

AValiação de Desempenho Térmico para Retrofit de um Restaurante em São Paulo

Daniel Cóstola (1); Mônica Marcondes (2)

(1) LABAUT – Departamento de Tecnologia – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
Universidade de São Paulo, Brasil – email: daniel_costola@uol.com.br)

(2) LABAUT – Departamento de Tecnologia – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
Universidade de São Paulo, Brasil – email: marcondesmo@usp.br

RESUMO

Proposta: Este artigo apresenta o estudo para o retrofit de um restaurante na cidade de São Paulo, Brasil, com base na avaliação de seu desempenho térmico. O edifício é dotado de ventiladores convencionais de parede, os quais aumentam a velocidade do ar incidente nos ocupantes, e não possui ar condicionado. Método de pesquisa/Abordagens: A metodologia adotada consiste no uso de simulações computacionais com o programa TAS-NG, juntamente com medições no local. Foi avaliado o potencial de aplicação de estratégias passivas de condicionamento térmico, tais como a inclusão de uma barreira radiante na cobertura, o uso de ventilação noturna e de diferentes estratégias de operação do sistema de ventilação. A norma ASHRAE 55 foi adotada como parâmetro de conforto térmico, e os resultados das simulações computacionais foram avaliados conforme a porcentagem de tempo em desconforto durante o ano típico simulado. A mesma norma foi utilizada para avaliar o desconforto localizado causado pelo funcionamento dos ventiladores de parede. Resultados: Os ventiladores foram identificados como uma das principais fontes causadoras de desconforto quando operando com altas velocidades. O uso de tecnologias passivas de condicionamento propiciou redução de 30% no número de horas apresentando condições de desconforto térmico. Contribuições/Originalidade: Soluções de projeto são indicadas, reduzindo os níveis de desconforto térmico dos usuários. Uso de metodologia multi-critério para a avaliação do problema.

Palavras-chave: desempenho térmico, conforto ambiental, eficiência energética.

ABSTRACT

Proposal: This paper presents the studies for the retrofit of a restaurant building in São Paulo, Brazil, based on its thermal performance. Methods: The methodology consists on computational simulations using the software TAS-NG, and *in loco* measurements. The study evaluates the applicability of passive cooling strategies, e.g. ceiling radiant barrier, night ventilation and ventilation control. Thermal comfort performance was quantified using ASHRAE 55 standard, and the simulation results were evaluated in terms of the amount of hours in discomfort during the typical year simulated. Draught risk due to the use of wall-mounted fans was evaluated according to ASHRAE 55. Findings: The wall-mounted fans were identified as a major source of discomfort when operating in high speeds. Passive cooling techniques can reduce the discomfort in 30% of the time. Originality/value: Design solutions to reduce the level of discomfort inside the building are presented. The multi-criteria methodology can be applied in a large range of similar buildings.

Keywords: thermal performance, environmental comfort, energy efficiency.

1 INTRODUÇÃO

O conforto térmico dos usuários é um importante aspecto no sucesso de estabelecimentos comerciais, como restaurantes. Com a popularização de equipamentos de ar condicionado do tipo split, uma série de pequenos estabelecimentos comerciais passou a contar com sistemas de climatização com óbvio impacto na demanda energética do país. Contudo, diversos estabelecimentos podem ser objeto de condicionamento passivo, sendo assim necessária uma metodologia consistente para amparar o projeto e dimensionamento de tais soluções.

Neste trabalho o caso de um restaurante popular na cidade de São Paulo é abordado, servindo de base para o desenvolvimento da metodologia necessária à questão do projeto de sistemas passivos de condicionamento.

O conforto térmico em restaurantes foi estudado por NAKANISHI et al (1993) e por SILVA et al (2005). Em ambos os casos, uma abordagem experimental foi utilizada com a finalidade de averiguar as condições de conforto nestes ambientes. Esta abordagem produz um retrato pontual da condição de conforto durante os breves períodos cobertos por medições.

Atualmente, uma ampla gama de programas computacionais está disponível para o estudo do desempenho térmico do edifício. Comparados com a abordagem usada por NAKANISHI et al (1993) e por SILVA et al (2005), tais programas têm como vantagem o fato de produzirem resultados para as 8760 horas de um ano típico, permitindo a compreensão das frequências de ocorrência dos diversos níveis de conforto ao longo do ano. Contudo, tais programas dependem de uma adequada configuração e calibração, etapas para as quais o uso de medições *in loco* é altamente recomendável.

