



VEGETAÇÃO E SUSTENTABILIDADE URBANA: UM ESTUDO DE CASO PARA CIDADE DE CLIMA TROPICAL CONTINENTAL

**Fernanda M. Franco (1); Marta C. J. A. Nogueira (2); Karyna A. C. Rosseti (3);
Carolina R. Maciel (4); José S. Nogueira (5)**

(1) Arquiteta, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental,
fermifran@yahoo.com.br

(2) Doutora, Coordenadora do Grupo de Pesquisa em tecnologia e Arquitetura Ambiental,
Professora do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, mcjanp@gmail.com

(3) Arquiteta, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental,
karyna.rosseti@gmail.com

(4) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental,
carolmaciel_arq@yahoo.com.br

(5) Doutor, Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental,
nogueira@ufmt.br

RESUMO

A sustentabilidade é um conceito ainda em construção na sociedade atual, sendo assim, se encontra em processo evolutivo para o homem. O pensamento sustentável é baseado em três aspectos: o ambiental, o econômico e o social, que devem coexistir em equilíbrio. No espaço urbano as escolhas estruturais e paisagísticas influem diretamente nos três aspectos da sustentabilidade. Um aspecto importante de planejamento urbano sustentável é a criação de áreas verdes em diversas escalas. Playgrounds, parques públicos, praças e jardins, em áreas urbanas esses espaços verdes são moderadores do microclima local. A presença de água e de vegetação modifica a umidade, a temperatura do ar, reduz a velocidade do vento, filtra a luz do sol, absorve o barulho e a poluição do ar. O presente estudo objetivou fazer uma análise dentro do contexto urbano da cidade de Cuiabá-MT, que avalie a presença de vegetação e água, e sua importância dentro da situação urbana com relação à melhoria da qualidade microclimática. Para tanto foram realizadas pesquisas qualitativas e quantitativas no bairro do Porto, foi escolhido um trajeto de 24 pontos para a realização da coleta móvel de dados de temperatura do ar e umidade relativa. A coleta de dados foi realizada no verão, período característico por ser quente e úmido (4 a 13 de Fevereiro de 2009), três vezes ao dia (8h, 14h e 20h). Observou-se que regiões mais arborizadas e próximas a cursos d'água possuem temperaturas menores e umidades relativas maiores, também destacando que a ação antrópica tem grande influência na determinação de microclimas. Os resultados apresentados nas medições indicam a necessidade de apontar a importância de espaços verdes e sua influência na determinação do microclima urbano na forma de elemento amenizador dos efeitos térmicos provocados pela urbanização.

Palavras-chave: Clima urbano; conforto ambiental; espaços verdes.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Arborização e o urbanismo

O aquecimento global coloca a questão do meio ambiente no centro dos debates internacionais, a mídia lança todos os dias informações sobre o prolongamento da época de estiagem, inundações, furacões e outros fenômenos meteorológicos que estariam relacionados ao desequilíbrio climático. A ocupação humana assim também como as atividades socioeconômicas estariam contribuindo para tais mudanças.

O conceito de sustentabilidade prevê a adequação do homem ao meio sem, no entanto, trazer grandes modificações a este. O ambiente urbano é prova de que além de grandes alterações morfológicas o homem ainda gera alterações climáticas, o tipo de recobrimento das superfícies tem um efeito significante na temperatura e umidade do ar, provocando o efeito da ilha de calor.

Nas cidades, a cobertura natural do solo é substituída pelas edificações que contém materiais diversos (concreto, pedra, madeira, vidro, alumínio, etc.), em consequência disso ocorre à alteração radical do balanço de energia, modificando os parâmetros atmosféricos em relação ao que encontramos no meio natural. Tendo em vista que o balanço da radiação é formado pelo equilíbrio entre as ondas curtas provenientes do sol e as ondas longas que são refletidas pelo solo, água e vegetação, no meio urbano, com o desaparecimento da vegetação quebra-se esse equilíbrio, então o balanço de radiação tende a apresentar prevalência de ondas longas, refletidas pelos materiais construtivos.

As árvores são elementos fundamentais para a paisagem urbana, atuando como fator de atributo ambiental, pois melhora a qualidade do ar, da água, dos solos e do clima, evitando o reflexo do calor provocado pelo aquecimento do asfalto e elevando a umidade do ar devido à evapotranspiração. A vegetação em vias públicas é responsável pela captação ou retenção de material particulado, reciclagem de gases através dos mecanismos fotossintéticos e também retenção de níveis de ruído.

