



**XIENCAC**  
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO  
NO AMBIENTE CONSTRUÍDO

**VIIELACAC**  
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO  
NO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Búzios - RJ - 2011

## **ANÁLISE SOBRE OS EFEITOS DO SOMBREAMENTO NO DESEMPENHO TÉRMICO DE ESPAÇOS URBANOS**

**José Rodrigo Viana Monteiro (1); Lilianne de Queiroz Leal (2); Solange Maria Leder (3)**

(1) Arquiteto, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental - UFPB,  
jrodrigoviana@gmail.com

(2) Arquiteta, liliannequeiroz@hotmail.com

(3) Departamento de Arquitetura e Urbanismo - Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo e  
Engenharia Urbana e Ambiental- Universidade Federal da Paraíba – e-mail: solangeleder@ct.ufpb.br

### **RESUMO**

O conhecimento dos fatores climáticos juntamente com as características do sítio, tais como, morfologia, presença de vegetação, corpos d'água, é fundamental para a elaboração de diretrizes urbanísticas, tendo em vista a melhoria das condições climáticas nas cidades. O sombreamento e presença de vegetação em climas tropicais são variáveis amenizadoras do clima, nesse contexto esse trabalho tem como objetivo analisar o comportamento dessas variáveis em um recorte urbano através do monitoramento das variáveis ambientais: temperatura, umidade e velocidade do ar e temperatura superficial do entorno, monitorados em três pontos localizados em uma praça, diferenciando-se pelas condições de sombreamento e presença de vegetação. O local de estudo é um recorte urbano na cidade de João Pessoa-PB. Para as medições foram utilizadas 3 estações climatológica *La Crosse Technology* e imagens com a câmera termográfica FLIR T-400. O sombreamento do local foi determinado através do cálculo do fator de céu visível e a modelagem do recorte em estudo no programa Sketchup. A partir dos resultados pode-se confirmar a influência de variáveis como a ventilação, o sombreamento e superfícies do entorno, como paralelepípedo e o asfalto. Os pontos de maior influência da ventilação e de umidade absoluta foram o ponto sem sombreamento (Ponto 01) e o com sombreamento pelas árvores (Ponto 03), respectivamente. Significativa diferença foi percebida na temperatura superficial correspondente a 10°, evidenciando que, embora o sombreamento seja um amenizador do comportamento térmico, o maior impacto do sombreamento é percebido na temperatura das superfícies do entorno, enquanto o comportamento da temperatura do ar e umidade foi similar, independente do sombreamento ou da vegetação.

Palavras-chave: Variações climáticas, sombreamento, vegetação e edifícios.

### **ABSTRACT**

Knowledge of climatic factors together with site characteristics, such as morphology, presence of vegetation, and water bodies, is essential for the development of urbanistic policies, in view of the improvement of climate conditions in cities. Shading and the presence of vegetation in tropical climates are softening variables of the climate. In this context, this work aims to analyze the behavior of these variables in an urban section, using the following environment variables: temperature, humidity, air velocity, and surface temperature of the surroundings. These environmental variables were monitored at three points located in a square, distinguished by shading conditions and presence of vegetation. The study site is an urban section in the city of Joao Pessoa-PB. In order to perform the measurements, we used three La Crosse Technology climatologic stations and we took pictures using the FLIR T-400 infrared camera. We determined the shading of the site by calculating the visible sky factor, and we modeled the urban section in study using the Sketchup 8.0 program. From the results, we confirmed the influence of variables such as ventilation, shading and surrounding surfaces, such as paving and asphalt. The points of greatest influence of ventilation and humidity were the absolute point of no shading (Point 01) and shaded by trees (Point 03), respectively. We also noticed a significant difference in surface temperature, corresponding to 10 degrees. This difference demonstrates that although the shading is a softening of thermal behavior, the major impact of shading is seen in the temperature of surrounding surfaces, while the behavior of air temperature and humidity were similar, regardless of shading or vegetation.

Keywords: Climatic variations, shading, vegetation, and buildings.

## **1. INTRODUÇÃO**

Como afirma Coutts et al. (2007), a urbanização rápida sem planejamento em grandes cidades ocasiona impactos negativos ao meio ambiente, incluindo alterações no clima local. Com isso, estudos considerando a morfologia urbana e sua interação com elementos atenuadores do rigor climático são de grande importância para o planejamento urbano, visto que a maioria dos pesquisadores centraliza seus estudos em aplicações para ambientes fechados, uma vez que as condições internas são mais controladas e passíveis de intervenções com usuais sistemas passivos e ativos de condicionamento térmico. Nos espaços abertos, o controle das variáveis climáticas é substancialmente menor, devido à ausência, parcial ou total, de confinamento. Carlan et al (2010) ressalta que o ambiente interno sofre influência direta do ambiente externo e a questão da aclimatização dos indivíduos acaba por instigar a necessidade de estudos experimentais mais complexos do que os que ocorrem em ambientes fechados, uma vez que estes são influenciados pelo ambiente externo, onde se tem menor controle das variáveis. Duarte (2000) destaca a importância de estudos do clima urbano como suporte ao planejamento urbano, através do desenvolvimento de normativas orientadas para a melhoria da eficiência energética e diretrizes comprometidas com o conforto ambiental.

Com relação aos aspectos relacionados ao conforto humano em espaços abertos, Pezzuto (2007) relata que as temperaturas alcançam valores máximos no centro das áreas urbanas: em espaços com grandes áreas construídas, adensamento populacional e alta taxa de impermeabilização do solo. Isto, por sua vez contribui para o desconforto humano associado ao stress e prejuízos à saúde física e mental dos habitantes das cidades.