Uma vez definido e calibrado, o modelo computacional pode ser utilizado para testar o desempenho de diversas soluções projetuais, apresentando, aqui, a grande vantagem em relação às abordagens experimentais. Com base nas simulações é possível optar com maior segurança entre o uso de sistemas de condicionamento passivos e ativos, uma vez que passam a ser conhecidas as ordens de magnitude dos custos e benefícios de cada solução.

Nesse contexto, o objetivo do presente estudo de caso é investigar a aplicabilidade de algumas estratégias passivas de condicionamento térmico, através de simulações térmicas dinâmicas do edifício e medidas *in loco*, visando aprimorar as condições de conforto térmico do local.

2 METODOLOGIA

2.1 Descrição do edifício

O restaurante é dividido em dois ambientes principais (salão 1 e salão 2), além de uma cozinha localizada nos fundos do edifício. A Figura 1 apresenta a planta do edifício e seu entorno.

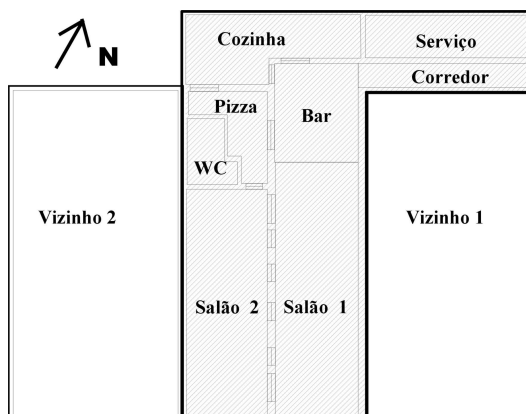


Figura 1 - Planta do edifício no programa TAS

A cobertura exerce a maior interface com o exterior. Acima do forro existe um plenum, o qual apresenta diferentes alturas nos salões 1 e 2. A Figura 2 ilustra o modelo utilizado nas simulações.

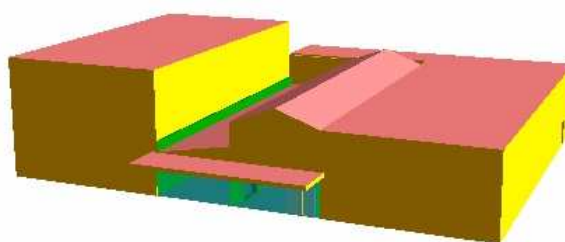


Figura 2 - Perspectiva do modelo representando o edifício no programa TAS

A cozinha apresenta ventilação mecânica (exaustor), a qual retira ar do restante do edifício, gerando uma taxa de renovação do ar constante de aproximadamente 2 kg/s. O exaustor funciona durante dois períodos ao longo do dia: entre 8 e 16 horas, e entre 19 e 24 horas. A taxa de ventilação foi medida com um anemômetro de fio quente, WM (*Weather Measure Corporation*) W-141-AY5, mapeando o campo de velocidades na abertura entre a cozinha e o salão 1. Durante a medição da taxa de ventilação, as demais entradas de ar na cozinha foram fechadas.

Para aumentar a velocidade do ar interno e melhorar o conforto térmico dos usuários, 12 ventiladores estão instalados no perímetro dos salões. Eles possuem um controle de velocidade e, quando acionados, modificam sua orientação em um ângulo horizontal de aproximadamente 100°, em ciclos de aproximadamente 6 segundos.

2.2 Parâmetros da simulação

Simulações computacionais para avaliação do desempenho térmico do edifício foram realizadas com o software TAS (EDSL, 2006). Desenvolvido na Inglaterra, este software tem sido uma importante ferramenta para o estudo desempenho ambiental de edifícios, em instituições de ensino e pesquisa na Europa, tais como a Architectural Association Graduate School, o Martin Centre da Universidade de Cambridge e outras. Da mesma forma, o TAS tem sido utilizado para avaliações de desempenho térmico de alguns dos principais projetos de arquitetura aclamados como “sustentáveis” desde o início da década de 90, tais como a sede do Commerzbank em Frankfurt e o edifício da Swiss Re em Londres, e a Assembléia Nacional do País de Gales, dentre outros.

