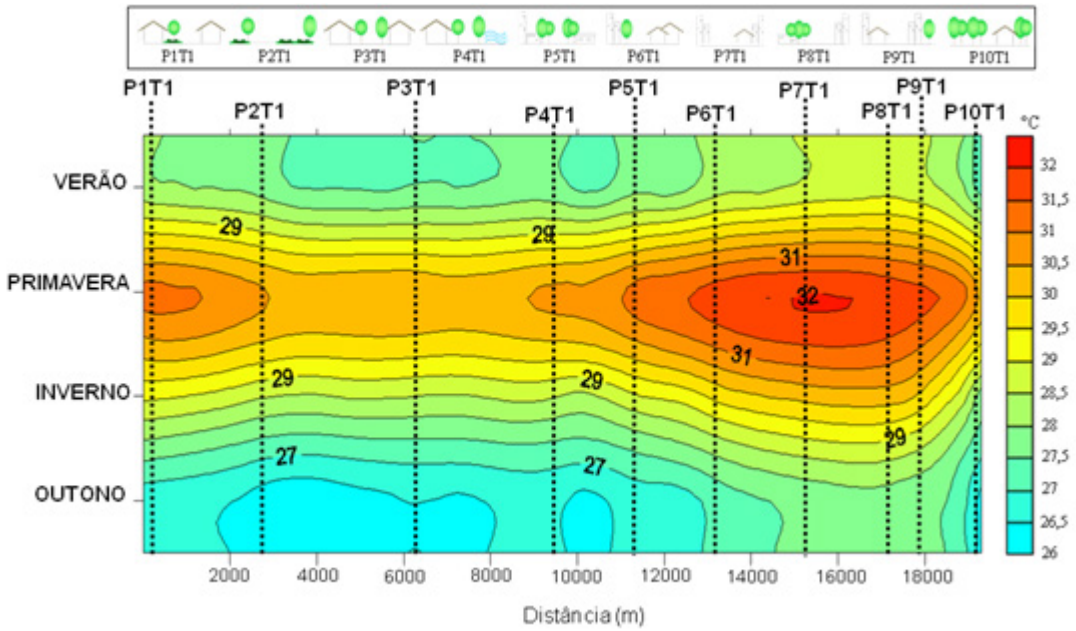


Figura 8– Distribuição da temperatura no Transecto 1

Transecto 1 (Figura 8) entre os pontos 6 e 9 (P6T1 e P9T1, respectivamente) devido a influência de calor antropogênico proveniente principalmente do intenso fluxo de veículos automotores.

Segundo Callejas (2012) o fluxo de calor antropogênico dissipado dentro do dossel urbano pela ação antrópica chega a representar 33% da energia disponível no meio durante a noite, devido à supressão de radiação solar direta.

Devido a menor quantidade de superfícies ativas como áreas impermeabilizadas e canyons urbanos, entre os pontos 2 e 4 (P2T1 e P4T1, respectivamente), o fluxo de calor armazenado em ambientes com características de áreas periféricas é inferior ao do dossel urbano, fazendo com que a temperatura do ar seja minimizada nestas áreas.

Em média, as áreas entre P6T1 e P9T1 com as maiores mudanças por conta da urbanização inclusive com o centro comercial da cidade, apresentou um acréscimo de temperatura de 1,30°C em relação às áreas entre P2T1 e P4T1, ainda caracterizada com poucas modificações na ocupação do solo, configurando-se a formação de ilha de calor na cidade.

Fazendo-se uma análise quanto às estações do ano, a Primavera apresentou temperaturas mais rigorosas, característico do período na região, com média de 31,09°C e amplitude térmica de 1,78°C, enquanto na estação do Outono, Inverno e Verão as médias foram de 26,87°C, 29,11°C e 27,95°C, e a amplitude de 1,69°C, 2,64°C e 1,68°C.

Fazendo a comparação das médias de temperatura do ar por intervalo de confiança, não se comprovou igualdade entre as estações do ano (Tabela 1).

