



CONFORTO TÉRMICO EM UMA RESIDÊNCIA EM FORMA DE VARANDA COM COBERTURA VERDE

Carla Matheus (1); Lucila Chebel Labaki (2)

(1) Arquiteta, Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Tecnologia e Cidade, matheuscarla@hotmail.com

(2) Dra., Professora do Departamento de Arquitetura e Construção, llabaki@gmail.com
Laboratório de Conforto Ambiental e Física Aplicada, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP,
Tel.: (19) 3521 2064

RESUMO

Esta pesquisa tem como meta analisar o conforto térmico de uma residência semiaberta na cidade de Atibaia, SP, construída em forma de varanda, com cobertura verde, valorizando as técnicas passivas de condicionamento que proporcionam o conforto ambiental. A varanda constitui uma local agradável ambientalmente para a utilização nos países de clima tropical. A cobertura verde é uma boa estratégia para a redução do uso de energia, pois o calor externo é transmitido em menor intensidade e mais lentamente para o ambiente. A análise do conforto foi feita através de medições *in loco* das variáveis ambientais e cálculo do Physiological Equivalent Temperature (PET). As medições *in loco* foram feitas no período do verão de 2012. A partir dos resultados, pode-se inferir que, em relação à temperatura ambiente, apesar da temperatura superficial da cobertura verde ter uma atenuação de até 9°C em relação à da cobertura cerâmica, a combinação da cobertura verde com a cobertura cerâmica nessa área semiaberta proporciona uma atenuação da temperatura ambiente externa, de aproximadamente 2,5°C. O cálculo do PET mostrou que a área semiaberta melhorou o grau de sensação de conforto em até dois pontos. O modelo de varanda com cobertura verde se mostrou uma boa forma para habitação para essa região.

Palavras-chave: cobertura verde, conforto térmico, varanda, PET.

ABSTRACT

This research aims to analyse the thermal comfort of a semi open residence in the city of Atibaia, SP, built in the form of a veranda, with green roof, valuing the passive conditioning techniques that provide environmental comfort. The veranda is a pleasant place to be used in tropical countries. The green roof is a good strategy for reducing energy use, for the external heat is transmitted in less quantity and more slowly to the environment. This research analyses the environmental comfort of a semi-open residence in the city of Atibaia, SP, built as a veranda, using green roof. The analysis of comfort was made through local measurements of environmental variables and physiological Equivalent Temperature (PET). The in site measurements were made during summer of 2012. From the results, it could be inferred that, in relation to temperature, although the surface temperature of the green cover showed an attenuation of up to 9 ° C when compared to the tile roof, the combination of green roof with tile roof in this semi-open area provides a temperature attenuation of approximately 2.5 ° C degrees. The PET analyses showed that the semi-open area improves the level of comfort sensation. The veranda proved to be a good place for housing in this region.

Keywords: green roof, thermal comfort, veranda, PET.

1. INTRODUÇÃO

O alto consumo de energia para aquecimento e resfriamento de edificações é um dos maiores problemas do setor de energia e tem um impacto ambiental importante (JIMÉNEZ et al., 2010). Por exemplo, na Inglaterra, considerando a meta de construir casas com zero emissão de carbono, o código para casas sustentáveis incorpora nove pontos chave; a eficiência energética é ponto central, mandatório como padrão mínimo (OSMANI e O'REILLY, 2009). Há inúmeras maneiras de minimizar a quantidade de energia necessária para

aquecimento, resfriamento ou iluminação em um ambiente interno. A maneira como o projeto é desenvolvido pode levar a grandes economias energéticas tanto durante a obra como no período de ocupação dos edifícios.

A varanda constitui uma forma agradável ambientalmente para a utilização nos países de clima tropical, pois possui uma cobertura para proteger dos raios solares diretos, permite a ventilação natural e ainda favorece a ligação com o entorno. Segundo Maragno (2011) a separação costuma ser constituída pelo próprio limite da sombra, por uma franja de penumbra ou somente pelo limite sutil determinado pela linha de piso ou projeção da cobertura.

A cobertura verde é uma boa estratégia para a redução do uso de energia, pois o calor externo é transmitido em menor intensidade e mais lentamente para o ambiente, podendo evitar o uso de energia para resfriamento do ambiente durante o verão e o aquecimento durante o inverno. Segundo La Roche (2006) essa estratégia provou ter efeitos positivos ao melhorar o conforto térmico no interior do edifício.

Coffman (2007) definiu ferramentas, chamadas de domínios de pesquisa de projeto, que podem ser utilizadas por projetistas para aprimorar a conceituação de projetos de coberturas verdes, chamadas também de ecotelhados, o que posteriormente permite a potencial melhoria da disseminação. Os domínios focam a comunicação e ligam o processo de design com a avaliação pós-ocupação através de critérios mensuráveis. Esses domínios não são mutuamente excludentes, por si só, mas são classificados para dirigir o projeto para vários critérios mensuráveis (Figura 1). A ideia geral é que primeiramente um domínio seja identificado como a meta do projeto, podendo então ser identificados os critérios de desempenho.

