

## EDIFICAÇÕES E CONFORTO TÉRMICO: A MORADIA COMO FONTE DE APRENDIZAGEM

**Flávia de Oliveira Santos**

Doutoranda em geografia  
Universidade Federal de Uberlândia  
[flviasantos1@yahoo.com.br](mailto:flviasantos1@yahoo.com.br)

**Marilene Rodrigues dos Santos Pimentel**

Mestre em geografia  
[marilene\\_quinho@hotmail.com](mailto:marilene_quinho@hotmail.com)

### RESUMO

A maneira como a cidade é planejada interfere no clima e, conseqüentemente, na qualidade de vida das pessoas. Neste contexto, esta pesquisa, desenvolvida na cidade de Morrinhos, sul do estado de Goiás, objetiva identificar em diferentes espaços intra-urbanos os fatores que interferem no desempenho térmico das edificações, tomando como ambiente representativo o espaço definido pelos bairros, bem como fornecer elementos para um melhor planejamento desse espaço. A hipótese de trabalho relaciona a maior ou menor capacidade de armazenar calor dos edifícios, aliado à fatores físico-naturais (altitude, exposição das vertentes etc.), com as variações térmicas verificadas. A metodologia envolveu trabalhos de campo, realizadas no período entre abril e agosto de 2008, em diferentes bairros sob condições diversas de tempo. Os dados produzidos contatam com valores de temperatura da superfície e do ar, umidade relativa e ventilação. Utilizou-se para a coleta dos dados o termômetro digital, altímetro, bússola, termo-anemômetro e o psicrômetro de aspiração, para tomadas de temperatura do ar seco e úmido, no interior e fora das residências, em três momentos do dia (09 h, 15 h, e 21 h). Os resultados obtidos permitiram concluir que a arborização, estrutura e arranjo espacial das residências e bairros, assim como certos costumes e hábitos das pessoas, consoante às características locais e de clima, influencia de forma significativa na qualidade ambiental e de conforto térmico na cidade.

**Palavras-Chave:** Temperatura. Umidade relativa do ar. Urbanização. Planejamento. Qualidade ambiental.

### BUILDINGS AND THERMAL COMFORT A HOUSING AS A SOURCE OF LEARNING

### ABSTRACT

The way as the city is drifted interferes in the climate and, consequently, in the quality of the people's life. In this context, this research, developed in the city of Morrinhos, south of the state of Goiás, lens to identify in different intra-urban spaces the factors that interfere in the thermal acting of the constructions, taking as representative atmosphere the defined space for the neighborhoods, as well as to supply elements for a better planning of that space. The work hypothesis relates the largest or smaller capacity of storing heat of the buildings, ally to you factor physical-natural (altitude, exhibition of the slopes etc.), with the verified thermal variations. The methodology involved field works, accomplished in the period between April and August of 2008, in different neighborhoods under several conditions of time. The produced data contact with values of temperature of the surface and of the air, relative humidity and ventilation. It was used for the collection of the data the digital thermometer, altimeter, compass, term-anemometer and

---

Recebido em 07/12/2011

Aprovado para publicação em 21/12/2012

the aspiration psychrometer, for sockets of temperature of the dry and humid air, in the interior and out of the residences, in three moments of the day (09 h, 15 h, and 21 h). The obtained results allowed to conclude that the forestation, structures and space arrangement of the residences and neighborhoods, as well as certain habits and the people's habits, consonant to the local characteristics and of climate, it influences in a significant way in the environmental quality and of thermal comfort in the city.

**Keywords:** temperature; relative humidity of the air; urbanization; planning; environmental quality.

## INTRODUÇÃO

O homem ao provocar alteração ao meio ambiente tem uma finalidade: as construções de prédios, casas, estradas, avenidas, rede de esgoto etc., que substituem o espaço natural (áreas de grama ou florestas), transformando não apenas o aspecto físico do lugar, mas [...] “irá alterar parcialmente o clima circundante, o clima modificado alterará o caráter do solo e da vegetação vizinha e, por sua vez, a mutação do solo e da vegetação redundará em alterações posteriores do clima local” (DREW, 1989, p.19).

Essas alterações certamente provocarão modificações em diversas escalas. Não se restringe ao local onde foi aplicada a intervenção, pode se estender a outros níveis dependendo do tipo de impacto e do lugar onde sofreu tal intervenção. Apesar do homem não intervir de forma significativa nos sistemas globais, os ecossistemas são susceptíveis às transformações humanas, ou seja, [...] “A intensidade dessas alterações inadvertidas depende em primeiro lugar do esforço (ou tensão) aplicado ao sistema pelo homem e, em segundo lugar da suscetibilidade à mudança (sensibilidade) do próprio sistema”. (op. cit. p. 26).

Uma vez aplicado um esforço ou tensão (energia) em algum componente do sistema o resultado implicará indubitavelmente o desencadeamento de reações negativas, dependendo do volume do esforço aplicado. A acelerada urbanização é um exemplo dessas reações. Neste sentido Santos (1991, p.43) apud Monteiro (2003, p. 93),

[...] considerando possíveis repercussões do processo de urbanização sobre o meio ambiente, observou que ela criou em cada local um meio geográfico artificial, nos quais se desenvolve um quadro de vida onde as condições ambientais são ultrajadas, com agravo a saúde física e mental das populações.

Morinhos é considerada cidade pequena, sua forma urbana mostra uma aparente similaridade, porém existem diferenças significativas que interferem na variação térmica, o que provoca maior ou menor aquecimento em determinado bairro. Isso ocorre devido a estrutura do traçado urbano, tipo de construções, incidência da radiação solar, altitude e relevo que “apresenta três atributos importantes na definição dos climas: posição, orientação de suas vertentes e declividades. A posição do relevo favorece ou dificulta os fluxos de calor e umidade entre áreas contíguas.”[...] (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 47).

As áreas periféricas, com construções de padrão doméstico de construção, ruas más projetadas, centros urbanos com ausência de vegetação e sua localização geográfica (fundo de vale, vertente, orientação), concentração de atividades e pessoas associado ao comportamento da temperatura pode alterar a atmosfera no contexto da área urbana.

Analisando uma cidade onde os bairros apresentam características diferentes, com áreas mais arborizadas, menor impermeabilização do solo e adensamento urbano, proporcionará climas com temperaturas mais baixas. Diferentemente daqueles que não possuem áreas verdes, maior impermeabilidade do solo e densas construções, cujos materiais são bons condutores de energia (telha de amianto, concreto, ferro) provavelmente haverá um aumento na temperatura e maior desconforto térmico durante o dia.

Foi a partir da proposição metodológica do Sistema Clima Urbano de Monteiro (1975) que começou a ganhar destaque os estudos sobre as áreas urbanas, principalmente no que se refere às variações climáticas. Inicialmente, esses estudos eram realizados em áreas metropolitanas, pelo potencial de provocar alterações na atmosfera e potencializar a energia

provocada pelas diversas atividades. Santana (1997, p. 2) em sua introdução sobre o Desenho Urbano e Climatologia em Fortaleza enfatiza que,

[...] a maioria desses estudos consideram apenas a cidade como um todo, generalizando os valores pontuais. Poucos tomam como base um detalhamento das características do sítio e dos diferentes usos do solo urbano como suporte para a compreensão da formação do clima da cidade, que é derivado destes distintos arranjos espaciais.

Neste sentido, para compreender o funcionamento desses arranjos espaciais torna-se essencial entender o conceito de paisagem que consiste não apenas

[...] na simples adição de elementos geográficos disparatados. É, numa determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente, um sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. (BERTRAND, 1972, p.2).

Com a inversão do fluxo migratório, novos pólos estão surgindo, e com eles problemas ambientais urbanos, o que incita a busca de medidas preventivas. Pensando em resultados mais práticos que sirvam de apoio para a gestão da cidade, foram escolhidos alguns bairros que apresentam características heterogêneas e que apontam para o crescimento de problemas ambientais e sociais. Daí a necessidade de estudos mais específicos porque através deles é possível identificar as causas da variação dos elementos climáticos e seus efeitos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O exacerbado processo de urbanização e a transformação fugaz do espaço natural, em áreas edificadas levaram pesquisadores a investigar o espaço visando não somente os aspectos quantitativos, mas as desordens provenientes do uso e ocupação do solo (aspectos qualitativos). Monteiro (2003, p, 14) interpreta “o tratamento do clima urbano, como um dos componentes da qualidade ambiente” e essa qualidade “não poderá ser insignificante para o mundo moderno”. A busca de melhor qualidade de vida para essa sociedade moderna é uma tarefa bastante difícil [...] “pois ousa tentar para o estudo do clima da cidade uma conduta de investigação que veja nela não um antagonismo entre o homem e a natureza, mas uma coparticipação”. Vem daí a importância da interação entre o clima, espaço construído e aspectos físicos. E, para entender essas interações fazem-se necessários estudos que integrem esse conjunto de fatores.

Na tentativa de subsidiar o município através dos resultados, o propósito desta pesquisa envolveu a identificação em diferentes espaços intra-urbanos, dos fatores que determinam as características térmicas do ambiente representativo de cada unidade (bairro), bem como verificar se o comportamento dos elementos climáticos no interior e externo às residências influencia nas atividades humanas e na qualidade ambiental.

Para isso é necessário conhecer o clima local para propor medidas preventivas e/ou amenizadoras, uma vez que o espaço urbano está distribuído de forma desorganizada. E, para a construção de um determinado edifício, deve-se considerar diversos aspectos no que se refere a insolação, predominância da intensidade e direção do vento, a refletância dos tipos de materiais que compõem as edificações, localização geográfica e composição do arranjo espacial. A variedade de materiais utilizados na construção civil, visto como bons condutores de calor aliado, a despreocupação e/ou falta de conhecimento em adaptar o tipo de construção e estrutura urbana ao clima, pela aplicação inadequada desses materiais e má estruturação das ruas e bairros, pode-se chegar a uma situação de desconforto térmico.

A abordagem metodológica dessa pesquisa apoiou-se em alguns estudos de climatologia aplicada em espaços urbanos, especialmente naquelas para fins de planejamento.

Um dos trabalhos refere-se a Mendonça (2003) quando trata dos estudos do clima urbano de cidades de porte médio e pequeno, baseado na proposta do (S.C.U.) de Monteiro (1975). Em sua abordagem metodológica propõe um conhecimento mais específico dos diferentes ambientes climáticos intra-urbanos o que possibilita identificar diretamente e detalhado os fatores responsáveis pela formação e dinâmica dos mesmos e sugestões a serem levantadas

para o planejamento da cidade.

