

CLIMA URBANO E CONFORTO TÉRMICO: NO MUNICÍPIO DE OURINHOS-SP

RESUMO

A relação entre o clima e homem é muito relevante e pode-se observar que essa relação é vital, pois um transforma o outro. Nessa relação o homem transforma um determinado espaço geográfico, modificando a paisagem de maneira significativa, transformando-a definitivamente e provocando uma mudança na dinâmica atmosférica, por exemplo. Com a retirada da vegetação e a impermeabilização da superfície terrestre, muda-se a dinâmica na camada limite planetária: o ciclo hidrológico é alterado, assim como o albedo e o balanço de energia deste espaço. Baseando-se nestas considerações serão realizados estudos do clima urbano e conforto térmico, no município de Ourinho (SP), visto que este centro urbano, de médio porte, concentra atividades econômicas importantes apresentando crescimento urbano baseado em atividades agrícolas e comerciais. Para o seu entendimento climático, faz-se necessária uma abordagem escalar de abrangência diferenciada. Serão efetuadas diversas medidas, através de instrumentos espacialmente distribuídos na área de estudo. Tem-se como finalidade monitorar as condições climáticas no município em diferentes períodos (no inverno e verão, por exemplo), através, da coleta em estações meteorológicas automáticas, das seguintes variáveis meteorológicas: temperatura ar, umidade relativa, chuva, intensidade e direção do vento.

É fato conhecido que a vegetação tem um papel preponderante na atenuação da radiação solar incidente e na obtenção de um microclima que proporcione maiores condições de conforto térmico.

O conforto térmico em um determinado ambiente pode ser definido como a sensação de bem estar experimentado por uma pessoa, como resultado da combinação satisfatória, neste ambiente, da temperatura radiante média, umidade relativa, temperatura ambiente e velocidade relativa do ar, com as atividades desenvolvidas e com a vestimenta usada por estas pessoas. As sensações são subjetivas, isto é, dependem das pessoas (certo ambiente confortável termicamente para uma pessoa pode ser frio ou quente para outra). Assim, entende-se como

condições ambientais de conforto aquelas que propiciam bem – estar ao maior número possível de pessoas.

O conforto térmico aplica-se tanto em relação aos ambientes internos quanto aos externos. O meio externo urbano é fruto das condições ambientais, mas sofre grande influência das atividades exercidas pelo homem, ou seja, é alterado através de intervenção, como a poluição de automóveis e a produção de energia pelas edificações, que contribui para a formação das ilhas de calor. Os ambientes internos são influenciados pelo externo, estando as duas formas relacionadas, Bueno, 1998.

Palavras - chaves: Clima urbano. Temperatura do ar. Umidade do ar. Chuva. Intensidade - velocidade vento. Conforto térmico.

INTRODUÇÃO

Na tentativa de melhor entender o clima surge um ramo da Geografia Física, a Climatologia, como ciência de síntese, aplicada a um determinado local, que implica no conhecimento dos estados da atmosfera e sua dinâmica. A Meteorologia, por sua vez, procede à observação dos fenômenos ocorrentes e trata de explicá-los. Enquanto a Meteorologia é basicamente prospectiva, visando a previsão do tempo, a Climatologia é retrospectiva, subdividindo o clima em uma série de elementos e procurando entender suas variações através do estudo de suas causas determinantes, os fatores climáticos. Olgay (1963) considera que os elementos climáticos que mais afetam o conforto humano são: a temperatura, a radiação e os ventos, tratando de forma particular os efeitos da umidade, da precipitação pluvial e da pressão de vapor.

Diversos autores têm relatado as diferenças microclimáticas promovidas nas cidades pelo processo de urbanização (LOWRY, 1967; LOMBARDO, 1985; OKE, 1996; UNGER, 1995; PITTON, 1997), mostrando que as variáveis urbanísticas de uso e ocupação do solo determinam os microclimas dos espaços urbanos a eles associados.

O estudo deste clima urbano, segundo Katzschner (1997) é um instrumento importante para o planejamento das cidades. Estas intervenções, que modifiquem substancialmente o clima das cidades são resultados das condições particulares do meio ambiente urbano, seja pela sua rugosidade, ocupação do solo, verticalização das edificações, orientações, permeabilidade e propriedades dos materiais constituintes e redução das áreas verdes, entre outros fatores, causando alterações nos atributos climáticos locais (LOWRY, 1967; JESUS, 1995; OKE, 1996). Estas alterações vão se dar na velocidade e direção dos ventos, nas temperaturas, na umidade e mesmo nas precipitações pluviais (OLIVEIRA, 1987; LOMBARDO, 1997) resultando, na maioria das vezes, em condições adversas.

A modificação local do clima é particularmente importante nas cidades, pois ocorre variação nos fluxos naturais de energia através das construções e devido às atividades humanas neste espaço. Em princípio ruas, praças, grandes edifícios e instalações industriais modificam a topografia local, além de aumentar a rugosidade aerodinâmica da superfície. Por outro lado, o solo natural é modificado, sendo trocado por materiais de construções, tal como asfalto, de propriedades físicas, condutividade térmica e capacidade calorífica maiores que os solos das áreas circundantes. Esta modificação acarreta maiores armazenamento de calor durante o dia que será liberado lentamente, à noite. Além desta fonte de calor urbano tem-se o aporte artificial de energia mediante aquecimento via calefadores, automóveis e fábricas, assim como adição de aerossóis que contaminam o ar urbano, modificando o balanço de energia desta área, Cuadrat e Pita, 2004.

