



AMPLAS ABERTURAS E BRISES: SOLUÇÃO DE ADEQUAÇÃO AMBIENTAL EM CUIABÁ?

Andrea Paula Ferreira (1); Luciane Cleonice Durante (2); (3) Mariane Batista de Lima Moraes e (4) Gisele Carignani

(1), (2) e (3) Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Mato Grosso - Avenida Fernando Corrêa s/nº, Cuiabá-MT, CEP78060-900, Brasil

(1) e-mail: andreapaulaferreira@yahoo.com.br

(2) e-mail: lucianedurante@uol.com.br

(3) e-mail: mbatista@yahoo.com

(4) Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade do Estado de Mato Grosso – Rua A s/n, Barra do Bugres-MT, CEP78390-000, Brasil - e-mail: carignani@hotmail.com

RESUMO

A cidade de Cuiabá é conhecida por seu rigor climático, apresentando temperaturas elevadas durante todo ano. O uso de tecnologias passivas de conforto regionalmente adequadas é extremamente importante para a melhoria do desempenho térmico de edifícios. Buscando subsidiar a definição de diretrizes de projeto de arquitetura para o clima local, esta pesquisa tem por objetivo avaliar o emprego e o nível de conforto proporcionado por elementos de proteção solar, brises, incorporados às fachadas de edifícios construídos na cidade de Cuiabá. Foi realizado levantamento fotográfico, classificação e seleção dos casos significativos, medição das variáveis de conforto térmico e lumínico e aplicação de questionário aos usuários. Dos edifícios cuiabanos, uma pequena parcela compreendida por 28 exemplares possui brises. As análises da eficiência dos brises fixos demonstram que majoritariamente sua aplicação ocorreu por motivos outros, pois sua existência não evita a incidência dos raios solares e sobreaquecimento no interior dos edifícios. Nos edifícios analisados é usada climatização artificial e freqüentemente são usadas películas nos vidros e iluminação artificial. Os usuários consideram confortáveis os ambientes desde que climatizados e iluminados artificialmente. A aplicação adequada de soluções e estratégias de condicionamento passivo possíveis para região, apesar de sua premência, não é usual.

Palavras-chave: conforto térmico; conforto lumínico; proteção solar.

ABSTRACT

The city of Cuiabá is known for its inflexible climate, which contains high temperatures all year long. The use of passive regional-adequate technologies for comfort is extremely important for the improvement of the thermo performance of buildings. In order to subsidize the definition of routes for architecture projects for the local weather, this research has the objective to evaluate the employment and the level of comfort prospered by elements of solar protection, brise-soleil, embodied in the facade of buildings built in the city of Cuiabá. A photographic survey, a classification and selection of meaningful cases, the measurements of the variables of thermo and light comfort, and the application of a questionnaire to users have been performed. Out of the local buildings, a small share of 28 has brise-soleil. The analyses of the efficiency of the brise-soleil have evinced that its application occurred for other reasons, for its existence doesn't avoid the incidence of the sunbeams and overheating inside the buildings. In the analyzed buildings, artificial climates are used along with the often use of films on the glass, and artificial lighting. The users find the environments comfortable once they are acclimatized and artificially lit. The right application of solutions and strategies of passive conditioning are made possible for the region. Despite it's urgency, it's not usual.

Keywords: thermal comfort; light comfort; solar light protection.

1. INTRODUÇÃO

A cidade de Cuiabá é conhecida pelo seu rigor climático, pois apresenta temperaturas elevadas durante o ano todo, com médias mensais sempre acima de 20°C. As estações climatológicas existentes na cidade registram uma média anual de dezessete ocorrências de temperaturas inferiores a 20°C e apenas oito de temperaturas inferiores a 18°C, registradas sempre em período noturno. Uma das características mais importantes do clima local é a existência de duas estações bem definidas: uma quente e seca, de abril a setembro e outra quente e chuvosa, de outubro a março (DUARTE, 1995).

Em Cuiabá, devido ao clima rigorosamente quente, a insolação direta de aberturas não é admissível para os ambientes de longa permanência de usuários, como escritórios e salas de aula e outros (DURANTE, 2000). Tanto em Cuiabá como nas cidades tropicais em geral, o uso de esquadrias envidraçadas expostas à insolação direta não é recomendável, pois contribui significativamente para o aumento da temperatura interna, com exceção das esquadrias que usam vidros especiais de alto custo (ROMERO, 2001).

Para se impedir à incidência direta dos raios solares nas esquadrias envidraçadas, uma das estratégias de menor custo econômico e ambiental é o uso de dispositivos chamados de brises, que são formados por lâminas de variadas dimensões e materiais e fixados junto às fachadas de edifícios em diversas posições. Os brises podem promover a proteção à insolação direta e prover o interior dos edifícios de iluminação natural e ventilação.

O uso de brises contribui substancialmente para a melhoria do desempenho térmico e lumínico dos edifícios cuiabanos? Com a finalidade de contribuir com a definição de diretrizes de projeto de arquitetura adequadas para o clima de Cuiabá, este foi o questionamento que ensejou o desenvolvimento da pesquisa apresentada neste artigo, e para responder tal questão, foi realizada a avaliação das condições térmicas e lumínicas de edifícios selecionados que têm brises em suas fachadas.