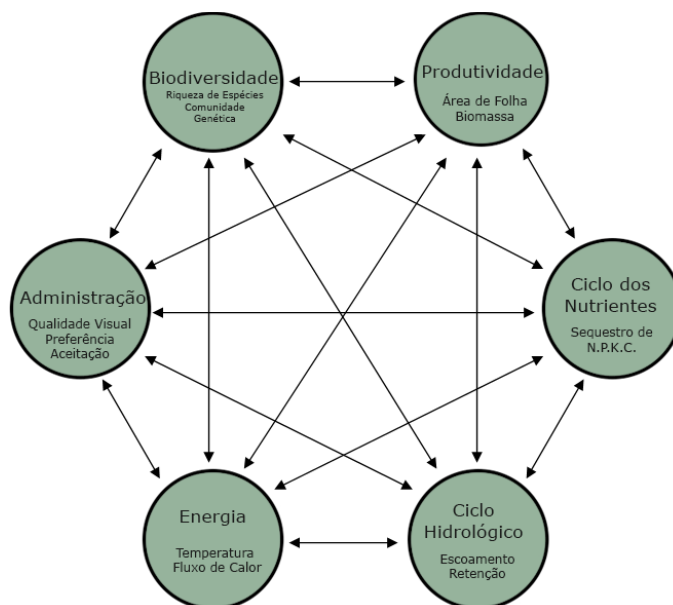


Figura 1. Diagrama dos domínios de pesquisa de projeto da cobertura verde. Os critérios estão nos círculos e as setas bidirecionais indicam possíveis influências. Traduzido de Coffman (2007).

2. OBJETIVO

O objetivo desse trabalho foi analisar o conforto térmico de uma residência semiaberta projetada em forma de varanda, executada com cobertura verde, nos aspectos de implantação, tipo de cobertura e ventilação natural.

3. MÉTODO

3.1 Objeto de estudo

A cidade de Atibaia – considerada estância climática - localiza-se a latitude 23°07'01"S, longitude 46°33'01"W e altitude 803m, no estado de São Paulo. Está localizada a 69 km de São Paulo, 65km de Campinas e 93km de São Jose dos Campos, na interseção das rodovias Fernão Dias e Dom Pedro I (Figura 2).

A residência estudada está localizada no bairro San Fernando Valley, na Serra do Itapetinga a aproximadamente 0,5 km do Monumento Natural Estadual da Pedra Grande. É uma área com poucas residências e bastante vegetação. Essa residência foi escolhida por se tratar de um exemplo de área

semiaberta utilizada como área de estar e trabalhar feita com cobertura verde. Apesar de não estar localizada em uma área de alta concentração de prédios, ou seja, em um local propenso a formação de ilhas de calor, trata-se de um bom exemplo arquitetônico com essas características e os resultados deste estudo podem ser aplicados para melhorar as edificações em áreas mais densas.

O projeto foi feito em 2005 e a construção terminada em 2006, com a função de ser uma escola de Tai Chi Chuan, daí a necessidade de um espaço amplo. Posteriormente, em 2010, foi adaptado para se tornar uma residência e escritório de arquitetura. O projeto da edificação, incluindo implantação, localização de paredes/aberturas e escolha de materiais, foi realizado por Carla Matheus buscando atingir melhores condições de conforto térmico de forma passiva, além de garantir a integração com o ambiente externo. Foi elaborado um diagrama, baseado nos conceitos de Coffman (2007), para a cobertura verde da residência semiaberta estudada. A cobertura foi projetada tendo como meta principal a de proporcionar conforto térmico e conseqüentemente contribuir para a eficiência energética da edificação. O Ciclo Hidrológico e a qualidade visual foram os outros dois domínios que também tiveram prioridade, apesar de secundária. E por fim, foi projetada visando os domínios de Biodiversidade, Produtividade e Ciclo de Nutrientes (Figura 2).