Tabela 1 - Propriedades dos materiais construtivos

Materiais	Espessura (mm)	Transmitância	Absortância	Emissividade	Condutância (W/m ² °C)
Caixilho	3	-	0.5	0.9	999.9
Bloco de concreto	18.2	-	0.5	0.9	6.11
Piso	103	-	0.65	0.9	13.25
Laje de concreto	70	-	0.65	0.9	20.71
Vidro transparente	6	0.78	0.07	0.07	0.87
Porta de madeira	20	-	0.6	0.9	6.9
Telha de Fibrocimento	2	-	0.8	0.9	475
Gesso	5	-	0.3	0.9	70
Polycarbonato	1	0.7	0.1	0.8	200
Lã de vidro	25	-	0.8	0.9	1.20
Sub-cobertura aluminizada	3	-	0.8	0.9	474.7

O TAS tem como pontos fortes a interface amigável (VITTORINO et al, 2006), uma ampla gama de capacidades e a estabilidade própria de um programa comercial. Baseado no trabalho de CRAWLEY et al.(2008), pode-se dizer que muitos dos modelos físicos empregados na confecção do programa TAS são semelhantes aos de outros programas de simulação térmica, como Energy Plus e ESP-r.

Para o presente trabalho, as propriedades dos materiais construtivos utilizados na simulação são apresentadas, resumidamente, na Tabela 1.

O cronograma de operação do exaustor da cozinha e ventilação do edifício foi fornecido pelo dono do restaurante, e posteriormente comprovado em um levantamento *in loco* com duração de 1 semana. A Tabela 2 ilustra o cronograma de ventilação e a carga interna utilizados nas simulações.

Tabela 2 - Cronogramas: carga térmica interna e ventilação

CARGA TÉRMICA INTERNA						
		Salão 1 Dia útil	Salão 1 Fim de semana	Salão 2 Dia útil	Salão 2 Fim de semana	Cozinha Plenum
Proporção Radiante	Iluminação:		0.5			0.5
	Ocupantes:		0.5 a 0.25			0.45
	Equipamentos:		0.1			0.1
Fator de forma	Iluminação:			0.49		
	Ocupantes:			0.23		
	Equipamentos:			0.37		
Iluminação Ganhos (W/m²)	Valor:		3.4/4.1			8
	Horários:		12-16h, 19-0h			8-16h, 19-0h
Ocupação Ganho Sensível (W/m²)	Valor:		3.4			8
	Horários:		12-16h, 19-0h			8-16h, 19-0h
Ocupação Ganho Latente (W/m²)	Valor:		38.6			17.5
	Horários:		12-16h, 19-0h			8-16h, 19-0h
Equipamentos Ganho Sensível (W/m²)	Valor:	14.8	18.5	14.8	18.5	217
	Horários:	12-16h, 19-0h	12-16h, 19-0h	12-16h, 19-0h	12-16h, 19-0h	8-16h, 19-0h
Equipamentos Ganho Latente (W/m²)	Valor:					403
	Horários:	-	-	-	-	8-16h, 19-0h
VENTILAÇÃO						
Infiltração (renovações por hora)	Valor:			0.5		
	Horários:			24h		
Ventilação (kg/s)	Valor:		2		2	
	Horários:		8-16h, 19-0h		8-16h, 19-0h	-

2.3 Calibração do modelo: medições e simulação da situação original

Medições em 3 pontos do edifício foram realizadas para calibração do modelo de simulação: salão 1, salão 2 e plenum do salão 1. A temperatura do ar interno foi monitorada durante 4 dias no mês de julho de 2006, utilizando termômetros HOB0 Data Logger H08-004 (incerteza de até 0.7°C). Além disso, durante esse período foram registrados dados de ocupação do espaço, uso de iluminação artificial e abertura de janelas.

Os dados climáticos externos para o mesmo período foram medidos em uma estação meteorológica a 13 km do edifício, e fornecidos pelo EERE – U.S. Department of Energy. (http://www.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weatherdata/weather_request.cfm)

A Figura 3 apresenta os dados medidos. Como esperado, os picos de temperatura no plenum resultam do pouco isolamento térmico da cobertura.

Durante a manhã, o salão 2 teve pouco uso, e foi pouco influenciado pela ventilação mecânica, o que explica a baixa variação nas temperaturas medidas. A alta inércia térmica associada a pouca ventilação durante a noite claramente tiveram impacto nas temperaturas do edifício e portanto as temperaturas internas mínimas registradas foram consideravelmente maiores do que as temperaturas externas mínimas.

Os dados climáticos externos foram utilizados em uma rodada inicial de simulações do edifício no mesmo período, visando comparar os dados de temperatura medidos com os simulados. Valores de infiltração foram ajustados para melhor concordância, já que a taxa de infiltração inicial produziu temperaturas mais baixas, especialmente à noite.