A densificação e a verticalização acelerada da malha urbana configuram áreas com forte presença de radiação direta do sol e sombreamento causado pelos edifícios. Outros fatores como a impermeabilidade do solo, utilização de materiais de revestimento de alta inércia térmica e ofuscamento podem vir a alterar o comportamento térmico no espaço urbano. Segundo Shams et al (2009), a presença de arborização urbana tem contribuído para mitigar as temperaturas nos locais com maior concentração populacional, proporcionando estabilidade microclimática devido à redução das amplitudes térmicas, redução da insolação direta, ampliação das taxas de evapotranspiração e redução da velocidade dos ventos. Outras variáveis como a quantidade de nuvens e velocidade do vento são parâmetros meteorológicos importantes, pois afetam as condições emissivas de ondas longas de calor e a ventilação, funcionando como variáveis que amenizam as trocas térmicas radioativas no entorno de uma área urbana (MORRIS; SIMMONDS, 2000).

Em regiões tropicais, onde predominam altas temperaturas quase todo o ano, os espaços públicos abertos só podem ser frequentados se houver sombreamento que torne as temperaturas amenas e suportáveis (CARLAN et al, 2010). Sattler (1992) afirma que a vegetação intercepta a radiação difusa, direta e refletida, porém seu desempenho varia conforme a densidade de sua folhagem, condição de céu e posição do sol, assim como, a ventilação, a ocupação e gabarito do entorno podem ter forte influência.

## **2. OBJETIVO**

O presente estudo consiste em uma análise sobre fontes de sombreamento e sua relação com o comportamento de variáveis ambientais - temperatura e umidade do ar e direção e velocidade do vento -, em um recorte urbano. O objeto de estudo é a uma praça e seu entorno imediato em João Pessoa-PB. O objetivo da pesquisa é a observação do comportamento das variáveis climáticas correlacionando-o com o sombreamento causado pela vegetação e edifícios.

## **3. MÉTODO**

A metodologia consistiu no levantamento de características relativas à morfologia urbana e no monitoramento de variáveis climáticas. Os procedimentos adotados estão detalhados a seguir.

### **3.1. Levantamento da morfologia urbana**

Para a caracterização da morfologia urbana do recorte em estudo foi necessário levantamento in loco e o uso de mapas cadastrais. As principais variáveis observadas foram: taxa de ocupação, espaçamento das edificações, gabarito das edificações e presença de vegetação. A análise sobre as características morfológicas do local foram utilizados na interpretação dos resultados e na modelagem da área com o programa Sketchup.

### 3.2. Obstrução do céu

A determinação dos pontos de monitoramento das variáveis climáticas foi através da análise da obstrução do céu, com objetivo de identificar pontos de mesma condição de obstrução do céu, porém com a fonte de sombreamento sendo de natureza distinta (vegetação, edifícios ou outros). Observações no local foram realizadas para a determinação de pontos passíveis para posterior monitoramento, 7 pontos foram escolhidos. Após levantamento do FVC, realizou-se um estudo de semelhanças na obstrução do céu, que consistiu na comparação das imagens geradas junto com a sobreposição do diagrama de insolação, identificando os pontos que apresentaram maior semelhança e que, posteriormente, seriam objetos de medição e monitoramento das variáveis ambientais. A determinação da obstrução do céu (cálculo do fator de visão do céu - FVC) foi realizada através do uso de imagens geradas com uma câmera fotográfica Sony W-70 e a adaptação de uma lente construída a partir de um olho mágico TIMMER (ângulo de abertura de 220°, aproximando-se de uma grande angular olho de peixe), possibilitando de forma simplificada, a identificação do grau de obstrução do céu, decorrente do entorno edificado ou da presença de vegetação, para um conjunto de pontos pré-determinados. Através da sobreposição das imagens de obstrução do céu com o diagrama da trajetória solar para a cidade de João Pessoa foi possível ainda a identificação do sombreamento nos pontos analisados.

### 3.3. Modelagem da área com o Sketchup<sup>1</sup>

A modelagem da área em estudo com o programa *Google Sketchup Pro 8.0*<sup>1</sup> teve como objetivo a caracterização do sombreamento da área em estudo, assim como a comparação dos resultados com o método simplificado explicitado no item anterior. O programa *Sketchup* apresenta confiabilidade no estudo de sombreamento e trajetória solar, segundo Cordeiro et al (2010). Os dados necessários para a construção do modelo foram o levantamento do gabarito e da ocupação das edificações, bem como a locação das árvores e suas respectivas dimensões de copa. Os dados geográficos inseridos no programa foram a latitude (7,16°) e a longitude (34,86°), bem como a aferição da orientação.

### 3.4. Monitoramento de variáveis ambientais e imagens termográficas

As medições das variáveis ambientais foram realizadas simultaneamente em três pontos de análise, no dia 15 de dezembro de 2010, no período da manhã, entre as 9h e 10h, em intervalos de dez em dez minutos totalizando sete aferições. Foram utilizadas três estações climatológicas da marca *La Crosse/Technology*, possuindo um termohigrômetro interno e externo, e um anemômetro para determinação de velocidade e direção dos ventos. As estações foram fixadas em um tripé portátil ao nível de 1,50m do solo nos três pontos de análise e confeccionados protetores alternativos para os sensores de temperatura e umidade, adotando o método de instalação elaborado por Amorim et al (2010) e Duarte et al (2010). As variáveis ambientais medidas foram: umidade relativa, temperatura do ar, direção e velocidade do vento.

Para a realização das imagens de calor superficial nos pontos de medição foi utilizada uma câmera especial tipo FLIR B-400 da fabricante FLIR SYSTEMS, capaz de registrar dados referentes a temperatura superficial do espaço. As imagens termográficas foram realizadas no mesmo horário que aferiram os dados das estações. Com o emprego desta, foi possível comprovar as diferenças de temperatura nas superfícies através de uma escala de cores, tendo destaque o cursor no ponto médio da foto, como as figuras ilustram no item 4.4. O registro deste tipo de imagem em infravermelho já vem sendo aplicada em várias áreas da construção civil, patologias e na prática da manutenção preventiva, porém para estudos relacionados à análise do espaço urbano ainda mostra como sendo uma ferramenta a ser investigada.