Analisando-se a umidade relativa ao longo do Transecto 1 (Figura 9), observou-se que as estações mais críticas são a do Inverno e Primavera com médias de 51,57% e 55,74%, respectivamente, justificando as maiores amplitudes térmicas encontradas, já que a água é um eficiente regulador térmico.

Tabela 1– Bootstrap com 1200 reamostragens da Temperatura Transecto 1

Estações	Média (°C)	Intervalo de confiança 95%	
		Limite Superior (°C)	Limite Inferior (°C)
Outono	27,08518	27,33245	26,82906
Inverno	29,40886	29,75792	29,05407
Primavera	31,45848	31,67666	31,22663
Verão	28,12775	28,35069	27,90593

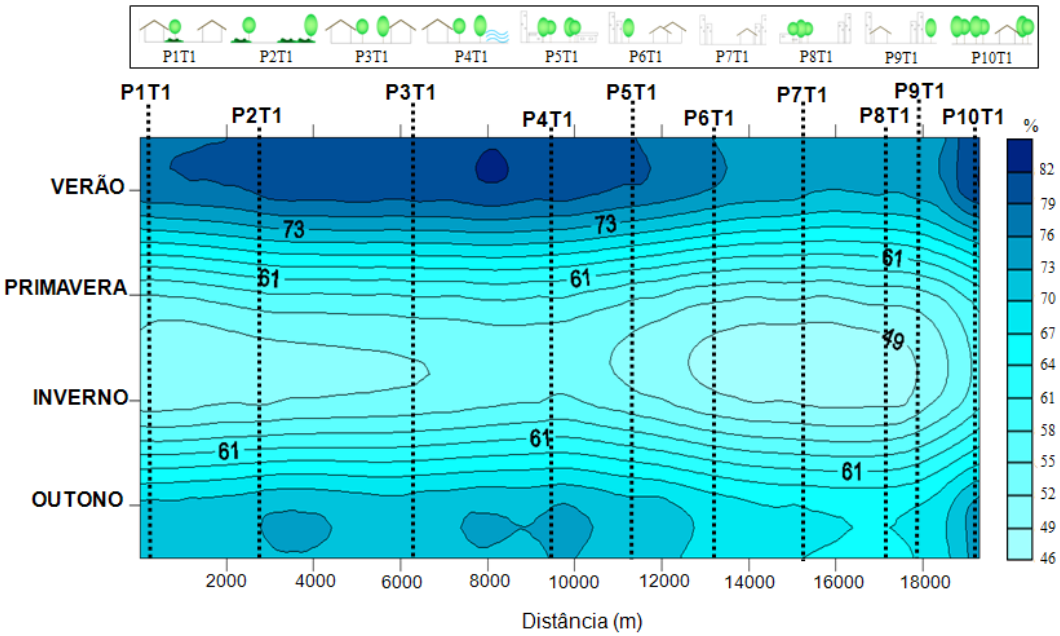


Figura 9– Distribuição da umidade no Transecto 1

A estação Verão apresentou a maior média de umidade relativa com 78,05%, seguida do Outono com 70,42%. Observa-se a mesma tendência no comportamento da umidade ao longo do transecto em todos os períodos analisados, com maior disponibilidade de umidade entre os pontos 2 e 5 (P2T1 e P5T1, respectivamente) por influência de áreas com características de zonas periféricas, sem canyons urbanos e vegetadas, responsável por elevar a disponibilidade de fluxo de calor latente no entorno imediato, além da influência da proximidade de cursos d'água como acontece no Ponto 4 (P4T1) as margens do Rio Coxipó.

Em média, as áreas entre P2T1 e P5T1 apresentaram um acréscimo de umidade relativa do ar de 5,38% em relação às áreas entre P6T1 e P9T1, e configuram a formação de ilha de umidade na cidade.

Fazendo a comparação das médias de umidade relativa do ar por intervalo de confiança, não se comprovou igualdade entre as estações do ano (Tabela 2).

