

ANÁLISE DA ÁREA DE INFLUENCIA DE UMA SUPERFÍCIE D'ÁGUA (CHAFARIZ): ESTUDO DE CASO EM CUIABÁ-MT

**Fernanda Miguel Franco (1), Francisco José Duarte Gomes (2), Karyna de Andrade Carvalho Rosseti (3), Osvaldo Alves Pereira (4), Roberto Benedito de Oliveira Pereira (5);
Denilto Carlos Gaio (6), José de Souza Nogueira (7)**

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

(2) Arquiteto, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, fjdgomes@uol.com.br

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

(4) Físico, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, osvaldo_fu@yahoo.com.br

(5) Cientista da Computação, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental,
nigdev@hotmail.com

(6) Mestre, Professor do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, dgaio@ufmt.br

(7) Doutor, Professor do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, nogueira@ufmt.br
Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Departamento de Física, Programa de Pós-
Graduação em Física Ambiental, Cuiabá- MT, 78000-000 Tel.:(65)3615 8739

RESUMO

A bioclimatologia envolve dentre várias áreas de estudo também a questão urbana, tendo a consciência que um espaço aberto é uma realidade muito complexa, dentro desta realidade circulam variáveis que influem diretamente na questão do conforto ambiental. O estudo realizado buscou fazer uma análise da influência que uma fonte d'água (chafariz) tem nas condições de conforto em uma micro-região dentro da cidade de Cuiabá-MT. Para realizar este trabalho as medidas foram coletadas *in loco* aferindo-se a temperatura e umidade relativa através do Medidor de Stress Térmico (IBUTG) com datalogger (Digital modelo TGD-300 da marca INSTRUTHERM). Os dados foram coletados durante dois dias (12 e 13 de Julho de 2008), no primeiro dia a fonte encontrava-se desligada, no segundo dia a fonte encontrava-se ligada. Os dados apontaram um significativo aumento na umidade relativa no dia em que a fonte estava ligada, no entanto a temperatura do ar não sofreu alterações significativas. Os estudos foram importantes para determinar uma área de influência da fonte d'água, observando-se também que a umidade relativa diminui com o aumento da temperatura. A presença da fonte d'água foi considerada positiva para o contexto urbano de Cuiabá.

Palavras-chave: clima urbano, umidade relativa, conforto.

ABSTRACT

The bioclimatology involves various fields of study among the urban also, with the awareness that an open space is a very complex reality, within this reality moving variables that influence directly the issue of environmental comfort. The study sought to analyze the influence that one source of water (fountain) has in terms of comfort in a micro-region within the city of Cuiabá-MT. To perform this work measurements were collected on the spot-checking the temperature and relative humidity through the measurement of Thermal Stress (IBUTG) with datalogger (model TGD-300 Digital Brand INSTRUTHERM). Data were collected during two days (12 and 13 July 2008), the source on the first day it was off, the second day the source was found on. The data showed a significant increase in relative humidity on the day on which the source was on, but the

air temperature did not significantly change. The studies were important in determining an area of influence of source water, observing also that the relative humidity decreases with increasing temperature. The presence of source water was considered positive to the urban context of Cuiabá.

Keywords: Urban climate, relative humidity, Comfort.

1. INTRODUÇÃO

Os aglomerados urbanos carregam a característica da diversidade, um emaranhado de funções e atividade, todos de extrema complexidade a função da cidade e todos os acontecimentos que a cercam desde a sua configuração até a inter-relação do homem com o meio.

A geometria da cidade é responsável direta pelas características do clima urbano, o adensamento a localização das áreas verdes, a conformação das ruas, o posicionamento das quadras e até mesmo a dimensão dos lotes são fatores de influência. DUARTE & SERRA (2002) afirmam que diferentes densidades construídas na cidade afetam os micro-climas, e pelo seu efeito cumulativo, determinam a modificação do clima regional pela urbanização, podendo muitas vezes substituir o fator “população” pela “densidade construída” para se estudar os fenômenos climáticos urbanos.

A arquitetura e o desenho urbano, tal como temos nos dias atuais, se concretiza levando em consideração uma gama de impactos do seu produto no meio, a bioclimatologia traz estudos sobre o homem e o meio ambiente, envolvendo diversas variáveis climáticas, dentre elas pode-se destacar temperatura, velocidade do ar e umidade, que estão intimamente ligadas ao conforto.