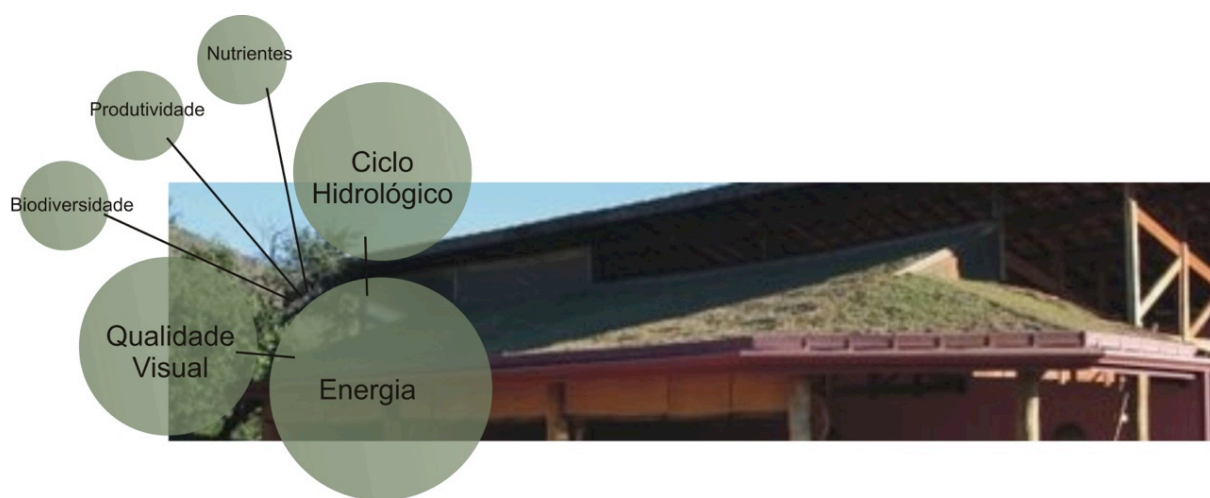


Figura 2 – Diagrama baseado nos domínios de Coffman (2007).

A residência tem grande parte de sua área semiaberta, interligada com o jardim. Está implantada em um terreno de 20m x 50m todo murado a uma altura de 2m; com uma área vegetada, sendo a parte posterior do terreno com plantas de até 3m de altura. Esta dividida em (Figura 3):

- Varanda - 13,20m x 9,20m – 118,29 m² de área semiaberta – área utilizada como escritório e estar;
- Hall – 17,53 m² de área mais fechada, ligação com área semiaberta – utilizada como copa e distribuição;
- Banheiro - 6,50m² - área fechada;
- Mezanino - 10,3m² - área fechada – utilizado como dormitório.

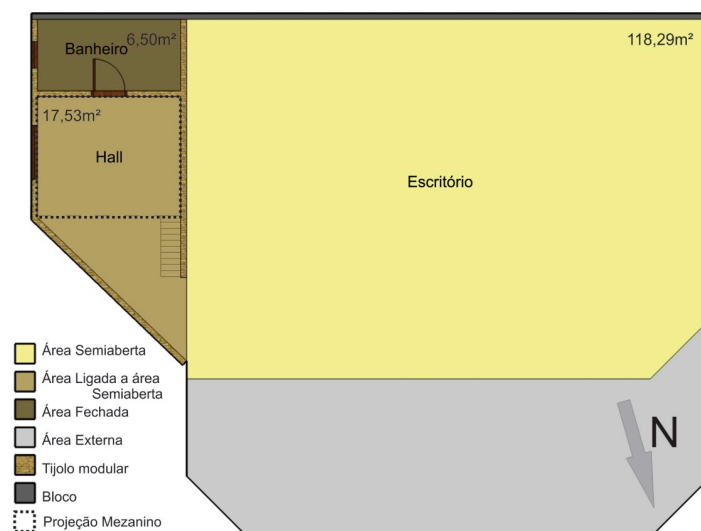


Figura 3 – Áreas da residência.

A cobertura consiste de uma água de cobertura verde extensiva e uma água de cobertura cerâmica. Há um vão entre as duas águas da cobertura o qual permite a passagem de ar; a estrutura da cobertura é feita em tesouras de madeira serrada e está apoiada em pilares de madeira roliça e na parede de divisa (Figura 4).

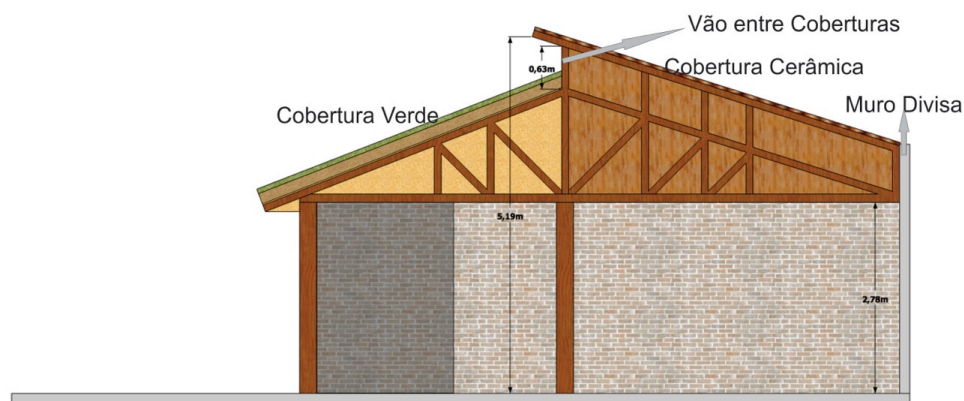


Figura 4 – Corte.