A degradação das condições de ventilação é, também, dentro da cidade outro fenômeno a ser considerado. Segundo Oke (1991), as correntes de vento estão

associadas às formas dos edifícios e ao padrão urbano, provocando uma estrutura térmica diferenciada.

Na atual formação sócio-econômica observa-se uma forte degradação dos recursos naturais com o intuito de fornecer uma infra-estrutura que alimente constantemente a evolução da mesma. É neste processo que se percebe a reciprocidade estabelecida entre a sociedade e o clima, entre outros elementos, por intermédio das relações espaciais mediante o trabalho. Tal relação contraditória é evidente nas áreas construídas das grandes cidades devido à concentração de pessoas e suas atividades e estas ao se expandirem, exportam para as pequenas e médias cidades o modelo de vida sustentado no desenvolvimento econômico, sem levar em conta a relação dependente com o ambiente, incluindo o sistema climático.

O incremento da densidade de ambientes construídos em combinação com determinados modelos urbanos, de acordo com Andrade (2005), produz efeitos climáticos previsíveis, como o aumento da intensidade da ilha de calor urbano e a redução da velocidade média do vento.

As ilhas de calor ocorrem e intensificam-se devido a diversos fatores interligados no processo de urbanização. Um desses fatores é a impermeabilização da superfície terrestre. Essa impermeabilização está associada à diminuição da cobertura vegetal, modificando o balanço de energia, devido à mudança do albedo dessa área transformada pelo homem.

Para Bernatzky (1982), a formação das ilhas de calor ocorre devido às massas de edificações, aos materiais das construções e vias públicas que absorvem grande quantidade de radiação solar, à redução da velocidade do vento pelos prédios, à poluição que reduz a perda de radiação de onda longa, pelas superfícies para o céu,

causando aquecimento atmosférico, à drenagem insuficiente pelo sistema de captação de águas pluviais, à não filtração de água no solo como consequência da utilização de revestimentos impermeáveis e a redução da energia utilizada nos processos de evapotranspiração realizados pela vegetação.

O modelo urbano de intensa verticalização em diversos setores das áreas urbanas, se concentrados, tendem a formar *canyons* urbanos, impedindo a livre circulação do ar, de maneira a funcionar como um canalizador destas correntes e, ao mesmo tempo, concentrando a poluição nas áreas centrais. Este fenômeno é comumente observado nas áreas metropolitanas de Curitiba, mais especificamente nos seus eixos estruturais, diferindo-se, portanto das áreas onde o desenho urbano se apresenta mais extenso e aberto, geralmente no seu entorno.

Em se tratando da poluição há de se ressaltar que a inversão térmica é um quadro que acentua os problemas associados ao desconforto térmico no ambiente urbano, bem como provoca e intensifica os problemas de ordem respiratória e neurológica, principalmente nos períodos de inverno. O Brasil tem os menores índices pluviométricos, nessa estação em grande parte do seu território e Ourinhos apresenta os menores índices pluviométricos, principalmente no mês de agosto.

É no inverno que ocorre a retenção, na baixa atmosfera a camada de ar, dos poluentes provenientes da dinâmica urbana devido à alta perda de calor da superfície terrestre para a atmosfera, já que é tipicamente um ocorrido de noites claras (sem presença de nuvens).

Duarte (2000) entende que o aumento da temperatura nas áreas urbanas através das alterações de suas superfícies, como a impermeabilidade do solo (construções, pavimentações e retiradas das árvores), bem como o crescimento desordenado

provoca alterações no clima, causando a diminuição de infiltração de água das chuvas, no solo, redução da umidade, modificações nos fluxos de ventos e distribuição da vegetação natural.

Diversos estudos, geográficos e climatológicos, dedicaram-se a verificar a influência da urbanização nas variáveis climatológicas, tentando compreender como o ambiente construído induz alterações nos seguintes subsistemas: termodinâmico (conforto térmico), químico (qualidade do ar) e hidrometeorológico (meteoros de impacto), Monteiro (1976) *apud* Dumke (2007).

É necessário ter ciência de que as variações dos elementos climáticos podem ocorrer sem a intervenção humana (IPCC, 2001), uma vez que a natureza é dinâmica. É necessário entender o clima em relação aos fatores climáticos, tais como altitude, relevo, vegetação, continentalidade, entre outros, onde estes atuam de forma a determinar o clima de uma dada região (ELY, 2006).

Entretanto, com as crescentes taxas de urbanização, exigidos pelo fluxo de informações, a verificação da ocorrência de problemas ambientais, sobretudo os ligados ao desconforto térmico, seja ele por calor ou frio, tem-se intensificado a ponto de despertar cada vez mais o interesse de diversas áreas científicas.

Segundo Monteiro (1976) *apud* Ely (2006), “o processo de urbanização é encarado como desorganizador do espaço e como produtor de modificações nas componentes climáticas”.

Não sendo o espaço urbano, por si só, capaz de resolver todos os problemas para a vida moderna do homem (vida com qualidade), sente-se que há prioridade em repensar as políticas públicas a partir de sua estrutura, perpassando pelas questões ambientais e sociais.

O conforto térmico é influenciado pelas condições ambientais, que vem sendo ameaçadas, principalmente pela ausência de vegetação. A ausência de vegetação, aliada a materiais que são utilizados sem planejamento prévio tem alterado significativamente o clima dos agrupamentos urbanos, devido a incidência direta da radiação solar nas construções. Como consequência deste fenômeno, que tem transformado as cidades em verdadeiras estufas, o consumo de energia para resfriamento de interiores vem aumentando consideravelmente nos últimos anos.

