



XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Avanços no desempenho das construções – pesquisa, inovação e capacitação profissional

12, 13 E 14 DE NOVEMBRO DE 2014 | MACEIÓ | AL

A ORGANIZAÇÃO DO ESPAÇO URBANO E SUA INFLUÊNCIA NO COMPORTAMENTO TÉRMICO DE AMBIENTES ABERTOS: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE CUIABÁ-MT

FRANCO, Fernanda (1); NOGUEIRA, Marta (2); NOGUEIRA, José (3)

(1) IFMT- Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia, (65) 9995 6161, e-mail: fermifran@yahoo.com.br (2) UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso, e-mail: mcjanp@gmail.com, (3) UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso, e-mail: nogueira@ufmt.br

RESUMO

As alterações climáticas em ambiente urbano podem ser observadas em diferentes escalas climáticas e limites da camada atmosférica. As mais importantes características do ambiente urbano são; a estrutura, cobertura, tecido e metabolismo. O objetivo do presente trabalho foi realizar uma análise em três bairros na cidade de Cuiabá – MT (Boa Esperança, Santa Cruz, Jardim Universitário) onde existem áreas verdes e cursos d'água naturais ainda preservados, verificando qual a influência que esses elementos têm nas características térmicas locais. Assim foram realizadas coletas de dados micrometeorológicos em um percurso onde se determinou 23 pontos. A metodologia adotada foi a do transecto móvel, a coleta dos dados ocorreu em 3 horários (8h, 14h, 20h) diários, em dois períodos distintos um quente-seco e outro quente-úmido. Foram quantificadas as áreas dos 23 pontos, segundo a cobertura do solo (água, área construída, vegetação, área impermeável, área permeável). Com relação à área verde os pontos com maior e menor porcentagem tiveram uma diferença de temperatura do ar média de 0,3°C apenas no período quente-úmido. No comparativo da característica presença de água, a modificação na temperatura do ar, variou de 0,1°C a 0,4°C entre os pontos com maior e menor porcentagem. No comportamento da temperatura do ar em relação à cobertura do solo pode-se observar uma diferença de temperatura do ar entre os pontos de 0,9°C no período quente-seco e de 0,5°C no período quente-úmido. Sendo assim há de se considerar que as cidades tornam-se desconfortáveis devido ao fato de que a questão de conforto em espaços abertos recebe pouca atenção por parte de planejadores urbanos. No entanto fatores como cobertura do solo, tipologia da pavimentação, arborização urbana e preservação de cursos d'água são agentes amenizadores do rigor climático imposto pelas cidades de clima quente, como é o caso de Cuiabá.

Palavras-chave: Conforto Ambiental, Clima Urbano, uso e ocupação do solo.

ABSTRACT

Climate change in the urban environment can be observed at different scales and climatic limits of the atmospheric layer. The most important features of the urban environment are; structure, coverage, and tissue metabolism. The aim of this study was to perform an analysis in three neighborhoods in the city of Cuiabá - MT (Boa Esperança, Santa Cruz e Jardim Universitário) where there are green areas and natural rivers still preserved, checking what influence these factors have on local thermal characteristics. So micrometeorological data collections were performed on a route where it was determined 23 points. The methodology adopted was the mobile transect data collection occurred in three hours (8a.m., 14 p.m., 20 p.m.) daily, two in a hot-dry and hot-humid other distinct periods. Areas of the 23 points were quantified according to the ground cover (water, built-up area, vegetation, impervious area, pervious area). Regarding the green area with the highest and lowest points percentage had a difference of the average air temperature of 0.3°C only in the warm-humid period. When comparing the characteristic presence of water, the change in air temperature ranged from 0.1 °C to 0.4°C between the points with the highest and lowest percentage. The behavior of the air temperature in relation to ground cover can observe a difference in air temperature between the points of 0.9 °C in the hot-dry season and 0.5°C in the hot-wet season. Therefore we must consider that cities become uncomfortable due to the fact that the

issue of comfort in open spaces receives little attention from urban planners. However factors such as land cover, type of flooring, urban landscaping and preservation of watercourses are improve agents' climatic rigor imposed by the cities of warm weather, as is the case Cuiabá.