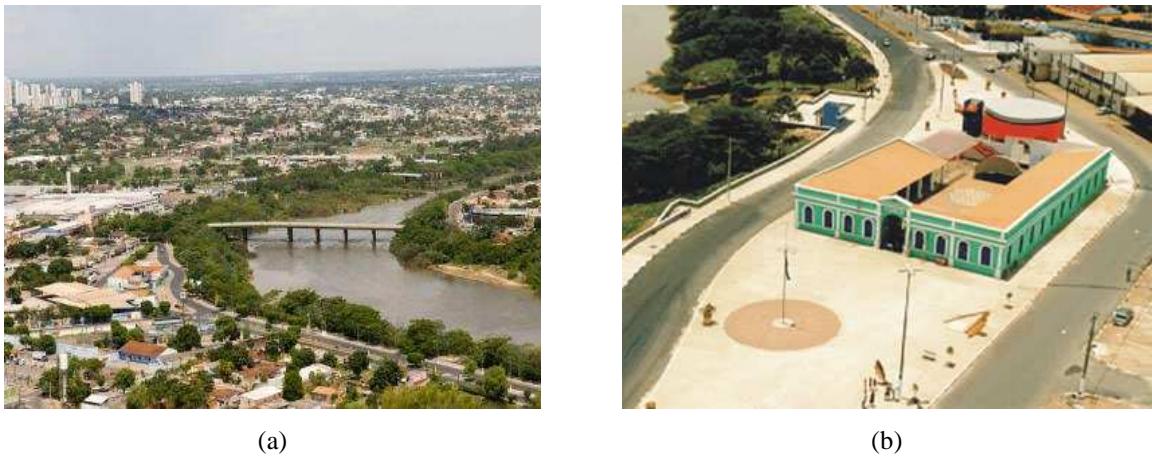
Em estudos recentes, Mohamad et al (2010) analisou o índice de área foliar (IAF) e o rendimento térmico baseado na distinção entre as árvores para a cidade do Cairo no Egito, indicando qual a melhor espécie com relação a interceptação da radiação direta e as redução da temperatura do ar imediata. Os resultados mostram que uma árvore de folhas lisas, de IAF igual a um, o sombreamento do solo não cumpriu cerca de 50% de interceptação da radiação direta e esse valor pode ser usado como uma referência para a seleção de árvores urbanas.

Em Atenas na Grécia Tsilos (2010) observou em medições de temperatura do ar sob o dossel da vegetação urbana, que a média do efeito do resfriamento no período das 14h foi encontrada na faixa de 0,5°C a 1,6 °C e às 17h de 0,4°C a 2,2°C. Estes resultados indicam o potencial de resfriamento passivo da sombra das árvores. Em termos de implicações de energia residencial, a elaboração dos resultados utilizando os pressupostos simplificados mostraram, que o nível atual de cobertura de árvores nas ruas examinadas pode reduzir o consumo de horas de uso do ar condicionado durante o dia de 2,6% a 8,6% e durante o horário de pico de 2,9% a 9,7%.

1.2 Cuiabá e as áreas verdes

Cuiabá é conhecida por muitos, como cidade verde, no entanto, as áreas verdes urbanas são cada vez mais raras. O surgimento de Cuiabá se deu pela exploração do ouro pelos bandeirantes, e tinha como cenário urbanístico um traçado simples desenvolvido às margens do córrego da Praína ligado ao rio Cuiabá, formando os aglomerados do centro histórico e do bairro Porto. Sendo assim possuía no inicio da colonização um vazio urbano entre Porto e Centro permeado por áreas com vegetação remanescente.

Nos últimos vinte anos, Cuiabá vem apresentando um acelerado crescimento demográfico, juntamente com uma expansão da malha urbana. Esse crescimento nem sempre vem aliado a um planejamento urbano adequado, mas certamente é embasado pelas pressões do setor imobiliário, que muitas vezes não considera a questão ambiental e a preservação das áreas verdes dentro da cidade.



(a)

(b)

Figura 1 – Rio Cuiabá (a) e Museu do Rio bairro do Porto (b)

A cidade de Cuiabá apresenta altas temperaturas do ar ao longo de todo ano causando desconforto aos freqüentadores dos espaços abertos, as vias publicas nem sempre tem uma arborização adequada que satisfaz as necessidades do pedestre. Dentro deste contexto citadino, o estudo da influência da vegetação dentro da configuração urbana com relação ao microclima, pode diagnosticar os efeitos da mitigação da temperatura do ar que a presença de vegetação e superfícies d'água pode proporcionar.

O sombreamento oferecido pelas árvores possibilita a redução de temperatura do ar, além de reduzir o consumo de energia ao longo do período mais quente do dia, protegendo ambientes da insolação indesejada (MASCARÓ & MASCARÓ, 2005). O conceito de sustentabilidade no caso do ambiente urbano deve vir atrelado à questão da preservação e distribuição da vegetação dentro das cidades.