A sensação de conforto vem do calor dissipado, o qual é exatamente aquele de que o organismo necessita, o que varia de pessoa para pessoa e de momento para momento. A sensação de conforto depende do nível de importância da temperatura, da umidade e da ventilação, que não pode ser desvinculada dos demais elementos climatológicos: a temperatura alterada de uma cidade leva a variação na ventilação da cidade, que interfere na condensação e precipitação.

Todos os elementos se inter-relacionam e causam mudança no comportamento dentro de um sistema. De forma a simplificar estas relações, a Tabela 1 apresenta como a temperatura influencia na sensação de conforto térmico do organismo.

Tabela 1 – Níveis de desconforto

Mais de 30°C	Stress térmico - aquecimento elevado
de 27°C a 30°C	Desconforto por aquecimento
de 24°C a 27°C	Leve desconforto
de 20°C a 24°C	Zona de Conforto ou Neutralidade térmica
de 18°C a 20°C	Leve desconforto
de 15°C a 18°C	Desconforto por resfriamento
de 12°C a 15°C	Resfriamento elevado

Fonte: Terjung (1966), segundo Farias e Brandão (1996).

O município de Ourinhos (MAPA 1), com uma área de 296Km² (IBGE, 2006), localiza-se do Sudeste do Estado de São Paulo, divisa com o Norte do Estado do Paraná. O ponto central da cidade apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 22^o58'28" de latitude Sul e 49^o52'19" de longitude Oeste. Limita-se ao Norte com o município de São Pedro do Turvo; ao Sul com o município de Jacarezinho (PR); à Leste com Canitar; à Oeste com Salto Grande; à Nordeste com Santa Cruz do Rio Pardo; à Noroeste com Salto Grande; à Sudeste com Chavantes e à Sudoeste com Cambará, (PREFEITURA MUNICIPAL DE OURINHOS, 2006).

Na cidade em questão, sua economia está voltada parte para o setor agrícola, no qual se pode observar grande destaque para o cultivo da cana de açúcar. Esse sucesso é explicado pelos seguintes fatores:

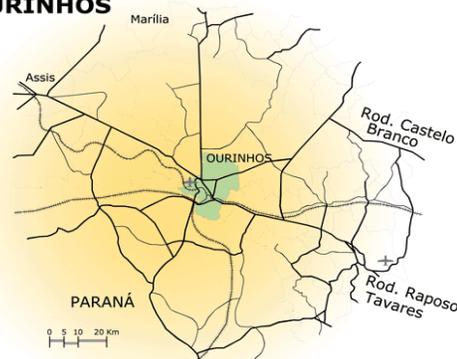
- Condições naturais propícias para o vegetal:

1) Clima quente e úmido: segundo Monteiro (1973) *apud* Sant'Anna Neto e Aleixo (2006), "o município encontra-se no limite de transição de duas zonas climáticas, intertropical (controlada pelos sistemas equatoriais e tropicais), e subtropical (pelos sistemas tropicais e polares), com maior influência de massas polares".

SITUAÇÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO



ACESSO AO MUNICÍPIO DE OURINHOS



MAPA 1 – Localização da área de estudo¹

Além do que, a proximidade com grandes porções hídricas (rios Paranapanema, Pardo e Turvo) propiciam aumento na umidade relativa do ar e, conseqüentemente, maior índice pluviométrico. Esse recurso hídrico possibilita o aproveitamento da água para irrigação;

2) Solo fértil: Latossolos - no Brasil estes são os solos de maior importância geográfica, ocorrendo praticamente em todas as regiões bioclimáticas do país, sobre diferentes constituições (rochas). Entre suas relevantes características, destacam-se: sua alta evolução, laterização, riqueza em argilominerais e oxihidróxidos de ferro e alumínio (TEIXEIRA; et al., 2003, p. 148).

¹ Fonte: Prefeitura Municipal de Ourinhos

Os Latossolos são típicos de relevos suavemente ondulados a ondulados, assim como a transição entre seus horizontes é observada de modo gradual ou difusa. Devido a sua alta permeabilidade interna e baixa capacidade adsortiva, esses solos são considerados “não filtrantes”. Dessa forma, apesar de sua espessura, há grande possibilidade de contaminação dos aquíferos por material tóxico nele depositado, (PERUSI, 2006).

Segundo Lima e Nery (2008), a questão de arborização também bastante relevante já que, Ourinhos não possuía significativa quantidade de áreas verdes, com exceção do Parque Ecológico Municipal que abrange uma área de 4,53 alqueires de preservação da Mata Atlântica.

O município em questão possuía baixa arborização até o final do ano de 2006, no entanto mesmo contraditoriamente ao Plano Diretor de Ourinhos (em vigor desde dezembro de 2006), foram plantadas extensas áreas de eucaliptos que adentrando o perímetro urbano, coloca diversos bairros a exposição de riscos como, a violência urbana e incêndios naturais. Outro aspecto relevante é a origem desse fato que, por partir de uma iniciativa de uma família tradicional da região culmina no não cumprimento da lei, pois por se tratar de um processo burocrático, o caso pode perdurar durante anos na justiça.

Essa plantação agrava algumas questões como o desrespeito ao Plano Diretor que especifica a proibição do plantio de culturas dentro do perímetro urbano; a violência urbana a que os bairros estão sujeitos; os riscos de incêndios (naturais ou não); a proximidade propriamente dita com alguns bairros (algumas árvores foram plantadas literalmente ao lado das casas); a interferência e até mesmo risco de desativação da estação meteorológica da UNESP – Ourinhos; a queda de possíveis árvores que

poderão causar transtornos a iniciativas públicas (para a prefeitura) e privadas como o caso da Companhia Elétrica, além de transtornos para a população; e, o desrespeito às Áreas de Proteção Permanente (algumas áreas plantadas em localidades próximas a córregos destinadas a preservação da mata ciliar, protegidas por leis federais e estaduais).