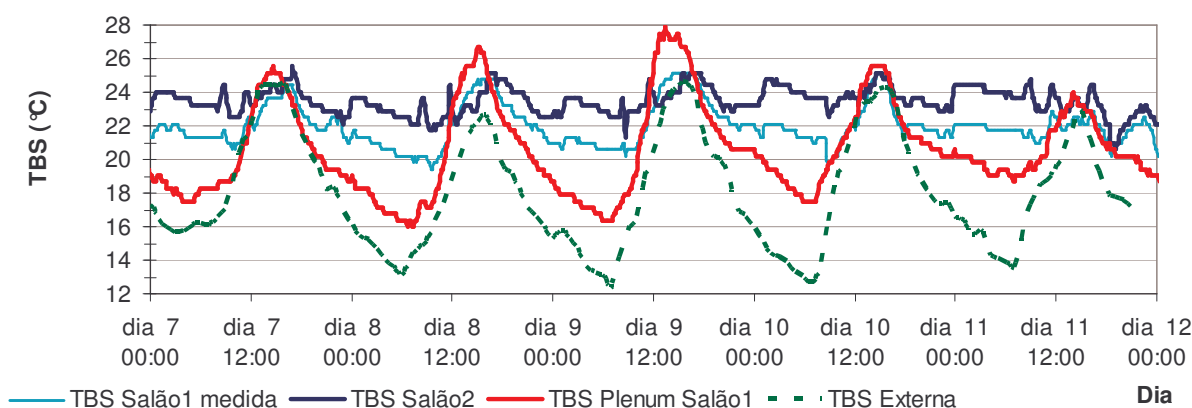


Figura 3 - Temperatura do ar interno e externo utilizada para a calibração das simulações

Os resultados do modelo final são ilustrados na Figura 4, comparados com as temperaturas medidas. Os picos de temperatura simulados e medidos apresentam boa coerência, mas o período noturno ainda apresenta variações de até 2°C. Considerada a incerteza da medição, os resultados são satisfatórios para que o modelo computacional seja utilizado em um estudo comparativo de diversas soluções construtivas.

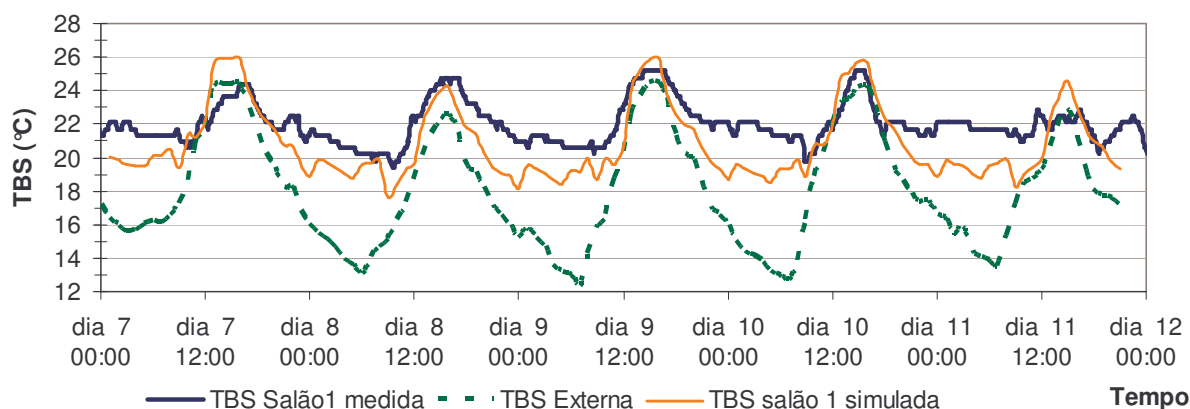


Figura 4 - Calibração do modelo - Comparação entre temperaturas medidas e simuladas

2.4 Estratégias passivas

Primeiramente foi realizada a simulação do ambiente de estudo em seu estado atual. Com base no diagnóstico das condições de conforto e das características do edifício foram escolhidas algumas estratégias passivas com potencial para melhorar o desempenho térmico do edifício.

Na sequência, foram analisadas as seguintes alternativas, separadamente e em conjunto:

- utilização de ventilação mecânica noturna nos salões 1 e 2, e no plenum;
- redução da ventilação no período da manhã para evitar ganhos de calor, já que a temperatura externa estaria maior do que a interna (Tabela 3);
- instalação de uma barreira radiante (filme metálico de baixa emissividade) abaixo da cobertura.