Um dos principais fatores causadores de modificações do clima local é a temperatura. A Temperatura é um parâmetro físico explicativo, de um sistema, que geralmente se associa às noções de frio e calor, bem como às transferências de energia térmica. O vento e as precipitações são exemplos da influência que a temperatura pode exercer em um clima. Dentre os objetivos de estudo da temperatura temos a análise do ar, do solo, das construções, e o conforto térmico dos habitantes da cidade.

O vento pode ser considerado como o ar em movimento, é resultado do deslocamento de massas de ar, derivado dos efeitos das diferenças de pressão atmosférica entre duas regiões distintas, e é influenciado por efeitos locais, como a orografia e a rugosidade do solo.

É de responsabilidade desses deslocamentos de ar a sensação térmica, pois possuem a propriedade de modificar as condições microclimáticas locais. Segundo MASCARÓ (1996), as cidades apresentam formas complexas de respostas aos ventos. Os ventos podem mudar a configuração do domo climático de uma cidade. MASCARÓ (1996) enfatiza ainda que o deslocamento do ar regula a sensação térmica, pois estimula a evapotranspiração e as perdas de calor por convecção.

Outra importante variável climática é a umidade do ar. Essa variável se trata da quantidade de vapor d'água, existente na atmosfera, podendo ocorrer em variadas concentrações, geralmente é expressa em porcentagem que chamamos de Umidade relativa ($UR = (ea:es) * 100$).

As fontes de vapor, são em sua maioria superfícies d'água, como lagos, rios mares, mas também temos a superfície dos vegetais (evapotranspiração) e do solo. A quantidade de vapor de água existente no ar, varia de um lugar para outro, e até em um mesmo lugar, dependendo do dia, do mês ou da estação do ano. Constituindo assim importante variável meteorológica, ao lado da temperatura.

O uso da água como solução arquitetônica para controle térmico, é encontrado em vários períodos da história. DUARTE (2000) afirma que a arquitetura moura do norte da África, exerceu influencia na arquitetura espanhola chegando às colônias na América Latina, produziu exemplos de ocupação urbana com a preocupação de garantir condições de conforto térmico em regiões de clima rigoroso no sul da Espanha, onde chove pouco ou quase nada.

Segundo DUARTE (2000) a arquitetura mourisca utilizava-se da vegetação e da água criando espaços ao ar livre com um micro clima diferenciado em relação à aridez local, aumentando a umidade do ar, reduzindo ganhos térmicos pela radiação solar e diminuindo a temperatura do ar. Temos exemplos como os *Jardins do Generalife* segundo figura 01, em Granada, os jardins dos *Reales Alcázares* de acordo com a figura 02, em Sevilha, com fontes e terraços densamente arborizados. Exemplos interessantes do uso da água para amenizar condições climáticas são encontrados também em Roma, que tem água corrente nas fontes espalhadas por toda a cidade.



Figura 01 – Jardins do *Generalife*. Fonte:
www.panoramamio.com



Figura 02 – Jardins dos *Reales Alcázares*. Fonte:
www.panoramamio.com

Nas cidades brasileiras também podemos encontrar belos exemplos do uso da vegetação e da água como maneira de amenizar as altas temperaturas do clima tropical. O Jardim Botânico do Rio de Janeiro, projetado para os passeios de Dom João e Carlota Joaquina, o Lago da Pampulha em Belo Horizonte, os lagos do parque do Ibirapuera, e o lago Paranoá em Brasília, que foi construído para amenizar o clima seco da cidade localizada na região de cerrado brasileiro (Centro –Oeste).

A cidade de Cuiabá localizada também na região centro-oeste caracteriza-se por apresentar dois períodos climáticos bem definidos: um seco que vai de abril a outubro e outro úmido de novembro a março onde concentra 80% das chuvas. A cidade possui pequena amplitude térmica, possui temperatura média anual de 26,8°C, com média máxima de 42°C e média mínima de 15°C e umidade relativa do ar média de 78% e insolação total média de 2.179 horas. Para CAMPELO Jr. et al. (1991) em Cuiabá, a direção predominante dos ventos é N e NO durante boa parte do ano e S no período de inverno.

A distribuição de chuvas é tipicamente de clima tropical, onde no verão tem o seu máximo e no inverno o clima é seco. Cerca de 70% das chuvas são acumuladas entre os meses de novembro e março. Por isso, Cuiabá é conhecida hoje como a capital brasileira mais quente (MAITELLI, 1994).