Os experimentos realizados a campo buscam verificar a variação dos parâmetros meteorológicos em decorrência do comportamento destes em períodos específicos (inverno e verão), associado a estes dados se procura identificar a relação destes com a queima da palha da cana-de-açúcar, que acontece, mais especificamente nos meses de junho, julho e agosto – períodos secos – e correlacioná-los com o conforto térmico de sua população, com vista a melhor direcionar os futuros estudos de forma, a atender a população e o sistema de planejamento municipal.

As hipóteses formuladas buscam a comprovar a associação dos parâmetros meteorológicos sobre a composição e disposição urbana e suas relações, como sendo os principais agentes causadores do desconforto térmico nesta população, tal como se dá nas grandes metrópoles. Dessa forma, busca-se através dessa análise, a comprovação ou (talvez) a refutação desse levantamento em Ourinhos.

Quando espaços urbanos são construídos há uma modificação substancial no balanço de energia, sendo necessário ao estudar o clima urbano ter como fundamento o entendimento de como ocorrem os processos da camada limite, com vistas à identificação das ações antrópicas que possam estar desequilibrando o ambiente, de forma a combinar soluções, Ayoade (1983).

Lowry (1977) *apud* Andrade (2005) expressou a natureza do clima urbano através da equação:

$$M_{i,t,x} = C_{i,t,x} + L_{i,t,x} + U_{i,t,x}$$

Sendo M é o valor assumido por uma dada variável climática, no local urbano x , no momento t e com um tipo de tempo i , C é a componente regional, L a componente local devida aos elementos não urbanos, como relevo e U a componente urbana, propriamente dita. Ou seja, o clima urbano resulta da interação dos fatores urbanos com o clima regional e o meio físico pré-existente.

Desta forma o espaço urbano (construído pelo homem) está inserido em um meio natural, derivando daí suas atividades econômicas, culturais e sociais (ELY, 2006); onde a busca pelo desenvolvimento se sobressai às questões ambientais, dos quais, em se tratando do campo climático, intensifica a poluição atmosférica, o desconforto térmico, a suscetibilidade a morbidade, entre outros.

Dessa forma, o poder público tem cada vez mais o dever de organizar seus territórios, com base no planejamento (Planos Diretores) e gestão, dando prioridades aos problemas capazes de prejudicar a boa qualidade de vida.

Diversas áreas da ciência (Geografia, Arquitetura e Urbanismo, Engenharias, Meteorologia, entre outros) têm se dedicado a compreender e contribuir para a mitigação dos impactos advindos da ação antrópica (DUMKE, 2007).

A Climatologia Urbana é uma área de intensa interdisciplinaridade. Trata-se de um domínio científico onde é tradicionalmente importante a intervenção dos geógrafos (o exemplo mais saliente é OKE, da Universidade de Vancouver). Entre tantos outros, destaca-se em Portugal os estudos iniciados por M. J. ALCOFORADO há cerca de vinte anos, sobre o clima de Lisboa e prosseguidos no Centro de Estudos Geográficos por Andrade e Lopes (1998), Andrade (1998 a e b, 2000, 2003), Alcoforado et al., (1998 e

1999), Alcoforado e Andrade (2005), Lopes (1994, 1995, 1996, 1998 e 2003), Lopes e Vieira (2001) e, Vieira e Vasconcelos (2003).

Nos últimos anos, inúmeras pesquisas têm sido realizadas com o intuito de se conhecer melhor o conforto térmico dos ambientes externos. Pesquisas desse tipo são mais complexas se comparadas com aquelas que envolvem os ambientes internos, devido a fatores como velocidade do vento e radiação solar incidente não serem diretamente controlados. Dessa forma, o clima de uma dada região é determinado pelo padrão das variações dos diversos elementos climáticos e suas combinações. Dentre estes elementos, os principais a serem considerados, segundo Givoni (1981) são: radiação solar, temperatura do ar, umidade relativa, ventos e precipitações.

De acordo com Mascaró (1996), a informação climática deve ser considerada em três níveis: macroclima, mesoclima e microclima. Os dados macroclimáticos são obtidos nas estações meteorológicas e descrevem o clima geral de uma região, dando detalhes de radiação solar, nebulosidade, precipitação, temperatura, umidade e ventos. Os dados mesoclimáticos, nem sempre de fácil obtenção, informam as modificações do macroclima provocadas pela topografia local, como vales, montanhas, grandes massas de água, vegetação ou tipo de coberturas de terreno (exemplo: salitreiras). No microclima são levados em considerações os efeitos das ações humanas sobre o entorno, assim como a influência que setas modificações exercem sobre a ambiência dos edifícios.

A vegetação tem influência sobre o ambiente. Estas isoladas ou em grupos atenuam grande parte da radiação incidente, impedindo que sua totalidade atinja as construções. Segundo Furtado (1994): “a vegetação propicia resfriamento passivo em uma edificação através do sombreamento e através da evapotranspiração na superfície

da folha, resfriando a folha e o ar adjacente, devido à troca de calor latente. Desta forma, ocorre uma diminuição tanto das temperaturas internas quanto externas, amenizando o clima da cidade.”

OBJETIVOS

Objetivo Geral

- Compreender a dinâmica climática e contribuir no planejamento municipal.
- Analisar o conforto térmico da área de estudo.