2. OBJETIVO

Avaliar o emprego e o nível de conforto térmico e lumínico proporcionado por elementos de proteção solar, brises, incorporados às fachadas de edifícios construídos na cidade de Cuiabá.

3. METODOLOGIA

A pesquisa baseia-se no método proposto por Ornstein e Romero (1992) em que para a avaliação pós-ocupação de ambientes construídos é necessário comparar as medições e observações do pesquisador com a percepção dos usuários sobre a qualidade dos ambientes. Assim, a pesquisa se divide em dois tipos de avaliação do ambiente construído:

a) Avaliação quantitativa: avaliações técnicas feitas *in loco*, realizando-se as diversas medições para levantamento das variáveis físicas de conforto e a posterior tabulação dos resultados;

b) Avaliação qualitativa: avaliações psico-comportamentais realizadas através da aplicação de questionários para coletar a opinião dos usuários sobre as condições de conforto proporcionadas pelo ambiente construído.

A seleção dos edifícios comerciais a serem pesquisados foi feita através de amostragem por conglomerado em três etapas, a saber:

a) Conglomerado de 1^a etapa: foi realizado levantamento, através de registro fotográfico de edifícios em Cuiabá que possuem brises em suas fachadas.

b) Conglomerado de 2^a etapa: após levantamento fotográfico selecionou-se para cada tipo de brise existente (vertical, horizontal e misto), através de verificação “*in loco*”, um edifício para análise com o maior número de orientações de fachadas e com salas em funcionamento disponíveis para avaliação.

c) Conglomerado de 3^a etapa: nesta etapa foram escolhidas dentro de cada edifício selecionado as salas com piso em níveis próximos e nas posições mais desfavoráveis em relação à orientação.

Os brises das salas dos edifícios selecionados foram avaliados através da elaboração da máscara de sombra para cada ambiente estudado sobre a carta solar estereográfica (BITTENCOURT, 1988 e FROTA & SCHIFFER, 1995).

3.1 Conforto Térmico

Segundo Durante (2000), dentre os vários índices de conforto térmico existentes, o mais adequado é o método de Fanger (ISO, 1994) e o proposto pela ASHRAE (ASHRAE, 2001 e JABARDO, 1984) por fornecer meios para se determinar limites de conforto quando alteradas as condições de vestimenta e o tipo de atividade das pessoas.

Segundo Romero (1997), as aplicações do método de Fanger feitas pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas em diversos edifícios na cidade de São Paulo, demonstraram que a escala ASHRAE é mais adequada para ambientes não condicionados e o método de Fanger para ambientes condicionados termicamente, caso dos edifícios avaliados.

Para a predição do conforto térmico dentro das edificações selecionadas e a avaliação da aceitabilidade térmica dos mesmos foi utilizada a norma ISO 7730 (ISO, 1994), que se baseia nos estudos de Fanger e que define um ambiente termicamente confortável como aquele onde a percentagem de pessoas insatisfeitas é inferior a 10%.

Foram medidas nos edifícios selecionados as variáveis climáticas relativas a: temperatura superficial (TS), umidade relativa do ar (UR) e temperatura de bulbo seco (TBS), durante os meses de outubro e novembro, às 9 horas e às 15horas. Na medição das variáveis físicas de conforto térmico foi usado radiômetro e termohigrômetro.

Consideraram-se para a medição da temperatura superficial média apenas as quatro paredes que envolvem os ocupantes, piso e teto foram desprezados.

A velocidade do ar, para o período e os ambientes analisados, foi adotada com sendo 0,1m/s (AKUTSU, SATO e PEDROSO, 1987).

Para os dados de vestimenta, obteve-se a média da resistência térmica da roupa (I_{cl}) através da tabulação dos dados coletados por meio do questionário de avaliação qualitativa.

Os dados de metabolismo (M) foram obtidos através da tabulação dos dados conforme norma ISO 7730 (ISO, 1994).

O voto médio previsto (VMP) e a porcentagem de pessoas insatisfeitas (PPI) foram obtidos através do lançamento dos dados acima citados, em procedimento computacional.

3.2 Conforto Luminoso

A avaliação quanto ao conforto lumínico dentro dos edifícios selecionados, foi proposta observando-se as iluminâncias mínimas fixadas pela norma NBR 5413 (ABNT – 1992), que coloca como adequadas as iluminâncias de 500 lux para tarefas com requisitos visuais normais em escritório.

A iluminação natural não deve ser avaliada em termos de média, pois a mesma varia com o afastamento das janelas e um nível médio de iluminação não representa adequadamente a iluminância do espaço interno. Para uma análise mais completa da iluminância no ambiente construído deve-se verificar a variação e distribuição de iluminância no ambiente, proporcionada pelas aberturas do mesmo (CEB, 1997 e ABNT, 2005).

A iluminância total, iluminação artificial e natural, pode ser avaliada em termos de valores médios. A iluminância média sobre uma superfície de trabalho é calculada pela média aritmética de todos os pontos medidos (ABNT, 2005) e devem ser comparadas com as iluminâncias mínimas fixadas pela NBR 5413 (ABNT, 1992) para os mais diversos tipos de ambientes.