Segundo ROMERO (2000), a configuração da cidade de clima quente e úmido deve ser disperso ao contrário do que propõe para o clima quente e seco onde o traçado deve ser mais denso e compacto oferecendo menor superfície para a exposição solar.

Na cidade podemos encontrar alguns exemplos do uso de vegetação e de água como recurso para amenizar o clima local, no entanto estudos quantitativos são necessários para uma comprovação mais aprofundada sobre até que ponto uma superfície d'água pode ter influência em uma microregião.

2. OBJETIVO

O principal objetivo do presente trabalho é verificar a influência de uma fonte d'água (Chafariz), no conforto urbano, sua relação com o aumento da umidade relativa e diminuição da temperatura do ar, numa fração urbana no contexto climático da cidade de Cuiabá-MT.

3. MÉTODO

A metodologia adotada constituiu-se de uma análise quantitativa através da coleta de dados de umidade relativa e temperatura do ar utilizando-se termômetro de globo. E qualitativa analisando fatores como, uso e ocupação do solo e densidade construída, dentro do contexto urbano ao qual a fonte d'água encontra-se na cidade.

Primeiramente foi escolhido o local onde seria realizado o experimento, em seguida foram escolhidos os equipamentos a serem utilizados para a coleta de dados.

3.1. Cidade de estudo

Cuiabá é uma cidade que teve seu crescimento intimamente ligado ao rio, Segundo ALMEIDA o povoamento iniciou-se com a descoberta de ouro às margens do rio Coxipó, por bandeirantes paulistas, que estavam em busca de minerais preciosos. A evolução urbana se deu as margens do córrego da Prainha, com íntima relação com o rio Cuiabá como demonstra figura 03 por onde chegavam inúmeras mercadorias.



Figura 03 - Plano da Villa do Cuiabá, de autor não identificado. A imagem traz a data de 1786, e mostra o núcleo urbano e a sua ligação com o Porto, às margens do Rio Cuiabá. (fonte: Reis, 2000).

Os bairros Centro e Porto são os mais antigos da cidade e até os nossos dias abrigam diversos tipos de atividades.

O local onde será realizado o estudo encontra-se na divisa entre os bairros do Porto e o Centro Sul conforme indicado na figura 04, o uso e ocupação do solo nesta região é bem diversificado pode-se encontrar residências, comércios, pequenas indústrias e instituições. A superfície d'água (Chafariz) em estudo encontra-se em uma esquina de cruzamento de um grande fluxo de veículos e de pessoas e está locada em um lote de esquina onde funciona um estacionamento.



Figura 04 - Localização da fonte d'água. Fonte: Google earth.

3.2. Materiais utilizados na coleta de dados

Para o presente estudo foram utilizados os materiais específicos seguintes.

Dois aparelhos Medidor de Stress Térmico (IBUTG) com datalogger (Digital modelo TGD-300 da marca INSTRUTHERM) – Aparelho no qual é medida as temperaturas Radiante de bulbo seco e bulbo úmido.

O termômetro de globo, para medir a temperatura radiante. Consiste em um termômetro de mercúrio que tem um bulbo dentro de uma esfera de metal pintada de preto. A esfera absorve a radiação dos objetos do entorno mais quentes e que emitem mais radiação, dando como resultado a quantidade de radiação. Utiliza-se para comprovar as condicionantes do conforto térmico das pessoas.

O termômetro de bulbo úmido é utilizado para medir a influencia da umidade na sensação térmica. Chama-se bulbo úmido porque há um deposito onde é colocada a água destilada e o bulbo é coberto por uma capinha de algodão a mesma comunica se com o deposito que através da capilaridade fica sempre úmida.

O termômetro de bulbo seco, que é o termômetro de máxima e mínima utilizado na meteorologia.

Água destilada – Utilizada no reservatório do bulbo úmido.

Duas mesas plásticas brancas de 0,70 de altura onde foram posicionados os aparelhos.

Dois Guarda sol.



Figura 05 - Medidor de Stress Térmico. Foto: Roberto Benedito

3.3. Métodos para a coleta de dados

A pesquisa se deu de maneira experimental, *in loco*, utilizando-se de dois aparelhos Medidores de Stress Térmico (IBUTG) com datalogger (Digital modelo TGD-300 da marca INSTRUTHERM) conforme figura 05, aparelhos estes devidamente calibrados com certificados emitidos pelo fabricante.