Objetivos Específicos

- Investigar e analisar duas épocas contrastantes do ano: verão e inverno, no município de Ourinhos;
- Caracterização do clima dos espaços analisados e comparação com o clima local definido pelos dados da mesoescala meteorológica;
- Medições em campo e análise da distribuição das temperaturas do ar;
- Análise do campo de umidade através de diversas medidas dentro do município;
- Análise do campo de precipitação através de inúmeras medidas efetuadas na área de estudo;
- Análise do comportamento do vento, por meio da identificação de sua direção e intensidade em campo;
- Análise do conforto térmico, no município de Ourinhos.

MATERIAL E MÉTODOS

Serão realizadas medições em diferentes pontos no município, através de estações meteorológicas automáticas. Estas foram adquiridas através de recursos obtidos pelo MEC-SESU, Figura 1.

As seguintes variáveis meteorológicas serão analisadas: temperaturas do ar (mínima, máxima e média), precipitação pluvial, umidade relativa do ar, além da direção e intensidade do vento. A seguir serão construídos campos relativos a essas variáveis, com o objetivo de gerar isolinhas, através do *Software Surfer*, nos três períodos analisados.

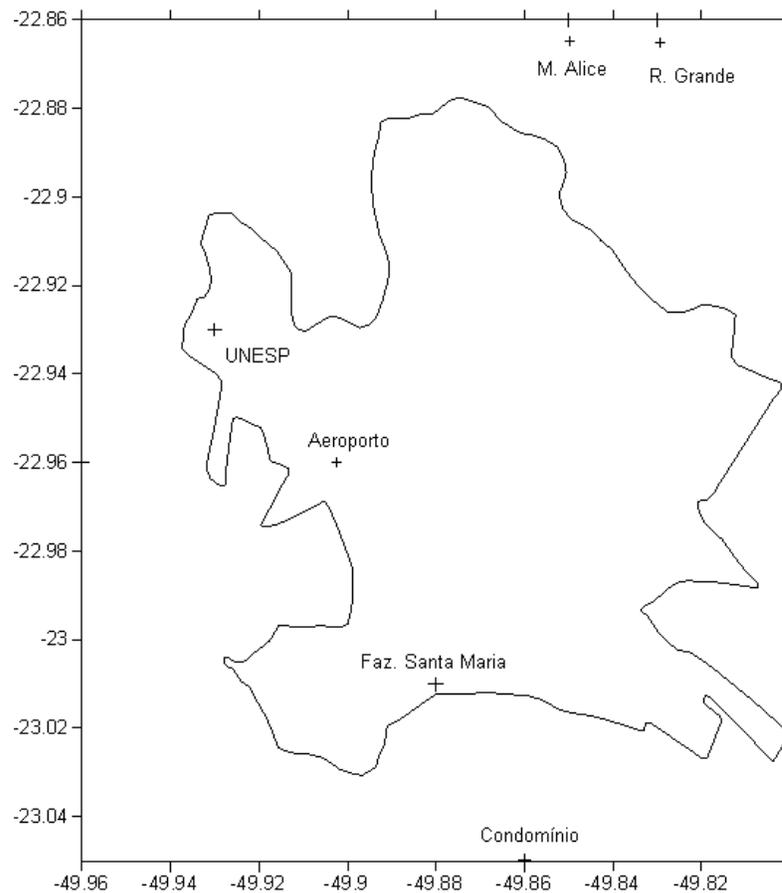


Figura 1 - Localização das estações no município de Ourinhos.

As variáveis ambientais (temperatura do ar, temperaturas superficiais, umidade relativa do ar e a velocidade e direção do vento) de conforto térmico serão coletadas através de instrumentos de medição.

As medições de temperatura ambiente serão realizadas com termômetros de bulbo seco (escalas de 0 a 50°C e menor divisão correspondendo a 1°C) e bulbo úmido

(escalas de 0 a 50°C e menor divisão correspondendo a 1°C). Esses dois termômetros fazem parte dos psicrômetros com ventilação natural utilizados para o cálculo da umidade relativa. Serão utilizados também termômetros de globo com escala de -5 a 60°C.

Serão calculados, a partir de dados coletados, alguns parâmetros de conforto térmico, tais como PMV, PPD e Tne.

Para avaliar o conforto térmico, vários tipos de índices e modelos têm sido adotados. O método mais conhecido e aceito, que será adotado neste trabalho, é o método desenvolvido por Fanger e adotado na norma internacional ISO7730/1994. Fanger realizou pesquisas analisando condições de temperatura, umidade e velocidade de ar em ambientes controlados climaticamente, onde as pessoas permaneciam algum tempo e respondiam questões sobre sua percepção quanto ao conforto térmico. Dentre os índices desenvolvidos estão o “Predicted Mean Vote” (PMV), que estima o nível de satisfação dos indivíduos quanto ao ambiente e o “Predicted Percentage of Dissatisfied People” (PPD), que expressa o percentual de pessoas não satisfeitas com esse ambiente. Fanger estabeleceu no PMV um modelo de correlação entre a percepção subjetiva humana, expressa através da votação numa escala de conforto que vai de -3 (muito frio) a +3 (muito quente) e a diferença entre o calor gerado e o calor libertado pelo corpo humano, ao qual corresponde a seguinte equação:

$$PMV = (0,303e^{-0,036M} + 0,028) * [(M-W) - H - E_c - C_{res} - E_{res}]$$

Onde,

M= Nível de atividade metabólica;

W = Trabalho mecânico exterior;

H = Perda de calor sensível;

E_c = Troca de calor por evaporação na pele;

C_{res} = Troca de calor por convecção na respiração;

E_{res} = Troca de calor evaporativa, na respiração.