1.3 Área de estudo

A “cidade de Cuiabá encontra-se no centro geodésico da América do Sul, é uma cidade pertencente à região centro-oeste do Brasil mais precisamente no estado do Mato Grosso (figura 2). Situa-se na província geomorfológica denominada Depressão Cuiabana. O município possui uma área de 3.224,68 Km², com uma área urbana de 251,94 Km².

Segundo dados do INMET (2003) a cidade possui pequena amplitude térmica, exceto em fenômenos de friagem, temperatura média anual de 26,8°C, com média das máximas de 42°C e médias das mínimas de 15°C e insolação total média de 2.179 horas. A direção predominante dos ventos é N e NO durante boa parte do ano e S no período de inverno. Na classificação de KÖPEN podemos observar praticamente as mesmas características, sendo o clima de Cuiabá do tipo Aw, isto é, tropical semi-úmido.

O Bairro do Porto constitui-se em um dos pontos mais antigos de Cuiabá. Após a descoberta das Lavras do Sutil (1722), ocorreu uma expressiva migração dos primeiros povoadores, fixados inicialmente na região do Coxipó-Mirin, para as margens do Córrego da Prainha, (SIQUEIRA et al, 2007). Bairro fica localizado na região Oeste com uma área de 248,22 Ha com uma população de 9.335 pessoas. O uso e ocupação do solo local podem ser considerados misto, composto por residências, comércios, prestadoras de serviços e instituição.

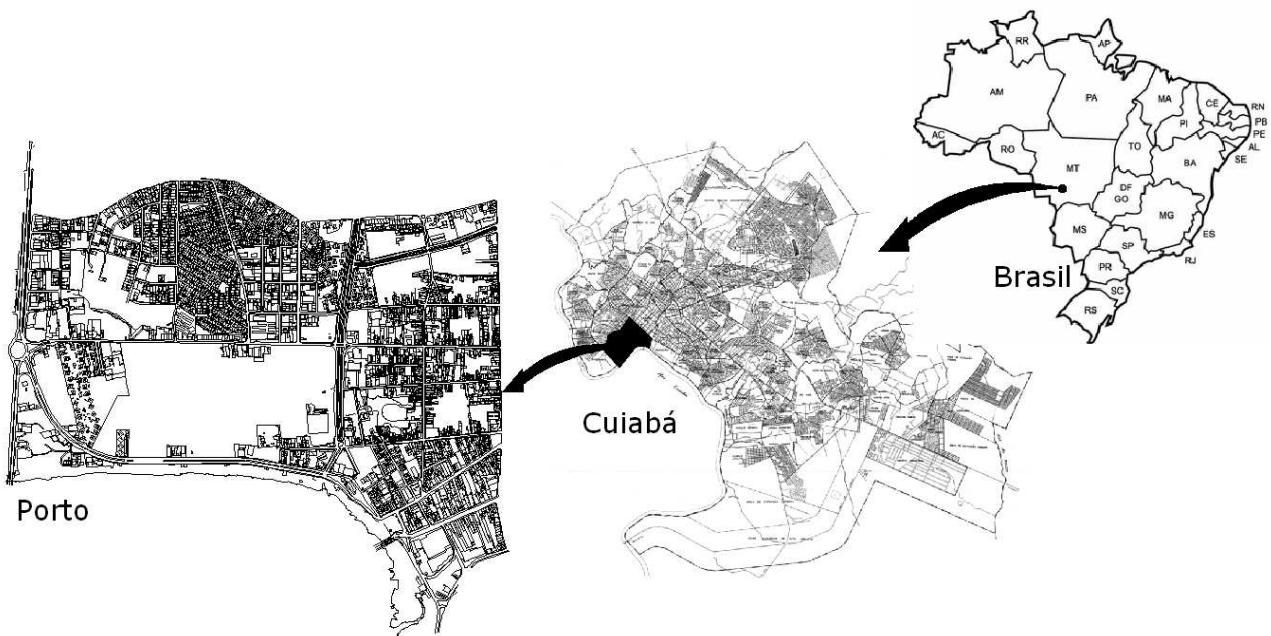


Figura 2 – Localização da área de estudo

2 OBJETIVO

O objetivo do presente artigo é avaliar as condições microclimáticas do Bairro Porto e a relação dessas condições com a presença de vegetação e superfícies d'água.