Ambos foram instalados no estacionamento do “Centro Comercial Copenhagen” ilustrado na figura 07, nas ruas Barão de Melgaço esquina com a rua Senador Metelo, divisa entre os bairros Porto e Centro Sul na cidade de Cuiabá-MT onde se encontra uma fonte d’água “chafariz” objeto de estudo ilustrado na figura 06. O primeiro aparelho foi posicionado a 1,0 m (PONTO 1) e o segundo a 5,0 m (PONTO 2) numa mesma direção radial em relação ao centro da fonte. Sendo que ambos os aparelhos foram postos sobre mesas plásticas brancas com cerca de 0,70 m de altura e protegidos por guarda-sol, para evitar a exposição direta da radiação solar.



Figura 06 - Fonte. Foto: Roberto Benedito



Figura 07 - Localização dos aparelhos em Relação à Fonte.

Foto: Roberto Benedito

A coleta de dados foi realizada em dois dias 12 e 13 de julho do ano de 2008, as medições começavam as 5:45 h e terminavam as 18:00h sendo os dados armazenados no datalogger do aparelho a cada cinco minutos. No dia 12 os dados foram coletados com a fonte desligada ao longo de todo o dia e no dia 13 os dados foram coletados com a fonte ligada.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Através da coleta de 2 dias de medida podemos obter um numero 592 dados. Os mesmos foram organizados no programa do Microsoft Office Excel 2007, e analisados com a ajuda de dois programas distintos, primeiramente a montagem dos gráficos foi realizada através do programa Origin Plus, em seguida a análise estatística utilizando o programa SPSS Statistics 17.0.

4.1 Caracterização Física Espacial do Entorno Imediato

De acordo com LOMBARDO (1985) o clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização. É um mesoclima que está incluído no macroclima e que sofre, na proximidade do solo, influências microclimáticas derivadas dos espaços urbanos.

A praça onde está inserida a fonte d’água é circundada por duas ruas, Senador Metelo e Barão de Melgaço respectivamente, ambas com grande tráfego de veículos, sendo assim os dias da semana,

juntamente com os horários do dia, podem ter influência sobre as medidas de temperatura e umidade relativa, devido a emissão de poluentes pelos veículos.

Considerando como entorno imediato apenas os lotes limítrofes, pode-se notar, uma distribuição heterogênea em relação ao uso e ocupação do solo, vide figura 08. Nota-se ainda no meio da quadra onde está inserida a praça a presença de uma área verde considerável, e um lote vazio á esquerda. A altura das edificações adjacentes permite a ventilação, pois não há concentração de edifícios altos, somente algumas construções de dois pavimentos, mesmo assim espaçadamente distribuídas.

Em uma análise bioclimática não é notado nenhum problema grave em relação à configuração urbana. ROMERO 2000 apresenta como solução para clima quente e seco espaços públicos pequenos, sombreados e com presença de água. Condição encontrada na área de estudo.