Quanto ao Transecto 2, observou-se que as maiores temperaturas foram verificadas entre os pontos 3 e 6 (P3T2 e P6T2, respectivamente) devido ao padrão de urbanização do local, com uso predominantemente comercial, com alta trafegabilidade de automóveis (Figura 10). A partir do ponto 7 (P7T2), localizado em frente a um parque urbano, as médias de temperatura diminuem, mantendo-se médias menores até o término do transecto devido a configuração urbana com padrão de área periférica com uso residencial e vazios urbano.

Constatou-se o mesmo comportamento térmico ao longo do ano em todo o transecto, apenas com médias de temperatura diferentes entre as estações, apresentando um acréscimo de temperatura de 1,35°C entre as áreas P3T2 e P6T2 em relação às áreas de P7T2 até P9T2.

Tabela 2– Bootstrap com 1200 reamostragens da Umidade Transecto 1

Estações	Média (%)	Intervalo de confiança 95%	
		Limite Superior (%)	Limite Inferior (%)
Outono	70,4217	71,2772	69,5453
Inverno	51,57036	52,60556	50,48433
Primavera	55,74321	56,52366	54,94893
Verão	78,04648	78,66575	77,36282

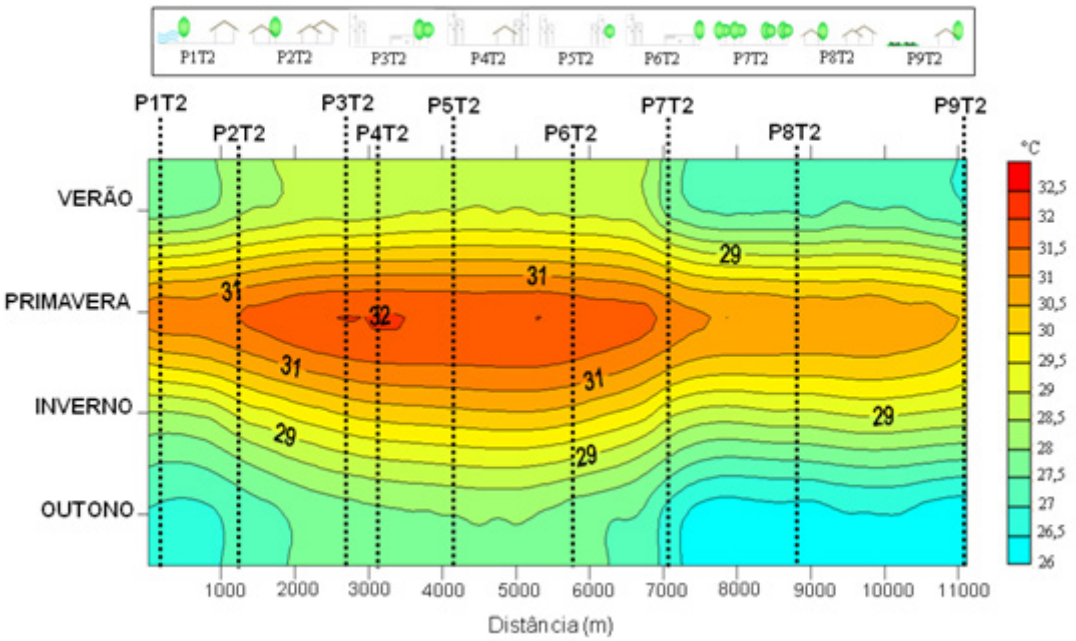


Figura 10– Distribuição da temperatura no Transecto 2

Assim como no Transecto 1, a estação da Primavera apresentou a maior média de temperatura com 31,46°C com amplitude térmica de 1,55°C, posteriormente a estação do Inverno com 29,40°C e amplitude de 2,03°C, o Verão com 28,12°C e amplitude de 1,93°C; e o Outono com 27,08°C e amplitude de 1,97°C.