3 METODOLOGIA

Estudos sobre clima urbano buscam sempre a constatação de como os homens vêm interferindo no meio em que estão inseridos, as cidades são exemplo de como essa transformação se torna por vezes invasiva mudando completamente a paisagem e o clima local.

3.1 Período e freqüência de coleta de dados

Foram coletados dados através do transecto móvel num percurso de 24 pontos (figura 3), essa técnica é muito utilizada pelos estudiosos de clima urbano. Segundo Maitelli (1994) o método do transecto móvel permite avaliar melhor o comportamento térmico e higrométrico em um espaço maior dentro do contexto urbano.

Os dados foram coletados durante o período correspondente a estação de verão de 04 a 13 de Fevereiro de 2009, somando 10 dias consecutivos.

As medições foram realizadas em 3 períodos distintos Matutino as 8h, vespertino as 14h e noturno as 20h. Estes horários foram estabelecidos de acordo com os três horários (8, 14 e 20 horas) utilizados pela estação meteorológica do INMET em Cuiabá-MT, para a sua coleta de dados.

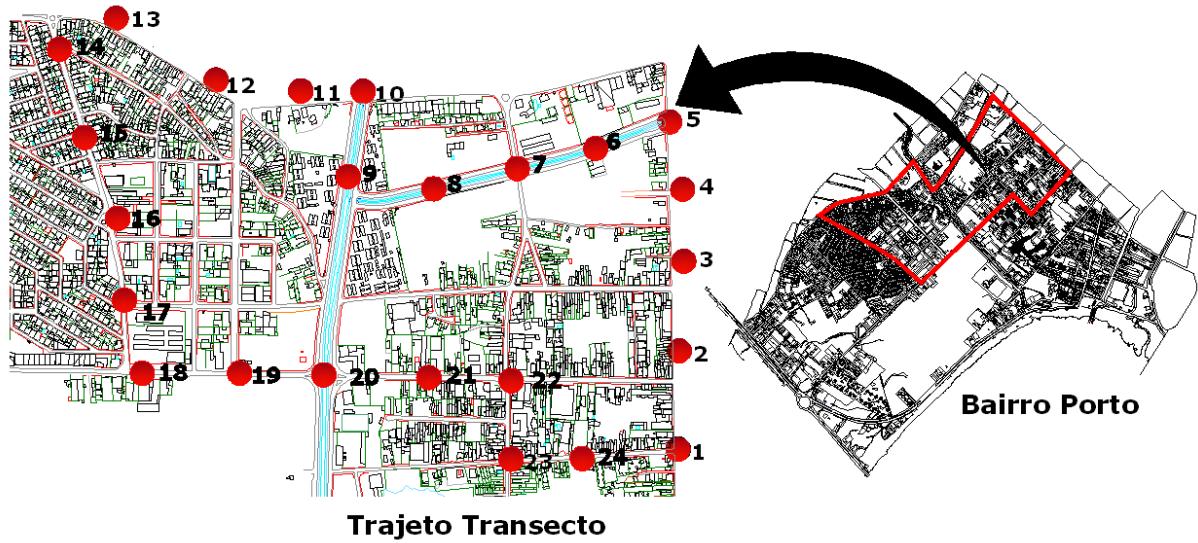


Figura 3 – Percurso com os pontos do transecto móvel

3.2 Materiais utilizados na coleta de dados

Para a coleta de dados no transecto móvel foi utilizado o Termo-higro-anemômetro digital portátil, Modelo THAR - 185H da marca Instrutherm. Trabalha com temperatura na faixa etária de 0°C a 50°C e umidade de 10% a 95% UR, e funciona com uma bateria de 9V.

Construiu-se um abrigo para proteger o Termo-higro-anemômetro durante a coleta de dados no transecto móvel. Foi confeccionado no laboratório de instrumentação da Pós-Graduação em Física Ambiental, utilizou-se um tubo de PVC branco para refletir a radiação, o tubo foi perfurado para permitir a passagem de ar, na parte superior do tubo foi colocado um funil branco para proteger o sensor da radiação solar direta e precipitações.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise qualitativa mapa de área verde

A classificação das áreas verdes existentes no bairro levou em consideração, as áreas que ainda possuem algum tipo de vegetação. O bairro apresenta uma grande área verde margeando o rio Cuiabá na parte inferior esquerda do mapa (figura 4) e manchas verdes ao longo de todo o bairro. Foi verificada também a existência de miolo verde em alguns quarteirões, característica que é herança da tradicional casa cuiabana com seus quintais com pés de manga e caju. Na parte superior direita do mapa é observada uma área verde onde está se iniciando um processo de ocupação e verticalização, o que pode afetar as características higrotérmicas locais.