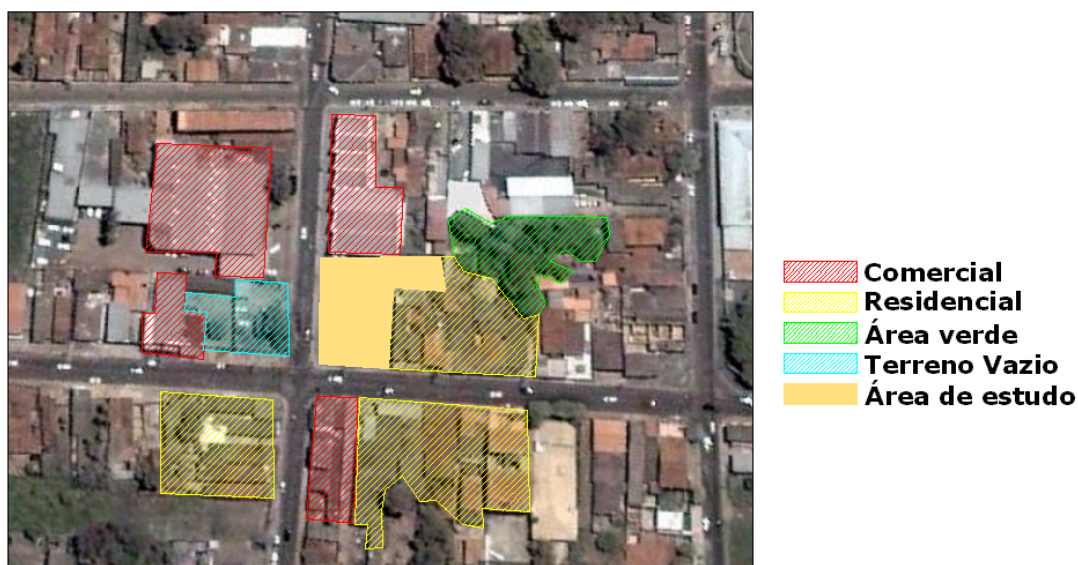


Figura 08 – Ilustração de usos e ocupação do entorno imediato Fonte: Google earth

4.2 Médias de Temperatura e Umidade nos Dois Dias de Experimento

Através das medições realizadas nos dois pontos próximos à fonte, obtivemos valores referentes à umidade relativa e temperatura do ar, no decorrer de dois dias. A temperatura do ar é apresentada na tabela 01, que demonstra as informações de temperatura máxima, mínima e a médias obtidas nesses dois dias respectivamente.

Tabela 1				
Temperatura - °C				
	Primeiro Dia		Segundo Dia	
	Ponto - 1	Ponto - 2	Ponto - 1	Ponto - 2
Máximo	34,5	35,2	34,3	34,9
Mínimo	18,0	18,0	18,4	18,6
Média	28,5	28,7	28,5	29,2

Conforme o resultado da tabela 1, é possível verificar, no que diz respeito a temperatura do ar, que foi obtido um resultado pouco expressivo, tendo ele uma variação no primeiro dia de 0,2 °C e no segundo dia 0,7 °C em relação a temperatura media dos dois dias.

Tabela 2	
Umidade Relativa - %	

	Primeiro Dia		Segundo Dia	
	Ponto - 1	Ponto - 2	Ponto - 1	Ponto - 2
Máximo	78,4	69,0	88,1	72,7
Mínimo	30,9	30,5	32,3	32,9
Média	48,5	45,5	55,1	47,8

A umidade relativa é apresentada na tabela 2, onde temos a informação de umidade relativa máxima, mínima e a media dos dois dias coletados.

Quanto aos valores aferidos, de umidade relativa, foi obtido um valor significativamente expressivo, no primeiro dia foi na grandeza de 3,0% entre os dois pontos e no segundo dia foi de 7,3%. Esta diferença ocorreu, pois a fonte estava ligada no segundo dia, interferindo de forma direta sobre a umidade relativa.

4.3 Gráfico de temperatura e umidade do primeiro dia (fonte desligada)

A figura 9 retrata o comportamento da temperatura no primeiro dia de coleta. No primeiro dia a fonte encontrava-se desligada, as temperaturas dos pontos de medida 1 e 2 ficaram bem próximas, apenas diferenciando-se em alguns momentos do dia. O ponto 1 teve menores temperaturas que o ponto 2, mas nunca a diferença foi de 1°C, isso devido a sua maior proximidade com o chafariz.

Quanto à umidade relativa exposta na figura 10, o ponto 1 permaneceu mais elevada que a do ponto 2, em alguns momentos quase 10% maior. A variação da umidade relativa foi considerável ao longo do dia, sendo que no período entre às 10:30 horas e 13:45 horas as umidades dos dois pontos permaneceram quase equiparadas.