Para a realização de imagens termográficas em infravermelho, é necessário partir da inserção de alguns dados necessários para a correta aferição das temperaturas superficiais. Um dos dados é o valor adotado para emissividade, cujos estudos mostram que trabalhar com valores de emissividade na ordem de 0,90 a 0,95, correspondente a maioria dos materiais, é o mais aconselhável para utilização neste tipo de análise no espaço urbano. Outro parâmetro adotado, a temperatura refletida, onde foi trabalhada junto com os valores de emissividade, e foram diagnosticados que a utilização da temperatura ambiente e temperatura refletida podem corresponder ao mesmo valor para inserção de dado-base para a medição termográfica (Marinoski, 2010).

Dados complementares como distância ao objeto de estudo temperatura do ar e umidade relativa, são mais facilmente apreendidos, utilizando-se como suporte as mini-estações meteorológicas *La Crosse*. Na

---

<sup>1</sup> Google *Sketchup Pro 8.0* - programa disponível por 8 horas de uso ilimitado para *download* em <<http://google.sketchup.com>>

realização das imagens termográficas alguns cuidados são essenciais, a ausência de ação direta da radiação sobre a lente da câmera é o primeiro ponto a ser observado, assim como o registro de imagens que deve ser realizado em condições com pouca ventilação, com ventos abaixo de 1m/s. É a partir das condições geradas pela temperatura superficial que se mede a temperatura do ar que vem a influenciar diretamente as condições de conforto no espaço, intensificando ou amenizando o equilíbrio térmico entre o indivíduo e o espaço de convívio. Assim os parâmetros adotados para a realização das imagens termográficas os dados inseridos foram os seguintes: Emissividade: 0,95; Distância: 6,00m; Temperatura refletida e temperatura ambiente: 30°C; e Umidade relativa: 68%.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Descrição da área de estudo

De acordo com INMET (2010), a cidade de João Pessoa apresenta clima tropical quente e úmido, com temperatura média anual de 28° C, e um índice de insolação elevado, entre os meses Setembro e Janeiro, podendo chegar a 275 horas de exposição à luz solar no mês de Novembro.

A área de estudo corresponde à Praça Des. Silvio Porto, localizada no bairro de Manaíra na cidade de João Pessoa. Possui forma irregular com área de 1.240,00 m<sup>2</sup>, a uma distância do mar de aproximadamente 880m, em região de planície costeira com 5,50 a 6,00 metros em relação ao nível do mar. A praça está inserida em bairro com acentuado adensamento construtivo e populacional. O entorno apresenta vias asfaltadas, exceto uma rua em paralelepípedo, localizada no lado Leste da praça. O revestimento das áreas de passeio na praça é constituído de placas de concreto, duas quadras de esporte com piso também em concreto, o restante é permeável composto de areia e cobertura verde. Contando com a presença de vegetação, a praça caracteriza-se por apresentar em seu entorno uma massa edificada predominantemente de uso residencial, configurada em altura por gabarito de casas térreas, 02 a 04 pavimentos e alguns prédios de porte médio de até 24 pavimentos (Figuras 1, 2, 3 e 4).



**Figura 01:** Quadras de areia e poliesportiva



**Figura 02:** Área de passeio, cooper e estacionamento



**Figura 03:** Porção sul da praça



**Figura 04:** Área central da praça, passeio e playground.

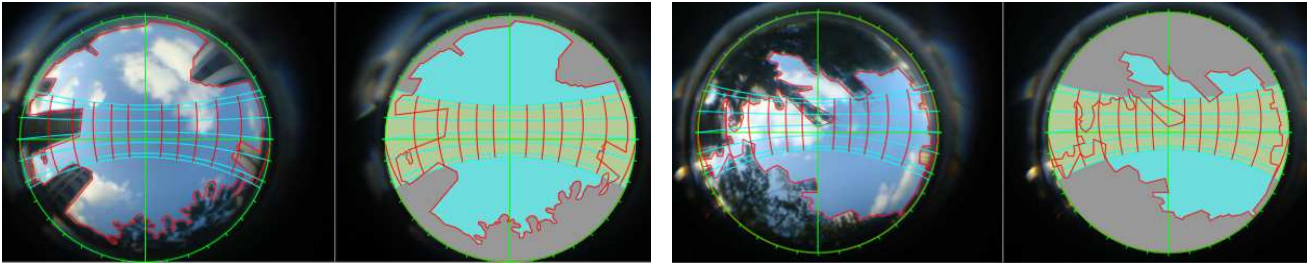
Segundo Carvalho (2001), os dados anuais de radiação global estimada correspondente ao dia típico – representado pelo dia 16 de janeiro de 1988 - foram de 1050, 1200 e 1240 Wh/m<sup>2</sup> para os horários de 8:00, 9:00 e 10:00, respectivamente, período este em que ocorreram as medições.

### 4.2. Obstrução do céu

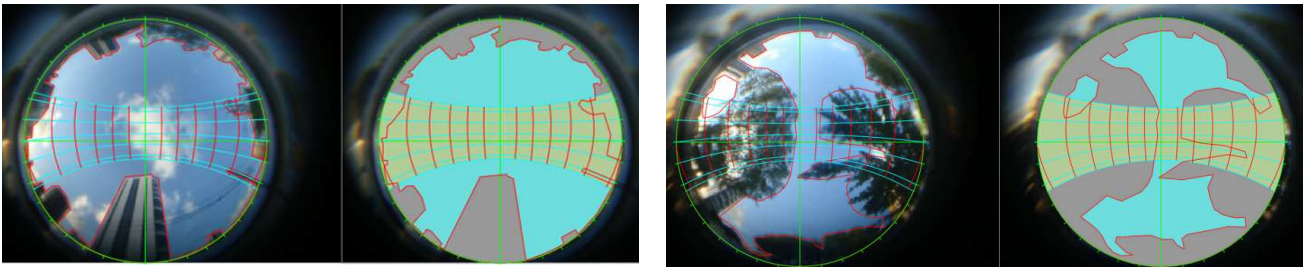
Após a análise das imagens de obstrução do céu constatou-se que o ponto D e F (Figuras 6b e 7b) apresentam semelhança de obstrução do céu no período matutino (dimensão e horário de sombreamento). No