Keywords: *Environmental comfort, urban climate, use and land cover.*

1 INTRODUÇÃO

Muitas cidades basearam o seu crescimento e desenvolvimento em modelos expansionistas, que não são sustentáveis do ponto de vista ambiental, apresentando atualmente importantes sinais de degradação.

As modificações do clima no ambiente urbano apontam algumas características físicas dos centros urbanos que têm efeito sobre o clima desses locais. Entre elas, a localização dos mesmos numa determinada região, a densidade da área construída, a orientação e largura das ruas e a altura relativa das edificações, os parques urbanos e áreas verdes (GIVONI, 1994).

O clima urbano e o conforto térmico são processos que recebem pouca importância nos procedimentos de planejamento e design das cidades. Muitas vezes, os regulamentos de planejamento urbano usado em países quentes, a maioria dos que estão no mundo em desenvolvimento, são importados de climas temperados sendo assim, mal adaptadas ao clima local (Limor Shashua-Bar et al. 2010).

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 decorrência desse aumento populacional, houve um acréscimo na demanda por habitação acompanhada de um aumento do perímetro urbano. As atividades e funções urbanas também foram se modificando criando novas dinâmicas na vida cotidiana.

Observa-se na cidade de Cuiabá, que há ainda dentro do perímetro urbano área que não foram ocupadas (vazios urbanos) e mesmo assim novos empreendimentos em regiões suburbanas estão sendo construídos.

A região em que está inserida a capital de Mato Grosso ainda conta com um clima peculiar com temperatura média anual de 27,9°C, caracterizado por dois períodos distintos um quente-seco e outro quente-úmido. Com o crescimento urbano, a retirada da cobertura vegetal, a canalização dos rios e córregos, e a impermeabilização do solo, as condições microclimáticas locais são alteradas, acarretando um aumento na temperatura do ar e diminuição da umidade relativa e também efeitos indesejados como a Ilha de Calor.

O objetivo geral do presente trabalho foi fazer uma análise em três bairros (Boa Esperança, Santa Cruz, Jardim Universitário) onde existem áreas verdes e cursos d'água naturais ainda preservados, verificando qual a influência que esses elementos têm nas características térmicas locais.

2 METODOLOGIA

Para atingir o objetivo geral desta pesquisa, foram necessários diferentes instrumentos e procedimentos de coletas de dados, sendo apresentados, nos itens que se seguem.

As etapas foram assim organizadas:

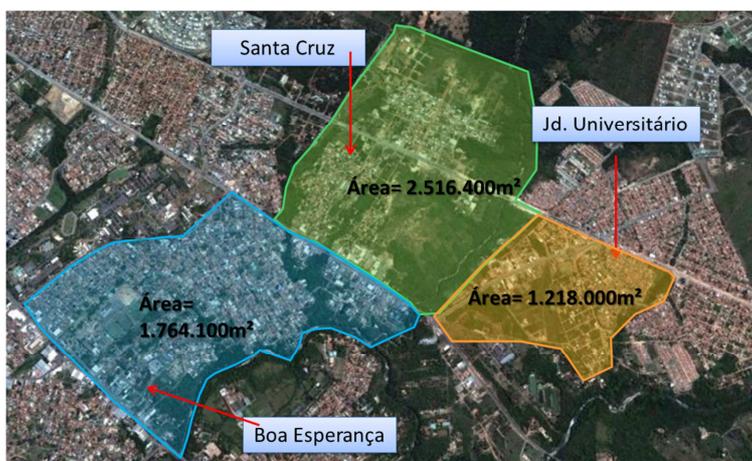
- a) Escolha do local para a realização da pesquisa, determinação de um trajeto para a coleta dos dados microclimáticos;
- b) Caracterização e quantificação de uso e ocupação do solo dos pontos de coleta de dados;
- c) Medição de temperatura do ar (°C) nos pontos pré-determinados pelo transecto móvel;
- d) Confeção dos gráficos e análise dos dados;

2.1 Área de estudo

Para a realização deste trabalho, foram escolhidos 3 bairros da Região Leste do município de Cuiabá, MT, região onde o processo de urbanização se apresentou mais intenso nestes últimos 30 anos, (Figura 1).