Tabela 3 – Cronograma de funcionamento do sistema de ventilação

		Salão 1 Dia útil	Salão 1 Fim de semana	Salão 2 Dia útil	Salão 2 Fim de semana	Cozinha	Plenum
Infiltração	Valor:	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
(renovações por hora)	Horários:	24h	24h	24h	24h	24h	24h
Ventilação noturna	Valor:			2			2
(kg/s)	Horários:			0-6h			24h
Ventilação diurna	Valor:		2		2		2
(kg/s)	Horários:	Sistema é acionado se a TBS interna é maior que a externa				8-16h, 19-0h	24h

2.5 Forma de análise dos resultados das simulações

Na ausência de estudos específicos sobre as preferências dos usuários em relação às condições de conforto térmico em restaurantes para as condições climáticas de São Paulo, optou-se pela utilização do índice de conforto apresentado pela ASHRAE 55. Utilizou-se como zona de conforto uma porcentagem de máxima de pessoas insatisfeitas de 10% (PMV 0,5), um intervalo bastante restritivo considerando um edifício naturalmente ventilado. A opção por este índice e intervalo se dá pela necessidade de identificar com maior precisão os períodos de real melhoria nas condições internas. Os resultados foram avaliados com base no número de horas em desconforto ao longo do ano simulado.

2.6 Avaliação do desconforto localizado

O desconforto local devido aos jatos de ar provenientes dos ventiladores de parede foi avaliado por meio de medidas *in loco*, realizadas no dia 13 de Julho de 2006. As medidas foram feitas utilizando um anemômetro analógico de fio quente WM (*Weather Measure Corporation*) W-141-AY5, e um anemômetro digital de esfera quente INNOVA MM0030B, dotado de sistema de aquisição e armazenamento de dados. Ambos os equipamentos haviam sido recentemente calibrados.

A avaliação foi feita em duas etapas. Em ambas as etapas, a norma ASHRAE (2004) foi adotada como critério de conforto. Em linhas gerais, a norma estabelece limites de 0,36 m/s para condições de baixa turbulência (10%), e de 0,19 m/s para turbulência da ordem de 60%.

Num primeiro momento o anemômetro analógico foi utilizado devido a sua simplicidade de operação. A velocidade no centro de cada uma das mesas do salão 1 foi medida por 30 segundos, e valores “médios”, “mínimos” e “máximos” foram anotados pelo operador do equipamento baseado no seu julgamento dos valores lidos durante a medição. Este método apresenta grande incerteza, porém é de baixo custo e permite uma rápida avaliação da magnitude das velocidades encontradas assim como a identificação de mesas críticas. Os testes foram feitos sucessivamente com duas velocidades de operação dos ventiladores, mínima e máxima.

Após o teste inicial, foram realizadas medidas detalhadas nas mesas 12, 13, 15 e 16 (Figura 5) durante 110 segundos, utilizando o anemômetro digital. Durante o teste, a velocidade do ar foi armazenada a cada 1 segundo.

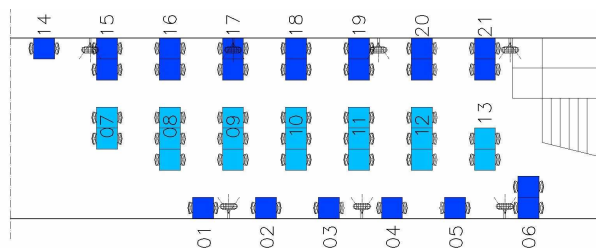


Figura 5 – Salão 1 – Layout das mesas

3 ANÁLISE DE RESULTADOS

3.1 Simulação do Desempenho Térmico das Soluções Propostas

A simulação do edifício em seu estado atual apresentou desconforto por calor em 36% das horas nas quais há ocupação, desconsiderando o efeito dos ventiladores.

Os resultados mostram que é possível reduzir os períodos de desconforto para aproximadamente 26% do ano (o equivalente a uma redução de 30% no período de desconforto), com a adoção combinada das alternativas propostas.

As Figuras 6 e 7 ilustram a temperatura do ar (TBS) e a temperatura radiante média (TRM) para um dia típico de verão, antes e após a implementação das soluções propostas.

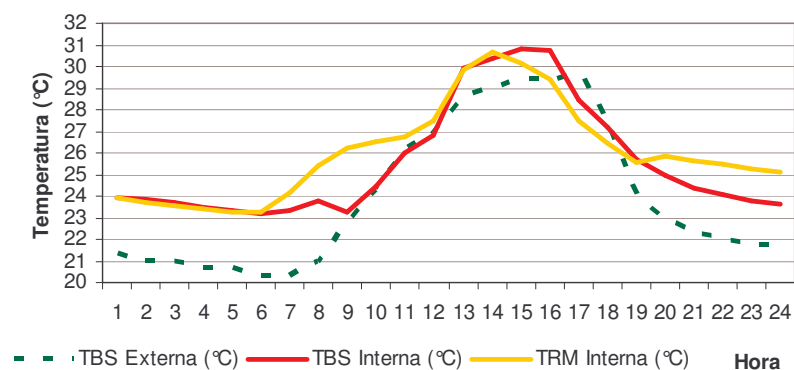


Figura 6 - Salão 1 – Situação existente

A redução das temperaturas internas na hora de abertura do restaurante, às 12 horas, é claramente notada quando comparadas as Figuras 6 e 7. Esta redução se deve ao uso da ventilação noturna, e ao controle da ventilação no período da manhã. A TRM é particularmente afetada pela presença da barreira radiante, apresentando redução de 3 graus no valor máximo.