O propósito da presente pesquisa não é a definição de unidades climáticas, porém utilizou-se de alguns requisitos adotados por Tarifa & Armani (2001) a respeito dessas unidades para explicar algumas situações durante a pesquisa, principalmente a respeito das interações. Para definir o espaço urbano eles tomam a realidade urbana como uma totalidade. Considera a relação entre o uso do solo, densidade populacional, áreas verdes, tipos de construções e a temperatura da superfície, do ar, a umidade relativa, ventilação, incidência de radiação solar, configurando uma “rede” de relações que se definem no tempo e no espaço.

A análise teve como ponto de partida a incorporação de dados anteriormente coletados sobre a cidade de Morrinhos, especificamente a pesquisa de Pimentel & Santos (2006) que faz uma análise sazonal (verão e inverno) da estrutura térmica na área urbana. Esse e outros trabalhos aliado às novas pesquisas de campo revestido de embasamento teórico deram subsídios para análise e interpretação, tendo como finalidade alcançar resultados satisfatórios de acordo com os objetivos propostos. Santos (1996, p. 5) traduz a importância do trabalho de campo e enfatiza que,

[...] a percepção da realidade em estudo pelo pesquisador deve ser traduzida num modelo e que, além disso, o trabalho de campo contribui na aproximação desse modelo com a realidade, não sendo assim, encarado apenas como uma etapa do estudo, mas sim como um passo decisivo para a pesquisa.

Para a realização da presente pesquisa foram utilizados os dados já coletados anteriormente através de transecto móvel e postos fixos distribuídos estrategicamente de acordo com as peculiaridades dos setores: São Francisco, Vila Bela, Lago municipal, área central e Parque Ecológico Jatobá Centenário de Morrinhos - GO. Em todos os pontos de pesquisa com exceção do lago municipal e Parque ecológico há predominância de construções térreas principalmente residenciais.

O setor São Francisco apresenta elevada densidade populacional com moradias precárias e dimensão reduzida dos lotes cuja construção ocupa toda a área do terreno, favorecendo um aquecimento maior proporcionado pela má circulação do ar e distribuição de energia. Outro ponto a levar em consideração é a sua localização geográfica. Por encontrar-se numa meia vertente, voltada para Leste recebe incidência direta dos raios solares no período matutino podendo ser um diferencial em relação aos demais postos. A Vila Bela, outro setor que se destaca pelo seu alto índice de construção (100% construído) e pela ausência da arborização.

Além da estrutura das ruas (estreitas, largas, tipo de pavimentação), distribuição de áreas verdes, tipo e qualidade das construções, foram levados em consideração densidade populacionais e edificações e até que ponto esses fatores tem influência no comportamento dos elementos climáticos (temperatura da superfície, do ar, umidade relativa do ar (UR), ventilação, insolação) e na vida das pessoas residentes nesses locais, haja vista que Morrinhos é uma cidade de pequeno porte e ainda não contempla mecanismos próprios capaz de modificar o comportamento do clima da cidade e causar grandes transtornos a população residente.

Pelo dinamismo e constante transformação do espaço urbano e dos ritmos sociais, foi necessário além da incorporação dos dados anteriores, fazer novas leituras e reconhecimento de campo atualizando informações básicas no que se refere aos controles climáticos urbanos de cada amostragem.

O trabalho de campo se estendeu aos Setores Vila Mutirão, Vila Bela, São Francisco, JK e Sol Nascente. Sendo que nesses dois últimos já foram feitos alguns trabalhos dessa natureza.

As tomadas de temperatura e umidade do ar foram realizadas no interior e fora das residências em nível de comparação, haja vista que o tipo de material utilizado na construção de algumas casas é bom condutor de calor e interfere sobremaneira nas condições térmicas da residência, sendo considerados verdadeiros microclimas, pois até o lado pela qual está voltado sua face, o tamanho das portas e janelas, a espessura das paredes, a alturas das residências e material utilizado influencia sobremaneira nas condições térmicas do seu interior e um aglomerado

maior desse tipo de construção poderá propiciar um acúmulo de energia e provocar aumento na temperatura do ar daquele bairro, o que provavelmente seria diferente caso sua estrutura fosse construída com materiais apropriados para a realidade local, no caso específico, o clima Tropical semi-úmido.

Considerando esses fatores, as medidas foram realizadas em 02 (dois) tipos de residências: aquela cujo material é de baixo nível (paredes de placas de cimento, telha de amianto, etc.) e naquelas construídas de alvenaria estrutural (tijolo) coberta por telhas de cerâmicas, visando um comparativo entre os dois tipos de construções.

Os dados utilizados da pesquisa de Pimentel e Santos (2006) foram coletados em diferentes momentos do dia (6h, 9h, 15h e 21h) sob a influência dos diferentes sistemas atmosféricos atuantes na região (o Sistema Equatorial Continental, o Sistema da Corrente Perturbada de W, Sistema Polar Atlântico, Sistema Tropical Atlântico associado ao anticiclone Tropical Atlântico e anticiclone Polar Atlântico Tropicalizado ou em vias de Tropicalização) durante o período pesquisado.

Utilizou-se para a coleta desses dados o termo-higrômetro digital instalado dentro do mini-abrigo meteorológico, termômetro digital com haste de metal para solo, altímetro e bússola. Com exceção do termo-higrômetro digital, todos foram utilizados na nova pesquisa. Para as tomadas da velocidade do vento utilizou-se o termo-anemômetro digital. Visando medidas mais precisas, segurou-se o aparelho de maneira em que o fluxo de ar passasse através da ventoinha de trás para frente mantendo o eixo da ventoinha dentro de 20° da direção do vento.

No interior das residências utilizou-se o psicrômetro de aspiração, um aparelho preciso de rápida mensuração para fazerem tomadas de temperatura do ar seco e úmido. É constituído de dois termômetros de mercúrio, um de bulbo seco e outro de bulbo úmido, que tem seu bulbo envolto em gaze que é mantida constantemente úmida. Na parte superior há uma ventoinha e na parede do aparelho é fixado uma bateria de 9V. A diferença entre as temperaturas dos termômetros indica indiretamente, através da tabela psicrométrica, a umidade relativa do ar (UR).

As tomadas de temperatura foram feitas em 03 (três) momentos do dia, 9h, 15h e 21h, ou seja, no horário em que o sol começa a aquecer, no período mais quente do dia e após o pôr do sol; em condições de tempo estável, com céu claro e vento calmo; nublado com turbulência; período seco, frio e chuvoso. A finalidade foi observar a forma como a área pesquisada absorve e irradia o calor armazenado, "alterando localmente as condições de variáveis do clima como a temperatura e umidade" e se essa alteração ocasiona situações de desconforto térmico (MENDONÇA & ASSIS, 2003).

Após a coleta de dados fez-se a identificação dos aspectos geoecológicos (relevo, vegetação, orientação de vertente) e componentes antrópicos (densidade populacional e construções, tipos de material nas construções).

Nesta perspectiva, os autores supracitados, analisando o conjunto dos bairros e massa edificada, enfatizam que diversas variáveis devem ser levadas em consideração: a topografia que tem relação direta com a variação das altitudes do terreno pode atuar como obstáculo e redirecionamento dos ventos.

Destaca-se que nesta pesquisa os bairros se encontram em altitudes diferenciadas variando de 740 a 820 podendo gerar ou não comportamentos diferenciados na dinâmica dos ventos, dependendo do adensamento das construções e/ou condições atmosféricas e morfologia do terreno, relacionado com a forma do relevo.

Os dados obtidos em campo foram comparados uns em relação aos outros de acordo com as características físicas de cada ambiente e o tipo de tempo presente durante a pesquisa, resultante do comportamento do sistema atmosférico. Essa comparação visou detectar em cada bairro ou residência os fatores que influenciaram na variação dos elementos climáticos, não só aqueles relacionados com a ação antrópica, mas principalmente os de ordem natural. Cada bairro ou residência apresentam suas próprias características. Os elementos analisados podem ser os mesmos, porém se manifestam de formas diferentes de acordo com as influências do meio. Assim, foi possível representar o comportamento dos elementos climáticos nos bairros escolhidos para a análise.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Em um trabalho dessa natureza faz-se ímpar obter uma série de informações sobre os elementos pertencentes ao sistema do clima urbano para melhor esclarecimento da organização do clima na cidade. Hann apud Monteiro (1975 p. 6) define o clima como “o conjunto dos fenômenos meteorológicos que caracterizam a condição média da atmosfera sobre cada lugar da terra”. Sorre elabora outro conceito, de caráter mais dinâmico e bem mais próximo da realidade, superando o conceito de Hann considerado estático e abstrato. Assim Sorre (1934, apud TARIFA, 2001, p.12) define o clima como “a série dos estados atmosféricos acima de um lugar, em sua sucessão habitual”, diferentemente do tempo visto como cada um desses estados. A definição de clima proposta por Sorre é aceita por Monteiro (1971, apud op. cit) e “entende a análise rítmica como um processo interativo entre a circulação atmosférica e os elementos do clima, tratados em sua seqüência temporal”.

O estudo do clima compreende a relação entre os controles e atributos climáticos, assim, Tarifa (1981, p.16) sintetiza essas relações e ao considerar a interação entre os controles de superfície e os atributos atmosféricos enfatiza que:

[...] qualquer alteração na natureza dessa superfície, tanto espacial como vertical, altera significativamente o modo de propagação da energia, alterando conseqüentemente os resultados das trocas verticais de radiação solar e interferindo nos processos advectivos pelas mudanças que introduz no comportamento do vento. Resultam dessas interferências, alterações nas variações de temperatura e umidade, que nada mais são do que elementos ou variáveis respostas, conseqüentemente funções do balanço de energia por unidade de tempo, dentro de um espaço tridimensional.

O lugar onde pessoas vivem e realizam as mais diversas tarefas pode ser compreendido “[...] pelo estudo dos atributos atmosféricos (temperatura, umidade, qualidade do ar, conforto térmico, enchentes, entre outros) e controles (uso do solo urbano, densidade populacional e de edificações, áreas verdes, favelas, fluxos de veículos)” (TARIFA & ARMANI, 2001, p. 47).

Nesse sentido, o clima tem papel fundamental, o qual não deve ser tratado separadamente das atividades humanas [...] “mas em todas as suas interações com os fatos associados à produção do espaço através das práticas sociais vigentes no cotidiano desta sociedade urbana”. (op. cit.). O adensamento humano e urbano e a localização geográfica da área analisada influenciam de certa forma na variação térmica que associada aos sistemas atmosféricos atuantes no momento da pesquisa determinam as condições térmicas da área pesquisada.

A respeito das interações os autores supracitados ainda acrescentam que “o clima e o seu conjunto de interações físicas, biológicas, humanas e sociais fazem parte dessa totalidade e assim devem ser compreendidos”. Por exemplo, o Parque Ecológico de Morrinhos e os setores Vila Bela e São Francisco podem ser considerados como unidades climáticas urbanas, por possuir características que os diferenciam, tanto na sua localização como na sua estruturação. No entanto, não são somente essas características que vão diferenciar uma unidade climática, são vários os elementos que podem ser considerados que levará a identificar uma unidade climática urbana.