O processo evolutivo urbano de Cuiabá permitiu com que a cidade fosse se expandindo horizontalmente, sem nenhum limitador geográfico novos bairros iam surgindo, muitos concebidos de maneira irregular, obra de invasão. O adensamento e verticalização não foram uma opção para planejadores. Dessa forma nota-se grandes vazios urbanos, assim também como bairros com fragmentos de mata nativa ainda preservada.

Figura 1 –Delimitação dos bairros Boa Esperança, Santa Cruz e Jardim Universitário



A escolha dos bairros, Boa Esperança, Santa Cruz e Jardim Universitário, Figura 1, se deu, pois algumas importantes unidades de conservação da natureza se encontram nesta região, como o Parque Cuiabano Tia Nair, com área de 10ha, e o Parque Zoobotânico da UFMT, com vegetação ocupando 20ha dos 67ha do campus. No entanto, as áreas verdes mais importantes da região, em diversidade e extensão, são as matas ciliares dos córregos Moinho, Carumbé, Fundo, Barbado e do Rio Coxipó, além dos extensos fragmentos de cerrado, não protegidos, dos bairros Santa Cruz, e do Instituto de Linguística de Cuiabá, com 10ha e 30ha, respectivamente. Um estudo recente realizado pelo Grupo de Pesquisa Cartografia Geotécnica e Dinâmica Superficial (GPCGDS) da UFMT, publicado na forma de relatório pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo de Cuiabá (CUIABÁ, 2008), mostrou que a “maior parte dessas áreas encontra-se alterada pela forma desordenada de ocupação”.

2.2 Instrumentação utilizada na coleta de dados

As medições móveis foram realizadas utilizando os seguintes aparelhos. Termômetro digital portátil datalogger modelo TH - 060, (resolução 0,1°C, precisão 0,1°C, escalas (Tipo K) - 200°C a 1370°C, capacidade: 15000 leituras e taxa de resposta 1 s). Sensor de par termoeletrônico tipo K. Para a coleta dos dados o sensor foi montado no interior de um abrigo, produzido com dois tubos de PVC, o mesmo abrigo utilizado por Barros (2012).

Figura 2- Instrumentação para as medições móveis de temperatura do ar



O sensor foi instalado no interior do menor dos tubos, com 50 mm de diâmetro por 50 cm de comprimento, e o conjunto foi fixado ao interior de um segundo tubo, com dimensões de 100 mm de diâmetro por 60 cm de comprimento. O sensor foi apoiado internamente ao tubo menor de forma a não tocar a sua parte metálica nas paredes deste, da mesma forma que o tubo menor foi colocado no interior do maior, mantendo as paredes destes afastadas, permitindo a ventilação entre elas (Figura 2).

2.3 Metodologia da coleta de dados no transecto móvel

Para o presente estudo, foram feitas medições de temperatura do ar, através da metodologia do transecto móvel, em dois diferentes períodos do ano. A coleta de dados teve início em setembro do ano de 2012 representando o período quente-seco e terminou em março de 2013 representando o período quente-úmido, a coleta de dados não se deu de maneira contínua. Foram estabelecidos dias com condições de tempo atmosférico ideal, ou seja, céu claro e ventos fracos (OKE,1982) nos períodos distintos, (Tabela 1).

A técnica do transecto móvel é muito utilizada pelos estudiosos de clima urbano, em Cuiabá estudos realizados por Cox (2008), Campos Neto (2007), Barros (2012) utilizaram essa metodologia. O método do transecto móvel permite avaliar melhor a tendência térmica e higrométrica em um espaço maior dentro do contexto urbano.