Para as medidas do nível de iluminação natural e total no interior dos edifícios, as salas selecionadas foram divididas em áreas iguais, com formato próximo a um quadrado, constituindo uma malha cujas linhas passam pelos eixos centrais das lâmpadas. No centro de cada área foram executadas as medições à altura de aproximadamente 0,75cm do chão (ABNT, 2005), evitando-se pontos muito próximos às paredes. Os horários das medições foram os mesmos das coletas de dados de conforto térmico, ou seja, às 9h e às 15h, ou 10 e 16h no horário de Brasília.

A iluminação natural foi verificada realizando-se as medições em dias de céu aberto, com as luzes apagadas e sem obstruções nas janelas (cortinas, persianas, móvel, etc.). As obstruções relativas a construções externas foram desconsideradas, pois não havia nenhum tipo de obstrução relevante cuja ação ocasionasse prejuízo para o resultado da pesquisa.

Foi utilizado o luxímetro portátil marca Tes para medição da iluminância no interior das salas selecionadas.

3.3 Avaliação Qualitativa

A avaliação qualitativa foi feita por meio da aplicação de questionário a todos os 39 funcionários que ocupavam as 12 salas analisadas nos 3 edifícios selecionados, garantindo uma margem de erro de 10% para um nível de confiança de 95,5%, conforme recomendado pela ISO 7730 (ISO, 1994). As variáveis observadas foram: as sensações dos usuários quanto à temperatura e iluminação dos ambientes de trabalho e o tipo de vestimenta.

O questionário referente ao conforto térmico foi elaborado em conformidade com as recomendações da norma ISO 10551 (ISO, 1995). As questões relativas ao conforto lumínico foram definidas conforme estudos de avaliação pós-ocupação de Ornstein, Bruna e Romero (1995).

4. MEDIÇÕES NOS EDIFÍCIOS SELECIONADOS

4.1 Edifício sede da AMM – Associação Mato-grossense dos Municípios



Figura 1 - foto e planta do 1º pavimento do edifício da AMM

Para a realização das medições de temperatura no edifício da AMM foram escolhidas sete salas: 01, 03, 05, 07, 09, 11, 13. Todo o processo de aferição das medidas foi realizado de 29 à 31/10/2002, duas vezes ao dia, pela manhã, às 9h e pela tarde, às 15h. Para obtenção dos dados de iluminação natural e total, as salas selecionadas do edifício da AMM foram divididas em malha com 06 pontos de medição. A sala 05, por possuir dimensões maiores, teve 14 pontos de medição.

4.2 Edifício sede do TCU – Tribunal de Contas da União

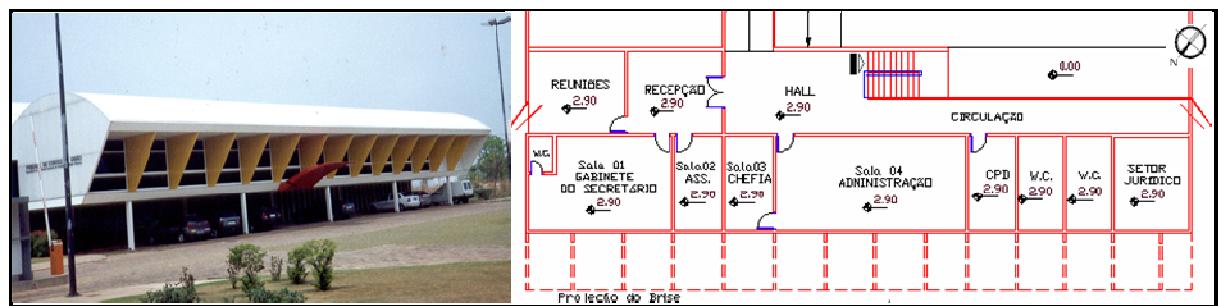


Figura 2 - fotografia e planta do edifício do TCU

Para a realização das medições de temperatura no edifício do Tribunal de Contas da União foram escolhidas quatro salas: 01 a 04. Todo o processo de aferição das medidas foi realizado de 18 à 20/11/2002, duas vezes ao dia pela manhã, às 9h, e pela tarde, às 15h. Para obtenção dos dados de iluminação natural e total, as salas do TCU selecionadas foram divididas em malha e se obteve 02

pontos de medição para as salas 02 e 03, e 06 pontos nas salas 01 e 04. Foram entrevistados 6 funcionários.