Fazendo a comparação das médias de temperatura por intervalo de confiança, assim como no Transecto 1, não se comprovou igualdade entre as estações do ano (Tabela 3).

Quanto a umidade relativa ao longo do Transecto 2 (Figura 11), observou-se que as estações mais secas são a do Inverno e Primavera, característico da região, com médias de 50,18% e 53,58%, respectivamente. Os maiores índices de umidade aconteceram nos pontos da extremidade do transecto, sendo o ponto inicial sob a influência do Rio Cuiabá e a outra extremidade sob a influência de massas de vegetação e lotes vazios.

Em média, as áreas entre P3T2 e P6T2 apresentaram um decréscimo de umidade relativa do ar de 3,81% em relação às áreas periféricas, evidenciando a influência da vegetação no aumento da umidade e comportando-se como amenizador de temperatura.

Fazendo-se a comparação das médias de umidade relativa do ar por intervalo de confiança não se comprovou igualdade entre as estações do ano (Tabela 4).

As análises estatísticas dos pontos fixos, ao longo dos transectos, foram feitas por meio de dendrogramas da representação da similaridade dos locais utilizando o método de agrupamento comum (entre grupos) – *Average Linkage Between Groups*.

De acordo com o dendrograma do Transecto 1 (Figura 12), considerando-se a distância marcada no ponto 5, pode-se observar a formação de 3 grandes grupos (Tabela 5).

Tabela 3– Bootstrap com 1200 reamostragens da Temperatura Transecto 2

Estações	Média (°C)	Intervalo de confiança 95%	
		Limite Superior (°C)	Limite Inferior (°C)
Outono	27,08518	27,33245	26,82906
Inverno	29,40886	29,75792	29,05407
Primavera	31,45848	31,67666	31,22663
Verão	28,12775	28,35069	27,90593

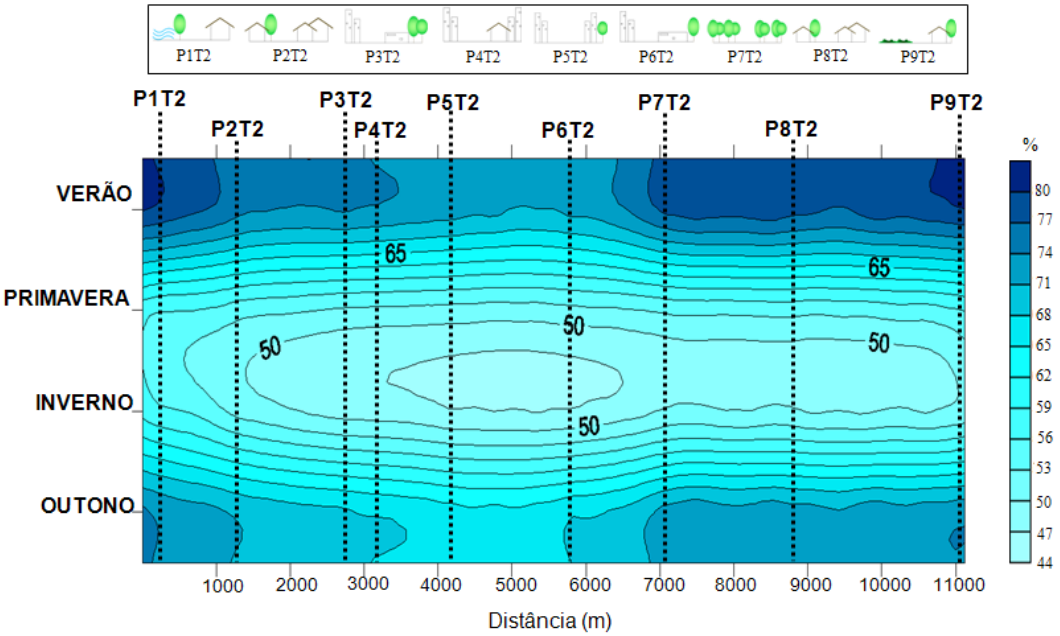


Figura 11– Distribuição da umidade no Transecto 2

Tabela 4– Bootstrap com 1200 reamostragens da Umidade Transecto 2

Estações	Média (%)	Intervalo de confiança 95%	
		Limite Superior (%)	Limite Inferior (%)
Outono	70,67525	71,5941	69,74934
Inverno	50,17791	51,45356	49,00395
Primavera	53,57962	54,30677	52,86441
Verão	76,21892	76,97563	75,51898