Tabela 1– Período de medição do transecto móvel

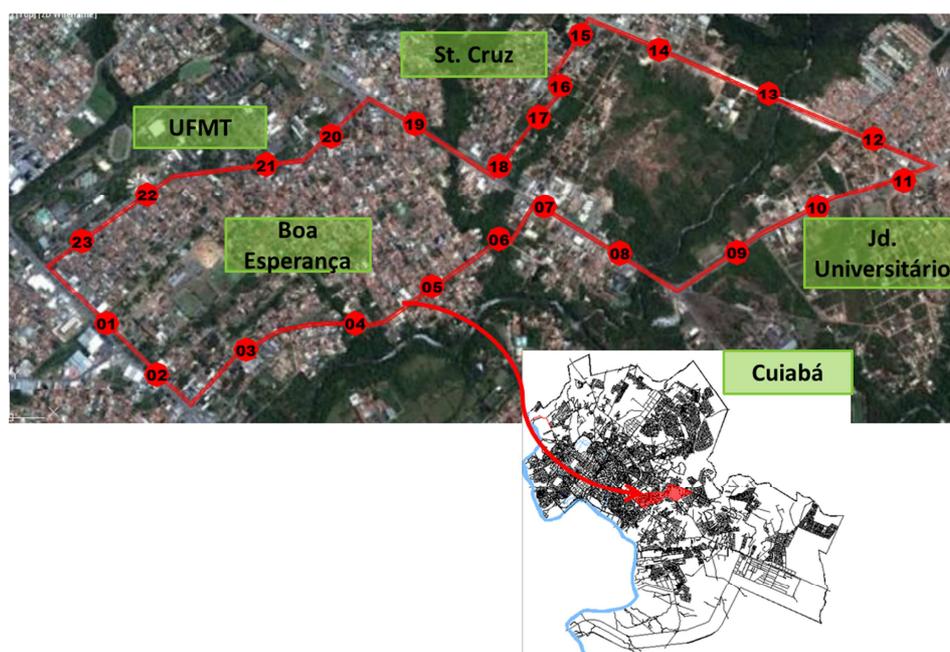
MÊS	DIA	Nº DIAS	PERÍODO
SETEMBRO/2012	02 / 04 / 06/ 07/ 09/ 11/ 13/ 19/ 23/ 30	10	SECO
JANEIRO/2013	21 / 22 / 23/ 24/ 25	5	ÚMIDO
MARÇO/2013	05 / 07 / 08 / 10/ 12	5	ÚMIDO

A metodologia para a coleta dos dados, em um percurso dentro do ambiente urbano, consistiu na definição de um trajeto que atendesse a representação da área de estudo como um todo, com coletas móveis durante o percurso em pontos pré-estabelecidos com diferentes ocupações do solo, (Figura 3).

A OMM (Organização Mundial de Meteorologia) recomenda que as principais observações meteorológicas de um dia típico devam acontecer às 00 h, 06 h, 12 h e 18 h GMT (Greenwich Meridian Time), correspondentes às 20 h, 02 h, 08 h e 14 h, horário de Cuiabá/MT. Assim, com exceção do horário das 02 h, por motivo de segurança dos equipamentos utilizados, esses foram os horários em que aconteceram as medições móveis.

Denominado por roteiro, cada horário de medição foi iniciado, aproximadamente, 10 minutos antes do horário pesquisado. Dependendo das condições locais de trânsito, com o veículo a uma velocidade média entre 20 km/h a 30 km/h, o roteiro era completado entre 40 minutos à 1 hora. Parava-se com o carro em cada um dos 23 pontos por 1 minuto, obtendo-se 10 dados instantâneos do local, utilizando-se 8 dados, desconsiderando-se os 2 primeiros para estabilização do aparelho.

Figura 3- Delimitação da área de estudo com a marcação dos pontos do transecto móvel



O trajeto do transecto móvel percorreu 10,3km abrangendo os 3 bairros estudados (Boa Esperança, Santa Cruz e Jardim Universitário), Figura 3. Vale ressaltar que é importante determinar um percurso que favoreça a realização do trajeto, pois, há vários fatores que podem interferir na coleta de dados tais como trânsito congestionado, acidentes, interdições e obras.

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O uso e ocupação do solo urbano é um dos grandes responsáveis pelo aquecimento das cidades e a formação das ilhas de calor. Vários trabalhos pesquisaram esses efeitos, Sampaio (1981), Maitelli et al. (1991), Liu et al. (2007), e Kolokotroni & Giridharan (2008) esses pesquisadores em seus estudos encontraram um aumento de temperatura do ar na área edificada que varia de 0,8°C a 10°C. Em um ambiente urbano deve-se considerar que os fatores mais significativos para o resfriamento são a presença de vegetação, água e áreas permeáveis, em contrapartida os fatores que causam o aumento das temperaturas são área construída e superfície impermeabilizada.