4.3 Edifício sede do INSS – Instituto Nacional de Seguridade Social

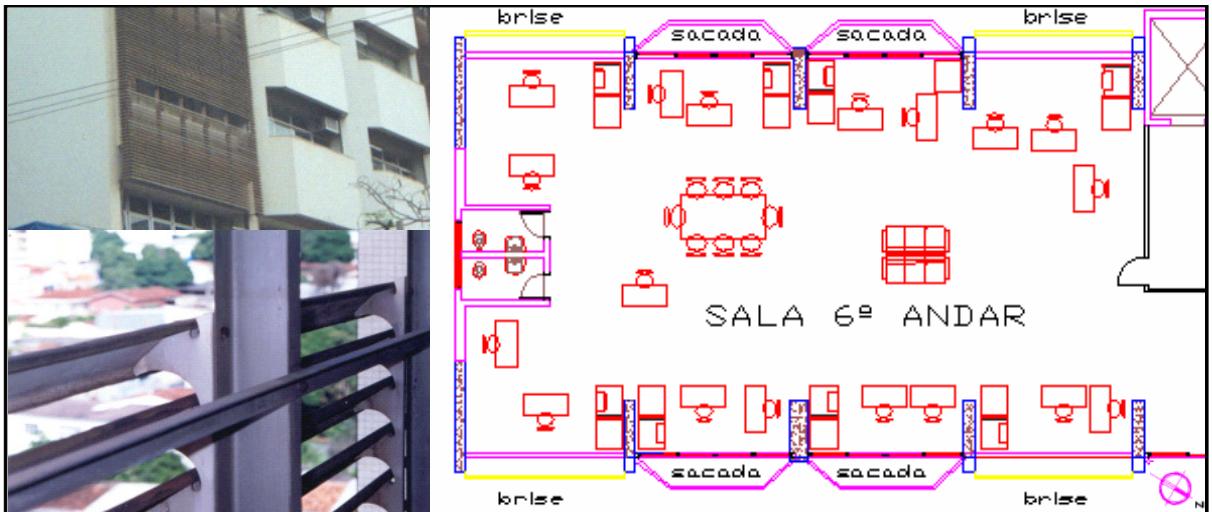


Figura 3 - fotografia externa, interna e planta tipo do edifício do INSS

Para a realização das medições de temperatura no edifício do INSS, foi escolhida a sala do 6º andar onde haviam brises em ambas as fachadas (NE e SO). Todo o processo de aferição das medidas foi realizado nos dias de 08, 11 e 12/11/2002, duas vezes ao dia, pela manhã às 9h e pela tarde, às 15h. Para obtenção dos dados de iluminação natural e total, a sala do INSS selecionada foi dividida em malha se obtendo 52 pontos de medição.

5. RESULTADOS

A análise da eficiência dos brises, quanto ao impedimento da incidência de luz solar direta nos ambientes considerados, é apresentada através das máscaras de sombra nas Figuras 1, 2 e 3. Os resultados da medição da intensidade de iluminação natural e total são apresentados nos gráficos das Figuras 4, 5 e 6. As classificações referentes às respostas fornecidas pelos usuários dos três edifícios, quanto ao Conforto oferecido pelos ambientes, são mostradas nas Tabelas 1 e 2 e quanto a Sensação Térmica e Sensação Lumínica, nas Tabelas 3 e 4. A tabulação das medidas de temperatura e umidade relativa do ar e demais variáveis, segundo o método Fanger, é apresentada na Tabela 5.