Nesse aspecto, o ritmo (sucessão habitual dos tipos de tempo) e sua dinâmica, tornam-se essencial para a compreensão dos tipos de tempo, pois existem momentos em que prevalecem à situação atmosférica atuante no momento em que foram coletados os dados e não apenas a estruturação e localização dos bairros. Em outros instantes a interação entre esses fatores é que irão determinar as condições térmicas do lugar.

O ritmo não segue um padrão, há momentos em que faz calor, outro que faz frio e assim sucessivamente. Daí a importância de observações em campo, que complementam os dados obtidos por imagens de satélites e dados de estação meteorológica. “A observação dos movimentos, repetições e diferenças dos estados do ar dentro da cidade evidenciam sempre uma totalidade de ritmos associados à natureza do espaço e do tempo (cronológico e meteorológico)” (TARIFA, 2001, p.28).

A compreensão do ritmo nos leva entender a interação entre os controles e atributos e conseqüentemente compreender as Unidades Climáticas como “diferentes”, com todas as suas

transformações do espaço, que podem ser determinadas pelo ritmo de que a sociedade ao longo dos anos vem (re) construindo o espaço onde vive. E assim observa-se que [...] “o ritmo é um dos caminhos possíveis para compreender a interação dialética entre os fenômenos físicos, biológicos, humanos e sociais do (no) espaço em um determinado lugar da superfície da terra”. (op. cit. p.29).

Estamos em direção a um mundo cada vez mais urbanizado, onde as pessoas em busca de melhor qualidade de vida se aglomeram nas cidades, produzem o espaço urbano, apropriam-se dele, transformam-o e constroem o lugar de moradia e esses lugares em sua maioria, apresentam-se como lugares de contrastes, da riqueza e da pobreza, onde a falta de infra-estrutura adequada provoca alterações nos elementos climáticos. Conti (1998, p.) discute essa questão:

[...] Evoluímos em direção a um mundo urbano, sendo inquestionável o fato de cada vez mais áreas construídas ocupam espaços antes naturais e desencadeiam profundas mudanças ambientais, através do desmatamento e da impermeabilização do solo, provocando distúrbios no escoamento e no comportamento do clima.

As diferentes formas do uso do solo e estrutura urbana devem ser adaptadas às características do meio (topografia, cobertura do solo, latitude e o clima). Diante da complexidade do espaço urbano, buscou-se elucidar os objetivos e metodologia proposta a partir de bases teóricas relacionado ao planejamento urbano, conforto térmico, qualidade ambiental e, sobretudo, o clima, o que conduzirá a uma visão mais sistêmica do meio.

O crescimento acelerado do tecido urbano e conseqüentemente da população justificam o interesse pelo estudo do clima. Esse crescimento, de um lado desencadeia aspectos positivos no âmbito dos serviços sociais, econômicos e culturais. Porém, com essas vantagens acompanham muitas vezes o declínio da qualidade ambiental em função do mau planejamento das cidades. Ressalta-se aqui algumas opiniões formuladas por Harvey (1973, apud Monteiro, 2003, p.39) a respeito desse planejamento “[...] defrontamo-nos com uma enorme tarefa, porque não dispomos do tipo de conhecimento que, no sistema total da cidade, permita-nos tomar decisões políticas sábias, mesmo quando motivadas pelos mais altos objetivos sociais”. Ainda nesse sentido Gonçalves (2003, p. 85), conclui que,

Atualmente, embora estejam em pauta as questões de natureza ambiental e haja uma consciência maior da sociedade para esse fato, as pesquisas sobre os problemas ambientais urbanos estão ainda muito pouco estruturadas e integradas. Tais estudos, pela sua própria complexidade, exigem projetos multidisciplinares abrangendo vários estudiosos para a análise dos diversos processos envolvidos, dentro de um contexto dinâmico e globalizante.

Essa nota evidencia a necessidade de produzir trabalhos no espaço urbano em diferentes níveis, tendo como metas expectativas de melhor qualidade de vida para a sociedade. Com isso, é necessário o envolvimento de todo cidadão, incluindo principalmente políticos responsáveis e conscientes do seu dever com a cidade e é a partir desse envolvimento que as teorias e modelos propostos podem ser colocados em prática. Em relação à qualidade do ambiente urbano quando refere-se ao tipo de clima produzido a partir do processo de urbanização essa preocupação deve ser ainda mais intensa, porque envolve diversas variáveis que podem provocar uma desorganização do espaço.

Referimo-nos a essas variáveis aos fatores constituintes neste espaço (qualidade do material utilizado nas construções, arranjo do arruamento, rugosidade, asfalto, pouca ou nenhum espaço verde) e ao desenho urbano que não é na maioria das vezes adaptado ao tipo de clima da região. Essas diferenciações criam microclimas dentro da cidade pelo desempenho térmico de acordo com as várias formas de uso e ocupação do solo. É o que Chandler (1962, apud Vidal, 1991, p. 31) chama de “coleção de microclimas”.

Então concentrar várias atividades num só local implica dizer que há também uma produção maior de fontes de calor. Sendo assim, a cidade comporta-se como um modificador do clima, originando os climas urbanos que na concepção de Monteiro (1975, p.116-117) “é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização”. Este enunciado segundo o autor serve mais como resposta à pergunta: “Como devemos denominar um sistema singular,

que abrange um clima local (fato natural) e a cidade (fato social)? Ainda coloca que “não há preocupação em precisar a partir de que grau de urbanização e de que características geocológicas locais se poderia usar o termo clima urbano”. Para este autor [...] “O espaço urbanizado, que se identifica a partir do sítio, constitui o núcleo do sistema que mantém relações íntimas com o ambiente regional imediato em que se insere”. Dessa forma entende-se a importância de relacionar as repercussões locais ao sistema regional e essa relação pode ser tanto em escala ascendente quanto descendente. O comportamento do sistema local é uma resposta a influência do regional.

O homem é um elemento do sistema e com sua capacidade de transformar a estrutura urbana, acaba influenciando na entrada de energia. De acordo com Lombardo (1985, p.25):

A radiação solar que entra na cidade é menor, [...] devido à grande quantidade de aerossóis. No entanto, ocorre um aumento da radiação emitida pela cidade, no espectro de ondas longas, causada por temperaturas de superfície mais elevadas, como concreto, tijolos, asfalto e outros materiais de construção. Em condições principalmente de calma, em que há poucas trocas turbulentas, grande parte da energia irradiada volta à construção urbana através da reemissão radiativa de onda longa pela atmosfera.

O calor intenso ligado à qualidade do ar nas áreas urbanas prejudica de certa forma na saúde do homem provocando problemas de coração, circulação e respiração. Segundo Eriksen (1978, apud Lombardo, 1985); “este estudo se insere, portanto, como componente básico ligado à questão do conforto térmico”. Para Monteiro (1975, p. 124) este canal de percepção humana, engloba:

[...] as componentes termodinâmicas que, em suas relações, se expressam, através do calor, ventilação e umidade nos referenciais básicos a essa noção. É um filtro perceptivo bastante significativo, pois afeta a todos permanentemente. Constitui, seja na climatologia médica, seja na tecnologia habitacional assunto de investigação de importância crescente.

Em outro momento, ele acrescenta que:

[...] a associação da temperatura à umidade fornece o parâmetro básico para a temperatura sensível e para a noção de conforto. Nesse ponto, a climatologia urbana dirige suas informações à bioclimatologia, ou Geografia Médica, não só na caracterização quantitativa como na evolução rítmica do tempo. Do mesmo modo, a análise termodinâmica da cidade fornece a informação básica ao arquiteto e ao urbanista. É exatamente nesse nível de criação dos espaços habitacionais e urbanos que se estabelecem os mecanismos de reciclagem e adaptação do sistema urbano ao clima em especial e à qualidade ambiente de modo mais abrangente. (MONTEIRO, 2003, p 48).

Percebe-se então que esta questão é um dilema que vem se arrastando há muito tempo. E é um problema que tende a aumentar, dada às transformações rápidas do espaço natural em artificial. Infelizmente é lamentável que urbanistas e arquitetos não utilizem de parâmetros climáticos essenciais para a criação de espaços urbanos viáveis ao habitar de qualidade. O uso do solo está relacionado à especulação imobiliária intensa, que danifica o espaço, não apenas no que se refere à destruição dos fatores naturais, mas também o social.

Todavia, os reflexos negativos na qualidade de vida das pessoas nos aglomerados urbanos clamam por medidas urgentes e eficazes e as informações oferecidas através de estudos, em particular, o clima, são instrumentos que podem colaborar para efetivar essas medidas.

## ÁREA DE ESTUDO

O Centro-Oeste no qual o Estado de Goiás insere-se apresenta no seu espaço geográfico variação de temperatura que se deve de acordo com Nimer (1989) à variação de latitude, à posição no interior do continente e às diferentes intensidades de participação do anticiclone polar.

A cidade de Morrinhos localiza-se a sudeste do Estado de Goiás, pertence a mesorregião do Sul Goiano, na microrregião do Meia Ponte, altitude variando de 730 a 825m, entre as coordenadas 17º 43' 54" S e 49º 06' 03" W. A área do município é de 2.846,156 Km<sup>2</sup> e faz divisa

com os municípios de Água Limpa, Aloândia, Buriti Alegre, Caldas Novas, Goiatuba, Joviânia, Piracanjuba, Pontalina e Rio Quente. Apresenta um relevo com modelados suaves do tipo tabular e nele se desenvolvem latossolos vermelho-amarelo e escuro.

Observando a classificação climática de Koppen, este município enquadra-se no tipo AW, regime pluvial tropical semi-úmido. A temperatura média anual é da ordem de 20°C e o mês de julho apresenta a menor média de temperaturas mínimas (13°C). O regime pluvial é bem definido, com verão chuvoso de outubro a abril e inverno seco de maio a setembro. A média anual da precipitação pluvial é de 1.500mm (FILHO et al 1999, apud ARANTES 2001).

Quando há desmatamento para implantação de lavoura e pastagem, o solo torna-se desnudo e seco, isto contribui para o aquecimento da atmosfera e, este aquecimento (calor) é transportado para a cidade através do vento e encontra na área urbana, condições favoráveis para o armazenamento deste calor. Morrinhos sofre influência das áreas adjacentes, principalmente do quadrante leste, proporcionado pelo uso intenso do solo que se encontra na maior parte do ano desnudo. A direção leste apresenta-se mais favorável a agricultura, o que impediu de certa forma a expansão urbana, concentrando o seu crescimento mais em direção a BR 153, apesar de haver alguns espaços vazios, fruto de especulação imobiliária e da falta de planejamento urbano. De acordo com Rodrigues (1994) apud Silva (2006, p. 117):

[...] muitos loteamentos são realizados, e colocados a venda, com pouca ou nenhuma infra-estrutura, o que significa que de várias formas os compradores se organizam e lutam pra obter os equipamentos e serviços coletivos - asfalto, transporte coletivo, luz, água, escola, creches, postos de saúde etc.