O primeiro grupo é formado pelos pontos com maior fluxo de veículos e pouca influência de vegetação e corpos d'água, com canyons urbanos consolidados. São pontos com ocupação do solo predominantemente comercial e com grandes áreas impermeabilizadas, com as menores porcentagens de área verde (AV) entre os pontos.

O segundo grupo apresenta características semelhantes com pouca rugosidade superficial, mas com influência do tráfego de veículos. A presença de arborização também é característica entre os pontos, sendo que o Ponto 4 ainda sofre influência do Rio Coxipó, aumentando a umidade no entorno imediato, enquanto que o Ponto 5, que possui maior semelhança com o Ponto 4, a alta umidade é proveniente da grande área arborizada. Observou-se que o Ponto 1 apresentou porcentagem de área verde característico do grupo 1 – 16,02%, evidenciando-se que a menor quantidade de construções do entorno imediato influenciou as características climáticas locais.

O terceiro grupo é formado apenas pelo ponto 10 que está localizado próximo a um parque da cidade, apresentando como característica principal a maior quantidade de indivíduos arbóreos

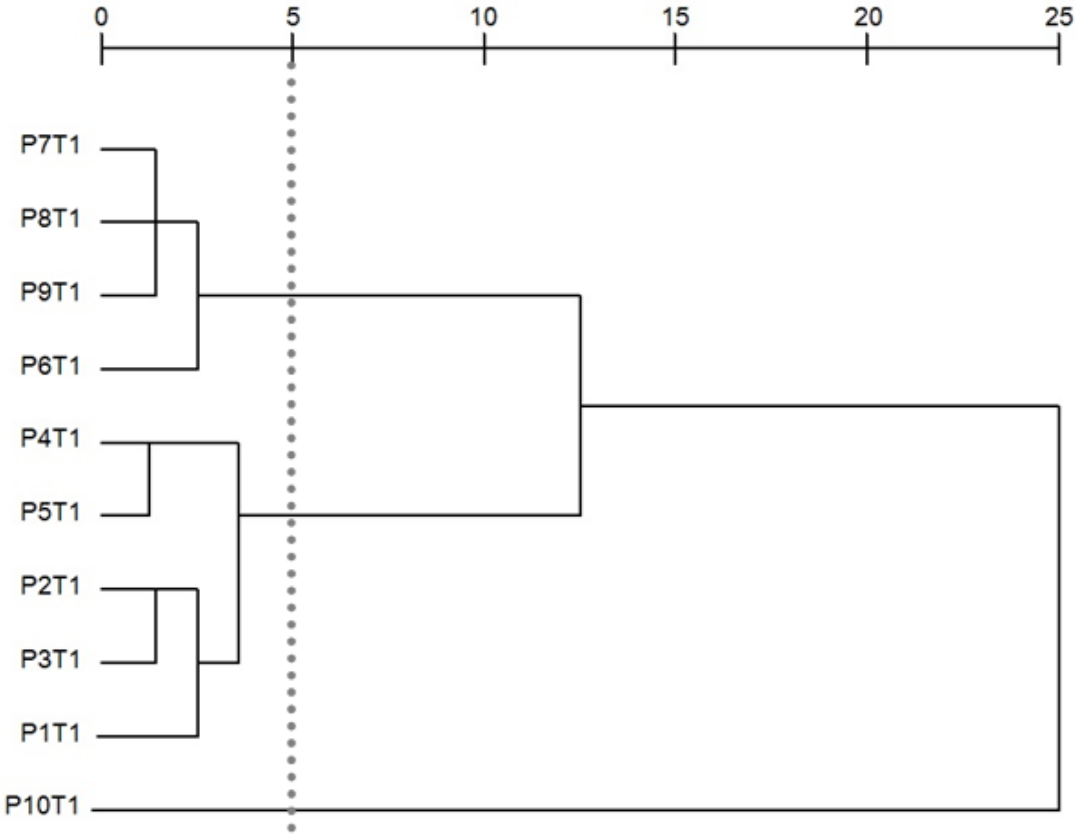


Figura 12– Dendrograma do Transecto 1

Tabela 5– Grupo da similaridade dos pontos no Transecto 1
AV: Área Verde

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
P7T1 – AV: 12,65%	P4T1 – AV: 61,06%	P10T1 – AV: 71,45%
P8T1 – AV: 29,61%	P5T1 – AV: 42,00%	
P9T1 – AV: 16,61%	P2T1 – AV: 75,03%	
P6T1 – AV: 22,12%	P3T1 – AV: 39,14%	
	P1T1 – AV: 16,02%	

com porcentagem de área verde de 71,45%. O local ainda apresenta pouco tráfego de veículos, diminuindo assim o calor antropogênico e aumentando a influência da vegetação existente no ambiente.

De acordo com o dendrograma do Transecto 2 (Figura 13), considerando-se também a distância marcada no ponto 5 e utilizando o método de agrupamento comum (entre grupos) – *Average Linkage Between Groups* observou-se a formação de 4 grandes grupos (Tabela 6).