Foram elaborados mapas e quantificados segundo a cobertura do solo (água, área construída, vegetação, área impermeável, área permeável), de cada um dos 23 pontos estudados, para um melhor entendimento do comportamento microclimático, tabela 2.

Tabela 2– Os pontos do transecto e a porcentagem dos elementos de ocupação do solo (água, área construída, vegetação, área impermeável, área permeável)

PONTOS	ÁGUA %	CONST. %	VEGET. %	IMP. %	PERM. %
1	0	36,29	9,23	27,88	26,59
2	0,4	40,57	21,61	31,44	5,96
3	0,15	40,17	34,52	14,96	10,19
4	1,41	16,66	57,43	10,81	13,67
5	1,29	44,09	21,84	23,12	9,64
6	0,55	10,85	59	9,39	20,19
7	0,03	19,96	15,18	23,43	41,38
8	2	13,48	52,3	14,32	17,87
9	0	3,66	54,43	8,64	33,26
10	0,11	11,5	25,25	14,71	48,41
11	0,46	28,71	12,96	28,45	29,41
12	1,2	44,37	6,23	15,15	33,08
13	2,32	0	69,83	9,59	18,25
14	0,36	6,61	16,64	21,69	54,68
15	0,46	7,93	28,44	21,52	41,63
16	0,7	26,82	31,35	19,43	21,68
17	0,66	13,12	59,6	10,31	16,29
18	0,24	25,2	28,72	23,96	21,86
19	1,37	29,04	32,33	24,96	12,27
20	0,89	30,97	30,81	17,29	20,02
21	0,82	24,12	32,4	26,4	16,24
22	1,36	27,02	30,99	22,65	17,96
23	0,24	22,6	18,96	37,36	20,83

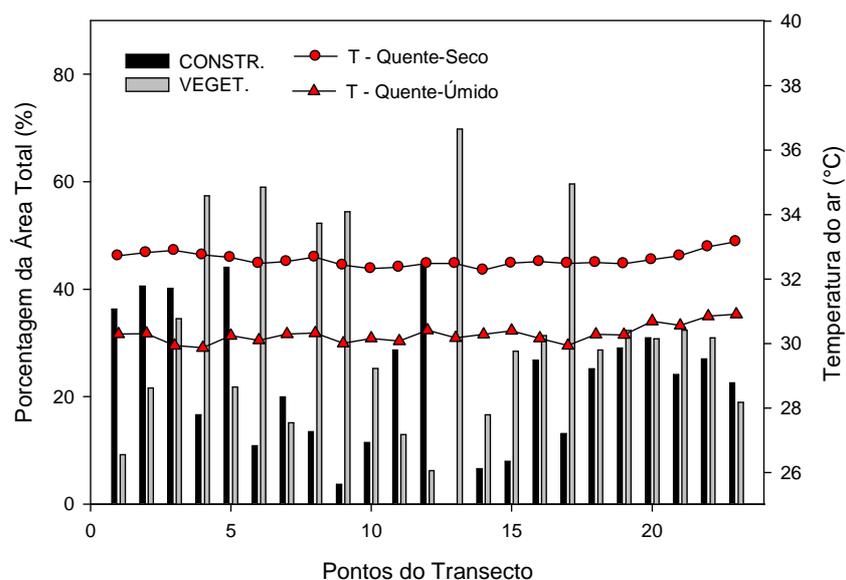
Os pontos com maior porcentagem de área verde são (4, 6, 8, 9, 13 e 17) os pontos com maior porcentagem de área construída são (1, 2, 3, 5, 12) considerando-se apenas os pontos que tem uma quantidade acima de 30%. A maior porcentagem de área verde se encontra no ponto 13 (69,8%) o mesmo não possui área construída, a menor porcentagem de área verde (15,2%) e a maior porcentagem de área construída (44,37%) se encontram no ponto 12, Figura 4.