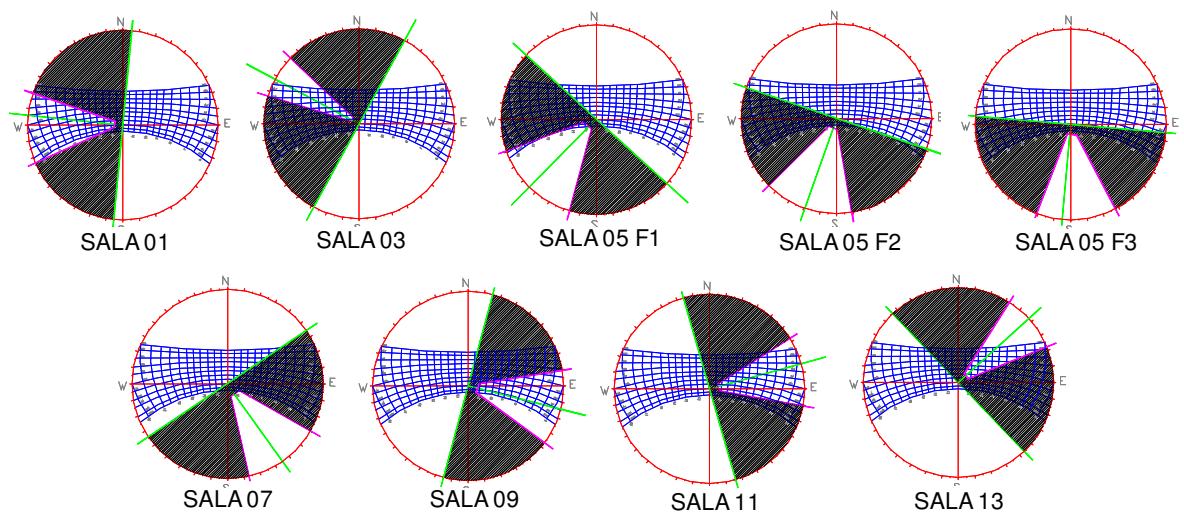


Figura 4 - máscara de sombra dos brises do edifício da AMM

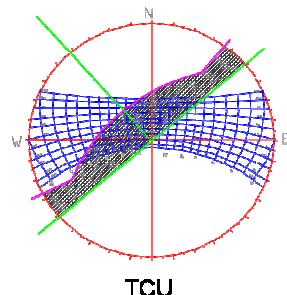


Figura 5 - máscara de sombra dos brises do edifício do TCU

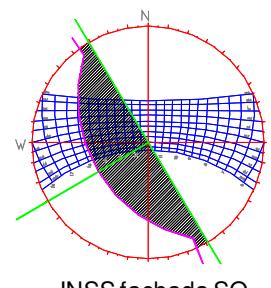


Figura 6 - máscara de sombra dos brises do edifício INSS fachada NE

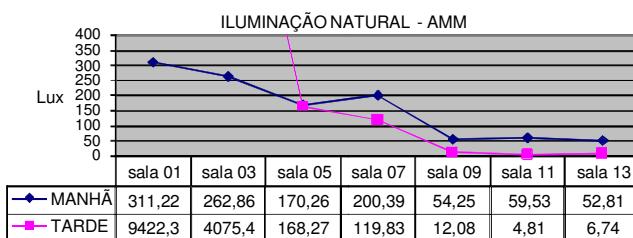


Figura 7 - gráficos de iluminação natural e total do edifício da AMM

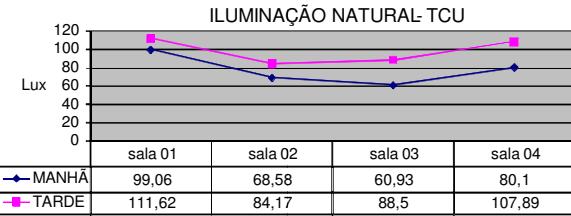
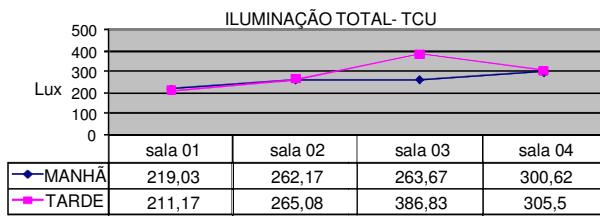
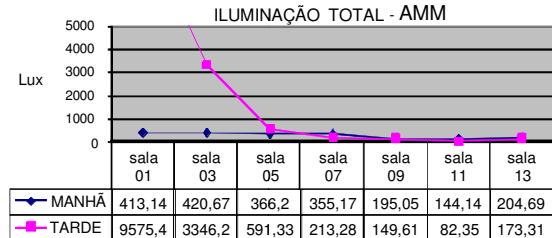


Figura 8 - gráficos de iluminação natural e total do edifício do TCU

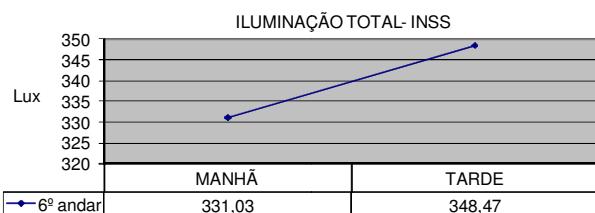
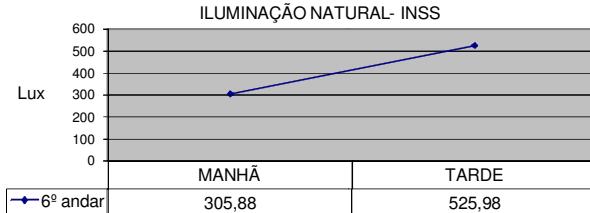


Figura 9 - gráficos de iluminação natural e total do edifício do INSS

Tabela 1 - Conforto Térmico

	AMM (%)	TCU (%)	INSS (%)
Confortável	75	66,5	50
Levemente desconfortável	12,5	33,5	50
Desconfortável	12,5	0	0
Muito desconfortável	0	0	0
Extremamente desconfortável	0	0	0

Tabela 2 - Conforto Lumínico (%)

	AMM (%)	TCU (%)	INSS (%)
Confortável	75	100	50
Levemente desconfortável	25	0	25
Desconfortável	0	0	25
Muito desconfortável	0	0	0
Extremamente desconfortável	0	0	0

Tabela 3 - Sensação Térmica

	AMM (%)	TCU (%)	INSS (%)
--	---------	---------	----------

Com frio excessivo	0	0	0
Com muito frio	0	0	0
Com frio	0	0	0
Normal	75	100	100
Com calor	25	0	0
Com muito calor	0	0	0
Com calor excessivo	0	0	0

Tabela 4 - Sensação Lumínica

	AMM (%)	TCU (%)	INSS (%)
Com excesso de luz	0	0	0
Com luz suficiente	75	100	50
Com pouca luz	25	0	50