A cobertura verde é composta por 5 camadas:

- Suporte feito de Oriented Strand Board (OSB) apoiado na estrutura de madeira;
- Manta impermeabilizante - Laminado de PVC (Geomembrana)
- Camada drenante feita com argila expandida e manta bidim – que direcionam a água para um cano de drenagem;
- Substrato – terra misturada com esterco e terra vegetal, com aproximadamente 12cm;
- Grama esmeralda.

A geomembrana utilizada para impermeabilização demonstrou ser extremamente eficiente, bloqueando totalmente a passagem de umidade do substrato para o OSB. A cobertura, com a geomembrana, foi instalada no ano de 2006 se mantém em excelente estado. A manutenção é esporádica, uma vez que a camada de substrato é baixa e com isso a grama não cresce em demasia. A manutenção é feita apenas para a retirada de eventuais ervas daninhas que nascem de sementes trazidas pelo vento ou mesmo por pássaros.

3.2 Descrição do Método

Foram realizadas medições *in loco* no verão de 2012. Os parâmetros medidos foram temperatura do ar, temperatura de globo, umidade relativa, velocidade do ar e temperaturas superficiais. Foram gerados

gráficos comparativos entre a temperatura do ambiente semiaberto com a área externa e comparativo entre a temperatura superficial interna da telha cerâmica e da cobertura verde. Os dados de temperatura, temperatura de globo, umidade e velocidade de vento foram utilizados para o cálculo do Physiological Equivalent Temperature (PET); este foi avaliado comparando o ambiente semiaberto com o ambiente externo, visando verificar a melhoria do conforto ambiental nessa área semiaberta.

3.3 Medições *in loco*

Para as medições *in loco* foi necessária a definição de pontos de medições. O critério para escolha dos pontos se baseou em áreas mais utilizadas e também aquelas que, perceptivelmente, apresentam maiores diferenças de temperatura.

Foram definidos seis pontos (Figura 5). Todos os pontos foram nomeados com letra maiúscula para diferenciar dos nomes dos ambientes ou nomes de coberturas:

- Cobertura Verde 1 (CV1) - próximo ao hall;
- Cobertura Verde 2 (CV2) - próximo da área externa;
- Cobertura Cerâmica 1 (CC1) – próximo das paredes;
- Cobertura Cerâmica 2 (CC2) – próximo da área externa;
- Hall (HA) – ponto central no hall;
- Ponto Externo (EX) - utilizado como comparação com os pontos estudados.

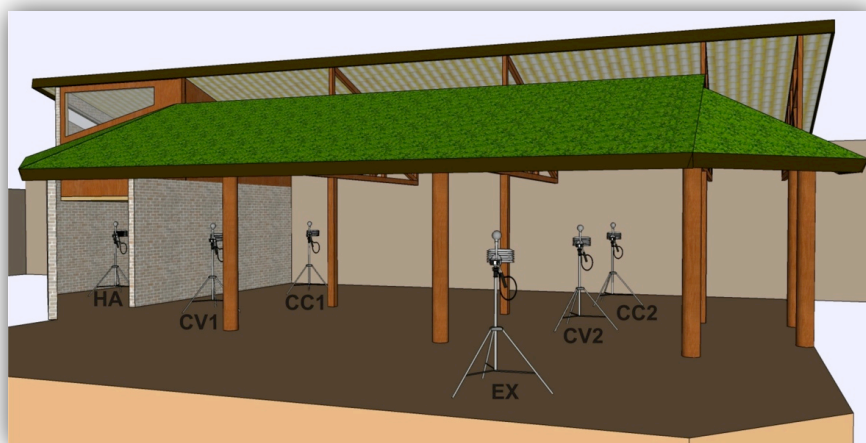


Figura 5 – Maquete eletrônica da residência. Localização dos tripés com aparelhos de medições.

Os registradores de temperatura de ar, temperatura de globo e umidade utilizados foram:

- Registrador Testo 175-T2 + sonda externa de temperatura do ar Testo 0613 1712 + globo cinza (bola oficial de tênis de mesa pintada com a tinta azul burguês da Coral).

Os registradores de velocidade do vento utilizados foram:

- Registrador Testo 445 + sonda de esfera quente Testo 0635 1549 (anemômetro).