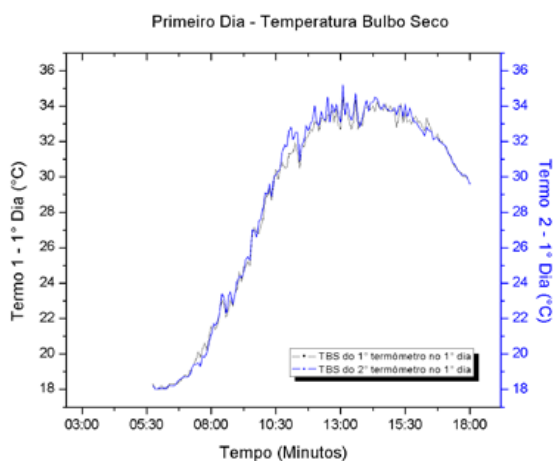


Figura 09- Temperatura dia 12 julho

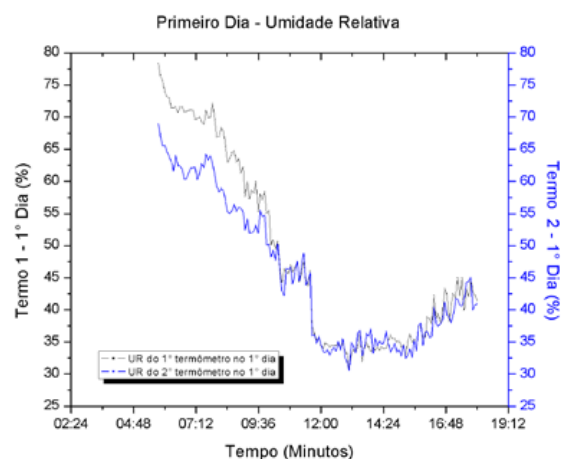


Figura 10- Umidade dia 12 julho

4.4 Gráfico de temperatura e umidade do segundo dia (fonte ligada)

No segundo dia de aferições a fonte ficou ligada durante todo o período de coleta, assim as temperaturas dos pontos 1 e 2 tiveram uma diferença significativa, conforme figura 11, sendo que no ponto 1 as temperaturas foram menores. Em alguns momentos o ponto 1 difere em 2°C do ponto 2.

A figura 12 mostra que a umidade relativa entre os pontos também ficou bem diferente, sendo que o ponto 1 apresentou quase sempre uma diferença de 10% a mais que o ponto 2, logo após as 10:45hs as duas umidades começa a se equiparar.

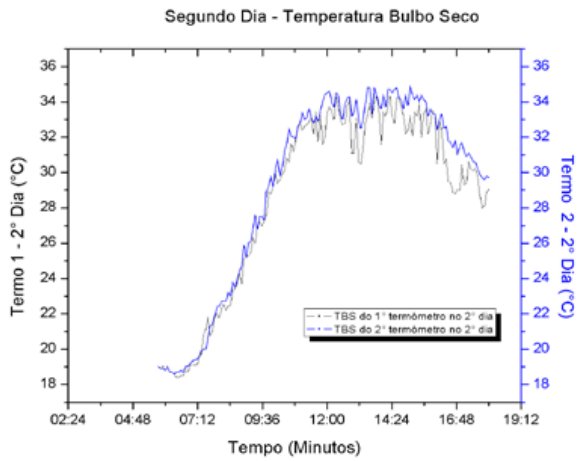


Figura 11- Temperatura dia 13 julho

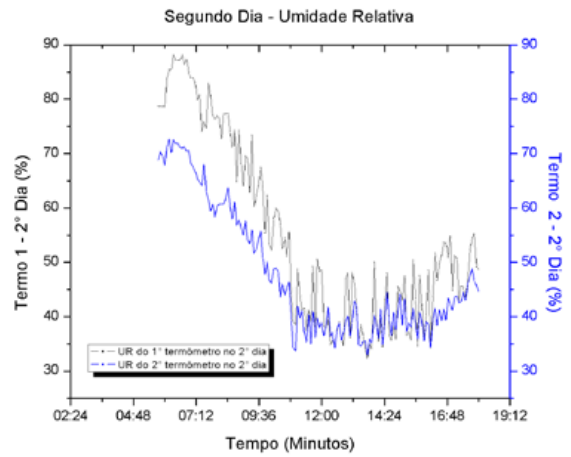


Figura 12- Umidade dia 13 julho

4.5 Comparativos da Temperatura com a Umidade Relativa

Conforme visto nas seções anteriores, foram abordadas as comparações entre temperatura x temperatura e umidade x umidade, de tal forma se torna necessário, para uma melhor análise e compreensão do impacto gerado pela fonte, se compare a umidade relativa pela temperatura.

A figura 13 mostra a relação entre temperatura e umidade do ponto 1 nos dois dias de coleta e a figura 14 mostra a relação temperatura e umidade do ponto 2.

Na análise dos gráficos das figuras 13 e 14 fica claro que a relação de umidade relativa e temperatura são grandezas inversamente proporcionais, pois a medida que temos uma umidade relativa maior, temos uma diminuição da temperatura. Outra observação que podemos fazer é com relação ao comportamento dessas variáveis ao longo do dia, no início do dia temos uma maior umidade relativa, que vai diminuindo gradativamente e começa a aumentar no final do dia e com a temperatura acontece o inverso.