Tabela 5 – Adequação Térmica (FANGER) do Edifício da AMM

Sala	Período	Dados Externos		M	W	Icl	Ta	TR	Var	Pa	FANGER	Resultado	
		U(%)	TBS (°C)								VMP		
01	Manhã	61,7	29,2	70	0	0.43	28.7	26.1	0.1	2014.54	1.98	75.88	Desconfortável
	Tarde	57,5	30	70	0	0.43	31.4	33.3	0.1	2463.97	2.6	95.30	
03	Manhã	61,7	29,2	70	0	0.43	26.8	26.3	0.1	1944.63	1.87	70.81	Desconfortável
	Tarde	57,5	30	70	0	0.43	31.1	28.9	0.1	2290.99	2.31	88.67	
05	Manhã	61,7	29,2	70	0	0.43	26.7	26	0.1	1721.92	1.80	67.11	Desconfortável
	Tarde	57,5	30	70	0	0.43	30	27	0.1	2222.72	2.14	82.72	
07	Manhã	61,7	29,2	70	0	0.43	26.3	26.6	0.1	1977.52	1.86	70.55	Desconfortável
	Tarde	57,5	30	70	0	0.43	27.8	26	0.1	1878.86	1.9	72.07	
09	Manhã	61,7	29,2	70	0	0.43	26.3	28.2	0.1	1872.11	1.93	73.64	Desconfortável
	Tarde	57,5	30	70	0	0.43	27.8	26.9	0.1	1878.86	1.94	74.23	
11	Manhã	61,7	29,2	70	0	0.43	28.3	27.4	0.1	2174.57	2.06	79.55	Desconfortável
	Tarde	57,5	30	70	0	0.43	26.6	26	0.1	1810.77	1.81	68	
13	Manhã	61,7	29,2	70	0	0.43	26.6	26	0.1	2022.01	1.86	70.38	Desconfortável
	Tarde	57,5	30	70	0	0.43	27.6	25.6	0.1	1849.61	1.36	70.23	

Tabela 6 – Adequação Térmica (FANGER) do Edifício do TCU

Sala	Período	Dados Externos		M	W	Icl	Ta	TR	Var	Pa	FANGER	Resultado	
		U(%)	TBS (°C)								VMP		
01	Manhã	53,67	26	70	0	0.43	25.60	18.60	0.1	1673.16	1.81	67.89	Desconfortável
	Tarde	53	25,5	70	0	0.43	25.30	18.30	0.1	1633.35	1.79	66.71	
02	Manhã	53,67	26	70	0	0.43	32.07	21.57	0.1	1874.96	2.13	82.44	Desconfortável
	Tarde	53	25,5	70	0	0.43	34.50	22.50	0.1	1926.72	2.20	85.17	
03	Manhã	53,67	26	70	0	0.43	27.80	18.80	0.1	1568.52	1.78	66.38	Desconfortável
	Tarde	53	25,5	70	0	0.43	30.77	20.27	0.1	1677.1	1.89	71.89	
04	Manhã	53,67	26	70	0	0.43	25.83	18.83	0.1	1704.14	1.76	65.21	Desconfortável
	Tarde	53	25,5	70	0	0.43	25.70	25.86	0.1	1686.58	1.73	63.60	

Tabela 7 – Adequação Térmica (FANGER) do Edifício do INSS

Sala	Período	Dados Externos		M	W	Icl	Ta	TR	Var	Pa	FANGER	Resultado	
		U(%)	TBS (°C)								VMP		
6º andar	Manhã	57,5	26,63	70	0	0.43	29.4	28.46	0.1	2239.06	2.19	84.6	Desconfortável
	Tarde	55,3	28,9	70	0	0.43	31.93	29.45	0.1	2315.15	2.39	90.86	

5.1 Análise dos resultados

5.1.1 Edifício sede da Associação Mato-grossense dos Municípios - AMM

A Associação Mato-grossense dos Municípios apresenta em sua fachada brise vertical. A escolha desse edifício como estudo de caso foi deveras acertada, pois devido a sua forma circular em planta foi possível verificar a eficiência dos brises em diversas orientações.

Verificou-se que a maior eficiência do brise acontece para as salas 07 e 05, que ficam totalmente protegidas da radiação solar direta durante o ano todo, já que suas aberturas estão direcionadas à sudeste e sudoeste.

O restante das salas tem proteção parcial, sendo as salas 01 e 11 as mais expostas à insolação. A sala 01 recebe insolação no período vespertino durante praticamente o ano todo e a sala 11 no período matutino também durante quase o ano todo.

A avaliação pós-ocupação do conforto térmico mostrou resultados finais não satisfatórios de acordo com o método Fanger.

No que tange ao conforto lumínico, os níveis de iluminância observados variaram entre muito acima e muito abaixo do recomendado pela norma, 500 lux. Essa oscilação dos níveis de iluminação pode ser explicada pelo uso de filmes escuros nas janelas de algumas salas. A pouca eficiência dos brises de algumas salas, obrigou de películas para diminuição da incidência de luz solar, o que acarretou a diminuição da iluminação em algumas salas, como as 13, 11 e 09, e o aquecimento das áreas próximas às janelas. Nas salas onde não se optou pelo uso de filme escuro sobre os vidros, salas 01 e 03, os níveis de iluminação foram muitos elevados devido à incidência dos raios solares no período vespertino. A ineficiência parcial dos brises instalados nas salas 03, 09 e 13 e a ineficiência total dos das salas 01 e 11, explicam o desconforto térmico e lumínico acusado por parte dos usuários do edifício.