Para o cálculo de PPD tem-se:

$$PPD = 100 - 95 e^{-(0,00353 PMV^4 + 0,2179 PMV^2)}$$

Um recinto é considerado termicamente confortável quando o PPD não supera o valor de 10%, conforme a citada Norma ISO 7730/94.

Um índice muito utilizado em ambiente externo é o índice de Temperatura Neutra Exterior, proposto por Aroztegui (1995), no qual a Temperatura Neutra Exterior é definida com base nas mesmas variáveis que compõem a Temperatura Neutra Interna, incorporando variáveis relativas à radiação solar e à velocidade do vento.

$$T_{ne} = 3,6 + 0,31 t_{mm} + \{100 + 0,1 R_{dn} [1 - 0,52 (v^{0,2} - 0,88)]\} / 11,6 v^{0,3}$$

onde:

t_{mm} = temperatura média mensal, [°C];

R_{dn} = radiação solar direta normal, [W/m²];

v = velocidade do ar, [m/s].

A equação é válida para valores entre 18,5°C e 28,5°C para indivíduos em atividade sedentária com roupas leves. Para outras atividades têm-se as correções: M=210 W = - 2°C; M = 300 W = - 4,5°C; M = 400 W = - 7°C.

Os valores de PMV, PPD e temperatura média radiante também serão obtidos através do modelo Envi-met versão 3.0/3.1 e comparados com os valores obtidos através de instrumentos. O modelo micro-climático é tridimensional concebido para simular a interação superfície - planta - atmosfera no ambiente urbano, com uma resolução entre 0,5 e 10m. Este modelo foi desenvolvido por Bruse (2004) e Bruse e Fler (1998). O Envi-met é um modelo não-hidrostático, no qual o escoamento atmosférico é considerado incompressível. O modelo inclui a simulação de fluxos entre

edifícios, processos de troca de calor e vapor na superfície, turbulência, parâmetros bioclimatológicos, como índice PMV e dispersão de partículas.

Assim, o estudo do conforto térmico permite compreender a relação da configuração natural e social, ou seja, a influência existente entre a dinâmica climática e o uso e ocupação do solo.

Forma de Análise dos Resultados

Foram instaladas sete estações automáticas, com coletas de dados minuto a minuto e, em alguns casos, estas estações não estarão conectadas com o laboratório de Climatologia, sendo necessário à ida a campo para obter esses dados.

A partir dos dados brutos de temperatura do ar, umidade relativa de ar, pluviosidade, direção e intensidade do vento, temperatura de bulbo úmido, temperatura de globo será possível estudar o clima urbano e conforto térmico, do município de Ourinhos.

Com base nestes dados coletados e dados obtidos através do modelo Envi – met será possível realizar diversos cálculos relativos a conforto térmico no referido município.

A partir dessas estações será possível verificar e comparar o nível do desconforto, onde será utilizada a tabela de Terjung (1966) *apud* Farias e Brandão (1996). Com base neste autor, além do mapeamento do campo térmico e dos ambientes com maiores índices de desconforto, será possível a comparação entre as situações de verão e inverno.

PLANO DE TRABALHO E CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

Este estudo se baseará na mensuração do campo térmico do município de Ourinhos, visando mapear, sazonalmente, a possível existência de ilha de calor considerando suas diferentes configurações e intensidades. Os trabalhos de campo serão realizados nas estações de primavera, verão, outono e inverno. Estes dados serão analisados (espacial e temporalmente) caracterizando a evolução das variáveis propostas neste estudo.

O trabalho será divulgado em eventos e revistas com o propósito divulgar o seu resultado e, por último, elaborar o relatório demonstrando as etapas percorridas e os resultados alcançados.

EQUIPAMENTOS

UM COMPUTADOR

PROCESSADOR: CORE2 QUAD Q8200 2.33Ghz 4MB LGA775;

PLACA MÃE GA-73VM-S2 CORE2 QUAD GIGABYTE;

MEMÓRIA: DDR2 KVR800D2N6/4GB/4096Mb Kingston;

HD: 500GB7200Rpm SATA II – Samsung – HD501LJ/BFG 16MB;

GABINETE: KMEX ou Dr Hank 4B Preto/USB Frontal;

VIDEO: ECS NVIDIA Geforce 8500 GT 512MB – PCI-E 16X.

TECLADO/MOUSE: Kit Teclado e Mouse Básico PS2/Optico/Preto.

SOM: Caixas de Som Stereo 180W.

MONITOR: LCD 22 pol LG modelo W2252TQ-PF.

UNIDADE OPTICA: Gravador CD/RW O&M BLACK 48X16X20X – LG.

TOTAL:

R\$ 2.643,00

Cinco Medidor de Stress Térmico Digital Portátil com RS-232 e Datalogger

Display duplo de cristal líquido (LCD) de 3 ½ dígitos

Escala: - 5°C a 60°C

Resolução: 0.1°C

Precisão: ± 0.1°C

Interface serial RS-232

Datalogger: 128Kb de memória

Capacidade de datalogger automático: 15.000 leituras

Capacidade de datalogger manual: 99 leituras

Data hold: Congela a leitura no display

Efetua o cálculo de IBUTG interno e externo automaticamente

Taxa de amostragem: 1 / segundo com congelamento de leitura

Memória Máx/Mix: exhibe a leitura máxima e mínima efetuada

Exibe leituras em °C ou °F

Indicação de bateria fraca

Desligamento automático: aprox. 30 minutos

Temperatura de operação: -5°C a 60°C

Umidade de operação: 0 a 100%UR

Temperatura de armazenagem: -10°C a 60°C

Umidade de armazenagem: abaixo de 70%UR

Alimentação: Bateria de 9V ou adaptador AC de 9V

Duração da bateria: aprox. 100 horas

Dimensões: 153 x 130 x 53mm

Peso: 640g

Modulo Sensor:

Bulbo úmido: Haste c/copo de 50ml e cordão de pano

Bulbo seco: Haste para temperatura do ambiente

Globo: Esfera de cobre com diâmetro de 2^o(50,8mm), com haste central (Obs.: as hastes tem diâmetro de 4 x 63mm de comprimento)

Dimensões: 153 x 23 x 53mm

Peso: 450g

Fornecido: Bateria, cabo serial RS-232, software, adaptador AC, cabo de extensão com 10 metros, tripé e manual de instruções.