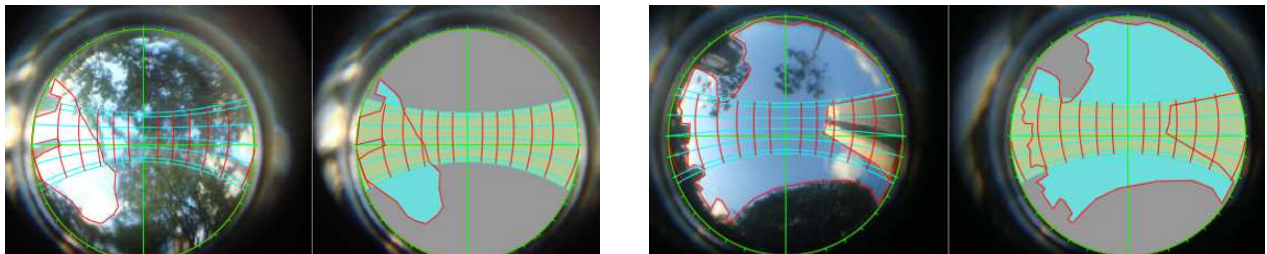
o ponto D o sombreamento é provocado pela vegetação do entorno e no ponto F o sombreamento é decorrente de uma edificação.



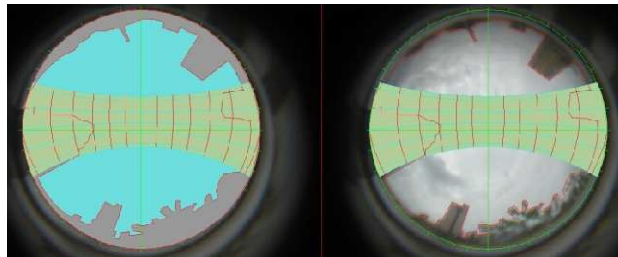
**Figura 05a e 05b:** Fator de visão do céu – FVC e diagrama de trajetória nos pontos A (FVC=0,65) e B (FVC=0,46).



**Figura 06a e 06b:** Fator de visão do céu – FVC e diagrama de trajetória nos pontos C (FVC=0,74) e D (FVC=0,32).



**Figura 07a e 07b:** Fator de visão do céu – FVC e diagrama de trajetória nos pontos E (FVC=0,16) e F (FVC=0,58).

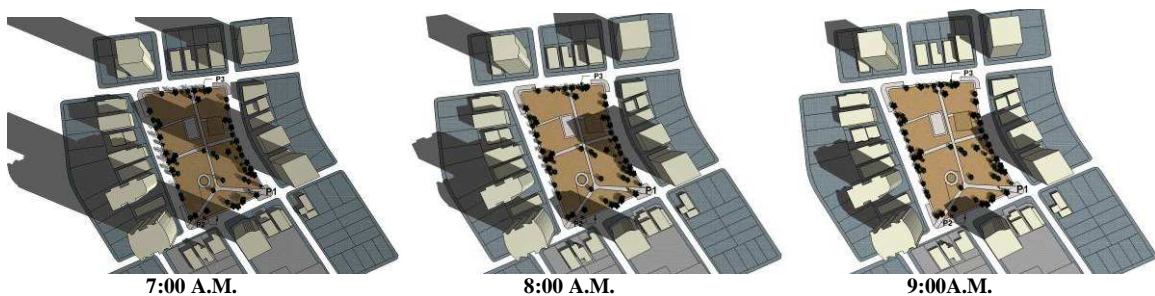


**Figura 08:** Fator de visão do céu – FVC e diagrama de trajetória nos ponto G (FVC=0,75).

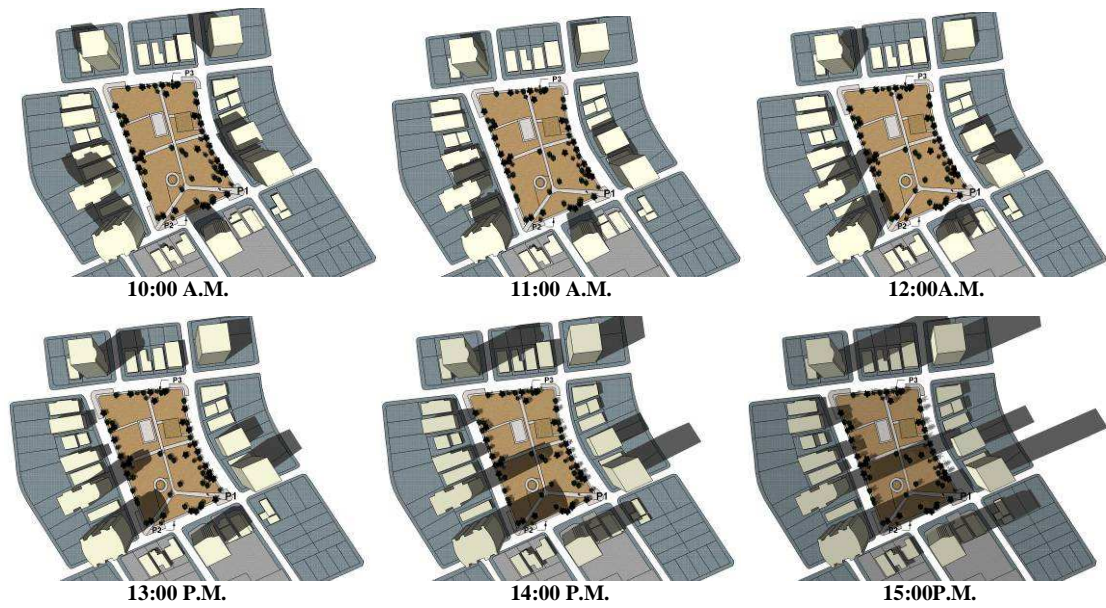
### 4.3. Modelagem da área em estudo utilizando Sketchup

Para melhor compreensão do comportamento das sombras geradas na praça, primeiramente foram realizadas simulações correspondente a dia/mês/ano da coleta de dados entre o intervalo das 7:00 às 15:00, simulados a cada uma hora.