É pertinente destacar que mesmo nas salas 05 e 07, onde os brises alcançam a eficiência máxima com relação ao impedimento da incidência de luz solar direta, o nível de iluminação natural não suficiente, fato causado pela inadequação das dimensões e formatos das aberturas, que não é objeto deste estudo.

5.1.2 Edifício sede do Tribunal de Contas da União - TCU

Dentre os edifícios com elemento de proteção solar misto, o TCU foi escolhido como objeto de estudo por apresentar a fachada com orientação desfavorável, a noroeste.

O brise analisado não é eficiente, visto que oferece proteção contra a insolação vespertina durante poucas horas nos meses de outubro a fevereiro e de abril a agosto, sendo diminuída nos demais meses, incluindo os da estação quente e seca, de junho a setembro, quando devido à baixa umidade, o céu permanece limpo durante todo o período diurno e os raios solares não encontram a dispersão em nuvens e a incidência direta do sol é intolerável.

Assim como no edifício da AMM, a pouca proteção apresentada pelo brise permite a entrada dos raios solares através das grandes janelas da fachada, ocasionando aumento da temperatura dentro do edifício e o desconforto acusado por cerca de 1/3 dos usuários.

Para minimizar o ofuscamento causado pelo mau funcionamento dos brises foram instalados pelo administrador do edifício, filmes escuros transparentes nos vidros. O escurecimento das superfícies envidraçadas associado à perda de iluminação difusa natural ocasionada pela colocação das lâminas de brise em frente às janelas, teve como resultado um nível de iluminação natural abaixo do recomendado mesmo nos pontos mais próximos das aberturas.

Vale ressaltar as incoerências entre as informações fornecidas pelos usuários, que quando questionados sobre conforto térmico, cerca de 1/3 respondeu estar levemente desconfortável, mas quando tiveram que optar entre a sensação térmica normal ou com calor, todos o fizeram pela normal. Este fato pode ser explicado, razoavelmente, pelo entendimento diferenciado dos usuários adaptados às altas temperaturas do clima da região à sensação de “estar sentindo calor, ou “estar desconfortável” não seria sinônimo de “estar sentindo calor”, pois esta declaração se aplicaria somente a situações de muito desconforto.

5.1.3 Edifício sede do Instituto Nacional de Seguridade Social - INSS

O edifício do INSS foi selecionado por possuir elementos de proteção solar em duas fachadas distintas, assim se pôde avaliar a eficiência do brise horizontal usado em duas orientações, uma nordeste e outra sudoeste.

Para a fachada nordeste, o brise horizontal com abertura de 55° apresentou-se adequado, com eficiência satisfatória, pois protege os ambientes até às 16 horas durante todo o ano. Para a fachada sudeste, o brise mostrou-se parcialmente eficiente, pois permite a incidência direta dos raios solares

até quase 10 horas nos meses de maio a julho, durante a estação quente e seca que, devido à baixa umidade, apresenta céu aberto e os raios solares não são dispersados ou atenuados por nuvens.

As declarações dos usuários sobre conforto térmico e lumínico indicam desconforto dentro do ambiente selecionado. Analisando as causas desse resultado pode-se concluir que a incidência da insolação direta no ambiente durante parte da manhã e após as 16h, e toda à tarde nas paredes a noroeste e em alguns trechos das sacadas evidenciadas e desprotegidas da sala, provocam o aquecimento da edificação e consequentemente, desconforto térmico.

De forma similar ao edifício do TCU, ocorreu uma incoerência entre as declarações dos usuários quanto ao conforto térmico e a sensação térmica, pois 50% afirmou estar levemente desconfortável, mas 100% afirmou estar com a sensação térmica normal.

6. CONCLUSÃO

Apesar do método de Fanger, através do Voto Médio Previsto (VMP) e o Percentual de Pessoas Insatisfeitas (PPI), acusar todos os edifícios analisados como desconfortáveis termicamente, a avaliação qualitativa feita através da aplicação de questionários apresenta a percepção térmica dos usuários como confortável ou levemente desconfortável, fato que pode ser explicado por, apesar de expostas a temperaturas classificadas como inadequadas ao conforto mesmo com a utilização de aparelhos de condicionamento de ar, as pessoas estão adaptadas a essas condições, não percebendo desconforto. O método de Fanger é inadequado para a análise de conforto térmico de edifícios da região de Cuiabá.

No que se refere à avaliação qualitativa da iluminação, os resultados também se apresentaram contrários aos da avaliação quantitativa, onde a maioria dos usuários percebe como clara ou confortável a iluminação de seus ambientes de trabalho. Esse fato pode indicar a não percepção das deficiências de iluminação dos ambientes por parte das pessoas que os utilizam, ou o desconhecimento da importância de uma iluminação adequada para o conforto visual, o que influencia no julgamento.

Vale ressaltar que o melhor desempenho quanto ao conforto térmico, segundo os usuários, foi obtido pelo edifício da AMM, que possui os brises que oferecerem o melhor desempenho quanto à proteção da radiação solar direta dentre os edifícios analisados e que, o pior desempenho quanto à iluminação foi obtido pelo edifício do INSS, cujos brises tem eficiência parcial e são constituídos por lâminas horizontais bastante próximasumas das outras, diminuindo consideravelmente a área útil de iluminação da janela.