Mascaró (1996) afirma que as áreas verdes das cidades atuam sobre os elementos climáticos, contribuindo com o controle da radiação solar, temperatura e umidade do ar, ação dos ventos e chuva, além de amenizar a poluição.

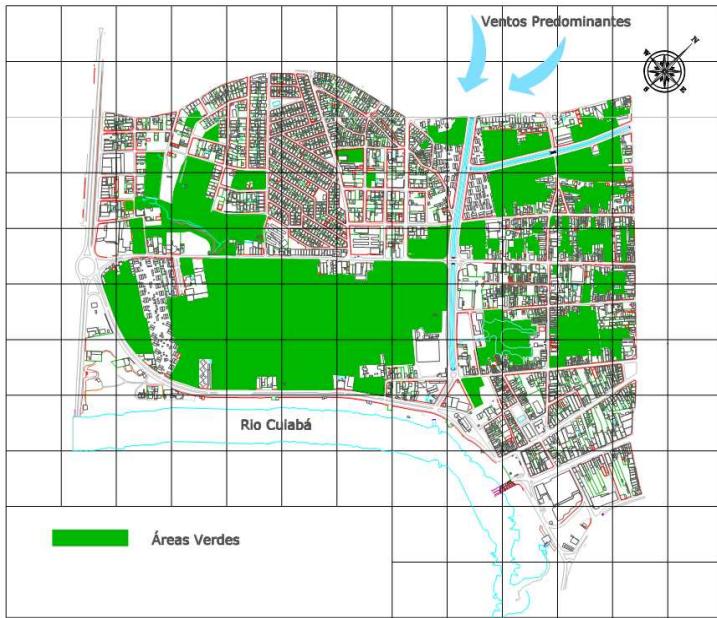


Figura 4 – Mapas de áreas verdes

No mapa do bairro Porto foi quantificado o total de áreas verdes existentes, encontrando-se uma área de 960.993,8236m² sendo representada por 37,15% da área total do bairro. Sendo assim a área verde se sobrepõe a área edificada que representa 19,86% ou seja, 513.810,5499m².

De acordo com Katzschner (1997), áreas verdes da cidade devem ser mantidas livres, para sistemas de circulação térmica induzida e efeitos bioclimáticos positivos. Juntamente com a presença de superfícies d'água as áreas verdes ajudam a melhorar o microclima citadino assim também como uma melhoria na qualidade ambiental urbana.

4.2 Análise dos dados

No período matutino a menor temperatura constatou-se no ponto 6 com média de 24,47°C, nas suas proximidades há um córrego canalizado, está em uma região de pouca taxa de área construída, em frente a uma área verde e via com pouco fluxo de veículos (2 veículos por minuto), o ponto de maior temperatura foi o 1 com média de 24,98°C, possui cercanias com uma rua de grande fluxo de veículo (16 veículos por minuto), área construída mediana com construções quase sem afastamento frontal e lateral e concentração de comércios, a diferença entre a maior e a menor temperatura dos pontos do transecto é de 0,5°C. (figura 5)

Com relação à umidade relativa à menor umidade relativa foi encontrada no ponto 2 com média de 74,87%, seguinte ao ponto 1 onde foi constatada a maior temperatura, as características do entorno são: Rua de grande fluxo de veículo (16 veículos por minuto), área construída mediana e concentração de comércios, no ponto 8 encontrou-se maior umidade relativa com média de 77,35%, as cercanias do ponto há um córrego canalizado, área verde, via com pouco fluxo de veículos (2 veículos por minuto) e reduzida área construída. A diferença entre as duas umidade relativas foi de 2,48%. (figura 5)

A presença de um curso d'água juntamente com a vegetação foi responsável pelo aumento da umidade relativa.

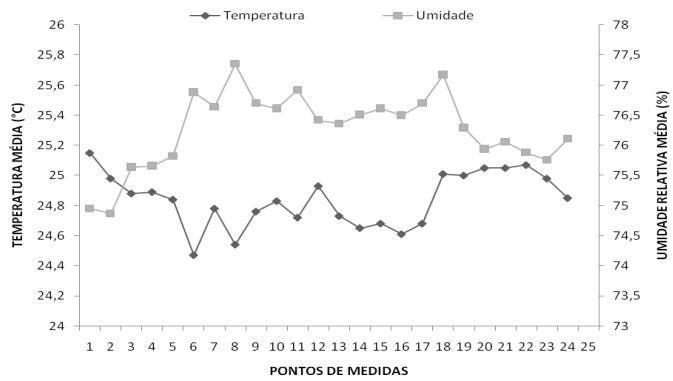


Figura 5 – Temperatura do ar e umidade relativa do período matutino

No período vespertino a menor temperatura foi encontrada no ponto 16, com média de 32,74°C. O ponto 16 é o local de maior taxa de área construída dentro do bairro, no entanto o uso e ocupação do solo é predominantemente residencial, contando também que o ponto está localizado de frente a uma praça arborizada. O ponto de maior temperatura foi o ponto 1 com média de 33,67°C, é caracterizado por rua de grande fluxo de veículo (16 veículos por minuto), área construída e com concentração de comércios. A diferença de temperatura do ar entre os pontos foi de 0,93°C. (figura 6)