Valor Unitário..... R\$ 3.300,00

TOTAL..... R\$ 16.500,00

Cinco Termo - Higrômetros MTH-1380 (c/interface)

Termo-Higrômetro digital portátil, **com interface RS-232 (cabo + software para conexão ao computador)**, LCD de 4 dígitos, auto desligamento, congelamento de leitura, registro de máximo / mínimo e modo relativo.

Realiza medida de temperatura T2 (padrão tipo K) de -200 °C a 1370 °C (-328 °F a 2498 °F) e T1 de -20 °C a 60 °C (-4 °F a 140 °F) e umidade relativa de 0 a 100% RH.

Características Técnicas:

Display: LCD de 4 dígitos

Tempo de Resposta: Umidade: 75s com fluxo de ar lento; Temperatura: 40s com fluxo de ar lento

Indicação de Polaridade: Automática, negativa (-) indicada

Indicação de Bateria Fraca: O símbolo de bateria é mostrado quando a tensão da bateria cair abaixo da tensão normal de operação

Saída de Sinal: Saída de Dados RS-232

Data Hold

Modo Máximo e Mínimo (MAX / MIN)

Modo Relativo

Auto Power Off: Aprox. 30 minutos

Coeficiente de Temperatura: Para temperatura ambiente de 0°C ~ 18°C e 28°C ~ 50°C adicione a seguinte tolerância de 0.01%+0.03°C / 0.01%+0.06°F na especificação da precisão

Ambiente de Operação: 0°C ~ 50°C, RH < 90% não condensado

Ambiente de Armazenamento: -10°C ~ 60°C, RH < 80%

Altitude: Até 2000m

Alimentação: Bateria de 9V 006P ou IEC 6F22 ou NEDA 1604; Adaptador AC: 9V DC / 10mA (mínimo). Diâmetro do Plug: 3.5mm x 1.35mm

Duração da Bateria: Aprox. 100 horas (alcalina)

Normas: EMC (CE)

Dimensões: Instrumento: 186(A) x 64(L) x 30(P)mm; Ponta de Prova: 190(A) x 15(D)mm

Peso: Aprox. 320g

Temperatura:

Faixas T1: -20°C ~ 60°C, -4°F ~ 140°F

Faixas T2: -200°C ~ 1370°C, -328°F ~ 2498°F

Precisão T1: ± 0.7°C, ± 1.4°F

Precisão T2: -200°C ~ 200°C ± (0.3%+1°C); 200°C ~ 400°C ± (0.5%+1°C); 400°C ~ 1370°C ± (0.3%+1°C); -328°F ~ -200°F ± (0.5%+2°F); -200°F ~ 2498°F ± (0.3%+2°F)

Resolução T1: 0.1°C, 0.1°F

Resolução T2: 0.1°C, 1°C / 0.1°F, 1°F

Tipo de Sensor: Termopar Tipo K (MTK-01)

Faixa do Termopar Tipo K: -50°C ~ 200°C (-58°F ~ 392°F)

Tolerância do Termopar: ± (0.75% ou 2.2°C), ± (0.75% ou 3.6°F)

Umidade:

Faixa: 0 ~ 100% RH

Precisão: ± 2.5% para 25°C

Resolução: 0.1% RH

Acessórios Inclusos:

Sensor de temperatura: Termopar Tipo K (01 unidade)

Sensor de Umidade: Ponta de Prova RH

Bolsa para Transporte

Bateria 9V

Interface RS-232: cabo para conexão (SE-310) + Software para leitura de dados no Computador

Manual em Português e Assistência Técnica no Brasil

VALOR UNITÁRIO..... R\$ 1.329,00

TOTALR\$ 6.645,00

Cinco Termo – Anemômetros Digitais Portáteis de Fio Quente (TAFR-180)

Display de cristal líquido (LCD) de 3 1/2 dígitos

Escalas:

- Velocidade:

0.2 a 20.0 m/s

0.7 a 72.0 km/h

1.0 a 31.1 knots

40 a 3940 Ft/min

0.5 a 44.7 mile/h

- Precisão: $\pm 3\%$ + 1 dígito

- Resolução:

0.1 m/s

0.1 km/h

0.1 knots

10 Ft/min

0.1 mile/h

Temperatura: 0 a 50°C / 32 a 122°F

- Precisão: 0.8°C / 1.5°F

- Resolução: 0.1°C / 0.1°F

Data hold: Congela a leitura no display

Memória: Máxima e mínima

Interface serial: RS-232

Tempo de resposta: Aprox. 0.8s

Desligamento: Manual / automático

Sensor (antena) separado do aparelho

Temperatura de operação: 0 a 50°C

Umidade de operação: Máx. 80% RH

Alimentação: 6 pilhas AAA

Dimensões:

Instrumento: 180 x 72 x 32 mm

Sensor: 12 x 280 mm (mínimo) / 12 x 940 mm (máximo)

Peso: 345g

Fornecido: Estojo, sensor (antena) e manual de instruções

Opcional: Software mod. SW-U801, Cabo RS-232 mod. CRS-10, Cabo Adaptador

USB mod. CRS-80, Datalogger mod. CDR-510 e Certificado de Calibração.

