

# **PROJETO CEU – CONSUMO ENERGÉTICO URBANO, FASE DE EXPANSÃO E COLETA DE DADOS SOBRE INSOLAÇÃO, ARMAZENAMENTO E ANÁLISE.** Camila Pereira Postigo, Léa Cristina Lucas de Souza. – Arquitetura e Urbanismo – Departamento de Arquitetura Urbanismo e Paisagismo – Faculdade de Arquitetura Artes e Comunicação – Campus Bauru.

Este trabalho faz parte da FASE B do projeto CEU - Consumo Energético Urbano e consiste na ampliação da coleta de dados de temperatura e insolação, bem como o seu armazenamento e análise.

Após embasamento teórico e uma tomada de conhecimento das etapas anteriores de projeto foram coletadas temperaturas referentes ao verão durante os meses de Janeiro e Março de 2006 na Vila Universitária em Bauru, área escolhida por ser uma das mais verticalizadas da cidade apresentando bastantes modificações se comparada a um ambiente natural, o que influencia diretamente na temperatura e na formação de ilhas de calor além de causar desconforto aos usuários, que por sua vez utilizam aparelhos de climatização artificial que aumentam o consumo energético.

Os dados foram comparados com as temperaturas da zona rural obtidas pela estação meteorológica do IPMet. Destes foram gerados tabelas e gráficos que depois de manipulados no SIG ArcView deram origem a mapas temáticos, que possibilitaram a análise da temperatura e o estudo da formação de ilhas de calor na área em questão.

Além dos mapas de temperatura, foram determinados o adensamento e verticalização de cada quadra, informações que foram cruzadas ainda com os Fatores de Visão do Céu de cada um dos 40 pontos de medição. Ambos obtidos e determinados anteriormente por LEME (2005) e PEDROTTI (2005).

O ser humano, para desenvolver suas atividades necessita dentre outras coisas de conforto térmico.

No Brasil, um país tropical, que tem como característica altas temperaturas principalmente no verão as pessoas solucionam o desconforto térmico climatizando o ambiente com o uso de aparelhos elétricos, aumentando o gasto de energia elétrica.

O crescimento desordenado das cidades traz diversos problemas ao meio e a população, devido à modificação intensa das características naturais do ambiente.

As superfícies que compõem a cidade são compostas de materiais de construção que apresentam uma capacidade térmica elevada. Isso significa que conseguem reter muita radiação antes de liberá-la.

Quando a radiação atinge uma superfície, ela é parcialmente refletida na direção de outras superfícies e parcialmente incorporada no material, GIVONI (1998). Em áreas urbanas densas a maior parte da radiação emitida por paredes e pelo solo é reabsorvida por outras superfícies criando um retardo no resfriamento do ambiente urbano. Esse retardo em relação a um ambiente natural que é chamado de ilha de calor.

Em países de clima quente, como o Brasil, as ilhas de calor são um problema e acontecem em maior intensidade nos centros das cidades. Nestes, geralmente se encontra uma maior quantidade de superfícies que armazenam calor, devido à intensa verticalização e o pouco espaço entre as edificações o que dificulta a perda de calor para o meio.

A intensidade da ilha de calor varia durante o dia, e a mais notável característica é a diminuição do resfriamento no final da tarde e começo da noite. Seu maior desempenho é entre 3 e 5 horas depois do por do Sol, e a maior queda da temperatura acontece somente depois do nascer do Sol. OKE (2000).

A impermeabilidade dos materiais de construção é outro fator que contribui para a formação das ilha de calor pois diminui a possibilidade de perda de calor por evaporação, assim como a quantidade reduzida de solo livre e úmido. Além disto, em áreas verticalizadas os raios solares não conseguem incidir diretamente no solo sem antes atingirem as edificações.

Influem ainda na formação das ilhas de calor: a geração de calor antropogênico, a poluição, a quantidade de vegetação, a rugosidade causada pelas edificações de alturas variadas que dificulta a

passagem do vento, reduz a sua velocidade e modifica a sua direção, diminuindo a quantidade de calor perdida por condução, e a obstrução ao céu causada pelas edificações o que impede a perda de radiação para o espaço.

Essa obstrução ao céu pode ser melhor estudada através do Fator de Visão do Céu (FVC) que é uma representação adimensional da abóbada celeste em projeção estereográfica ou ortográfica, onde pode-se observar a quantidade de obstrução ao céu causada por edificações.

Pela interpolação do FVC com a carta solar de uma determinada região, é possível identificar o tempo de insolação diário em qualquer época do ano.