A Lei nº 106 de 21 de maio de 1973, o Código de Postura do Município de Morrinhos o qual dispõe sobre o loteamento urbano e para que haja o loteamento é necessário o cumprimento de algumas regras descritas no artigo 34 que determina: qualquer loteamento deve contar com toda infra-estrutura antes de se colocar à venda, isto está explícito neste artigo da seguinte forma:

Antes da elaboração do projeto de loteamento, o interessado deverá requerer que defina as diretrizes para o traçado dos lotes, do sistema viário, dos espaços livres de uso público e das áreas reservadas para equipamento comunitário, apresentando, para esse fim, planta do imóvel, em escala 1:1000. (SILVA, 2006, p. 119)

Contudo, essa exigência é desrespeitada na maioria das vezes, restringindo apenas ao arruamento e instalação da rede elétrica, que é de interesse da empresa concessionária a ampliação da oferta desse serviço.

As questões relativas aos impactos ambientais como o uso intenso de concreto; posição das residências quanto a incidência direta dos raios solares; falta de áreas verdes e espaços livres; construção em áreas próximas a cursos d'água; fundo de vales, não são pensadas quando o empreendedor imobiliário busca a instalação e venda de um novo loteamento, isto implica dizer que os requisitos básicos para definição do macrozoneamento não são seguidos porque o instrumento fundamental de acordo com o Estatuto da Cidade é o conhecimento da realidade local, cabendo a prefeitura a utilização de um sistema de informações com:

[...] dados de geomorfologia, que indicarão as áreas mais e menos adequadas a ocupação, baseados na qualidade do solo, nos índices de declividade, da altura do lençol freático; dados relativos aos ecossistemas, que indicarão as áreas de vegetação ou fauna de interesse estratégico, a serem preservados, ou cuja ocupação deve ser fortemente monitorados [...]. (Estatuto da Cidade, 2002, p. 42)

No projeto de lei nº 2.208, de 14 de dezembro de 2007 que institui o Plano Diretor Democrático do Município de Morrinhos, em suas diretrizes para a proteção do meio ambiente do território municipal diz que: "deve proteger as áreas de fragilidade ambiental impróprias a ocupação; garantir a reserva de áreas verdes em loteamentos urbanos e em parcelamentos rurais". No item que se refere a inclusão territorial e moradia digna tem como objetivo "implantar infraestrutura e equipamentos nas áreas urbanas ocupadas por população de baixa renda; prever e corrigir efeitos gerados que degradam o ambiente urbano e comprometam a qualidade de vida

da população”. Apesar desta lei ser recente, o Estatuto da Cidade promulgado em 10 de outubro de 2001, já exigia uma política urbana em municípios com mais de 20 mil habitantes voltado para o planejamento e gestão urbana (Plano Diretor). Porém, Morrinhos só veio elaborar o seu plano no último prazo estipulado pela lei federal, e isto certamente contribuiu para o descaso quanto as exigências de contenção e/ou preservação ambiental nos novos loteamentos.

Isto pode ser verificado pela aberturas de vários bairros nos últimos dez anos, nos quais se percebe na sua estrutura a falta de planejamento, pois as áreas verdes como parques, praças bem arborizadas são inexistente. A estrutura das ruas e das construções beneficia o acúmulo de calor dada a desorganização do espaço. Os moradores ampliam suas residências e ocupa todo o lote, sobrando um espaço ínfimo, assim é quase impossível o plantio de árvores, seja ornamental ou frutífera nos quintais, o que favoreceria o aumento da umidade e diminuição da temperatura, cita-se como exemplo o setor Sol Nascente localizado a 820m de altitude e Vila Bela a 805m.

A expansão da cidade é mais acentuada no sentido noroeste com a instalação da Vila Santos Dumont (1ª e 2ª etapa), Monte Verde, Vila Mutirão e Nossa Senhora do Carmo, Setor Aeroporto, Jardim Santa Terezinha, Setor Sul dos Pomares, Felício Chaves e Bela Vista I e II. No quadrante leste surgem os bairros Morro da Saudade I e II, e Sol Nascente; a sudoeste a Vila Nova, e nordeste, setor Genoveva Alves, Jardim Romano e Jardim Goiás. Esta configuração espacial demonstra a disponibilidade de terras e condições geográficas propícias a sua ocupação. Silva (2006, p. 59) acrescenta que,

As relações sociais de Morrinhos, que determinaram a estruturação do espaço urbano, revelam que este foi sendo ocupado lentamente, produzindo as formas que não nasceram apenas das possibilidades técnicas de uma época, mas, também, das condições econômicas, políticas e culturais.

Como já foi mencionado na metodologia, para esta pesquisa tomaram-se como objetos de análise: A vila Mutirão cujas residências são construídas na sua maioria de placas de cimento, Vila Bela, 100% de área construída, setor JK, fundo de vale, as margens do córrego Maria Lucinda, São Francisco de Assis, área de invasão, sendo um dos setores menos favorecido quanto a infra-estrutura e Sol Nascente, localizado na divisa com o entorno rural. Todos esses setores apresentam um diferencial quanto as suas peculiaridades. E esse diferencial suscitou o desenvolvimento da presente pesquisa, cujo resultado final servirá de apoio para o planejamento urbano desta cidade.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **Vila Mutirão**

Notadamente, as pessoas que mais sofrem com as alterações climáticas são aquelas que habitam em bairros mais carentes. Por falta de infra-estrutura adequada, e sem condições financeiras, as residências são construídas com materiais de baixa qualidade, o que lhes confere um maior aquecimento. São materiais bons condutores de energia que absorve calor facilmente, causando um desconforto térmico maior. Berte (2000, p.1) enfatiza essa questão quando diz que:

O conforto térmico é uma necessidade real do ser humano que, intuitivamente, sempre procurou um abrigo para se proteger das condições climáticas a que está exposto. No entanto, o desenvolvimento da construção civil provocou mudanças nas exigências do homem, que passou a admitir o conforto ambiental como plano secundário.

Nesse sentido, o Bairro Vila Mutirão, com 168 edificações e apenas 01 terreno baldio, localizado a noroeste (NW) da cidade de Morrinhos numa altitude aproximada 770m, foi o mais representativo pelas suas características, predominando construções de baixo padrão, como telhas de amianto, paredes de placas de cimento, casas pequenas e sem ventilação. Apesar de sua proximidade com uma área de preservação (Parque Ecológico) não foi perceptível à influência da mesma na variação térmica desse bairro. Isso demonstra a importância de espaços verdes distribuído no setor e que a concentração de vegetação em um só lugar pouco ou nada interfere nas condições térmicas de grandes áreas.

Através dos dados coletados em campo foi possível observar que as temperaturas no interior e fora das residências variaram de acordo com o horário das medidas, associado ao tipo de construção, maior ou menor arborização e a incidência direta dos raios solares. As diferenças térmicas mais consideráveis foram constatadas nos horários em que a radiação solar direta é maior. No dia 12/04/2008 no horário das 15h constatou maior temperatura nas residências de taipa em relação às de tijolos, registrando 30,4°C e 28,7°C, diferença de 1,7°C. Já no dia 13/04/2008, 32,4°C e 30°C diferença de 2,4°C, em média, nas mesmas condições atmosféricas, ou seja, com céu parcialmente nublado com intensidade do vento de acordo com a escala de Beaufort entre 0 a 1. A nebulosidade foi provocada pela baixa pressão associada a ação do Sistema Tropical Atlântico (nebulosidade local, decorrente do aquecimento basal da massa de ar acompanhado de chuvas convectivas) que podem provocar chuvas isoladas no final da tarde.

Através da coleta de dados foi notória a variação de temperatura do ar (28,7°C a 30,7°C para a temperatura interna e 27,7°C a 30,2°C para a externa) e do solo (29°C a 31°C para a interna - piso e 29°C a 32,5°C externa - solo exposto). O menor valor de temperatura do ar foi registrada na residência 3, construída de alvenaria, sem revestimento (reboco), presença de vegetação (bananeiras de porte alto e árvores frutíferas) e protegida da incidência dos raios solares.

Durante todo o dia, esta residência manteve-se sombreada, o que lhe conferiu uma menor temperatura (28,7°C) e maior umidade (70%). O lado externo também se conservou nas mesmas condições (temperatura menor e umidade maior) em relação às demais construções. Porém, a temperatura no interior dessa residência apresentou-se maior que as temperaturas externas (28,7°C e 27,7°C, respectivamente; diferença de 1°C), favorecido pela vegetação, circulação do vento e radiação difusa, ou seja, os raios solares não incidiam diretamente no solo. Esse fato também é resultante da presença de nuvens, poeiras em suspensão e outros obstáculos o que leva a atenuação dos valores de temperatura. De acordo com Ferreira, (2006, p. 21) “quando um fluxo de energia radiante se propaga na atmosfera, interage com seus componentes e sofre atenuação, que resulta de dois fenômenos distintos, absorção e espalhamento”.

As condições de tempo mostravam-se parcialmente nublada e nessa situação os contrastes térmicos não sofrem muitas variações. As nuvens alto-estratos presente nesse dia aliado a outros fatores refletiram essas condições, isso implica dizer que, “As nuvens refletem muito da radiação que cai sobre elas; se a camada de nuvens for espessa e completa, apenas cerca de um décimo da radiação alcança a superfície da terra, como luz difusa”. (FORSDYKE, 1975, p. 40)

No dia 13/04/2008 nesse mesmo horário (15h), o céu sobre Morrinhos encontrava-se com poucas nuvens, (1/8 a 2/8) na Vila Mutirão, o vento manteve-se mais constante e todas as residências, seja de alvenaria (tijolo) ou taipa (placa de cimento), apresentaram temperaturas mais elevadas, favorecido pela menor quantidade de nuvens, pois estas ao se abrirem,

[...] um ponto específico poderá receber o raio de sol direto, além de alguma radiação refletida pelas nuvens, resultando numa temperatura mais elevada do que se não houvesse nuvens presentes. (op. cit)

Nesse sentido, Ferreira (2006, p. 22 – 23) enfatiza que “[...] em um dia claro, a maioria da energia da luz visível que vem do sol pode passar pela atmosfera sem ser absorvida pelos gases contidos nela”, sendo absorvida, transmitida ou refletida, dependendo do uso e ocupação do solo. Contudo, a diferença térmica não se relaciona apenas com a ausência de nuvens, outros fatores também influenciaram, como o tipo de materiais utilizados nas edificações aliado ao aumento da luz incidente do sol e o vento. Este, segundo Assis, (1990) apud Mendonça & Assis (2003, p. 47) possui “[...] um papel importante na dispersão de poluentes na atmosfera e, quando há uma deficiência de ventilação, outros elementos do clima, tais como temperatura do ar e precipitação são alterados”. Esses fatores determinaram a variação da temperatura alcançando 32,9°C às 15h, diferença de 2,2°C na mesma residência e no mesmo horário, porém em dia e condições de tempo diferente.