Os registradores de temperatura e umidade do ar e o de temperatura de globo que ficaram em áreas mais externas foram colocados dentro de protetores feitos com pratinhos plásticos brancos, para ficarem protegidos da chuva e do sol excessivo, e ventilados, para não afetar os resultados. Os aparelhos foram fixados em tripés para permanecerem a uma altura de aproximadamente 1,10m do piso – altura média de uma pessoa sentada. Foram instalados dois anemômetros nos tripés, nos mesmos pontos das medições.

Foram instalados dois registradores de temperatura superficial - um na área interna da cobertura verde, fixado em um OSB; e o outro na área interna da cobertura cerâmica, fixado em uma telha. Os registradores foram posicionados de maneira equivalente nas duas coberturas, ou seja, recebendo a mesma quantidade de radiação solar durante o dia. As temperaturas superficiais internas das duas coberturas foram medidas no mesmo período.

As medições (de temperatura do ar, temperatura de globo e umidade do ar, velocidade do vento e temperatura superficial) foram feitas no período do verão, entre os dias 01 e 13 de março de 2012. Para medir temperatura do ar, temperatura de globo e umidade do ar foram instalados cinco tripés (cada um com um termômetro de globo e um registrador de temperatura e umidade do ar) nos pontos estabelecidos. Os aparelhos foram programados para registro em intervalos de trinta minutos, mas estão sendo utilizados apenas os valores a cada 120 minutos.

4 - RESULTADOS

Nota-se que o Ponto EX mostrou a maior variação de temperatura do ar, como era esperado. O Ponto HA foi o local com a temperatura do ar mais estável; a diferença máxima de temperatura em relação ao EX foi de 5,11°C às 12h00min. e nos horários mais frios de 2,67°C às 23h00min. As temperaturas nos Pontos CC1, CV1 e CV2 mantiveram-se mais estáveis do que no Ponto EX, mas menos do que no Ponto HA, mantendo-se bastante próximas uma das outras. Por isso foi feito um gráfico comparando as temperaturas do Ponto EX, com as do Ponto HA e as da média entre os Pontos CV1, CV2, CC1 e CC2, ou seja os quatro pontos que estão na área semiaberta e que apresentam temperaturas próximas (Figura 6).

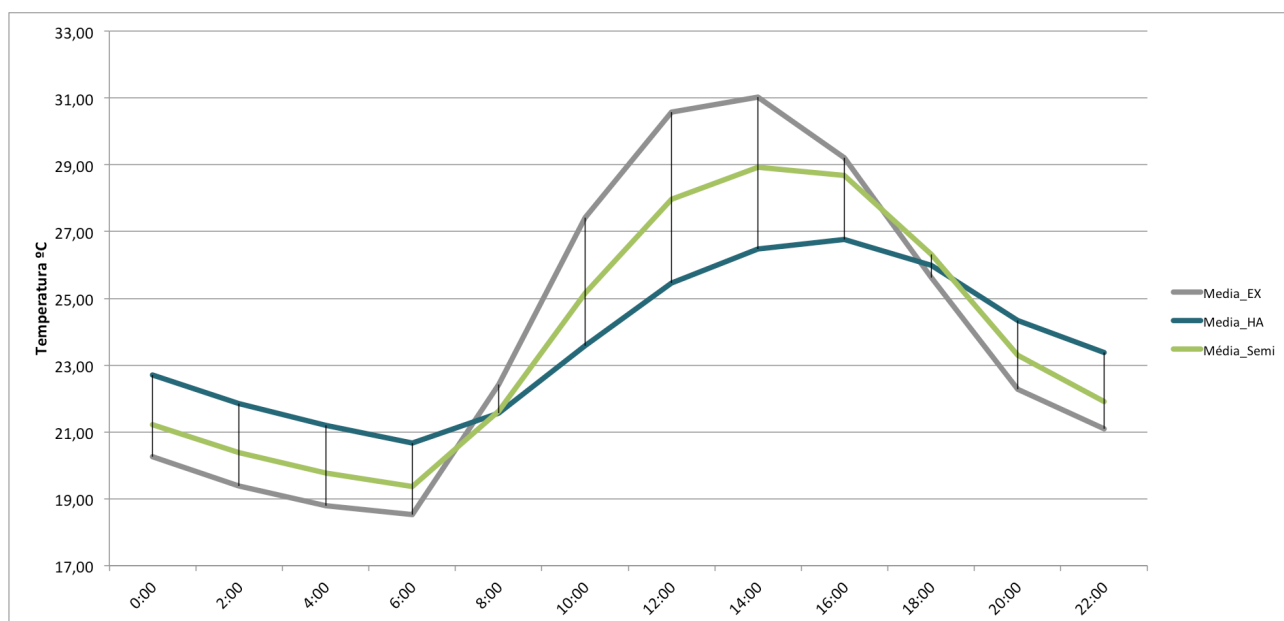


Figura 6 – Temperatura do ar media medidas entre 01 e 13 de março de 2012, para os pontos EX, HA e da área semiaberta .