O Fator de Visão do Céu pode ser obtido de várias formas, dentre elas o uso de programas como o SIG ArcView que é um programa feito nos Estados Unidos desenvolvido pela ESRI. Popular e flexível, admite o uso de extensões e ferramentas personalizadas como a extensão 3D Sky View desenvolvida por SOUZA et al., (2003) onde se é possível gerar as projeções estereográficas e ortográficas além das sombras causadas por edificações em um determinado ponto. Possibilita ainda a sobreposição desses dados com a trajetória solar obtida por gráficos solares que podem ser gerados no mesmo programa. Este, bem como suas extensões, foi utilizado como metodologia no desenvolvimento de mapas e projeções, que facilitaram a interpretação dos dados obtidos nas análises realizadas.

A Vila Universitária em Bauru é uma área predominantemente residencial, caracterizada por alto índice de verticalização, segundo PEDROTTI (2005), variando de construções de até 18 andares, a casas térreas a terrenos baldios. É relativamente plana e seus limites são o Bauru Shopping, a Avenida Nações Unidas, a Avenida Otávio Pinheiro Brisola e a USP.

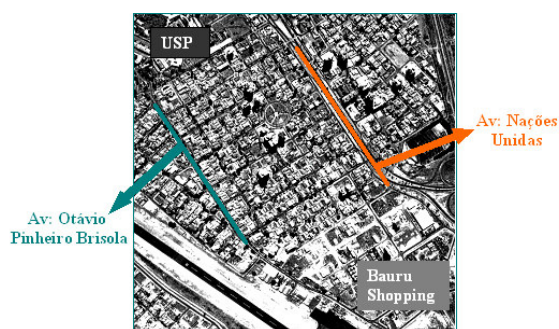


Imagem 01: Foto aérea com localizações  
Fonte PEDROTTI, 2005.

A metodologia consistiu em embasamento teórico, expansão da coleta de dados de temperatura através de 10 termômetros HOBO® H8 Pro/Tamp/External Temp H08-031-08, instalados na superfície de postes de eletricidade, que são uma superfície comum em toda a área de estudo, a temperatura do campo foi obtida através da estação meteorológica do IPMet antes e durante os dias de medição na Vila Universitária, geração das trajetórias solares no SIG ArcView, que foram posteriormente cruzadas com os dados de FVC de cada ponto de medição, de onde se obteve o tempo de insolação, e cruzamento de todos os dados através de mapas e análise.

A partir dos dados de temperatura, FVC, adensamento e verticalização e tempo de insolação foram possíveis a confecção de mapas através do SIG.

Cada um dos 40 pontos de medição teve seu FVC determinado e classificado. Os FVCs e as projeções geradas possibilitaram o cálculo do tempo de insolação através da observação das máscaras formadas pelos edifícios.

Como a projeção ortográfica gerada pelo programa em questão já anexa os pontos referentes aos horários e angulações do sol em Bauru nas estações do ano, este tempo de insolação foi obtido diretamente.

O que se observa na área de estudo, é que em geral, os pontos com maior obstrução causada por edifícios, ou seja, menor FVC, são os que apresentam menor tempo de insolação e, portanto, menor carga de radiação incidente. Estes são ainda os que têm o maior volume construído próximo.

As informações sobre o volume construído e o adensamento também foram transformadas em mapas onde o adensamento e verticalização é identificado por manchas classificatórias em cada quadra.

Os pontos que apresentam as médias mais baixas, tanto de temperatura de superfície como do ar, são em geral os que estão a nordeste, próximos a Av. Nações Unidas e os que apresentam temperaturas mais elevadas estão a sudoeste próximos a Av. Otávio Pinheiro Brisola. É possível notar que a área voltada para sudoeste, que recebe sol durante todo dia e também à tarde, caracteriza-se por ser pouco verticalizada quase não oferecendo obstrução à insolação, portanto uma área que apresenta temperaturas mais elevadas. Além de ser uma área bastante adensada, que retém por bastante tempo o calor adquirido.

Por outro lado, a área voltada a Av. Nações Unidas tende a apresentar temperaturas médias mais amenas, e também maior amplitude térmica, pois se trata de uma região onde o adensamento e verticalização não são tão intensos de forma que tanto o aquecimento como o resfriamento são mais rápidos do que em outras regiões. E ainda há uma perda por condução maior devido a orientação do vento dominante de Bauru que ocorre no sentido da supracitada avenida.

De forma geral, as áreas mais adensadas e verticalizadas, são as que demoram mais tempo para se aquecerem e mais tempo para perderem o calor adquirido durante o dia. E são nestas mesmas áreas onde se nota a formação das ilhas de calor no período noturno.