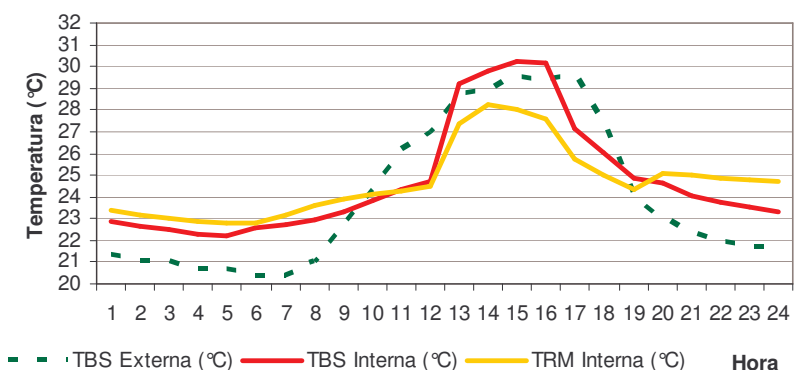
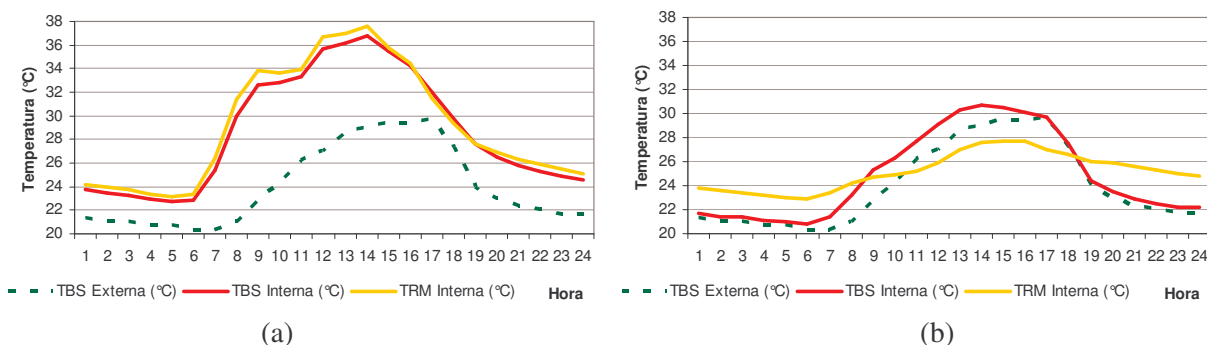


Figura 7 - Salão 1 – Situação proposta

A Figura 8 apresenta dois gráficos com a temperatura do plenum, antes e depois das modificações propostas. A redução nas temperaturas do plenum se deve ao uso da barreira radiante e à ventilação do

mesmo a uma taxa de 2 trocas por hora, obtida por meio de aberturas criadas nas paredes externas do plenum. Deste modo, a transmissão de calor do plenum para os salões é reduzida.



(a) (b)
Figura 8 – Plenum: Situação Existente (a) e Situação proposta (b)

Numa segunda análise, o efeito dos ventiladores foi considerado. Utilizando os equipamentos para aumentar a convecção nos usuários (e aprimorar a sensação térmica), a análise de conforto considerou que os ventiladores foram acionados quando o valor de PMV fosse maior do que 0.5. A velocidade do ar neste caso foi fixada em 0,5 m/s. Neste cenário o período de desconforto por calor ficou reduzido a 5% do ano, o que pode ser considerado um ótimo resultado em razão do caráter restritivo do índice utilizado. Este valor não representa a realidade, pois os ventiladores não são capazes de promover uma velocidade constante de 0,5 m/s.

3.2 Avaliação do Desconforto Localizado

Na avaliação inicial, feita com o anemômetro analógico, a velocidade de operação dos ventiladores mostrou ter grande impacto na velocidade do ar junto às mesas.

Quando os ventiladores operavam com velocidade máxima a velocidade do ar atingiu picos de 2 m/s, muito superior ao limite de 0,8 m/s recomendado por ASHRAE (2004). A velocidade do ar também apresentou grande oscilação durante a medição.