Uma das residências analisadas demonstrou claramente a influência na variação dos elementos climáticos a partir do tipo de material utilizado na sua construção. Um fato curioso que chamou a atenção foi verificado na residência 2 que contempla os três tipos de materiais (placa de cimento, telhas de amianto e alvenaria).

Durante as medidas constatou-se que a diferença interna de temperatura do ar entre um cômodo e outro às 15h chegou a 1,5°C a mais. De acordo com a moradora isso é perceptível e durante o dia, procura realizar as suas atividades na cozinha pela existência de janelas e portas mais amplas que facilitam a entrada do vento. Segundo Carlo (1999) apud Mendonça e Assis (2003, p. 47) “a ventilação é vista como um instrumento de controle do clima local, considerando a dinâmica dos ventos a partir da relação entre o sentido dominante dos ventos e a estrutura do recinto urbano”.

Os dados térmicos externos encontrados nas residências 2 (taipa) e 3 (alvenaria), neste horário (15h) variaram de 30,2°C a 27,7°C, diferença de 2,5°C no dia 12/04/2008. Enquanto na parte interna 29,7°C e 28,7°C, diferença de 1°C. Comparando os valores térmicos internos das residências 2 (32,7°C, para taipa) e 3 (30,2°C, alvenaria) do dia 13, constatou-se também uma diferença de 2,5°C nesse mesmo horário. Essa diferença também ocorreu entre um dia e outro na mesma residência e no mesmo horário dado a ligeira mudança das condições atmosféricas, apesar de ainda estar sob o domínio do mesmo sistema.

O maior valor térmico encontrado na residência 2 explica-se pela incidência direta do sol na fachada da casa no período da tarde. A radiação solar incidia diretamente no interior da sala (cômodo de alvenaria). O segundo cômodo é “abafado” pela falta de ventilação e, por ser construída de placas de cimento convergiu para um maior aumento de temperatura. Ressalta-se ainda que a casa se encontra próxima do asfalto o qual possui elevado grau de condutividade térmica o que propicia maior aquecimento, devido a cor, exposição e características de condução de calor frente a entrada de radiação, uma vez que o calor específico do asfalto é baixo.

A residência 1 de placas de cimento não recebe incidência direta dos raios solares na parte frontal, impedida pela presença de árvores na calçada (embora não seja impermeabilizada). Porém, toda energia se limitava às laterais (a frente e fundo da casa não recebiam luz solar diretamente). Outro fator é o tamanho (casa embrião, composta de sala, quarto e banheiro). As janelas não são bem distribuídas, o que não favorece a entrada do vento, pois esta se localiza no sentido noroeste e o vento se deslocava de leste, parte da casa em que não possui janelas. As portas ao serem distribuídas no mesmo sentido, favorecem a canalização do ar. Essas características levam a pensar num valor térmico que não seja tão acentuado se comparadas à outra residência construída com o mesmo material, porém dispostas a influência de diversos fatores como a orientação da casa em relação à incidência direta da radiação solar e obstrução do vento, que favorece um maior aquecimento.

Durante a pesquisa relatou-se através de conversas informais com a moradora residente na casa 1 que a sensação de calor é homogênea em todos os cômodos da casa. No verão esse calor é constante tanto durante o dia quanto a noite, sendo dispensável o uso de cobertores. Diferentemente do inverno, que apresenta frio durante os dois períodos, há maior discrepância nos valores de temperatura quando comparado o período diurno com o noturno. Na parte externa da residência tendem a sentir uma sensação de conforto dado à presença de árvores no quintal (frente e fundo da casa). Ainda pode estar relacionado ao fato de que a calçada e quintal não são impermeabilizados além de possuir recuo em relação ao asfalto da rua.

No horário das 9h do dia 12/04/2008 não foi realizado coleta de dados por falta de disponibilidade de moradores para nos atender. No dia 13 do mesmo mês e ano, foi possível as medições nesse horário, mas, não constatou tanta variação entre as mesmas. No entanto a maior diferença ocorreu entre a casa 3 e 4 (alvenaria e taipa) 1°C a menos para a residência de alvenaria.

No horário das 21h as temperaturas entre os dois tipos de residência mantiveram semelhantes, porém com uma maior discrepância para as de alvenaria (tijolo) e coberta de telha cerâmica. A capacidade térmica das telhas de amianto e placa de cimento é baixa, ou seja, se aquecem muito rápido durante o dia e resfriam rápido à noite, inclusive, mais do que as de alvenaria que possui elevada capacidade térmica (se aquece e resfria lentamente). De acordo com Jardim (2007, p. 35) “[...] as propriedades de armazenamento e condução de calor dos materiais influenciam largamente a temperatura dos materiais”. Estes materiais estocam calor durante o dia influenciado pelas propriedades térmicas e emite grande radiação no período noturno. Este

autor dá ênfase ainda

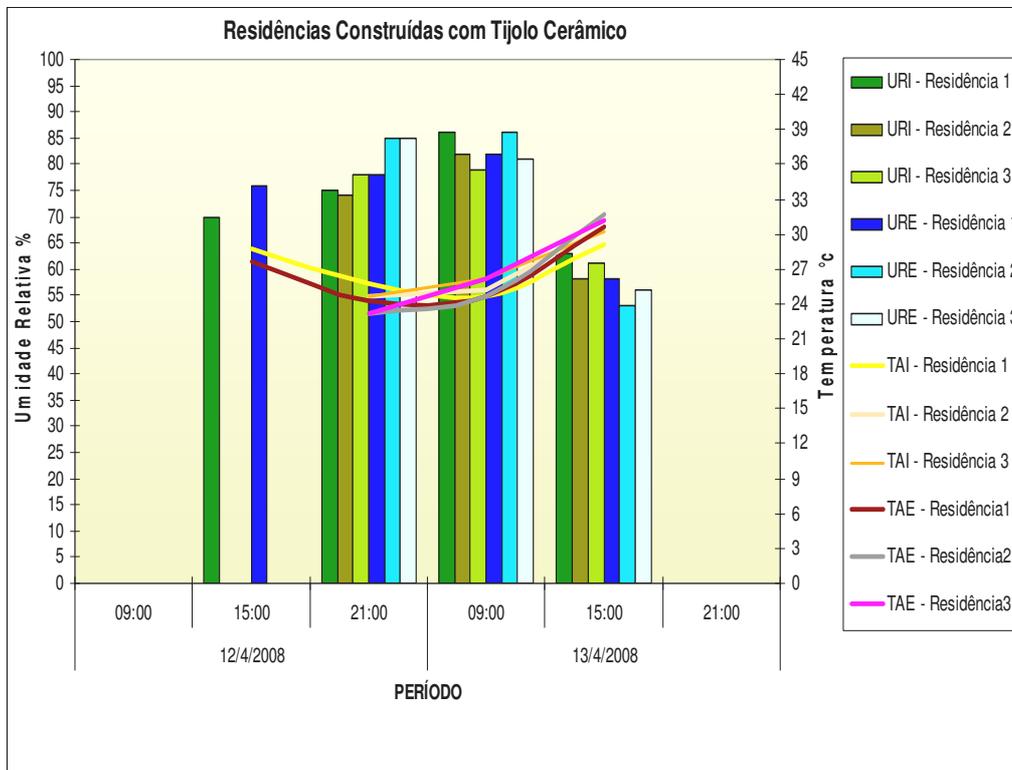
[...] a importância da configuração geométrica, a orientação das fachadas principais, tamanho e localização das janelas (estas, possibilitam a luz do dia, ventilação para o conforto fisiológico e resfriamento estrutural do edifício), propriedades dos materiais de construção e a cor das superfícies externas (a influência da cor é máxima no telhado e pode implicar em ganho de calor para o ambiente interno).

Isso reflete na diferença de temperatura no horário noturno entre os dois tipos de residências, apresentando temperaturas maiores do que aquelas cobertas por telhas de cerâmica. Os gráficos 1 e 2 representam algumas situações descritas anteriormente.

A diferença térmica do solo (piso) no interior das residências também foi perceptível, alcançando aproximadamente de 2°C a 4°C de diferença no horário das 15h. Reforçando a questão de que o ar aquece de baixo para cima, seus materiais constituintes reforçam essa discrepância. Com aspectos de tempo semelhantes, a variação de temperatura do solo (exposto) durante do dia (15h) foi bastante acentuada se comparado às 21h, alcançando aproximadamente diferença de 10°C. “Essa diferença pode ser explicada pelo poder de refletância que as superfícies duras e solo desnudo têm para refletir a energia, aquecendo rapidamente durante o dia e ocorrendo o inverso à noite” (PIMENTEL & SANTOS, 2006, p.50) (Gráficos 3 e 4).

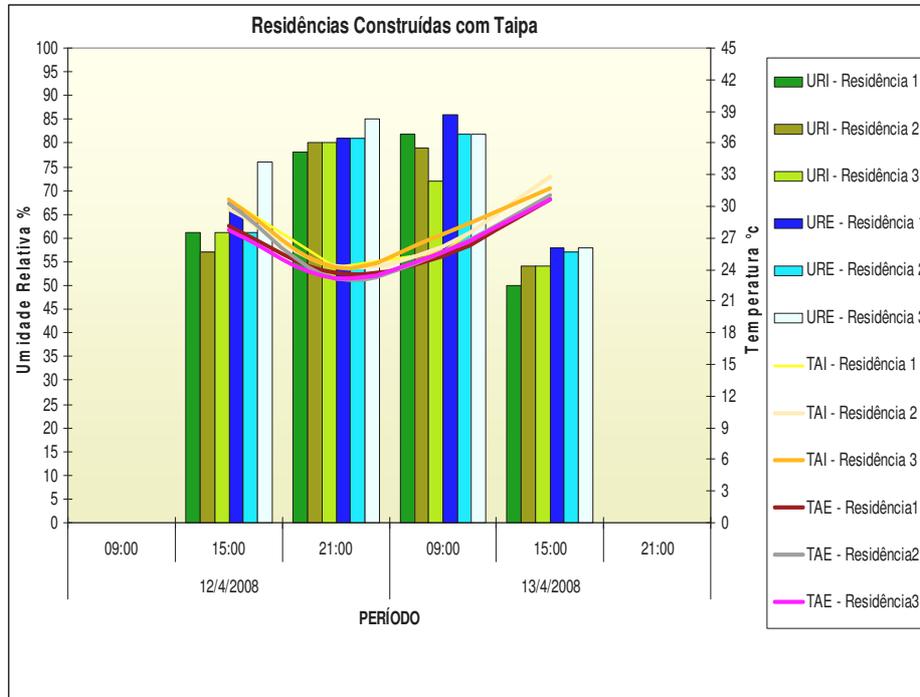
A temperatura do solo interno (piso) em relação ao solo externo (exposto) variou de 0,8°C na residência de tijolos a 4,3°C na taipa. Isto aponta para a maior capacidade de reter calor do cimento e do amianto, aliado a poucos espaços destinados à ventilação natural nas residências.