Comparando-se as temperaturas do campo com as da cidade pode-se notar que nos pontos onde há um maior número de áreas e volumes edificados, estas temperaturas são consideravelmente maiores no horário em que se nota a formação do fenômeno das ilhas de calor, que é após o por do sol.

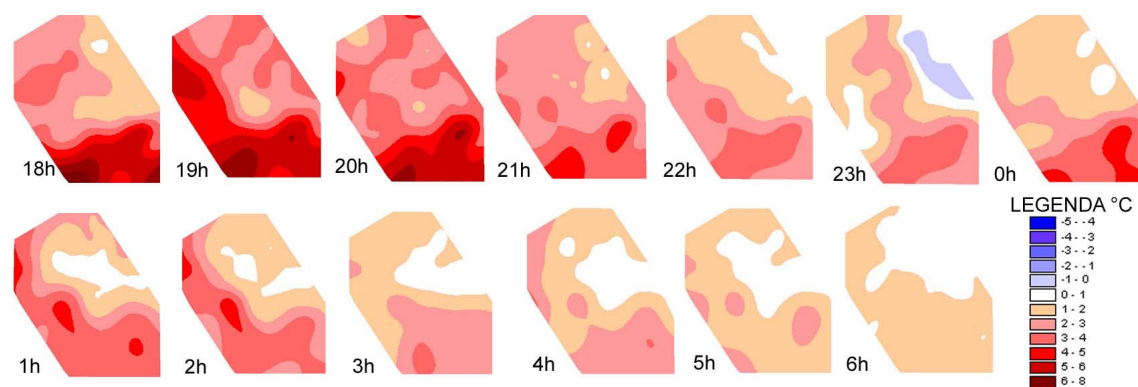


Imagem 02: Mapas de amplitude térmica entre cidade e campo das 18h às 6h.

Quanto mais se aproxima o horário do nascer do sol, maior é a dissipação do calor e a temperatura chega, nos pontos mais críticos, no máximo a 3°C de diferença do IPMet.

O período das 6h é caracterizado pelo maior resfriamento do dia onde as temperaturas são muito mais parecidas com as do campo, comprovando a existência das ilhas de calor na Vila Universitária, causadas pela inércia térmica das superfícies, assim como sua geometria, acrescida da dificuldade de dissipação da radiação.

Por se tratar de uma região da cidade de Bauru, onde a verticalização é a maior característica, a Vila Universitária apresenta um aquecimento bastante considerável vindo justamente destas grandes superfícies.

A obtenção das temperaturas campo foi imprescindível para esta análise de forma que sem elas não se poderia ter verificado a existência das ilhas de calor.

As áreas que apresentam maior efeito das ilhas de calor noturnas são aquelas que retêm maior calor adquirido durante o dia, ou seja, as mais adensadas e verticalizadas. O FVC é um parâmetro muito importante a ser levado em conta neste tipo de análise já que a obstrução ao céu influi muito na dispersão do calor e no tempo de insolação.

A modificação intensa de um ambiente natural altera completamente as trocas térmicas gerando desconforto ao usuário, no caso da área de estudo, composta basicamente de moradores, que

mesmo durante a noite sofrem com temperaturas elevadas, tendo que utilizar meios artificiais de climatização, aumentando assim o consumo energético.

O estudo mostra que são necessárias medidas no sentido do desenvolvimento de políticas públicas e conscientização no que diz respeito à ocupação urbana, a alta impermeabilização do solo e verticalização excessiva, para que se atinja o bem estar da população além de contribuir com o meio ambiente.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

GIVONI, B. *Climate Considerations in Buildings and Urban Design*. New York, Jon Wiley & Sons, 1998.

LEME, F. T. *FASE B – Expansão da Coleta de Dados e Fator de Visão do Céu e Armazenamento*. Relatório final de pesquisa, Universidade Estadual Paulista, Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo: Bauru, agosto 2005.

OKE, T. R. *Boundary Layer Climates*. New York: Routledge, 2000. p. 288-291

PEDROTTI, F. S. *FASE B – Expansão da Coleta de Dados de Consumo de Energia e Armazenamento*. Relatório final de pesquisa, Universidade Estadual Paulista, Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo: Bauru, agosto 2005.

SILVA, A. N. R.; RAMOS, R. A. R.; SOUZA, L. C. L.; RODRIGUES, D. S.; MENDES, J. F. G. *SIG - Uma plataforma para a Introdução de Técnicas Emergentes no Planejamento Urbano, Regional e de Transportes*. São Carlos, Ed. dos Autores, 2004.