O primeiro grupo é formado pelos pontos localizados nas áreas mais urbanizadas do transecto, com fluxo de veículos intenso e grande impermeabilização do solo com as menores porcentagens de área verde (AV), além de possuir maior verticalização das edificações formando os canyons urbanos. Os pontos 3, 4 e 5 apresentam maiores semelhanças entre si, apresentando as mesmas características de ocupação do solo, sendo ponto 4 e 5 localizados nos cruzamentos de duas importantes vias de tráfego e o ponto 3 em área central da cidade. O ponto 6 apresenta particularidades em relação ao grupo, pois está também localizado em uma área de intensa trafegabilidade, próximo a um shopping da cidade, mas a largura da via é maior em relação aos outros pontos, diminuindo desta forma, o efeito do canyon urbano.

O segundo grupo é formado pelos pontos 1 e 2 caracterizado pela baixa verticalização das edificações na proximidade, apesar de estarem localizados em áreas próximas ao centro da cidade, o fluxo de veículos neste locais, principalmente no horário de medição, é inferior aos do primeiro grupo. Sofrem influência da umidade proveniente do Rio Cuiabá, principalmente o ponto 1 devido a proximidade ao mesmo, enquanto que o ponto 2 apesar de estar mais distante e apresentar porcentagem de área verde característica do Grupo 1 – 14,94%, a configuração urbana entre os pontos facilita a influência da umidade, já que devido ao traçado da via e ausência de grandes obstáculos funcionando como corredores de vento com ar úmido.

No terceiro grupo estão os pontos 8 e 9 localizados em área periférica da cidade, sem influência de verticalização predial. Nesses pontos, a largura da rua diminui consideravelmente, sendo que no ponto 8 o fluxo de veículos e pessoas é maior devido a atrativos do entorno como um ginásio, quiosques de lanches rápidos, templos religiosos e maior ocupação do solo, além da menor quantidade de área verde comparando-se ao ponto 9. Este último está localizado em área de ocupação recente, com pouco fluxo de veículos e baixa circulação de pessoas, possui ainda grandes áreas vazias com vegetação rasteira.