Com relação à temperatura do ar média o ponto 13 apresentou 32,4°C no período quente-seco e 30,1°C no período quente-úmido e o ponto 12, 32,4°C no período quente-seco e 30,4°C no período quente-úmido. Sendo assim os pontos tiveram uma diferença de temperatura do ar média de (0,3°C) apenas no período quente-úmido.

No entanto o ponto de maior temperatura foi o 23 com 33,2°C no período quente-seco e 30,8°C no período quente-úmido esse ponto possui (22,6%) de área construída e (18,9%) de área verde. Os pontos de menor temperatura do ar foram o 9 com 32,3°C no período quente-seco e o 17 com 29,9°C no período quente-úmido. Esses pontos possuem (3,6% e 13,2%) de área construída e (54,4% e 59,6%) de área verde.

A diferença de temperatura do ar entre os pontos no período quente-seco e quente-úmido foi de 0,9°C, nota-se também que a porcentagem de área verde dos pontos 9 e 17 é em média 34% maior que a do ponto 23 e a área construída é em média 10% menor. No entanto é importante salientar que não devemos tratar somente os índices de área construída e de vegetação como sendo os únicos responsáveis pelo comportamento microclimático encontrado.

Figura 4– Ocupação do solo (área construída e vegetação) e temperatura do ar média (período seco e úmido)



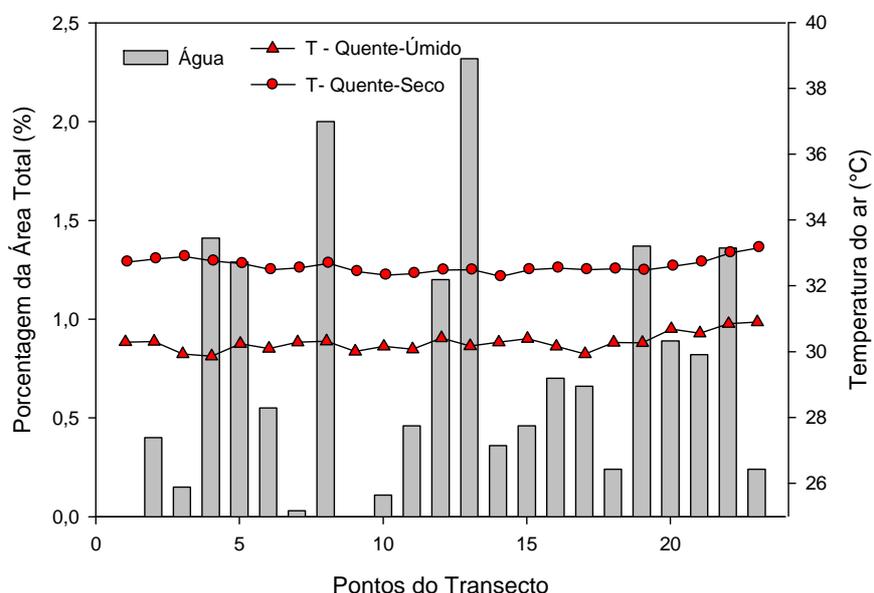
Estudos realizados em Cuiabá por Gheno (2013), mostram que nas categorias de uso e ocupação do solo com áreas mais abertas, terrenos baldios cobertos com vegetação rasteira e algumas árvores e menor concentração de prédios, as temperaturas do ar podem ser até 2,4°C mais baixas do que nas categorias de uso que abrigavam maiores concentrações de edificações.

Huang et al. (2008) examinaram os efeitos de quatro tipos diferentes de uso do solo urbano nas variações de temperatura de ar, em Nanjing, China, durante o verão. As quatro áreas selecionadas tinham as seguintes características: superfície urbana com cobertura de concreto, bosque urbano, áreas urbanas com presença de corpo de água e uma área rural. Os resultados mostraram que o microclima dos quatro tipos de uso do solo apresentou diferenças significantes de temperatura do ar. Tomando a cobertura de

concreto como referência, os outros três tipos de uso do solo mostraram o efeito em amenizar a temperatura de ar, numa escala de variação entre 0,2°C a 2,9 °C.