**Gráfico 1** - Variação termo-higrométrica do ar em ambientes interno e externo de residências. Vila Mutirão - 12 e 13 de abril de 2008



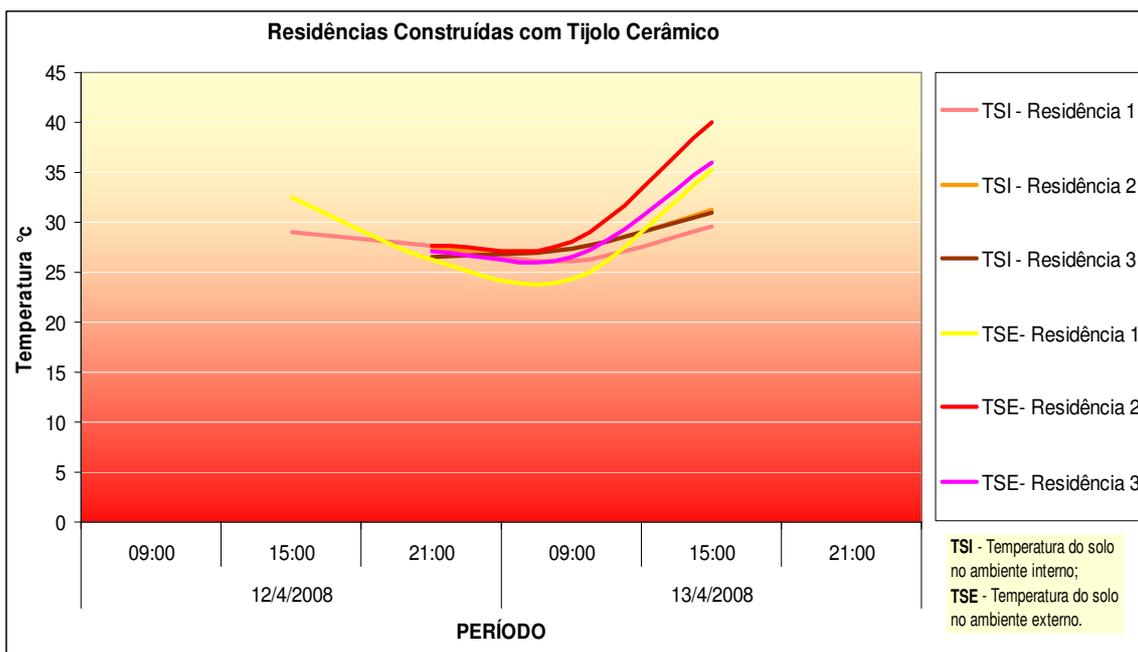
URI - Umidade relativa do ar interno; URE - Umidade relativa do ar externo; TAI - Temperatura do ar interno; TAE - Temperatura do ar externo.

**Gráfico 2** - Variação termo-higrométrica do ar em ambientes interno e externo de residências.  
Vila Mutirão – 12 e 13 de abril de 2008

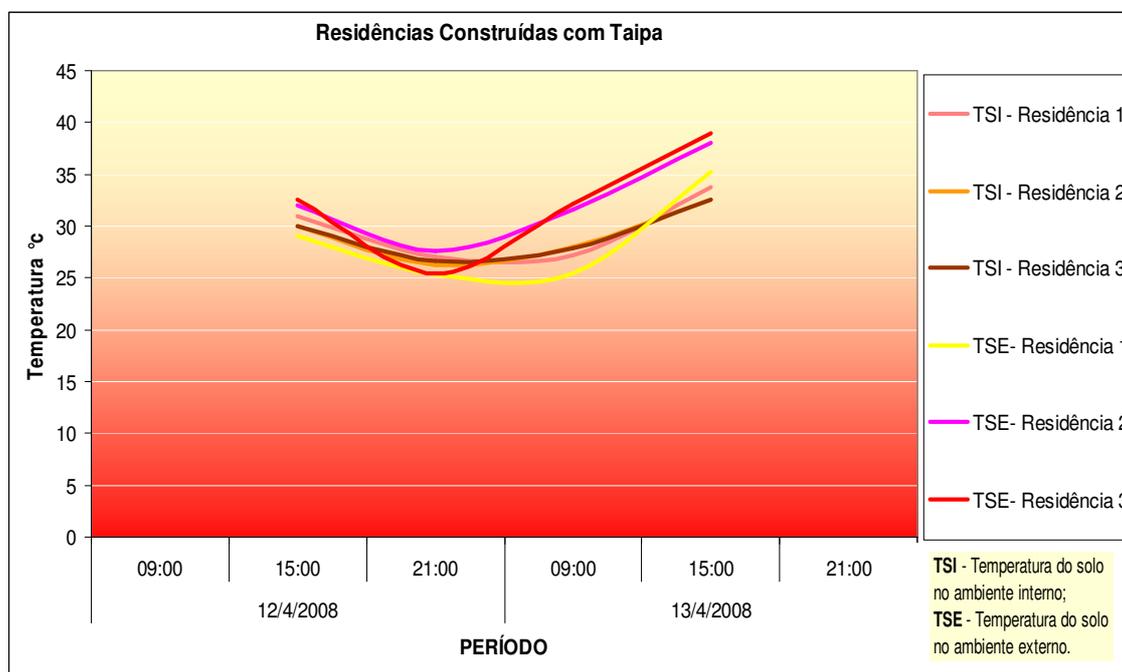


URI - Umidade relativa do ar interno; URE - Umidade relativa do ar externo; TAI - Temperatura do ar interno; TAE - Temperatura do ar externo.

**Gráfico 3** - Variação térmica do solo em ambientes interno e externo de residências.  
Vila Mutirão – 12 e 13 de abril de 2008



**Gráfico 4** - Variação térmica do solo em ambientes interno e externo de residências.  
Vila mutirão - 12 e 13 de abril de 2008



Nota-se que o material com o qual a residência é construída exerce forte influência no conforto térmico das habitações e das pessoas, e não existe uma grande preocupação com os materiais de construção das mesmas. E essa despreocupação em adaptar essas construções ao clima, pode proporcionar um maior desconforto térmico. Os materiais utilizados nas edificações devem se adequar, de forma a satisfazer as pessoas que ali residem e o meio externo.

Algumas características das áreas urbanas influenciaram na variação dos elementos climáticos, como a densidade urbana, localização (fundo de vale, topo, vertente), largura, orientação das vias públicas e áreas verdes. Essa questão está explícita em um dos trabalhos realizados por Pimentel & Santos (2006, p. 85) que ao fazer uma análise dos valores térmicos obtidos entre o Parque Ecológico Jatobá Centenário em Morrinhos - GO e alguns setores da área urbana, concluiu que esse Parque:

[...] revelou-se como um perfeito exemplo de microclima, fato verificado ao comparar seus valores térmicos de temperatura do ar seco com aqueles verificado na cidade, principalmente no período matutino, onde ele alcançou 8,6°C a menos. [...] Quanto a umidade relativa, o Parque obteve em média 65,6%, enquanto a Vila Bela 33,7%, a menor registrada, portanto 31,9% de diferença entre ambos. Isso confirma a capacidade e a influência das áreas verdes em manter condições microclimáticas não apenas interna como também as áreas adjacentes, diminuído sua capacidade à medida que é retirada sua vegetação.

Às 15h nos dias 12 e 13/04/08, as residências de taipa registraram maior temperatura do ar interna diferença de até 2,7°C em relação à de tijolo, bem como a menor umidade relativa do ar (UR), 13% a menos. Nas de taipa observou-se que as UR internas apresentaram-se menores que as UR externas, enquanto que nas de tijolos ocorreu o oposto.

### Vila Bela

A segunda unidade (bairro) analisada refere-se à Vila Bela, localizada a 805m de altitude. Possui 270 edificações e apenas 04 áreas livres, onde se detectou uma relação entre os valores de temperatura e o uso do solo. A orientação e tamanho das ruas, densidade da área construída (aglomeração de residências), a orientação das fachadas das casas e das ruas, e sua localização impedem que o vento circule livremente e com isso retenha maior energia,

produzindo certo desconforto para a população ali residente. Esses fatores têm papel fundamental na variação de temperatura, aliado a impermeabilização do solo e falta de vegetação. Quanto a questão da ventilação das ruas, calçadas e edifícios, têm relação direta com a forma de como estas estão dispostas. Nesse sentido Santana (1997, p. 56) ressalta que:

A melhor ventilação nas ruas e calçadas é alcançada quando estas são paralelas à direção dos ventos predominantes durante as horas da tarde (quando a temperatura urbana alcança o seu máximo). Entretanto, se os edifícios estão muito perto uns dos outros e suas fachadas dão para as ruas, o potencial de ventilação do edifício está comprometido.

Esta questão é retrato das características predominantes nessa Vila, o que leva ao maior aquecimento nas residências que se encontram paralelo as ruas. Pois além da velocidade do vento ser baixa ao nível da rua, ocorre o efeito de obstrução pelas próprias residências, pois as mesmas não favorecem a ventilação, por possuir ausência de elementos arquitetônicos (janelas amplas, varandas com laterais abertas) que beneficiem a entrada de ar no interior das residências. A baixa velocidade do vento dificulta a troca térmica pelo processo de convecção, o que converte em maior temperatura do ambiente.

Fazendo uma releitura dos setores mais antigos, conclui-se que já não dispõem de muitas áreas livres, indicando que cada vez mais as áreas construídas substituem espaços naturais existentes, aumenta o índice de material impermeável e, conseqüentemente, o albedo e sua refletância. Esta situação é comprovada a partir de pesquisas realizadas na Vila Bela por apresentar grande pavimentação asfáltica, área com pouca vegetação nas ruas e quintais, lote em sua maioria impermeabilizado, ruas estreitas, 100% espaço construído e terrenos pequenos. Segundo Santana (1997, p.108) são “fatores que contribuem para o aquecimento dos espaços, pela facilidade de acumular calor devido às propriedades termodinâmicas dos materiais constituintes agravados pela ausência da vegetação com seu papel fundamental da interceptação da radiação solar direta e difusa refletida por pisos e paredes”.