A média entre as temperaturas do ar dos pontos na área semiaberta mostrou que o ambiente semiaberto realmente manteve-se com uma temperatura mais estável que o Ponto EX, tendo a diferença máxima às 12h00min de 2,61°C em relação ao Ponto EX e de 2,50°C em relação ao Ponto HA.

Ao comparar a temperatura superficial interna da cobertura verde e cobertura cerâmica, observa-se que a cobertura verde proporciona um atraso de duas horas comparada à cobertura cerâmica e quase 9°C de diferença; a cobertura verde atinge sua hora mais quente às 15h00min a uma temperatura de 32,64°C; enquanto a cobertura cerâmica atinge o horário mais quente às 13h00min a uma temperatura de 41,18°C. Nos horários mais frios a diferença máxima é de 2,65°C às 06h00min quando a temperatura da cobertura cerâmica é de 17,83°C e a da cobertura verde é de 20,48°C (Figura 7).

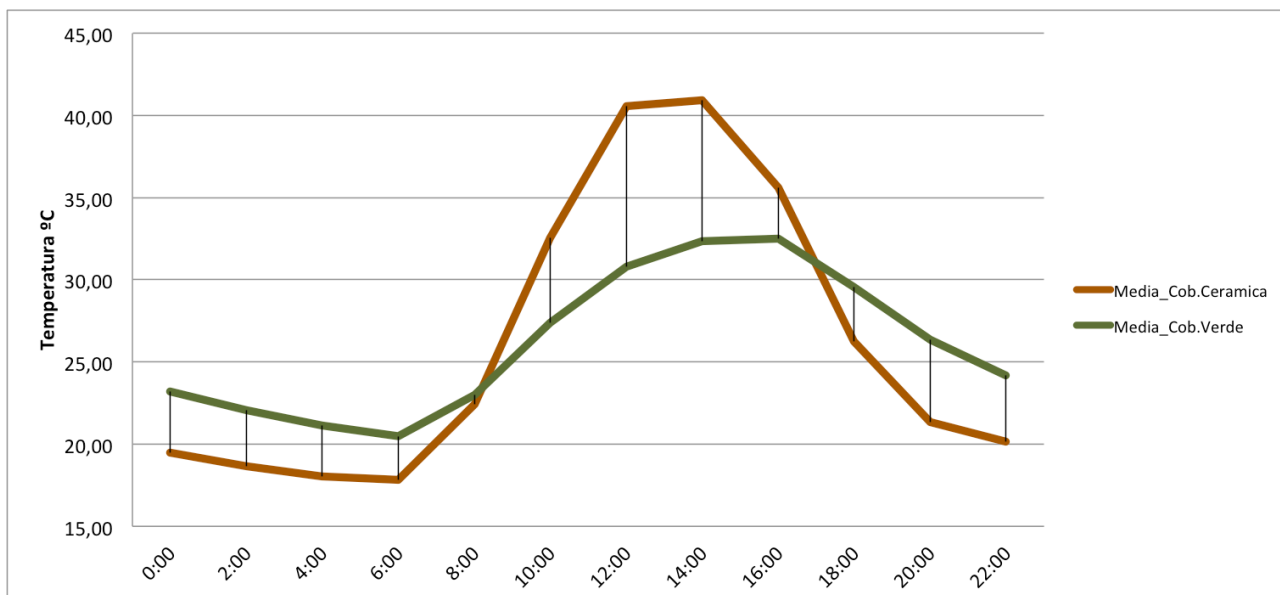


Figura 7 – Média das temperaturas superficiais medidas entre 02 e 13 de março de 2012.

4.2 PET – ÁREA SEMIABERTA E ÁREA EXTERNA

Utilizando os dados das medições *in loco*, de temperatura do ar e de globo, velocidade do ar e também o diâmetro e emissividade do globo utilizado nas medições, foi calculada a temperatura média radiante dos Pontos CC1, CC2, CV1, CV2 e HALL e do Ponto EX para os mesmos horários. Os horários são diferentes em cada ponto pois, como havia a disponibilidade de apenas dois anemômetros, foi medido o Ponto EX simultaneamente com um ponto da área semiaberta. Posteriormente, foi utilizado o software RayMan 1.2 (inserindo dados de temperatura do ar e velocidade do vento obtidos nas medições *in loco* e temperatura radiante calculada) para calcular o PET desses pontos. Os dados de entradas foram configurados com:

- Pessoa do sexo masculino
- Altura: 1,75m
- Peso: 75kg
- Idade: 35 anos
- Clo: 0,5 (roupas leves de verão)
- Atividade: 70,0W (trabalho sentado)