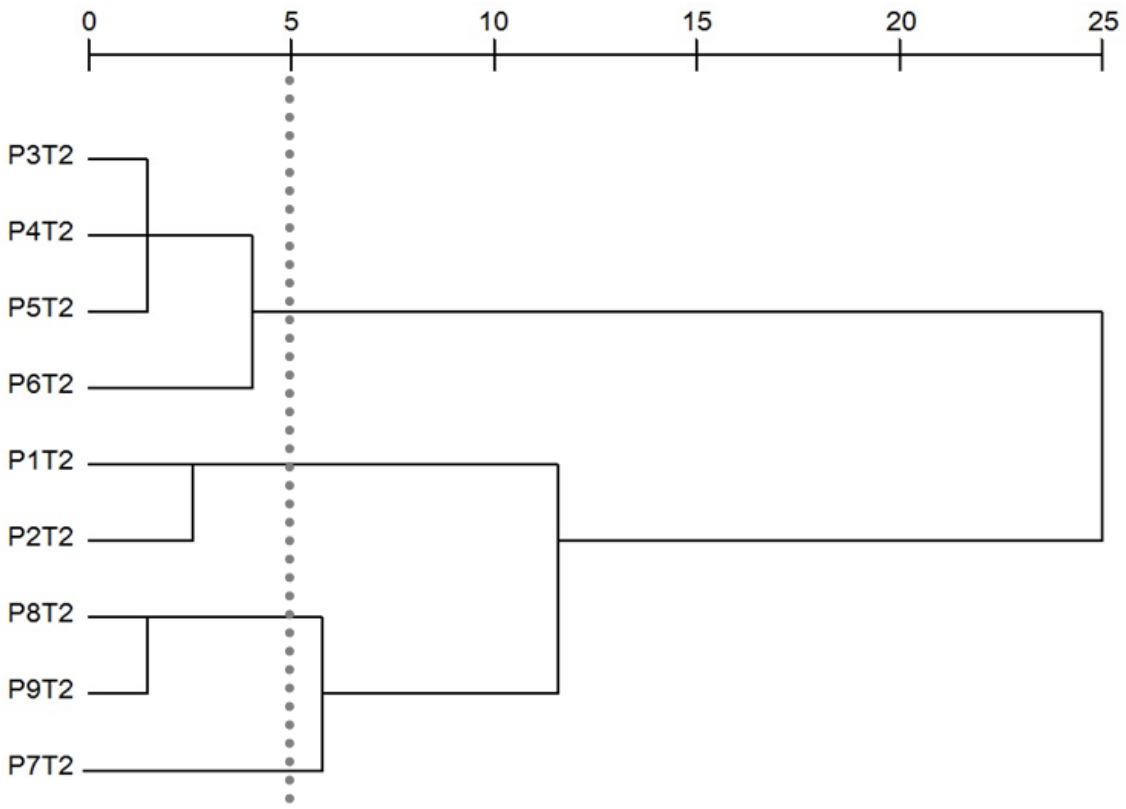


Figura 13– Dendrograma do Transecto 2

Tabela 6– Grupo da similaridade dos pontos no Transecto 2
AV: Área Verde

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
P3T2 – AV: 26,64%	P1T2– AV: 40,06%	P8T2– AV: 18,15%	P7T2– AV: 77,17%
P4T2 – AV: 7,77%	P2T2– AV: 14,94%	P9T2– AV: 53,37%	
P5T2 – AV: 13,85%			
P6T2– AV: 18,17%			

O quarto grupo é formado pelo ponto 7, que assim como o ponto 10 do Transecto 1, está localizado próximo a um parque da cidade, sofrendo influência da massa de vegetação do local com porcentagem de área verde de 77,17%. Nos horários iniciais e de término comercial, ocorre um aumento no número de veículos trafegando na área, já que o local é corredor de tráfego do centro para bairros da periferia e vice/versa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na análise microclimática ao longo do ano de pesquisa, observaram-se comportamentos climáticos característicos da região, com temperaturas

altas, exceto em curtos períodos sob influência da "friagem", com a sazonalidade das chuvas em meses característicos, determinando desta forma, período úmido e seco.

