



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

**VII ELACAC**  
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO  
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

## **AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO DE UMA EDIFICAÇÃO COM BRISES SOLEILS NA CIDADE DE CUIABÁ-MT**

**Aline Cristina Jara da Silva (1); José Antônio Lambert (2); Marta Cristina de Jesus  
Albuquerque Nogueira (3)**

(1) Arquiteta e Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental,  
UFMT, alinejara@hotmail.com

(2) PhD, Professor do Departamento de Engenharia Elétrica, UFMT, lambert@ufmt.br

(3) PhD, Professora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, UFMT, mcjan@ufmt.br

### **RESUMO**

A cada dia torna-se evidente a real necessidade em relacionar a arquitetura às questões energéticas e ambientais, de forma a otimizar a concepção de ambientes confortáveis sem pressionar os recursos naturais nem onerar custos com energia elétrica. Devido ao clima quente de Cuiabá faz-se necessário o uso de equipamentos de climatização para amenizar a sensação de desconforto, aumentando o consumo de energia. Com o intuito de contribuir para conforto ambiental e conservação de energia elétrica cresce a busca por alternativas construtivas, como o emprego de materiais de melhor desempenho e o uso de brises soleils para minimizar os ganhos térmicos nos ambientes. Além disso, é necessário utilizar estratégias adequadas e fundamentadas nos princípios da arquitetura bioclimática. Este trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho térmico de uma edificação que possui brises soleils, situada na Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT. Foi realizado estudo de caso em três ambientes da Faculdade de Enfermagem - FAEN: sala de aula, sala de reunião e área de convivência. Os ambientes foram monitorados por 15 dias consecutivos durante as estações do verão, outono e inverno no ano de 2010, no período das 7h e 30min às 17h e 30min. Foram coletados, simultaneamente, dados de temperaturas, umidade relativa e velocidade do ar interna e externamente. Observa-se que há necessidade de adequação da arquitetura da edificação às condições climáticas locais, principalmente na área de convivência, que apresentou 2/3 das horas em desconforto, enquanto a sala de reunião apresentou 2/3 das horas em conforto e a sala de aula metade das horas em condição de conforto. Verificou-se que os brises soleils da sala de aula cumprem sua função no horário desejado na maioria dos meses do ano, ao contrário dos brises soleils da sala de reunião que não protegem o ambiente de forma eficiente no horário desejado.

Palavras-chave: conforto ambiental, proteção solar, eficiência ambiental.

### **ABSTRACT**

Relating architecture to energy and environmental issues is a more evident need each day, with the purpose of optimizing the conception of comfortable environments without pressuring the natural resources or encumber the electrical energy costs. Due to Cuiabá's hot weather, the use of acclimation equipments is necessary to diminish the discomfort, increasing the energy consumption. Aiming to contribute with environmental comfort and energy conservation, constructive alternatives are wanted, such as more efficient materials and the use of brise soleil to diminish internal heat gains. Besides, it is necessary to use adequate strategies based on bioclimatic architecture principles. This paper's general objective is to evaluate the thermal performance of a graduation school edification that uses brise soleil as a sun block device in the Federal University of Mato Grosso - UFMT. For that matter, a case study was developed in three environments of the Nursing School - FAEN: classroom, meeting room and public area. The analyzed environments were monitored for 15 consecutive days in the summer, fall and winter of 2010. The measuring started at 7:30 am and ended at 5:30 pm. Air temperature, relative humidity and external/internal air speed data were collected simultaneously. It was observed that it is necessary to adequate the architecture of the edification to the local climate conditions, mainly in the public area since it showed 2/3 of uncomfortable hours, the meeting room showed 2/3 of comfortable hours and the classroom 1/2 of

uncomfortable hours. The brises soleils in the classroom does its job during the necessary period in most seasons of the year, but in the meeting room the device does not protect the space efficiently in the necessary period of time.

Keywords: environmental comfort, sun block, environmental efficiency.

## 1. INTRODUÇÃO

O aumento dos desequilíbrios ambientais, a escassez de água e de recursos energéticos, o aquecimento global, entre outros assuntos ligados ao meio ambiente repercutem nos meios de comunicações em todo o mundo.

Os efeitos das mudanças climáticas e do aquecimento global têm papel muito importante sobre o impacto na qualidade ambiental e no consumo de energia, além de afetar negativamente a saúde humana, causando o estresse térmico e até a mortalidade durante ou após um extremo evento de onda de calor (LAFORTEZZA, R. et al., 2009).

O conforto ambiental influencia na sensação de satisfação, na qualidade de vida e na produtividade do usuário. Com o intuito de contribuir para conforto ambiental e conservação de energia elétrica cresce a busca por alternativas construtivas, como o emprego de materiais de melhor desempenho térmico e o uso de brises soleils para minimizar os ganhos térmicos nos ambientes. Além disso, é necessário utilizar estratégias adequadas e fundamentadas nos princípios da arquitetura bioclimática.

Como forma de tirar partido das condições climáticas para criar uma arquitetura com desempenho térmico adequado, Olgyay (1973) criou a expressão Projeto Bioclimático, que visa à adequação da arquitetura ao clima local. (LAMBERTS et al., 2007, p.21).