Foram geradas tabelas comparando cada ponto da área semiaberta com o Ponto EX (Tabelas 2 e 3). Adotou-se um padrão de cores, seguindo a tabela de sensação térmica proposta por Monteiro e Alucci (2007) para espaços abertos na Grande São Paulo. Todos os resultados do PET são apresentados nas cores utilizadas nessa tabela (Tabela 1). Labaki et al. (2012) realizaram uma análise das condições de conforto térmico em espaços públicos de passagem em três cidades do Estado de São Paulo. Os resultados evidenciaram grande sensibilidade térmica em relação às variações diárias e sazonais, assim como diferentes limites para o PET de neutralidade térmica para cada um dos espaços estudados. Apesar dos diferentes limites de temperatura PET para a neutralidade térmica em cada cidade, 59,5% de todos os indivíduos confortáveis (308 de 519) estiveram inseridos na faixa de 18-26 °C, ou seja, em conformidade com os limites de conforto para o PET propostos por Monteiro e Alucci (2006) para a cidade de São Paulo, ajustados em relação à faixa de 18-23 °C proposta por Matzarakis et al (1999) e Matzarakis et al (2006).

Tabela 1 – Tabela cromática de sensação térmica de acordo com o PET. Adaptado de Monteiro e Alucci (2007).

PET (°C)	Sensação
	Muito Calor
43	
	Calor
34	
	Pouco Calor
26	
	Neutra
17	
	Pouco Frio
10	
	Frio
3	
	Muito Frio

A Tabela 2 mostra os horários que apresentaram diferença de sensação térmica de acordo com o PET entre os pontos; os horários que apresentaram resultados do PET com o mesmo grau de sensação térmica (de acordo com a Tabela 1) não foram incluídos. Dentre os 24 horários que apresentaram diferenças, três mostraram uma melhoria de PET de dois pontos na escala de sensação térmica; 17 mostraram um ponto de melhoria e quatro piora de um ponto (Tabela 2).

Tabela 2 – Horários que apresentam diferença de sensação térmica de acordo com o PET.

Data - 1.3.2012	h:mm	PET - EX	PET - CC1
	14:00	45.4 Muito Calor	30.8 Pouco Calor
	15:00	31.5 Calor	30.7 Pouco Calor
	17:00	31.4 Calor	30.5 Pouco Calor
	19:00	24.0 Neutra	27.4 Pouco Calor
Data - 7.3.2012	h:mm	PET - EX	PET - CC2
	12:00	33.3 Calor	25.1 Neutra
	13:00	37.8 Calor	27.3 Pouco Calor
	14:00	36.8 Calor	26.7 Pouco Calor
	15:00	38.9 Calor	27.0 Pouco Calor
	16:00	34.6 Calor	27.9 Pouco Calor
	21:00	17.2 Pouco Frio	18.1 Neutra
Data - 6.3.12	h:mm	PET - EX	PET - CV1
	15:00	37.9 Calor	29.9 Pouco Calor
	16:00	36.1 Calor	29.8 Pouco Calor
	18:00	23.8 Neutra	26.5 Pouco Calor
Data - 8.3.2012	h:mm	PET - EX	PET - CV2
	23:00	17.6 Pouco Frio	18.8 Neutra
	00:00	17.3 Pouco Frio	18.7 Neutra
	01:00	18.1 Neutra	17.9 Pouco Frio
	08:00	27.4 Pouco Calor	21.2 Neutra
	09:00	33.6 Pouco Calor	24.9 Neutra
	10:00	34.2 Calor	24.6 Neutra

	11:00	37.0 Calor	28.1 Pouco Calor
	12:00	35.0 Calor	28.4 Pouco Calor
Data - 4.3.2012	h:mm	PET - EX	PET - HALL
	13:00	37.3 Calor	26.2 Pouco Calor
	14:00	37.0 Calor	27.1 Pouco Calor
	18:00	25.2 Neutra	27.4 Pouco Calor

A sensação térmica tende a ser mais confortável na área semiaberta do que na área externa, principalmente nos horários mais quentes do dia, chegando a ter a diferença de até dois pontos na escala de sensação térmica. No entanto nos períodos mais frios, a partir das 18:00, a sensação térmica do exterior e aquela da área semiaberta são mais próximas, muitas vezes permanecendo a mesma.

5. CONCLUSÕES

Foi feita uma análise de uma área semiaberta utilizada como ambiente de estar, na cidade de Atibaia, SP para verificar o conforto térmico nessa área construída com cobertura verde e cobertura cerâmica. Foram feitas medições in loco de temperatura, temperatura de globo, umidade do ar e velocidade de vento, cálculo do PET.