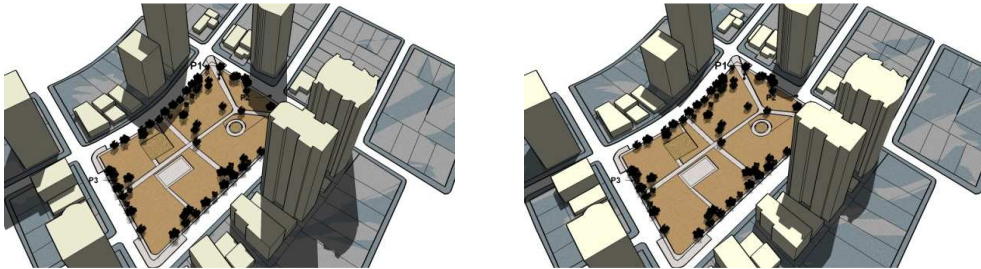
A partir da construção do modelo tridimensional da área em análise foi possível a simulação do sombreamento no horário estabelecido para as medições, das 9h às 10h (Figuras 10 e 11), no dia 15 de dezembro. A modelagem permite ampla visualização da insolação no local, como pode ser observado nas figuras abaixo.







**Figura 09:** Modelagem Sketchup – Configuração da massa edificada e o efeito de sombreamento pelo entorno da praça no intervalo das 7:00 às 15:00, no dia e mês correspondente ao período de medição em campo (Dezembro de 2010).



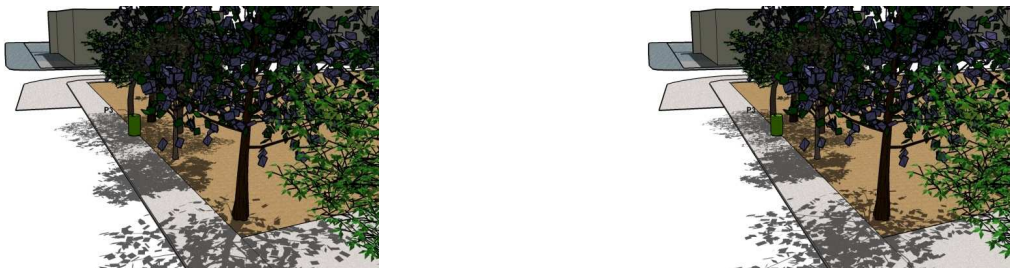
**Figuras 10 e 11:** Modelagem Sketchup – Configuração da massa edificada no entorno da praça.



**Figuras 12a e 12b:** Sombreamento no Ponto 01, às 09 horas e 10 horas da manhã de 15 de dezembro



**Figuras 13a e 13b:** Sombreamento no ponto de medição 02, às 09 horas e 10 horas da manhã em 15 de dezembro.



**Figuras 14a e 14b:** Sombreamento no ponto de medição 03, às 09 horas e 10 horas da manhã em 15 de dezembro

A modelagem 3D demonstra ainda a visualização da sombra a partir do ponto analisado, diagnosticando-se nos pontos de medição, a sombra gerada pelo entorno. Nas figuras 12, 13 e 14, é possível observar o sombreamento a partir do ponto de análise 01, 02 e 03, respectivamente, nos horários das medições das variáveis ambientais - 09:00 e 10:00 horas, 15 de dezembro de 2010.

#### 4.4 Variáveis ambientais e imagens termográficas

Como visto no item 3.2, a escolha dos pontos onde seriam instalados os sensores de medição das variáveis climáticas partiu da análise da obstrução do céu. O critério adotado foi uma condição de obstrução do céu similar, sendo a fonte do sombreamento de natureza distinta. Duas tipologias de sombra foram adotadas: uma sombra predominantemente de vegetação (ponto 03) e outra de edificação (ponto 02), havendo um terceiro ponto, sem sombreamento (ponto 01). Na figura 15, pode-se observar a implantação da área de estudo com a indicação dos pontos de análise e o gabarito das edificações do entorno. O ponto 01(P01) é a coordenada que não apresenta sombreamento, correspondendo a Figura 8 no levantamento da obstrução do céu; a obstrução do ponto 02 (P02) foi apresentada na figura 7b, com sombra de uma edificação de 17 pavimentos e o ponto 03 (P03), correspondente a obstrução apresentada na figura 6b, com o sombreamento gerado pelas árvores localizadas na praça.

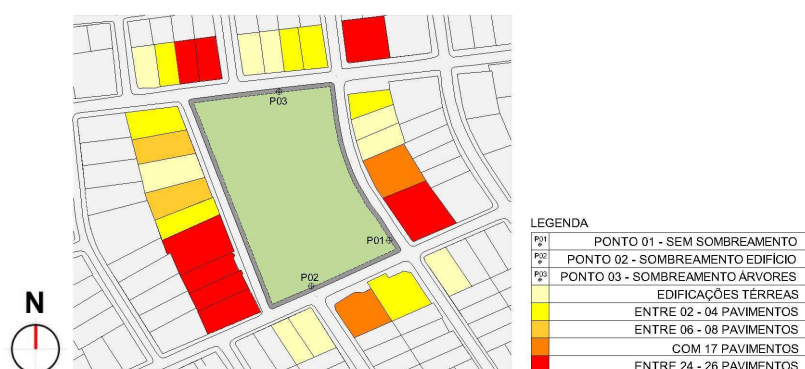


Figura 15: Praça Des. Silvio Porto, Bairro Manaíra - Mapa de localização dos pontos e gabarito dos edifícios de entorno.

O Ponto 01, com FVC=0,74, está situado na porção sudeste da praça, área com ocorrência de maior predominância de ventos Sudeste e Leste, que variaram de 1,4 a 4,0m/s. As temperaturas variaram de 28,8 a 29,6 (ver Tabela 01). Como pode ser visualizada na Figura 16, a imagem gerada pela câmera infravermelha, no ponto 01, revelou uma temperatura superficial de 39,7°C.