Quando os ventiladores operavam com velocidade mínima, a velocidade média nas mesas foi de 0,3m/s, ainda apresentando grandes oscilações.

A avaliação inicial permitiu identificar que os ventiladores apresentam melhor desempenho quando operando em velocidade mínima. Assim, na segunda etapa o estudo detalhado se concentrou na determinação da turbulência quando estes ventiladores funcionam na velocidade mínima.

As Figuras 9 e 10 apresentam os valores medidos nas mesas 13 e 15.

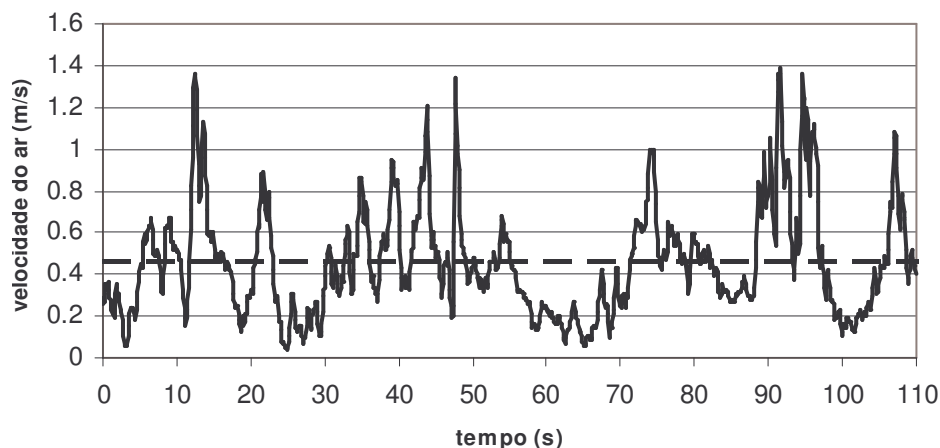


Figura 9 – Mesa 13 – Velocidade do ar (ventiladores ligados com velocidade mínima)

Nas Figuras, o valor médio durante o período é apresentado com uma linha pontilhada, e está próximo do prescrito na norma ASHRAE 55-2004 (0,45 e 0,33m/s, respectivamente). A turbulência (57% e 49% respectivamente) é muito acima do aceitável devido à movimentação dos ventiladores. Os picos encontrados foram de 1,4 m/s e 0,8 m/s respectivamente, e são os principais causadores de desconforto.

Nota-se que a mesa 15 apresenta valores mais baixos em todos os casos, e isto pode ser explicado devido ao posicionamento desta junto à parede. Já a mesa 13, posicionada nas fileiras centrais, sofre a ação dos ventiladores posicionados em ambos os lados do salão, e isto compromete o seu desempenho. Portanto, as mesas centrais (indicado em azul claro na Figura 5) devem ser ocupadas apenas quando necessário, ou no caso de indivíduos trajando roupas mais pesadas e não condizentes com o clima da cidade de São Paulo no verão.

É digno de nota que no primeiro contato o proprietário não relatou nenhuma reclamação com relação à alta velocidade do ar, porém quando da conclusão dos estudos o mesmo reconheceu que tais reclamações são bastante frequentes.

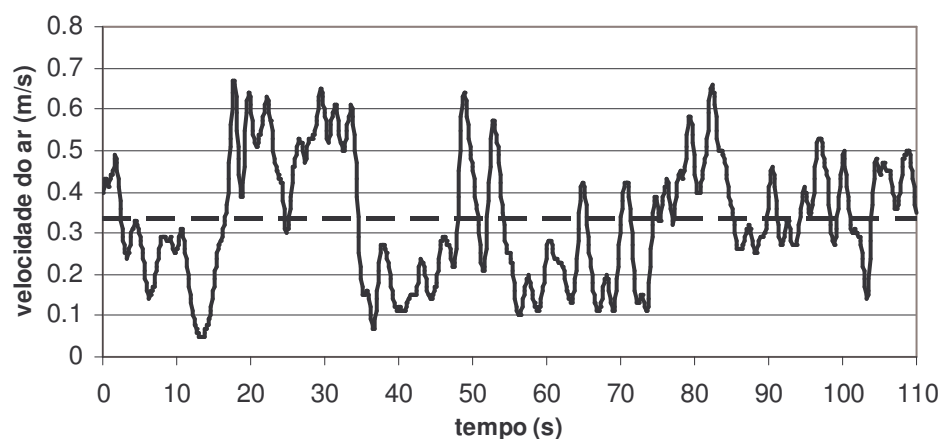


Figura 10 – Mesa 15 – Velocidade do ar (ventiladores ligados com velocidade mínima)

3.3 Comparativo de custos

As alterações propostas envolvem pequenas obras de baixo custo quando comparadas à instalação, utilização e manutenção de um sistema de ar condicionado. O sistema de ventilação mecânica da cozinha deve ser utilizado para promover a ventilação noturna, sendo aconselhável a instalação de um novo controle para o mesmo. Contudo, é possível operar o sistema manualmente. O material de baixa emissividade proposto para a sub-cobertura tem custo aproximado de R\$3,50/m², o que totalizaria R\$ 900,00 em material.