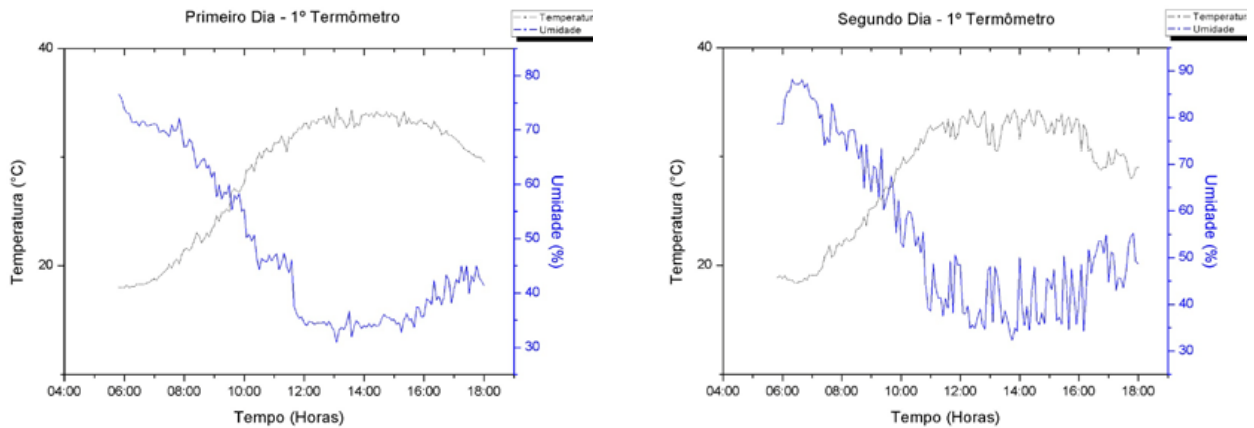


Figura 13 - Relação entre Temperatura e Umidade Relativa do primeiro Termômetro nos dois dias.

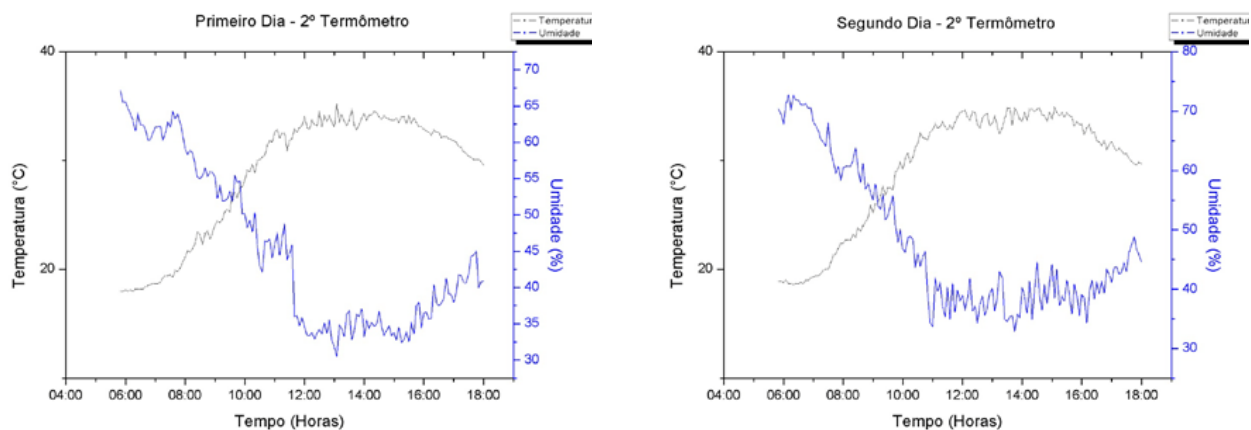


Figura 14- Relação entre Temperatura e Umidade Relativa do segundo Termômetro nos dois dias.

4.6 Comparativo Entre Os Dias

Abaixo na figura 13 segue os gráficos da temperatura e da umidade relativa dos dois dias de medida nos pontos 1 e 2. Foi feita análise de variância (teste de Levene) com nível de significância de 5%, comparando o comportamento das variáveis, temperatura do ar e umidade relativa, considerando os dois dias de estudo e as distâncias entre os pontos de medida em relação a fonte. A temperatura do ar não apresentou diferenças significativas em relação aos dias e a distância da fonte, enquanto que a umidade relativa apresentou uma diferença significativa ($P=0,001$) entre os dois dias de medição e a distância da fonte.