Tabela 01 – Dados nos três pontos de análise

Ponto 01 (Sem sombreamento)				Ponto 02 (sombreamento edifícios)			Ponto 03 (sombreamento árvores)		
Hora	Temperatura	Umidade Relativa (%) Umidade Absoluta <sup>2</sup> (g/m <sup>3</sup> )	Velocidade do vento (m/s)	Temperatura	Umidade Relativa (%) Umidade Absoluta (g/m <sup>3</sup> )	Velocidade do vento (m/s)	Temperatura	Umidade Relativa (%) Umidade Absoluta (g/m <sup>3</sup> )	Velocidade do vento (m/s)
08:00	31,1	67 - 22	0,4 - E	31,0	67 - 22	0,5 - NE	30,5	69 - 21	0,5 - NE
08:10	32,4	64 - 22	0,2 - SE	31,0	58 - 18	0,5 - E	30,8	70 - 21	0,6 - E
08:20	34,3	58 - 22,5	0,5 - E	31,0	58 - 18	0,5 - SW	31,7	65 - 21	0,5 - E
08:30	34,0	57 - 21	0,5 - E	31,0	58 - 18	0,5 - NE	31,5	66 - 21	1,2 - NE
08:40	36,1	55 - 23	0,2 - NE	32,8	56 - 19	1,1 - NE	32,3	65 - 21,5	0,0 - E
08:50	34,1	60 - 23	0,5 - E	32,2	57 - 19	0,3 - SE	33,3	64 - 23	0,8 - E
09:00	28,8	65 - 18	2,1 - E	28,8	65 - 18	3,5 - E	29,7	64 - 19	0,8 - NE
09:10	28,9	66 - 19	4,0 - SE	28,9	65 - 18	1,0 - SE	29,9	63 - 20	1,9 - NE
09:20	29,0	66 - 19	2,4 - NW	28,9	67 - 18	0,4 - NE	30,2	63 - 19	1,7 - NE
09:30	29,4	65 - 19	2,6 - E	29,2	65 - 19	2,1 - SW	30,4	63 - 20	1,4 - NE
09:40	29,4	62 - 18	3,4 - SE	29,5	63 - 18	2,8 - NE	30,3	62 - 19	3,1 - NE
09:50	29,6	62 - 18	1,4 - E	29,3	63 - 18	1,6 - NE	30,2	60 - 18	2,6 - NE
10:00	29,5	63 - 18	1,4 - E	29,8	63 - 19	5,2 - E	30,5	60 - 18	0,6 - NE

Já a estação no Ponto 02, localizada na posição sul da praça, sob sombreamento de edifícios e com FVC=0,58, apresentou uma variação de temperatura entre 28,8° e 29,8°C (Tabela 01), sofrendo ação dos ventos mais significativos à Leste e Nordeste, de 0,4 a 5,2m/s. A câmera termográfica (Figura 17b) acusou

<sup>2</sup> Conversão realizada através do Software *Psicrom* 1.0 desenvolvido pela Universidade Federal de São Carlos – Departamento de Engenharia Civil – Programa de Pós-graduação em Construção Civil, 2003.

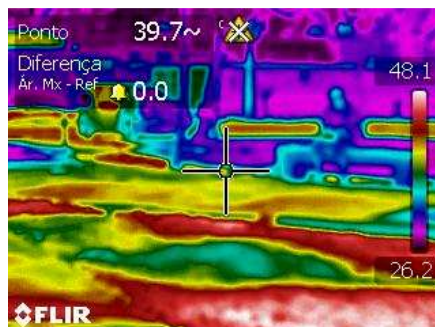


uma temperatura superficial de 29°C no ponto de medição 02. Analisando o comportamento da temperatura do ar, percebe-se inicialmente uma similaridade entre os dados aferidos nos pontos P1 e P2, respectivamente localizados em área com e sem sombreamento. O comportamento da temperatura e umidade do ar no Ponto 01 e 02 é muito próximo. A velocidade do vento encontrada no ponto 01 é superior ao ponto 02 (ver gráfico 01). Contudo, diferença significativa foi encontrada na temperatura superficial, no ponto 01 a temperatura superficial média é muito superior, apresentando uma diferença de 10°C. Esse comportamento evidencia que, embora o sombreamento seja um amenizador do comportamento térmico, essa influência foi percebida, nesse estudo, com mais intensidade no comportamento da temperatura radiante.

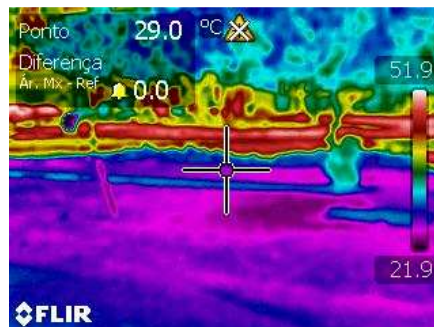
O ponto 03, localizado no sombreamento provocado pela vegetação e com FVC de 0,32, apresentou as temperaturas mais elevadas - entre 29,7° e 30,5°C. Na imagem com a câmera termográfica (Figura 18b) pode-se observar que a temperatura superficial média foi de 31.6°C. Situado na posição norte da praça, neste ponto foi verificada uma pequena redução na velocidade do ar, em comparação com os pontos 01 e 02, mantendo-se a direção do vento constantemente na direção Nordeste. Apesar do sombreamento proveniente da vegetação e do FVC mais elevado atribui-se as maiores temperaturas ao revestimento em asfalto, da rua adjacente ao ponto, e a velocidade do ar mais reduzida. Outro aspecto de grande influência é permeabilidade da vegetação à passagem da radiação solar, como pode ser visto na Figura 18a, as árvores existentes não apresentam a copa totalmente fechada. O ponto 03 apresentou, contudo, umidade absoluta superior aos outros pontos, comportamento que poderia ser atribuído a vegetação na proximidade do ponto.