Alternativamente, o uso de um sistema de ar condicionado levaria a custos significativamente mais altos. A carga térmica calculada para esse projeto é de 33kW, ou 110 000 BTU, o que significa um custo de cerca de R\$12.000,00 em equipamentos para um sistema *Split*. Assim, a demanda anual de energia para condicionamento seria de 66.000 kWh. Considerando-se COP (*coefficient of performance*) igual a 3, ter-se-ia um consumo de energia elétrica de 22.000 kWh, o equivalente a um custo de R\$5.000,00 por ano.

Cabe salientar que o comparativo aqui apresentado se restringe aos principais custos em equipamentos e materiais, não apresentando custos de mão de obra, impostos, BDI, e provisão para despesas imprevistas que comumente ocorrem em obras de retrofit. Neste sentido, o comparativo pretende apenas ilustrar a ordem de magnitude dos valores envolvidos, estando fora do escopo deste trabalho apresentar um orçamento detalhado das soluções apresentadas.

4 CONCLUSÕES

O trabalho conclui que o uso de técnicas de condicionamento passivo é viável e apresenta boa relação custo/ benefício no contexto estudado.

O uso de ventiladores de parede deve ser feito com cautela, e a velocidade mínima deve ser adotada.

As ferramentas computacionais adotadas no estudo devem ser necessariamente complementadas por medidas de campo, dada à dificuldade de prever as velocidades do ar no interior do recinto. O uso de simulações de Dinâmica dos Fluidos Computacional pode substituir o uso de medidas *in loco*, mas o custo de tais simulações ainda é alto.

A calibração do modelo por meio de medidas de campo é recomendável e não só trouxe maior confiabilidade às simulações como um conhecimento mais detalhado do comportamento atual do edifício.

O uso de soluções consagradas, como é o caso dos equipamentos de ar condicionado, exime o profissional de maiores responsabilidades, uma vez que os pontos críticos no projeto de tal sistema já estão amparados por normas nacionais e internacionais. O mesmo não ocorre com o projeto e dimensionamento de sistemas passivos.

Mais do que demonstrar a viabilidade financeira das soluções, o trabalho se esforça em apresentar uma metodologia de projeto, de forma a elevar a confiança no uso de técnicas passivas de condicionamento, tanto para os profissionais da área quanto para os potenciais clientes.

5 REFERÊNCIAS

ASHRAE. ANSI/ASHRAE Standard 55-2004, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Inc, 2004.

ASHRAE, Handbook of Fundamentals. Atlanta: ASHRAE, 2005.

BENEDETO, G. Ano típico para São Paulo. Trabalho programado FAUUSP, 2006.

COSTA, Ennio. Física aplicada à construção: conforto térmico. 3ªed. São Paulo, Blucher, 1974.

CRAWLEY, D.; HAND, J.W.; KUMMERT, M.; GRIFFITH, B. Contrasting the capabilities of building energy performance simulation programs, Building and Environment 43 (2008) 661-673.

EDSL. (no date) TAS Theory. EDSL: sl.

FANGER, P. O. Thermal Comfort – Analysis and Applications in Environmental Engineering. McGraw-Hill Book Company. New York, 1972.

FROTA, A ; SCHIFFER, S. Manual de conforto térmico. 4º ed. São Paulo: Studio Nobel, 2000.

NAKANISHI, E.; SCHALY, I.. Análise de conforto térmico do restaurante universitário da UFSC. Brasil - Florianópolis, SC. Anais ENCAC 1993 Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, Florianópolis, 1993. Comunicação técnica.

SILVA, K.; LABAKI, L. Avaliação do meio ambiente térmico de cozinhas e restaurantes industriais em Piracicaba-SP. Anais ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 2005, Maceió, AL.

VITTORINO, F.; G. BENEDETTO; A. BUORO; A. BAZARIAN. Análise Comparativa na Simulação de Modelo Habitacional nos Softwares Energy Plus e Tas. Anais ENTAC 2006 - Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. Florianópolis, 23 a 25 de agosto de 2006.