O ponto 1 de maior temperatura média também foi o de menor umidade relativa com 49,49%. A maior umidade relativa foi encontrada no ponto 8 com média de 52,38%, ponto tem proximidade com um córrego canalizado, pouca área construída e via de baixo fluxo de veículos (2 veículos por minuto). A diferença entre as duas umidades foi de 2,89%. (figura 6)

No caso acima também é notada a influência da vegetação. Segundo Romero (1988), a vegetação contribui de forma significativa ao estabelecimento de microclimas, auxiliando na diminuição da temperatura do ar, aumento da umidade do ar, absorvendo energia na fotossíntese, favorecendo a manutenção do ciclo de renovação do ar; estabilizando os efeitos do clima sobre seus arredores imediatos.

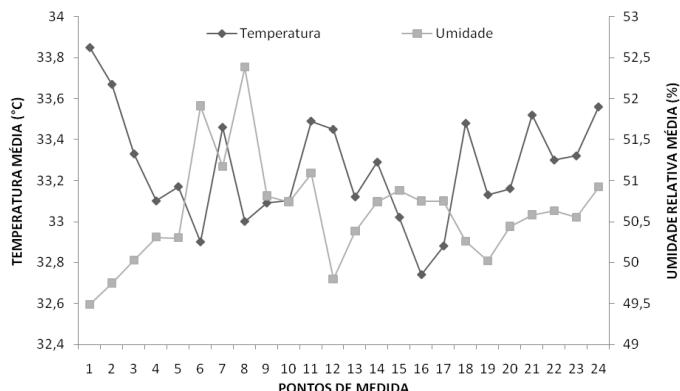


Figura 6– Temperatura do ar e umidade relativa do período vespertino

No período noturno a menor temperatura foi encontrada no ponto 20 com média de 27,93°C, num cruzamento próximo a um córrego que desemboca no rio Cuiabá, e numa região com proximidade de grandes áreas verdes. Romero (1988), afirma que massas diferenciadas de água e terra produzem um impacto característico no clima, devido à diferente capacidade de armazenagem de calor da água e da terra, sendo que a água possui o mais alto calor específico, isto é, a acumulação de calor é muito menor na água que na terra. Predominantemente nos três períodos do dia a maior temperatura foi no ponto 1 com média de 29,06°C. A diferença de temperatura do ponto 20 e 1 é de 1,13°C, a maior diferença aferida. (figura 7)

A menor umidade relativa também foi no ponto 1 com média de 62,42%, como no período vespertino, a maior umidade foi no ponto 20 com média de 67,95%. A diferença foi de 5,53% entre a maior e menor umidade relativa. (figura 7)

Oke (1987), afirma que o vento de cada paisagem é único. E elementos do contexto urbano, como: edifícios altos, espelhos d'água, adensamento de edificações, árvores, elementos urbanos, praças, fontes d'água, dentre outros, que também provocam perturbações no fluxo de ar. O que pode ser confirmado pelas medidas de umidade relativa encontradas no período noturno que certamente o volume de água do o rio Cuiabá foi responsável pelos ventos convectivos que sopram do rio em direção a terra deixando uma atmosfera mais rica em umidade.

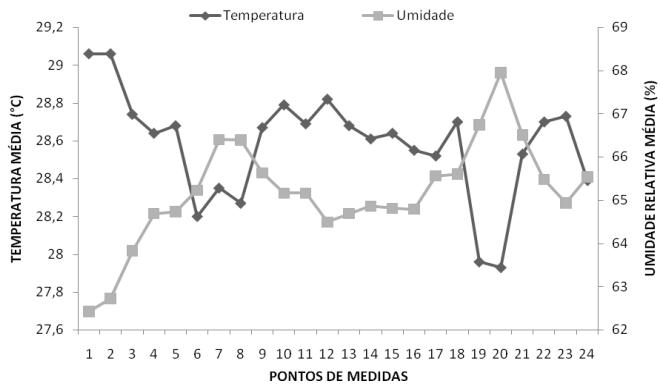


Figura 7– Temperatura do ar e umidade relativa do período noturno

4.3 Análise estatística de agrupamento

Os pontos foram reunidos em 7 grupos de modo que todos pudessem ficar correlacionados, o mapa abaixo elenca os grupos e os pontos pertencentes a cada grupo.