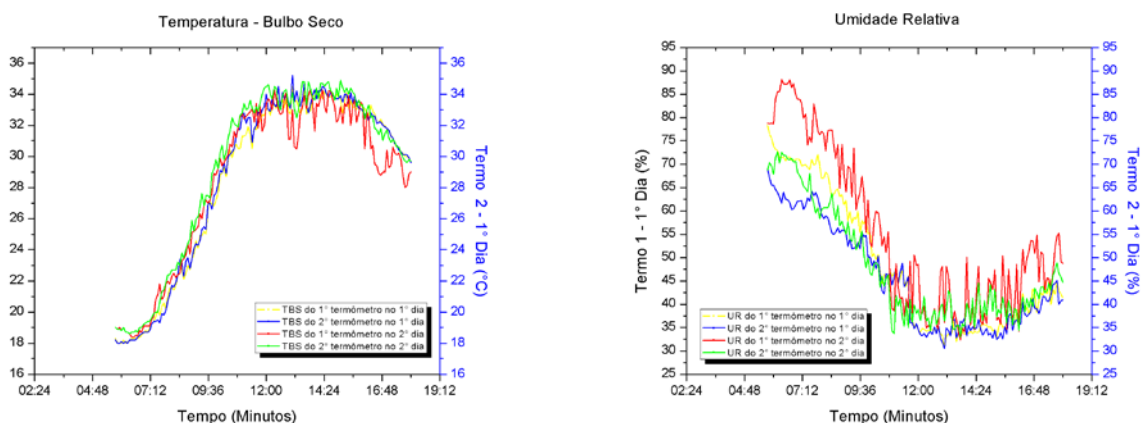


Figura 15 – Comparativo entre temperatura de bulbo seco e umidade relativa dos dois dias.

5. CONCLUSÕES

Durante o decorrer dos dois dias de estudo, foi possível concluir, que a fonte influencia diretamente no percentual de umidade relativa, porem não interferindo tanto na temperatura de bulbo seco.

É importante ressaltar que o conforto, neste caso específico, é representado justamente pelos dois fatores expressos acima, que é a relação entre a temperatura e a umidade relativa, então levando em conta esses dois fatores, com os aferidos nos dias, é possível estabelecer uma significativa e expressiva influencia da fonte no aumento da umidade relativa, chegando a uma diferença de 10%.

Para uma análise mais complexa, recomenda-se um período maior de coleta de dados, envolvendo também mais estações do ano, pois a influencia da umidade relativa pode ser menor no verão quente e úmido, desta forma tirando conclusões mais precisas.

É possível concluir que a fonte influencia e beneficia uma melhor qualidade do ar, proporcionando um ar mais rico em umidade relativa, fator este, que é de suma importância para uma região igual a de Cuiabá, que tem como principal característica, em certas épocas do ano, possuir umidade do ar relativamente baixa.

6. REFERÊNCIAS

- DUARTE, D. H. S. Padrão de Ocupação do Solo e Microclimas Urbanos na Região de Clima Tropical Continental. 2000. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- MASCARÓ, L. *Ambiência Urbana*. Porto Alegre: Sagra – D.C.Luzzatto Editores, 1996.
- ROMERO, M. A. B. *Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano*. PróEditores. 2000, 2ª Edição.
- DUARTE, D.; SERRA, G. Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos. *Téchne*, São Paulo, n. 64, p. 46-49, 2002.
- CAMPELO, Jr. *et al.* - *Caracterização macroclimática de Cuiabá*. In. 3º Encontro Nacional de Estudos sobre o Meio Ambiente. Londrina, 1991. *Anais*. Londrina, v. 1, Comunicações, p. 542-552.
- MAITELLI, G. T. – *Uma abordagem tridimensional de clima urbano em área tropical continental: o exemplo de Cuiabá-MT*. São Paulo, FFLCH-USP, 1994. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 1994.
- REIS, Nestor Goulart. *Imagens de Vilas e Cidades do Brasil Colonial*. São Paulo: EDUSP/Imprensa Oficial do Estado/Fapesp, 2000.
- LOMBARDO, M. A *Ilhas de Calor nas Metrôpoles – O exemplo de São Paulo*. São Paulo: Hucitec, 1985.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à ELETROBRAS, a FAPEMAT e a CAPES.