**Tabela 02: Dados do Inmet referente ao dia 15 de Dezembro de 2010**

Data	Hora	Temperatura	Umidade	Pressão	Ventos		Nebulosidade	Dados diários		
		(°C)	(%)	(hPa)	Vel. (m/s)	Dir. (°)	(Décimos)	Temp. Máx. (°C)	Temp. Mín. (°C)	Chuva (mm)
15/12/2010	00	27.2	78	1009.7	2.1	9	5	31.6	-	0.0
15/12/2010	12	29.8	67	1011.6	2.1	14	5	-	26.9	0.0
15/12/2010	18	29.4	71	1009.6	2.1	14	10	-	-	0.0



**Figura 16a e 16b:** Ponto 01 – Imagem digital(à esquerda) e imagem gerada na câmera termográfica (à direita).



**Figura 17a e 17b:** Ponto 02 – Imagem digital (à esquerda) e imagem gerada na câmera termográfica (à direita).



**Figura 18a e 18b:** Ponto 03 – Imagem digital(à esquerda) e imagem gerada na câmera termográfica (à direita).



Com os gráficos 01, 02 e 03 apresentados abaixo, é possível comparar o comportamento das variáveis em análise. No ponto 03, as temperaturas são visivelmente mais elevadas, enquanto os pontos 1 e 2 possuem comportamento similar. Alguns aspectos contribuem para a temperatura menor nesses pontos: maior ventilação, proximidade do ponto 01 com revestimento da rua em paralelepípedo e sombreamento parcial de árvores do entorno (ver Figura 02), bem como a influência da massa edificada no sombreamento das proximidades devido a grande altura dos edifícios próximos. Por outro lado o ponto 03 apresenta menor ventilação, o sombreamento das árvores não é total e há proximidade com rua revestida com asfalto.

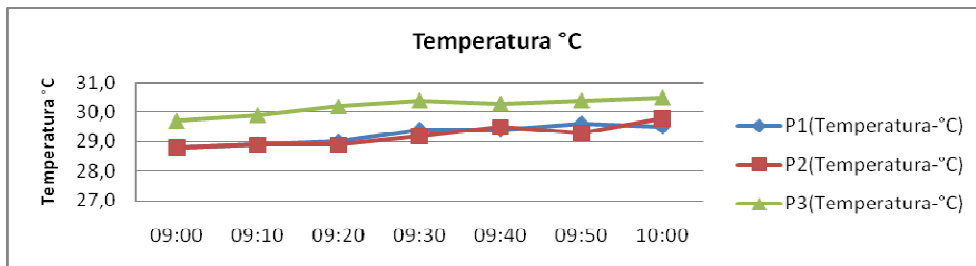


Gráfico 01: Temperatura °C – Estação La Crosse Technology.

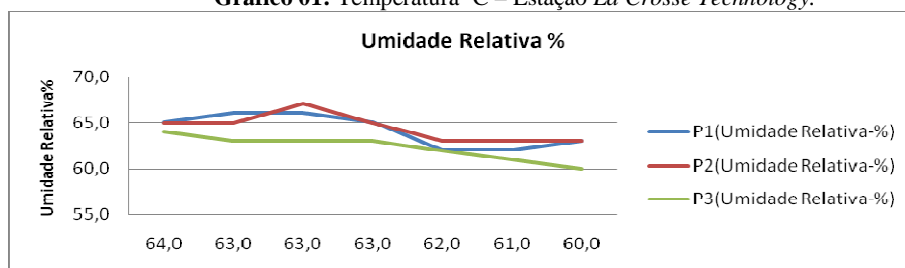


Gráfico 02: Umidade relativa % – La Crosse Technology.

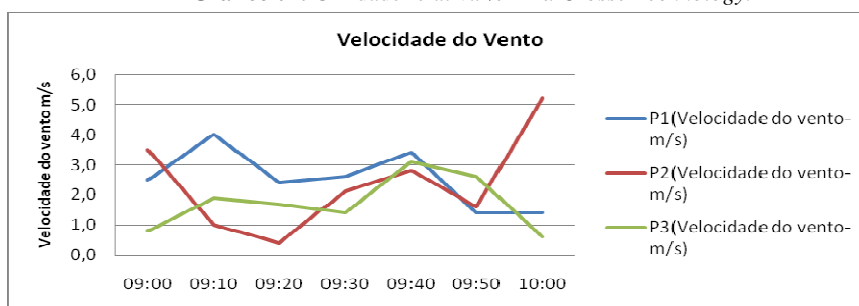


Gráfico 03: Velocidade do vento (m/s) – La Crosse Technology.

Analisando-se a velocidade do ar, os pontos apresentaram valores mais próximos no período das 9:50. Há grande variabilidade na intensidade da ventilação, porém percebe-se que no ponto 01 um predomínio de maior intensidade, seguido pelo ponto 03, o ponto 02 apresenta alguns picos de maior intensidade. No ponto 03 todas as medições foram na direção Nordeste, no ponto 02 também ocorreu predomínio da direção Nordeste, seguida da direção Leste, enquanto no 01 a direção predominante foi Leste, seguida pela direção Sudeste. A variabilidade de direções, nos pontos 01 e 02, pode ser atribuído ao entorno com edificações em altura.

## 5. CONCLUSÕES

A compreensão da relação entre a morfologia urbana e o clima local é fundamental para o estabelecimento de regras de ocupação do meio urbano que possibilitem o aproveitamento das vantagens climáticas. O sombreamento e presença de vegetação em climas tropicais são variáveis amenizadoras do clima, nesse contexto esse trabalho tem como objetivo analisar o comportamento dessas variáveis em um recorte urbano através do monitoramento de algumas variáveis ambientais. Estas variáveis: temperatura, umidade e velocidade do ar foram monitoradas em três pontos localizados em uma praça, os pontos se diferenciavam entre si principalmente pelo sombreamento e presença de vegetação.