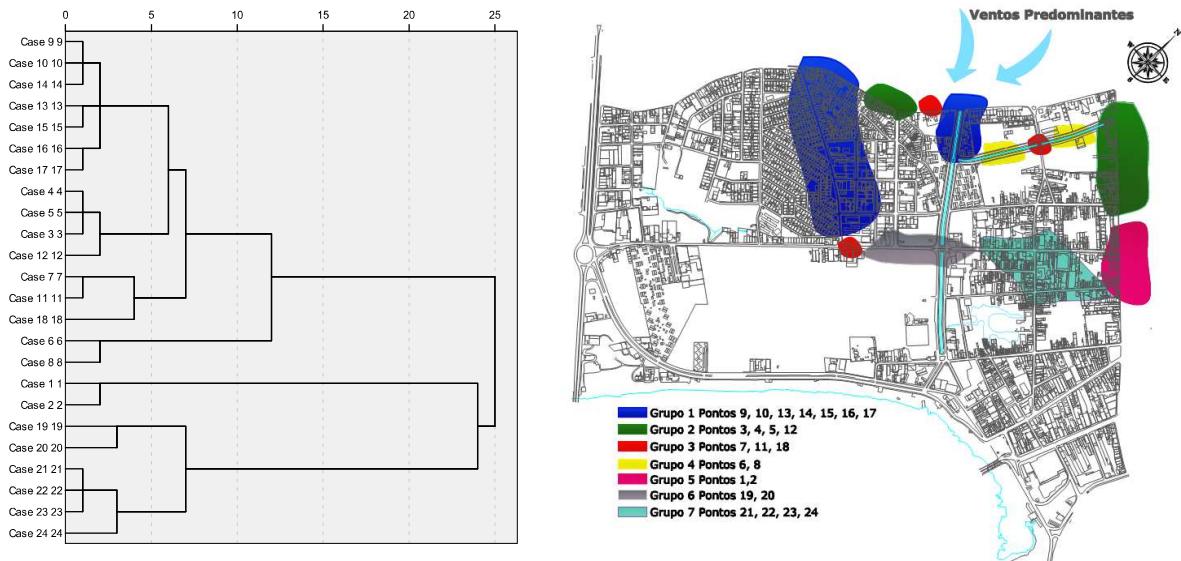


Figura 9– Dendrograma de similaridade e mapa de agrupamento

O grupo 1 (9, 10, 13, 14, 16, 17) É composto por 3 outros subgrupos onde os pontos mais relacionados são (9, 10 e 14), (13 e 15) e (16 e 17) é observado que o primeiro grupo está posicionado na região com maior concentração de área construída do transepto, o uso e ocupação do solo local é na maioria residencial e não possui proximidade com área verde, apenas os pontos 9 e 10 tem proximidade com um córrego canalizado em uma região com menor taxa de ocupação mas adensamento maior, a semelhança entre os pontos do grupo se faz no sentido em que estão posicionados em relação a ventilação, pois ambas as vias canalizam o vento que vem no sentido noroeste;

O grupo 2 (3, 4, 5, 12) É composto por dois subgrupos onde os pontos mais relacionados são (3, 4 e 5) e (12) é observado que estão posicionados em pontos onde encontramos o uso do solo predominante por comércios e também com grande tráfego de veículos;

O grupo 3 (7, 11, 18) é composto por dois subgrupos onde os pontos mais relacionados são (7 e 11) e (18), apesar de posições distintas em relação a malha urbana, segundo diário de observações feito juntamente com a coleta de dados foi notado que os pontos do grupo 3 se agruparam devido a ação antrópica, pois nos dias de medições os pontos passavam por atividade da construção civil seja por reformas ou novas construções. No ponto 7 estava sendo construído um residencial multifamiliar de 2 andares no ponto 11 e 18 estava ocorrendo uma reforma de 2 galpões comerciais.

O grupo 4 (6, 8) não possui subgrupos. Localizados na mesma via, estão próximos a áreas não edificadas, áreas verdes e um curso d'água;

O grupo 5 (1, 2) não possui subgrupos. Local onde foram detectadas as maiores temperaturas elevadas tráfego de veículos nos três períodos do dia (8h, 14h e 20h), suas semelhanças estão ligadas ao uso e ocupação do solo em sua maioria comercial e área edificada.