De acordo com Ferreira (2006) o concreto seco reflete em média 17% a 20% e o asfalto 05% a 10%. O material que tem maior poder de refletância induz a um menor aquecimento, porém isso não acontece dada a elevada taxa de condução de calor. Por outro lado, se um edifício é revestido com material que tem maior capacidade de refletir a luz solar (vidro, cor clara, textura lisa e brilhante etc.) do que absorver, o interior desse edifício tende a ser mais frio se comparado ao espaço externo. Isso não acontece nas residências construídas de placas de cimento e cobertas por telhas de amianto porque esse material é fino e de elevada condutividade térmica, ou seja, parte da radiação passa pelo material, outra parte é absorvida e ainda refletida. A partir daí pode ocorrer tanto o aquecimento quanto o resfriamento do meio. No inverno, segundo relatos de moradores, durante os dias e noites o frio é intenso e na primavera e verão acontece o inverso. Isso é perceptível através da sensação térmica entre os dois tipos de residência (alvenaria e placas de cimento). Jardim (2007, p.125) faz menção a capacidade térmica de determinado tipo de residência e:

[...] explica porque as antigas casas coloniais, com paredes espessas, eram mais confortáveis ( do ponto de vista térmico) do que as casas de hoje, com paredes finas e, portanto, de baixa capacidade térmica e elevada taxa de condução de calor. Ao transferir parte do calor para o ambiente interno da casa, o seu interior se aquece.

O concreto e o asfalto tanto retém como irradiam calor em quantidades consideráveis, fazendo com que nas áreas onde há presença predominante desses elementos as temperaturas tendam a ser mais elevadas e umidades menores. Já as florestas e solos escuros de acordo com Ferreira, (2006) tem um albedo menor porque refletem menos radiação visível, ou seja, há um maior poder de absorção. Essa energia absorvida, promove a evapotranspiração, diminuindo a temperatura e aumento da umidade.

As residências desse setor são todas de alvenaria, com paredes revestidas e telhas cerâmicas, quintais impermeabilizados, muradas e pouca ou nenhuma árvore. Algumas foram analisadas e percebeu-se que houve pouca variação de temperatura entre elas.

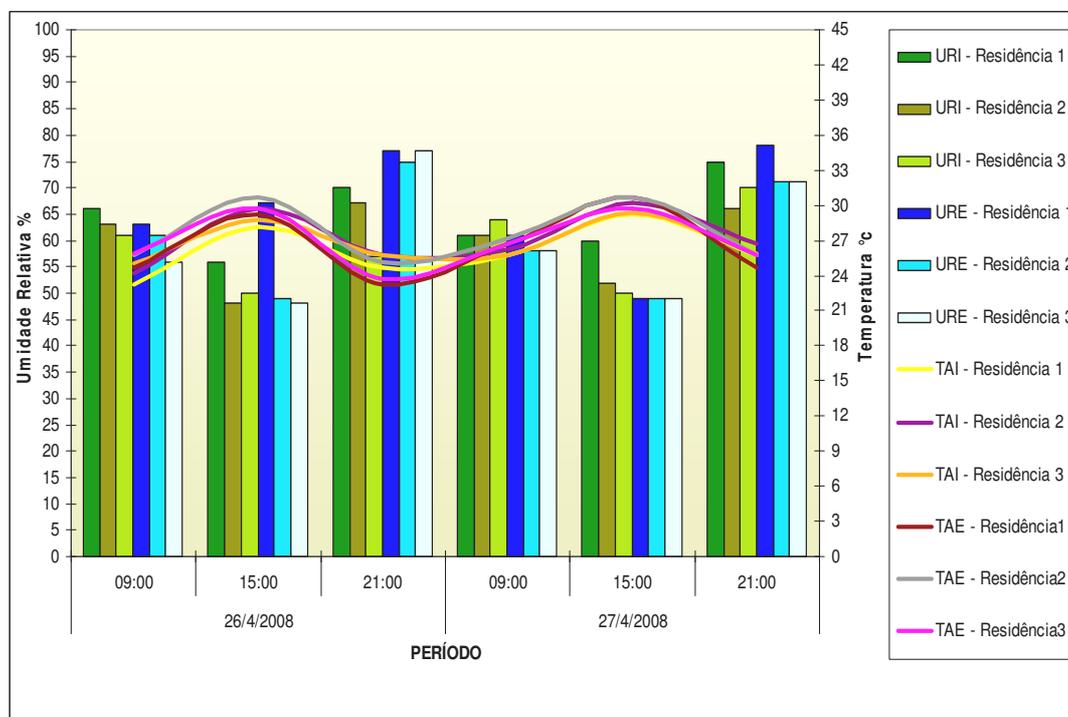
No dia 26 de abril no horário das 9h a diferença de temperatura interna mais significativa ocorreu entre a residência 3 (25°C) e 1 (23,2°C), 1,8°C a mais para a residência 3, isso porque nesse horário o sol incide diretamente na lateral nordeste e frente.

As residências 1 e 5 obtiveram valores externos de 24,7°C e 26°C respectivamente no horário das 9h do dia 26, contabilizando uma diferença de 1,3°C. Visto que essas unidades (residências) se encontram em sentidos diferentes (residência 1 voltada para oeste e 5 para noroeste). Apesar da residência 5 não receber incidência direta do sol nesse horário esteve mais aquecida do que a residência 1 que recebe mais energia solar. Analisando as características de cada uma chegou-se a conclusão que esse valor mais elevado ocorreu pelo material utilizado na cobertura da varanda (telha de amianto), aquecendo mais rápido o ambiente.

No horário das 15h e 21h, registrou 2°C de diferença interna entre as residências 1 (28,2°C e 24,7°C, respectivamente) e 5 (30,2°C e 26,7°C). Esta diferença mais expressiva foram naquelas que recebiam incidência solar direta em determinado momento do dia (15h) aliado às estruturas das residências e do setor que dificultava a livre circulação do vento. Nessas condições, verificou-se tendência de acúmulo de calor.

Às 9h, nos dias 26 e 27/04/08, em todas as residências, os valores de temperatura do ar interna mantiveram-se menores, enquanto a noite (21h) apresentaram temperaturas maiores. Essa questão está relacionada à inércia térmica que de acordo com Berte (2000, p. 93), “[...] assegura, temperaturas interiores mais elevadas durante o período noturno, devido ao armazenamento de calor durante o dia e sua posterior devolução durante a noite quando as temperaturas baixam.” O gráfico 5 representa as condições térmicas das residências 1, 2 e 3.

**Gráfico 5** - Variação termo-higrométrica do ar em ambientes interno e externo de residências Vila Bela - 26 e 27 de abril de 2008



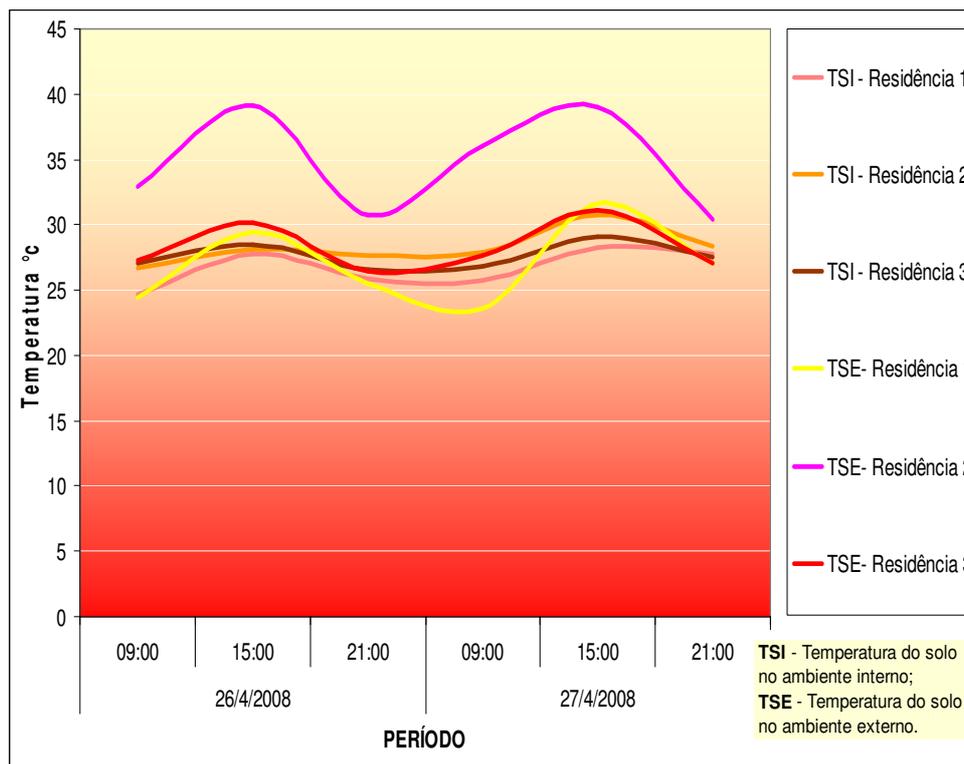
URI - Umidade relativa do ar interno; URE - Umidade relativa do ar externo; TAI - Temperatura do ar interno; TAE - Temperatura do ar externo.

Ao comparar os valores obtidos entre a Vila Mutirão e Vila Bela, conclui-se que os valores térmicos no interior das residências da Vila Mutirão são mais elevados do que os externos (na

Vila Bela os valores se invertem: o interior das residências é mais frio do que o exterior). Embora as áreas externas da Vila Mutirão favoreçam a ventilação, o ambiente interno das casas dado às dimensões reduzidas (isso significa que as janelas e portas são pequenas e em menor número, desprovidas de varandas, com paredes finas feitas de placas de cimento e telhas de amianto), bem como as características e tipo de material utilizado na construção, favorece o acúmulo de calor. No caso da Vila Bela, embora a concentração de residências seja maior, a própria aglomeração atua no sentido de minimizar as superfícies expostas à radiação solar (neste caso, o calor transferido para o ambiente interno é menor). Deve-se levar em conta, também, o material utilizado na construção: casas de alvenaria, com paredes espessas e telhado de cerâmica.