Valor Unitário **R\$ 1.070,00**

Total **R\$ 5.350,00**

Cabos

Torres

Uma estação automática

Cronograma

Atividades	MESES											
	02	04	06	08	10	12	14	16	18	20	22	24
Revisão Bibliográfica												
Trabalho de campo												
Trabalhar com os <i>softwares</i>												
Traçar isolinhas dos diversos parâmetros meteorológicos												
Análise dos resultados												
Publicações em eventos e revistas												
Relatório												

REFERÊNCIA

ARZTEGUI, M. Cuantificación del impacto de las sombras de los edificios. In: ENCAC, 3. ELACAC, 1. **Anais...** Gramado: ANTAC, 1995.

AGENCIA FOLHA. **Clima seco muda rotina de moradores em 2 regiões do país.** FOLHA DE SÃO PAULO. Campinas, 19 de set. 2007. Cotidiano, p. 5.

ANDRADE, H. **O CLIMA URBANO – natureza, escalas de análise e aplicabilidade.** Finisterra, XL, 80, 2005, p. 67-91.

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os trópicos.** São Paulo: Editora Bertrand Brasil, 1983.

BRUSE, M. AND FLEER, H. Simulating Surface- Plant-Air Interactions Inside Urban Environments with Three Dimensional Numerical Model. **Environmental Modelling and Software**, v.13, p. 373–384, 1998.

CUADRAT, J. M.; PITA, M. F.; **Climatología.** 3. ed. Madrid: Ediciones Cátedra, 2004.

D'AMBRÓSIO, C. **OURINHOS: um século de história.** São Paulo: Noovha América, 2004.

DUARTE, D. H. S. **Padrões de Ocupação do Solo e Microclimas Urbanos na Região de Clima Tropical Continental**. 2000. 278 p. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

DUMKE, E. M. S. **CLIMA URBANO/CONFORTO TÉRMICO E CONDIÇÕES DE VIDA NA CIDADE: uma perspectiva a partir do Aglomerado Urbano da Região Metropolitana de Curitiba (Au-Rmc)**. 2007. 417 p. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Programa de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

ELY, D. F. **Teoria e Método da Climatologia Geográfica Brasileira: uma abordagem sobre seus discursos e práticas**. 2006. 208 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de pós-graduação em Geografia. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Presidente Prudente.

Fanger, P. O (1972) – “Thermal Comfort”, Danish Technical Press

FARIAS, H. S.; BRANDÃO A. M. P. M. **O Campo Térmico como Indicador de Qualidade Ambiental para Políticas Públicas: Estudo de Caso no Bairro Maracanã/RJ**. In: Encontro da ANPPAS, III., 2006. Brasília, 2006.

GOMES, M. A. S.; AMORIM M. C. C. T. **Arborização e conforto térmico no espaço urbano: estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente (SP)**. Revista *on line* Caminhos da Geografia/ Instituto de Geografia da UFU, Uberlândia, p. 94-106, set. 2003. Disponível em: <www.ig.ufu.br/caminhos_de_geografia.html>. Acesso em: 10 mar. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades: Ourinhos**. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 8 fev. 2008.

INTERGOVERNMENTAL PANEL IN CLIMATE CHANGE – IPCC. **Climate Change 2001: impacts, adaptation and vulnerability**. Genebra: 2001.

ISO 7730 (2005) - “Moderate Thermal Environments - Determination of the PMV and PPD Indices and the Specifications of the Conditions for Thermal Comfort” - International Standard Organization, Geneve, Suisse

LIMA, B. R. O.; NERY, J. T. **Clima Urbano no município de Ourinhos**. Ourinhos: FAPESP - Relatório Parcial de Iniciação Científica, jan. 2008.

MONTEIRO, C.A.F.; MENDONÇA, F (Org.). **Clima Urbano**. São Paulo: Editora Contexto, 2003.

OKE, T.R.; *et. al.* Simulation of surface urban heat islands under “Ideal” Conditions at night Part 2: Diagnosis of causation. **Boundary-layer Meteorological**, v.56, p.339-358, 1991.

PERUSI, M. C. **Macropedolitos e depósitos tecnogênicos: representações da alteração da paisagem do Córrego das Furnas, município de Ourinhos – SP.** Projeto de Pesquisa apresentado a Universidade Estadual Paulista –Unidade Experimental de Ourinhos. Ourinhos – SP, 2006.

PREFEITURA MUNICIPAL DE OURINHOS. **Histórico da cidade.** Disponível em: <www.ourinhos.sp.gov.br>. Acesso em: 9 fev. 2008.

SANT'ANNA NETO, J.L.; ALEIXO, N.C.R., **Clima e saúde: o ritmo climático e a combustão da biomassa como agentes da gênese da morbidade do aparelho respiratório no espaço urbano no município de Ourinhos/SP.** Ourinhos: Projeto de Pesquisa de Iniciação Científica, 2006.

SOUSA, J. L.; LOMBARDO, M. A. **Processo Produtivo e Poluição Térmica: Uma Proposta de Estudo de Clima Urbano para Áreas Industriais.** In: Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. São Paulo: USP, 2005. p153-166.

TEIXEIRA, W. et al. (Org.). **Decifrando a Terra.** São Paulo: Oficina de Textos, 2000. p. 148.