O grupo 6 (19, 20) não possui subgrupos, região com os dois principais pontos de conflito no trânsito, no entanto em certos períodos do dia possui menores temperaturas e maiores umidades relativas devido a proximidade da maior área verde existente no bairro e ao rio Cuiabá;

O grupo 7 (21, 22, 23, 24) É composto por dois subgrupos onde os pontos mais relacionados são (21, 22 e 23) e (24), é uma região com um misto de comércios e residências, os pontos 21 e 22 ficam na mesma via e os pontos 23 e 24 em outra via. Uma característica particular da área é a presença de área verde considerável nos miolos dos quarteirões;

No período do verão os pontos 1 e 2 apresentaram as maiores temperaturas e ficaram reunidos no grupo 5 sendo, as características urbanas que os pontos tem proximidade são: média taxa de área construída, uso e ocupação do solo predominante comercial, alto tráfego de veículos (16 veículos por minuto). A característica mais relevante em relação às temperaturas é o tráfego de veículos, pois existem outros pontos com semelhantes características urbanas, no entanto apresentaram menores temperaturas como exemplo podemos citar os pontos 3, 4 e 5 que estão no agrupamento 2.

Os pontos que apresentaram as menores temperaturas e maiores umidades com unanimidade estavam próximos a áreas verdes e a cursos d'água. Como exemplo podemos citar os pontos 6, 16 e 20 que apesar de não pertencerem ao mesmo grupo estão próximos a áreas verdes e a água. (figura 8)



(a)



(b)



(c)

Figura 8– Pontos de menor temperatura do ar: a-6, b-16 e c-20

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De um modo geral as características microclimáticas dos pontos diagnosticaram as características do bairro do Porto em Cuiabá/MT.

A configuração urbana, assim como as ações antrópicas, influenciam diretamente o comportamento térmico e higrométrico local. As maiores temperaturas médias e menores umidade relativas médias do ar foram encontradas nos locais de alto trânsito de veículos, com maior concentração de comércios e alta densidade de área construída. Os pontos onde se constatou as menores temperaturas médias e maiores umidades relativas médias do ar encontram-se próximos a áreas verdes, cursos d'água, e regiões de pouca área construída e reduzido tráfego de veículos.

A análise de agrupamento comprovou a semelhança entre as áreas que possuem morfologia urbana semelhante, juntamente com elementos da paisagem tais como vegetação e presença de água. Mas também foi observada a ação antrópica como um fator explícito das alterações climáticas. A influência da proximidade com o rio Cuiabá foi significativa nas temperaturas noturnas. A brisa por convecção ocorrente no período noturno foi importante para a diminuição da temperatura média do ar.

A eficácia dos benefícios da vegetação depende de sua capacidade de atenuação climática, levando em consideração os seus diversos usos dentro do contexto urbano como arborização das vias, praças e parques. A pesquisa comprovou a sua importância sendo também necessário e fundamental o planejamento na implantação da vegetação urbana, para a obtenção de resultados positivos a médio e longo prazo.

6 REFERÊNCIAS

FRANCO, F. M., (2010) **Configuração Urbana e sua Interferência no Microclima Local: Estudo de Caso no Bairro do Porto em Cuiabá-MT**. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente), Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá. 2010.

INMET no Distrito Federal. In: **INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA**. Climatologia. 2003. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/climatologia>.

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: FAUUFBA/LACAM-ANTAC, 1997, p.49-58.

MAITELLI, G.T. **Uma abordagem tridimensional de clima urbano em área tropical continental: o exemplo de Cuiabá-MT**. (1994). Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MASCARÓ, L.; MASCARÓ, J. **Vegetação Urbana**. Mais Quatro, Porto Alegre, 2005.

MASCARÓ, L. R. de. **Ambiência Urbana**. 1. ed. Porto Alegre: Sagra – D.C. Luzzatto, 1996.

MOHAMAD, F.; STEPHEN S.; MAHMOUD Y. **LAI based trees selection for mid latitude urban developments: A microclimatic study in Cairo, Egypt**. Building and Environment journal. v45 (2010) p 345–357.

OKE T. **Boundary layer Climates**. New York Methuen & Co. Ltd, 1987.

ROMERO, M. A. B. **Princípios Bioclimáticos para o desenho urbano**. SPaulo: PROJETO, 1988.

SIQUEIRA E. M.; ALENCASTRO A.; CONTE C. Q.; LACERDA L. B., **Cuiabá: de vila a metrópole nascente**. Textos vários autores. 2º Ed. Cuiabá: Editora Entrelinhas, 2007.

TSIROS I. X. **Assessment and energy implications of street air temperature cooling by shade trees in Athens (Greece) under extremely hot weather conditions**. Renewable Energy journal. (2010) p 1–4.