Sobre o comportamento da temperatura do ar, o ponto 03, com sombreamento predominantemente proveniente de vegetação, apresentou valores mais elevados, enquanto os pontos 1 e 2, respectivamente sem sombreamento e sombreamento proveniente das edificações do entorno, apresentaram comportamento similar. Analisando-se esse comportamento concluiu-se que, apesar do sombreamento, outras variáveis

tiveram forte influência na amenização da temperatura no ponto sem sombreamento, como: maior velocidade do vento, proximidade com revestimento da rua em paralelepípedo e sombreamento parcial de árvores do entorno, bem como a influência da massa edificada no sombreamento das proximidades devido a grande altura dos edifícios próximos. Por outro lado, no ponto 03, a velocidade do vento é menor, o sombreamento das árvores não é total (densidade da folhagem não homogênea) e há proximidade com rua revestida de asfalto. Sobre a velocidade do ar percebeu-se grande variabilidade na intensidade da ventilação, com predomínio de maior intensidade no ponto 01, seguido pelo ponto 03 e com o ponto 02 apresentando alguns picos de maior intensidade. No ponto 03 todas as medições foram na direção Nordeste enquanto a variabilidade de direções, nos pontos 01 e 02, pode ser atribuído ao entorno com edificações em altura. Em relação a umidade do ar, o ponto 03 apresentou, contudo, umidade absoluta levemente superior aos outros pontos, comportamento que poderia ser atribuído a presença da vegetação.

Destacam-se, nesse estudo, os resultados obtidos com as medições da temperatura superficial. Pontos com altos valores de FVC estão conseqüentemente mais expostos a radiação solar direta, apresentando assim maiores valores de temperatura de superfície. Em relação a essa variável a ausência ou existência do sombreamento é percebida de forma muito significativa, a diferença entre a temperatura superficial média no ponto com sombra (02) e o ponto sem sombra (01) é de 10°C, evidenciando que, embora o sombreamento seja um amenizador do comportamento térmico, o maior impacto do sombreamento é percebido na temperatura das superfícies do entorno, enquanto o comportamento da temperatura do ar e umidade mantiveram-se próximos, independente do sombreamento ou da vegetação.

Por este motivo, o sombreamento ocasionado pelos edifícios e pela vegetação pode se tornar variável atenuante à redução nos ganhos e acúmulos de calor. Com isso, estas variáveis provocam o redirecionamento dos ventos e a conseqüente amenização do calor radiante beneficiando a qualidade urbana e proporcionando a frequência constante do pedestre ao espaço destinado a praça.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, Rafael Ponce de Leon; DUARTE, Manuela; LEDER, Solange Maria. Proposta de proteção alternativa para sensores higrotérmicos utilizados em medições de ambientes externos. Anais do XIII Encontro Nacional Tecnologia do Ambiente Construído, 2010.
- BITTENCOURT, Sérgio M.; SILVA, Francisco A.G. da. Comportamento da Temperatura de Fachadas confrontantes de edifícios e sua contribuição para a formação de ilhas de calor. 9º Encontro Nacional e 5º Latino Americano do Conforto no Ambiente Construído – Ouro Preto/Brasil. ENCAC 2007.
- COUTTS, Andrew M.; BERINGER, Jason; TAPPER, Nigel J. Investigating the climatic impact of urban planning strategies through the use of regional climate modelling: a case study for Melbourne, Australia. School of Geography and Environmental Science, Monash University, Melbourne, Vic, 3800, Australia, Aceito em 10 de Dezembro de 2007.
- CARVALHO, Homero Jorge Matos de. Parâmetros climatológicos para o estudo do balanço termo-energético de edificações da cidade de João Pessoa – PB. Dissertação de mestrado pela UFRN. Dezembro, 2001.
- CARLAN, Ana Cláudia; GALVANI, Emerson; NERY, Jonas Teixeira. O efeito do sombreamento no conforto térmico. Estudo de caso: Cidade de São Paulo. VI Seminário Latino Americano de Geografia física, II Seminário Ibero Americano de Geografia física. Universidade de Coimbra, Maio de 2010.
- CORDEIRO, Aristóteles Lobo Magalhães; LEDER, Solange Maria; CASTRO, Alexandre. A precisão das ferramentas informatizadas de modelagem 3D na representação da sombra projetada em modelos virtuais. Anais do XIII Encontro Nacional Tecnologia do Ambiente Construído, 2010.
- DUARTE, Denise Helena Silva. Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental. São Paulo: USP, 2000. (Tese doutorado).
- PEZZUTO, Cláudia Cotrim. Avaliação do ambiente térmico nos espaços urbanos abertos. Estudo de caso em Campinas, SP. Tese de Doutorado apresentada à Comissão de pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas – SP, 2007.
- RIBEIRO, Carlos Alberto de Mendonça; CARVALHO, Romero Jorge Matos de; SANTOS, Marconi Antônio dos Santos. Metodologia para análise do sombreamento em centros urbanos. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésia e Tecnologia da Geoinformação. Recife, julho de 2010.
- MARINOSKI, D. L.; SOUZA, G. T. DE; SANGOI, J. M.; LAMBERTS, R. Utilização De Imagens Em Infravermelho Para Análise Térmica De Componentes Construtivos. 13º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – Canelas/Brasil. ENTAC 2010.
- SATTLER, M. A. Arborização urbana e conforto ambiental. Congresso de arborização das cidades. Vitória, 1992.
- SHAMS, Juliana Cristina Augusto; GIACOMELI, Daniele Cristina; SUCOMINE, Nivia Maria. Emprego da arborização na melhoria do conforto térmico nos espaços livres públicos.
- SHINZATO, Paula; Spangenberg, Jörg; DEL BOSCO, Lara; DUARTE, Denise. Impacto da vegetação nos microclimas urbanos. Universidade de São Paulo/ Faculdade de Arquitetura e Urbanismo / Dep. Tecnologia LABAUT – Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética. IX Encontro Nacional e V Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído. Ouro Preto, Agosto de 2007.
- SKETCHUP 8.0 Disponível para download em <<http://sketchup.google.com>>. Acesso em Março de 2011.