Quanto à umidade relativa do ar a Vila Mutirão apresentou valores durante toda pesquisa mais elevada do que a Vila Bela, justamente por contemplar quintais não impermeabilizados e presença de vegetação. Outra questão está aliada ao fato de que os moradores têm o hábito de molhar o solo para fazer a varredura. Isso mostra de acordo com Santana (1997, p. 57) que “os materiais utilizados no revestimento do solo afetam as condições de porosidade e drenagem do solo, acarretando alterações na umidade do ar [...] quanto maior a umidade do solo, maior sua capacidade térmica.” (Gráfico 6)

**Gráfico 6** - variação térmica do solo em ambientes interno e externo de residências.  
Vila Bela - 26 e 27 de abril de 2008



Percebe-se que a vegetação é um fator preponderante na qualidade do espaço urbano. Sua ausência, aliado a rugosidade que dificulta a ventilação, o traçado das ruas, tipo de material construtivo, são fontes que produzem calor, determinando maior aquecimento. Nesse sentido, Jardim (2007, p. 66) confere importância à presença de áreas verdes, e enfatiza que:

[...] a existência ou não de áreas verdes tem papel importante na qualidade do espaço urbano, pois quanto maiores os índices de áreas verdes na estrutura urbana, menores os ganhos térmicos dessas áreas e, conseqüentemente, temperaturas menos elevadas no espaço urbano; as 15

horas, quando a intensidade de radiação solar direta é menor que o calor cedido por convecção, período considerado pico de maior aquecimento da temperatura do ar, as zonas de maior massa edificada cedem calor por convecção mais rapidamente e em maior quantidade, elevando a temperatura do ar [...]

Apesar dos dois setores estarem localizados em sentidos opostos (Vila Bela com vertente voltada para o quadrante Leste e Mutirão Oeste). O primeiro recebe mais radiação direta na parte da manhã e o segundo na parte da tarde. Porém, na parte externa das residências da Vila Bela, em todos os horários, a temperatura do ar esteve mais elevada do que a Mutirão e, conseqüentemente, valores de umidade relativa menores. A Vila Bela favorece o acúmulo de calor, justamente pelo seu conjunto estrutural (conforme explicado anteriormente, parte desse calor não é transferido à parte interna das residências dada às características das edificações). Os muros e as paredes das casas que servem de divisa entre uma e outra emitem calor e, conseqüentemente, aquecem o ar e todo o ambiente ao redor.

Na Vila Mutirão as ruas são mais largas, quintais não impermeabilizados, sem muros de proteção e há presença de vegetação. No caso, a diferença entre ambas consiste nos valores de temperatura interna, com valores mais elevados que os da Vila Bela dada às suas características do material utilizado na construção e não no traçado das ruas.

As características diferentes de cada espaço dentro da cidade, estão relacionadas a capacidade que cada um tem de modificar a energia radiante proveniente do sol através de ondas curtas (energia luminosa) para ondas longas (energia calorífica) e em seguida conservá-la. Assim de acordo com a classificação de Santos (1991, p.20) sobre os tipos de ambiente, a Vila Bela se enquadra na categoria AB que são “áreas com alta conservação de calor diurno e baixa conservação de calor noturno”, isso para o ambiente externo, no entanto, para a Vila mutirão essa categoria se enquadra no interior das residências.

É importante frisar que as variações térmicas no interior das residências sejam para mais ou menos, não tem relação direta com fatores de ordem geográfica, mas por sua vez depende do conteúdo do material utilizado na sua construção e sua estrutura (fatores arquitetônicos).

Em conversas com alguns moradores, detectamos que na Vila Bela há um maior desconforto térmico, em razão da combinação das características geográficas do setor, layout das ruas e morfologia das residências. Na maior parte do dia, os moradores passam sentados na porta da rua onde há mais ventilação e sombra proporcionadas pelas paredes, haja vista que não há presença de vegetação que atenuaria ainda mais os efeitos da radiação solar e conseqüentemente diminuição da temperatura, que de acordo com Santana (1997, p. 61) essa atenuação ocorre “a partir do consumo de calor latente por evaporação”. E ainda segundo Romero (1988, p.97) apud Santana (1997, p. 61).

A vegetação em relação à radiação atua como filtro das radiações absorvidas pelo solo e pelas superfícies construídas, refrescando os ambientes próximos, uma vez que a folhagem das árvores atuam como anteparos protetores das superfícies que se localizam imediatamente abaixo e nas proximidades.

Entende-se que as condições de conforto térmico dependem das condições ambientais. Daí a importância da vegetação que absorve radiação solar promovendo evapotranspiração. Com isso amenizaria a temperatura e conseqüente aumento da umidade proporcionando melhor conforto.

Uma coisa ficou evidente nessa pesquisa: o material utilizado nas construções, o tamanho dos cômodos, a posição em relação ao sol, a presença ou não de vegetação, a estrutura das ruas e impermeabilização do solo, interfere no clima da cidade e, conseqüentemente, no conforto humano. De acordo com Vicente et. al (2002, p. 199) o conforto térmico,

[...] envolve aspectos climáticos (temperatura do ar, umidade, radiação, vento), biológicos (resposta do organismo em relação ao meio ambiente) e psicológico (satisfação/insatisfação com as condições climáticas externas), pressupondo equilíbrio energético entre o homem e o meio.

As áreas verdes eram vistas apenas do ponto de vista estético, hoje, porém, desempenha um papel importante para a qualidade ambiental urbana, devendo, portanto, ser um elemento obrigatório na cidade para manter um ambiente térmico mais agradável. Uma vez que a presença da vegetação na cidade favorece a troca de fluxos de calor, umidade e dispersão do calor.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTE, V. A. **Acondicionamento térmico natural: análise de caso na cidade de Uberlândia-MG**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2000.
- BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global: esboço metodológico**. Caderno de Ciências da Terra, São Paulo: v.13, p.1-27, 1972.
- BRASIL. **Estatuto da cidade: guia para implementação pelos municípios e cidadãos**: Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001, que estabelece diretrizes gerais da política urbana. – 2ª ed. – Brasília: câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2002.
- CONTI, J. B. **Clima e meio ambiente**. 4ª ed. São Paulo: Atual, 1998.
- DREW, D. **Processos interativos: homem-meio ambiente**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1989.
- FORSDYKE, A. G. **Previsão do tempo e clima**. São Paulo: Melhoramentos; Ed. Da USP, 1975. (prisma,17).
- FERREIRA, A. G. **Meteorologia Prática**. São Paulo: oficina de textos, 2006.
- GONÇALVES, N. M. S. **Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador**. In: MONTEIRO, Carlos A. de F.; MENDONÇA, F. (Orgs.). **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003, p. 69-91.
- JARDIM, C. H. **Os microclimas e o uso do solo no vale do rio Aricanduva**. In: TARIFA, J. R; AZEVEDO, T. R. (Orgs.). **Os climas na cidade de São Paulo: teoria e prática**. São Paulo: Pró-Reitoria de Cultura e Extensão. Universidade de São Paulo: Laboratório de Climatologia. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo, 2001. Cap. 12. p. 188-199. (Geosp - Coleção Novos Caminhos, 4).
- \_\_\_\_\_. **Proposta de síntese climática a partir do comportamento térmico e higrométrico do ar em áreas urbanas**. Tese (doutorado em Geografia). UNICAMP – Instituto de Geociências. Campinas/São Paulo, 2007.
- LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: HUCITEC, 1985.
- MENDONÇA, F. **Clima e planejamento urbano em Londrina**. Proposição metodológica e de intervenção urbana a partir do estudo do campo termo-higrométrico. In: MENDONÇA, F; MONTEIRO, C. A. F. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. p. 93-120.
- MENDONÇA, F. A. **O Clima e o Planejamento Urbano de cidades de porte médio e pequeno: proposição metodológica e sua aplicação à cidade de Londrina/PR**. São Paulo: USP, 1995. Tese de doutorado.
- MEDONÇA, R. S. R. de; ASSIS, E. S. **Conforto Térmico urbano: Estudo de caso do bairro Floresta de Belo Horizonte, MG**. Porto Alegre: 2003, v. 3, n. 3, p. 45-63,
- MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA. I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: oficina de textos, 2007.
- MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano**. Tese (Livre Docência) – Faculdade de filosofia, Letras e Ciências Humanas de São Paulo, São Paulo, 1975.
- \_\_\_\_\_. **Teoria e clima urbano – um projeto e seus caminhos**. In: MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. (orgs). **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003, p. 9-67.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2.ed., Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

PIMENTEL, M. R. S; SANTOS, E. L. **Estrutura térmica na cidade de Morrinhos (GO): análise episódica restrita ao verão e inverno de 2006**. Monografia (Licenciatura em Geografia). Universidade Estadual de Goiás, Morrinhos, 2006.

SANTANA, A. M. Sobreira de. **O desenho urbano e a climatologia em Fortaleza**. Dissertação de mestrado, USP - São Paulo, 1997.

SANTOS, J. W. M. C. **Bases para a caracterização do fator térmico na estruturação do clima urbano de Maringá**. Monografia (Bacharel em Geografia) – Fundação Universidade de Maringá – Centro de Ciências Humanas, Letras e /artes – Departamento de Geografia. Maringá – Paraná, 1991.

\_\_\_\_\_. **O clima urbano de Maringá: Ensaio metodológico para cidades de porte médio e pequeno**. 1996. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

SILVA, Cláudia M. R.B. **A cidade de Morrinhos: Uma abordagem geográfica**. Goiânia: Grafset, 2006

TARIFA, J. R. **A análise topo e microclimática e o trabalho de campo: o caso de São José dos Campos**. Climatologia, São Paulo, vol. 13, p.1-25, 1981.

TARIFA, J. R. **O ritmo e a prática de estudos dos climas de São Paulo (1970-2000)**. In: TARIFA, J. R.; AZEVEDO, T. R. (Orgs). Os climas na cidade de São Paulo: teoria e prática. São Paulo: Pró-Reitoria de Cultura e Extensão. Universidade de São Paulo: Laboratório de Climatologia. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo, 2001. Cap. 1. p. 11-33. (Geosp – Coleção Novos Caminhos, 4).

TARIFA, J. R.; ARMANI, G. Os climas “naturais”. In: TARIFA, J. R.; AZEVEDO, T. R. (Orgs.) **Os climas na cidade de São Paulo: teoria e prática**. São Paulo: Pró-Reitoria de Cultura e Extensão. Universidade de São Paulo: Laboratório de Climatologia. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo, 2001a. Cap. 2. p. 34-46. (Geosp-Coleção Novos Caminhos, 4).

TARIFA, J. R.; ARMANI, G. Os climas urbanos. In: TARIFA, J. R.; AZEVEDO, T. R. (Orgs.) **Os climas na cidade de São Paulo: teoria e prática**. São Paulo: Pró-Reitoria de Cultura e Extensão. Universidade de São Paulo: Laboratório de Climatologia. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo, 2001b. Cap. 3. p. 47-70. (Geosp-Coleção Novos Caminhos, 4).

VIDAL, R. **Influência da morfologia urbana nas alterações da temperatura do ar na cidade de Natal – RN**. Dissertação de mestrado, Dep. Arquitetura e Urbanismo, UNB. Brasília, 1991.