O edifício do TCU possui o brise com a menor eficiência dentre os considerados e a solução encontrada pelos usuários foi aplicar nos vidros das janelas uma película fumê, o que diminui o ofuscamento da insolação direta, mas contribui para que este edifício tenha obtido o pior desempenho de conforto térmico, pois a insolação direta incidente nas janelas causa sobreaquecimento do ambiente interno.

No edifício do INSS, a instalação de brises horizontais em dimensões diferentes e com distância entre lâminas maiores proporcionaria de proteção solar praticamente total da fachada sudoeste, aumentando o nível de conforto térmico e lumínico.

O desconforto térmico acusado pelos usuários dos edifícios, mesmo com sistema de condicionamento de ar artificial em funcionamento, é explicado pela baixa eficiência dos brises adotados para as edificações, que permitem a incidência direta dos raios solares dentro dos ambientes através dos vidros, ocasionando ofuscamento e aumento significativo do ganho de calor por radiação provinda de objetos e superfícies aquecidos.

Este estudo permite concluir que os brises são elementos recorrentes nos edifícios de escritório de Cuiabá e, nos edifícios avaliados, são fruto de uma intenção plástica, tem função decorativa, pois não funcionam como elementos de proteção solar e quando funcionam, como em algumas salas do edifício da AMM, o funcionamento ocorre por mera coincidência de fatores favoráveis, mas que o uso correto de brises associados com tecnologias outras de condicionamento passivo e ativo de baixo consumo de energia, melhoraria consideravelmente as condições térmicas e lumínicas dos ambientes, dispensando o uso de condicionamento artificial de ar nos períodos do ano com temperaturas mais amenas.

6.1 Considerações Gerais

É importante que se coloquem questões de conforto térmico e lumínico como prerrogativas de projeto. Em Cuiabá, o grande desafio para os projetos de arquitetura é equacionar ganhos térmicos e iluminação natural para proporcionar o conforto ambiental desejado conciliado à plasticidade pretendida. Dessa maneira esse estudo deve ser entendido como parte de um amplo campo constituído por pesquisas sobre materiais, equipamentos e tecnologias construtivas, que deverá reunir informações importantes para arquitetos e engenheiros na projeção de edificações eficientes, da arquitetura adequada e desejada.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT (2005). **NBR15215 - Iluminação natural**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro.
- ABNT (1992). **NBR5413 - Iluminância de Interiores**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro.
- AKUTSU, M.; SATO N. M. N.; PEDROSO, N. G. (1987) **Desempenho Térmico de Edificações Habitacionais e Escolares – Manual de Procedimentos para Avaliação**. IPT. São Paulo.
- ASHRAE (2001). **Fundamentals Handbook**. American Society of Heating, Ventilating and Air-Conditioning Engineers. Atlanta. USA.
- BITTENCOURT, L. (1990). **Uso das Cartas Solares – diretrizes para arquitetos**. Edufal. Maceió.
- CEB (1997). **Iluminação Natural – Parte 2: Procedimentos de cálculo para a estimativa da disponibilidade de luz natural**. Comitê Brasileiro de Construção Civil. Comissão de Estudos de Iluminação Natural de Edificações. ABNT. São Paulo.
- DUARTE, D. H. (1995). **O clima como parâmetro de projeto para o clima de Cuiabá**. Dissertação de Mestrado. EESC / USP. São Carlos. Brasil.
- DURANTE, L. C. (2000). **Conforto Ambiental de Escolas Estaduais de Cuiabá**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Mato Grosso – UFMT. Cuiabá. Brasil.
- FANGER, P. O. (1972). **Thermal Comfort – Analysis And Applications in Environmental Engineering**. McGraw-Hill Book Company. New York.
- FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. (1995). **Manual de Conforto Térmico**. Nobel. São Paulo.
- ISO (1994). **ISO7730 - Moderate thermal environments-determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for the thermal comfort**. International Organization for Standardization. Switzerland.
- ISO (1995) **ISO10551 - Ergonomics of The Thermal Environment – Assessment of The Influence of The Thermal Environment Using Subjective Judgment Scales**. International Organization for Standardization. Switzerland.
- JABARDO, J. M. S. (1984). **Conforto Térmico**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT. São Paulo.
- ORNSTEIN, S. e ROMÉRO, M. (1992). **Avaliação Pós-Ocupação (APO) do Ambiente Construído**. Studio Nobel. São Paulo.
- ORNSTEIN, S.; BRUNA, G.; ROMÉRO, M. (1995). **Ambiente Construído e Comportamento: A Avaliação Pós-Ocupação e a Qualidade Ambiental**. Studio Nobel. São Paulo.
- ROMERO, M. (2001). **Arquitetura Energeticamente Eficiente**. Revista Lumière, nº 35, março de 2001, p.52-56. São Paulo
- ROMERO, M. de A. (1997). **Arquitetura, Comportamento & Energia**. Tese de Livre Docência. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – FAU. Universidade de São Paulo - USP. São Paulo.