Realizando-se o tratamento dos dados por meio da correção horária, permitiu-se desta forma a análise dos registros com menor número de variáveis possíveis, evidenciando a influência da ocupação do solo em diferentes períodos do ano e se comprovando a corroboração das mudanças antropogênicas no microclima da cidade, sem a influência proveniente das diferenças de horários.

A utilização de transectos móveis por meio de veículos automotores mostrou-se um método eficiente na investigação climatológica em todo o perímetro do município, admitindo estudos de áreas maiores e não restringindo estudos a bairros e/ou regiões, permite-se pesquisas em maiores escalas horizontais.

Os dados coletados nesta pesquisa evidenciaram que Cuiabá apresenta um perfil térmico que coincide com grande parte dos estudos realizados no período noturno, os quais registram na área mais densamente construída, um pico positivo de temperatura, comprovando-se a existência de ilha de calor na cidade.

Observa-se que em ambos os transectos, a estação do Inverno registrou média de temperatura do ar superior a estação do Verão que apresenta menor quantidade de energia armazenada no dossel urbano devido ao resfriamento proporcionada pela maior umidade.

Destaca-se que áreas, sob influência de grandes massas de vegetação, apresentaram características próprias com microclima diferentes das outras áreas da cidade, contribuindo para formação de ilhas de umidade, já que há uma contribuição na perda de energia para o meio e consequente queda de temperatura e aumento da umidade relativa do ar. Desta forma, é evidenciada a importância da implantação de parques urbanos em locais de clima semelhantes ao de Cuiabá.

As mudanças provenientes da urbanização como uso de materiais impermeáveis, aumento da rugosidade da superfície por meio da verticalização das edificações formandos os canyons urbanos tem importante contribuição na energia disponível no meio ocasionando anomalias climáticas, sendo a principal delas a formação de ilhas de calor, evidenciada nos registros de maiores temperaturas nas áreas mais urbanizadas, centro comercial da cidade, em relação às áreas periféricas com características ainda rurais, em ambos os transectos.

A influência do fluxo de veículos automotores nos ganhos de calor no meio é evidente, já que áreas com menor circulação de automóveis apresentaram climas mais agradáveis às áreas com mesmas características de ocupação do solo, mas com menor fluxo de veículos, e consequentemente menor calor antropogênico. Portanto, o adensamento urbano e a supressão de vegetação são fatores determinantes na modificação do comportamento termo-higrométrico. Portanto, é importante estabelecer critérios de ocupação do solo, incentivando o uso de materiais que retenham menor quantidade de energia durante o dia e dissipem de forma mais acelerada durante a noite, de forma que as modificações no clima sejam amenizadas.

Deve-se ressaltar que este estudo irá contribuir no meio acadêmico e científico para diagnosticar eventuais mudanças no clima devido ao processo de crescimento de Cuiabá, que precisam ser considerados pelos planejadores e gestores para que sejam tomadas medidas que contribuam com a melhoria da qualidade ambiental e de vida da população.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES pela ajuda e apoio financeiro no desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALLEJAS, I. J. A. **Avaliação temporal do balanço de energia em ambientes urbanos na cidade de Cuiabá-MT**. Cuiabá.265f. Tese (Doutorado), Programa de Pós-graduação em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, 2012.

CUIABÁ. Prefeitura Municipal de Cuiabá. Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Urbano. **Perfil socioeconômico de Cuiabá.** Vol.II - Cuiabá: IPDU/ Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano, 2009.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Censo Demográfico**. 2010. Disponível em http://www.ibge.gov.br/ Acesso em 10/12/2011.

LANDIM, P. M. B. **Análise Estatística de Dados Geológicos**. 2 ed. Rio Claro: Edunesp, 2003.

OLIVEIRA, A. S. **Influência da vegetação arbórea no microclima e uso de praças públicas**. Cuiabá. 146f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, 2011.

OKE, T. R. The energetic basis of the urban heat island. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society,** v.108, n. 455, p. 1-24, 1982.