Os pontos com maior porcentagem de área com superfícies d'água são 13 com 2,32%, 8 com 2% e 4 com 1,41%, as temperaturas do ar foram respectivamente 32,4°C, 32,6°C e 32,7°C no período quente-seco e 30,1°C, 30,3°C e 29,8°C no período quente-úmido. Enquanto que nos locais com menor porcentagem de água nos pontos 1 e 9 com 0%, e 7 com 0,03% a temperatura do ar foi de 32,7°C, 32,3°C e 32,5°C no período quente-seco e 30,2°C, 30°C e 30,2°C no período quente-úmido . Foi pequena a modificação na temperatura do ar, variando de 0,1°C a 0,4°C entre os pontos com maior porcentagem de superfícies d'água e os de menor porcentagem, Figura 5.

Figura 5– Ocupação do solo (Superfície d'água) e temperatura do ar média (período seco e úmido)



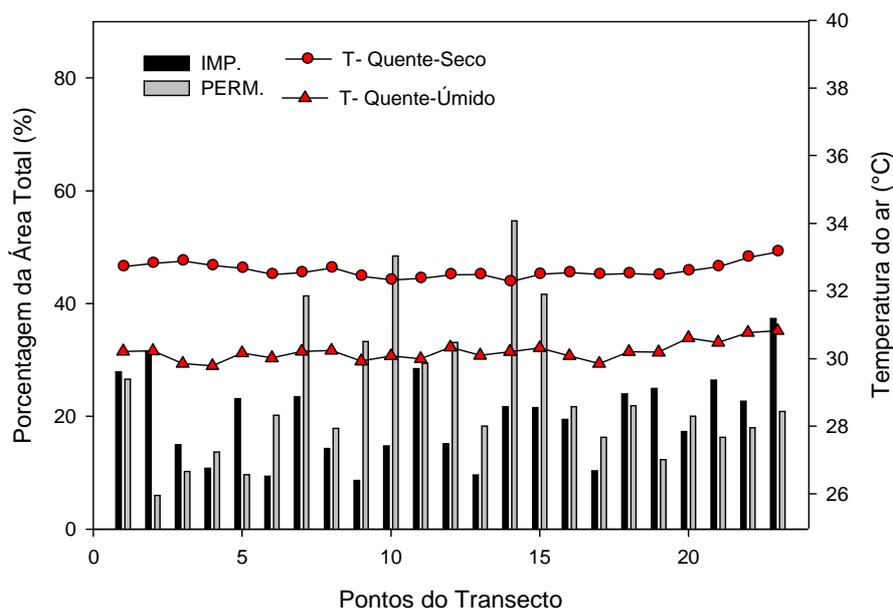
Isso se deve, pois o efeito de resfriamento da área de superfície molhada é mais acentuado quando combinado com área de sombra, os pontos 13 e 8 são totalmente expostos a radiação solar com exceção do ponto 4 que é sombreado. Segundo Sun e Chen (2012) a localização e transmissão de cargas térmicas entre os corpos de água e a paisagem são importantes para os efeitos de ilha de calor. O efeito de arrefecimento dos corpos de água depende de seu ambiente físico, por exemplo, em áreas com densas superfícies edificadas, a temperatura da água pode aumentar à medida que absorve o calor mais sensível (SUN & CHEN, 2012).

O comportamento da temperatura do ar em relação à cobertura do solo já é mais claro, Figura 6. O maior índice de área permeável é encontrado no ponto 14 com 54,68% a temperatura média do mesmo é de 32,2°C no período quente-seco e 30,3°C no período quente-úmido, enquanto o ponto com maior índice de área impermeável é o 23 com 37,36% e temperatura média de 33,1°C no período quente-seco e 30,8°C no período quente-úmido é observado uma diferença de temperatura entre os pontos 14 e 23 de 0,9°C no período quente-seco e de 0,5°C no período quente-úmido.

O uso de materiais como asfalto e concreto contribuem de maneira significativa para o aumento da temperatura do ar no ambiente urbano, sendo assim um fator que contribui para o aumento da intensidade da ilha de calor, principalmente no período noturno.

A cobertura e os tipos de uso do solo, além de seus efeitos sobre as condições de balanço de energia, exercem importante influência na interceptação da água advinda da precipitação. O escoamento diminui à medida que aumentam as áreas com cobertura vegetal (de maior rugosidade), e quanto maiores forem às áreas pavimentadas, maior e mais impactante será o escoamento superficial, (PRUSKI et al. 2003).