A temperatura superficial da cobertura verde mostrou uma atenuação de 9°C em relação a temperatura superficial da cobertura cerâmica nos horários mais quentes do dia. Apesar disso, os pontos localizados na área semiaberta registraram um comportamento semelhante, com temperaturas e umidade do ar bastante próximas, independentemente de estarem abaixo da cobertura verde ou cerâmica. A partir dos resultados, pode-se inferir que, em relação à temperatura ambiente, a combinação da cobertura verde com a cobertura cerâmica nessa área semiaberta provê uma atenuação da temperatura ambiente externa, com valores de aproximadamente 2,5°C graus.

Pode-se dizer que a cobertura e as paredes existentes funcionam como proteção das intempéries, demonstrando que esse modelo de varanda é uma solução para área de estar, em relação ao conforto térmico. Analisando-se o diagrama de Coffman para a cobertura verde da residência semiaberta estudada, observa-se que a cobertura foi projetada tendo como meta principal a de proporcionar conforto térmico e consequentemente contribuir para a eficiência energética da edificação; verifica-se que a cobertura está cumprindo essa função. A cobertura verde se mostrou eficiente para oferecer um atraso térmico e para possibilitar uma temperatura mais estável para o ambiente. No entanto, quando as massas de ar se misturam no ambiente as temperaturas do ar dos pontos localizados abaixo da cobertura verde se assemelham às localizadas abaixo da cobertura cerâmica, proporcionando uma atenuação da temperatura comparada ao ambiente externo, de aproximadamente 2,5°C. A análise do PET mostrou que a área semiaberta chega a ficar até dois pontos na escala de sensação térmica mais confortável do que o ambiente externo, especialmente nos horários mais quentes do dia. Isso se deve ao fato da temperatura radiante da área semiaberta estar sempre muito mais baixa do que a externa nesses horários.

O modelo de varanda com cobertura verde se mostrou uma boa solução de projeto para habitação para essa região, do ponto de vista do conforto térmico.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COFFMAN, R.R. **Vegetated roof systems: design, productivity, retention, habitat, and sustainability in green roof and ecoroof technology**. Dissertation, The Ohio State University, 2007. Disponível em: http://etd.ohiolink.edu/view.cgi?acc_num=osu1196868927
- JIMÉNEZ, M.J.; ENRÍQUEZ, R. HERAS, M.R. **System identification applied to energy analysis in a bioclimatic office building in semidesertic weather in the south of Spain**. Department of Energy, Energy Efficiency in Buildings Unit, CIEMAT, Madrid, E-28040, Spain. PALENC, 2010.
- LABAKI, L. C.; FONTES, M.S. G.C.; BUENO-BARTHOLOMEI, C. L.; DACANAL, C. **Conforto térmico em espaços públicos de passagem: estudos em ruas de pedestres no estado de São Paulo**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 167-183, jan./mar. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ac/v12n1/v12n1a03.pdf>
- LA ROCHE, P. **Green Cooling: Combining Vegetated Roofs With Night Ventilation**. ASES 2006 Conference, 2006. Disponível em: http://www.csupomona.edu/~pmlaroche/rdocs/P142_LaRoche_ASES%202006.pdf
- MARAGNO, G. V.; COCH, H. **O Desenho da varanda e sua repercussão ambiental na arquitetura das casas brasileiras**. XI ENCAC/VII ELACAC, 2011.
- MATZARAKIS, A.; MAYER, H.; IZIOMON, M. G. **Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature**. Int J Biometeorol. 43:76–84. 1999. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10552311>
- MATZARAKIS, A.; RUTZ, F.; MAYER, H. **Modelling the thermal bioclimate in urban areas with the RayMan Model**. PLEA, 23., 2006, Genève. Genève: Université de Genève, 2006. v. 2, p. 449-453. Disponível em: http://www.urbanclimate.net/matzarakis/papers/PLEA2006_PAPER196_II_449_453.pdf
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. **Calibration of outdoor thermal comfort models**. PLEA2006 - The 23rd Conference on

Passive and Low Energy Architecture. Geneva, Switzerland, 6-8 September, 2006. Disponível em: http://www.unige.ch/cuepe/html/plea2006/Vol1/PLEA2006_PAPER314.pdf

MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. **Conforto Térmico em Espaços Abertos com Diferentes Abrangências Microclimáticas: parte 2: proposição de calibração de modelos preditivos**. ENCONTRO NACIONAL, 9., ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 5., 2007, Ouro Preto. Porto Alegre: ANTAC, 2007.

OSMANI, M.; O'REILLY, A. **Feasibility of zero carbon homes in England by 2016: A house builder's perspective**. Building and Environment Volume 44, Issue 9, Setembro 2009, Páginas 1917-1924. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036013230900016X>

RayMan - <http://www.urbanclimate.net/rayman/rayman.htm>

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à CAPES pela bolsa de Mestrado e à FAPESP, por auxílios financeiros anteriores, que viabilizaram a aquisição dos equipamentos utilizados.