Figura 6– Ocupação do solo (área permeável e impermeável) e temperatura do ar média (período seco e úmido)



Sendo assim há de se considerar que as cidades tornam-se desconfortáveis devido ao fato de que a questão de conforto em espaços abertos recebe pouca atenção por parte de planejadores urbanos. No entanto fatores como cobertura do solo (permeável e impermeável), tipologia da pavimentação, arborização urbana (parques, praças e vias) e preservação de cursos d’água são agentes amenizadores do rigor climático imposto pelas cidades de clima quente, como é o caso de Cuiabá.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em uma análise sobre o comportamento microclimático da região de estudo, é importante ressaltar que os fatores que causam um aumento de temperatura do ar e consequentemente um acréscimo no desconforto urbano podem ser amenizados com estratégias bioclimáticas. Como a recuperação de córregos e a reconstituição da vegetação que os acompanha, constituída em parques urbanos, associadas à conservação das pequenas áreas verdes e a um programa efetivo de arborização de praças e vias públicas e a distribuição das áreas verdes suficientes para uma melhor ambiência nos espaços urbanos.

Deve-se ressaltar que este estudo traz apenas algumas de muitas questões que envolvem o clima urbano. A contribuição ocorre por apontar alguns problemas específicos que sucederam devido ao processo de crescimento de Cuiabá, que precisam ser considerados

pelos planejadores e gestores para que sejam tomadas medidas para a melhoria da qualidade ambiental e de vida da população, a fim de se ter uma cidade mais sustentável.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMAT através do Programa de Apoio a Núcleos de Excelência (PRONEX) pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa processo n. 823971/2009. A CAPES e ELETROBRÁS pelo apoio financeiro para esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- BARROS, M. P. **Dimensão fractal e ilhas de calor urbanas: uma abordagem sistêmica sobre as implicações entre a fragmentação das áreas verdes e o ambiente térmico do espaço urbano**. Cuiabá, 2012. 171f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso.
- BRANDÃO, A. M. P. M. O clima urbano na cidade do Rio de Janeiro. In: MENDONÇA, F. (Org.); MONTEIRO, C. A. F. (Org.). **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 192p., 2003.
- CAMPOS NETO, A. A. **Estudo bioclimático no campus da Universidade Federal de Mato Grosso**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá – MT, 2007.
- COX, E. P. **Interação entre clima e superfície Urbanizada: O caso da cidade de Várzea Grande/MT**. 2008 Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente)-Departamento de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2008.
- GHENO, E. L. **Uso do solo, microclimas e clima local no bairro cidade alta, Cuiabá-MT**. 79f. Dissertação de Mestrado. Mestrado em Geografia – Ambiente e Desenvolvimento Regional. Universidade Federal de Mato Grosso, 2013.
- GIVONE, B. Building and urban design guidelines for different climate. **New York: Van Nostrand Reinhold**, 1994.
- HUANG, L.; LIA, J.; ZHAO, D.; ZHU, J. A fieldwork study on the diurnal changes of urban microclimate in four types of ground cover and urban heat island of Nanjing, China. **In: Building and Environment**, n. 43, p. 7–17, 2008.
- 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**, 82, p. 986–998, 2008.
- MAITELLI, G. T.; ZAMPARONI, C. A. G. P.; LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor em Cuiabá/MT: uma abordagem de clima urbano**. 3º Encontro Nacional de Estudos do Meio Ambiente. **Anais**. Londrina – PR: Universidade Estadual de Londrina, 1991. P. 561-571.
- 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. Jan. 1982.
- PRUSKI, F.F.; BRANDÃO, V.S.; SILVA, D.D. Escoamento superficial. **Viçosa: UFV**, 2003.
- SAMPAIO, A. H. **Correlações entre o uso do solo e a ilha de calor no ambiente urbano: o caso de Salvador**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo/SP, 1981.
- SUN, R.; e CHEN, L. How can urban water bodies be designed for climate adaptation. **Journal of Landscape and Urban Planning**, nº105, p. 27-33, 2012.