A arquitetura é considerada bioclimática quando está baseada na correta aplicação de elementos arquitetônicos e tecnologias construtivas em relação às características climáticas, visando otimizar o conforto dos ocupantes e o consumo de menos energia. (ROSSETI, 2009, p.22).

Mascaró (1985) destaca o uso do brise soleil como um dos elementos passivos da arquitetura bioclimática utilizado para racionalizar o uso de energia nas edificações.

O brise soleil, ou quebra-sol, representa um elemento arquitetônico cuja função é sombrear, com o objetivo de minimizar a incidência do sol sobre uma construção, ou sobre espaços exteriores, fornecendo melhores condições de temperatura e controle da incidência da luz solar. (SILVA, 2007, p. 17).

Cuiabá é conhecida como uma das capitais com temperaturas mais elevadas do Brasil, seu clima tropical semi-úmido caracteriza-se por apresentar duas estações: quente e seca (outono-inverno); quente e úmida (primavera-verão). A Universidade Federal de Mato Grosso utiliza na maioria de seus edifícios o brise soleil nos ambientes acadêmicos e administrativos, porém muitas vezes esses dispositivos não funcionam com a eficiência desejada, desempenhando apenas um papel estético do edifício, desconsiderando a orientação solar. Somada a esta deficiência, os materiais empregados nas edificações muitas vezes ficam aquém das necessidades térmicas extremamente importantes ao que se refere à adequação à realidade climática da região.

Há uma tendência a padronização dos projetos arquitetônicos, reproduzindo-se, nos campi da UFMT, as mesmas tipologias. Quanto aos materiais, a falta de incentivo a experimentar novas técnicas e tecnologias, faz com que a produção não se apóie nas especificidades e características térmicas desses materiais, mas sim nas vantagens econômicas imediatas devido a limitações no orçamento.

Esta pesquisa justifica-se pela necessidade da Universidade Federal de Mato Grosso utilizar em suas edificações conceitos de economia de energia incorporados na fase de concepção do projeto, que conseqüentemente gera benefícios ao desempenho térmico dos ambientes.

Os resultados obtidos contribuem na produção de futuras edificações do campus da UFMT, no sentido de direcionar as decisões de projeto para se obter ambientes com conforto térmico eficientes energeticamente e que favoreçam o processo de ensino-aprendizagem dos usuários.

## 2. OBJETIVO

Este artigo tem como objetivo avaliar o desempenho térmico da Faculdade de Enfermagem – FAEN, localizado na Universidade Federal de Mato Grosso, campus de Cuiabá, edificação que possui brises soleils como dispositivo de sombreamento.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Escolha do local de pesquisa

A edificação foi escolhida pela representatividade e pela repetição da tipologia utilizada na maioria das edificações dos campi da UFMT, além de possuir brises soleils como dispositivo de proteção solar. A edificação possui três setores que diferem quanto ao tipo de materiais empregados nos forros e coberturas e tipos de brises soleils utilizados.

O setor administrativo possui forro em laje de concreto e brises metálicos verticais, o setor de salas de aula possui forro de gesso acartonado e brises metálicos horizontais e o setor de convivência não possui forro nem brises.

A Figura 1 mostra a localização da Faculdade de Enfermagem (FAEN) no campus da UFMT, foram escolhidos três ambientes distintos em relação à orientação da fachada, às dimensões de esquadrias, os tipos dos dispositivos de proteção solar e os materiais construtivos utilizados no teto e cobertura.



Figura 1 – Localização da FAEN no campus da UFMT.  
Fonte: GOOGLE EARTH, 2010.

#### 3.2. Caracterização do microclima interno e externo

Os dados foram coletados de forma direta e simultânea em três ambientes da edificação (sala de aula, sala de reunião e área de convivência) e na área externa, conforme Figura 2, e registrados manualmente a cada hora no período das 07h e 30min às 17h e 30min, em cada período de medição correspondente às três estações do ano analisadas: verão, outono e inverno.



Figura 2 – Localização dos ambientes analisados.

Os ambientes foram monitorados durante 15 dias consecutivos de cada estação do ano analisada, exceto na estação do verão, onde o período de coleta totalizou 12 dias em virtude da ocorrência do Concurso Público do Estado no estabelecimento. Houve coleta de dados no período compreendido entre 23 de fevereiro a 06 de março (verão), 18 de maio a 01 de junho (outono), 21 de junho a 05 de julho (inverno), do ano de 2010.

Para a análise do desempenho térmico foi necessário medir variáveis climáticas capazes de caracterizar o microclima interno e externo da edificação estudada, sendo levantados os seguintes parâmetros ambientais: temperatura do ar, temperatura radiante média, umidade relativa do ar e ventilação. As medições foram realizadas com os seguintes equipamentos: abrigo termométrico com psicrômetro, termômetro de globo digital, termo-higro-anemômetro digital, datalogger termo-higrômetro.

### 3.3. Avaliação do desempenho térmico

O método de avaliação do desempenho térmico da edificação é feito por meio da verificação do cumprimento dos limites estabelecidos para as características térmicas dos ambientes internos em relação ao externo. Estas características serão representadas pela quantidade de horas de conforto e desconforto nos ambientes (sala de aula, sala de reunião e área de convivência), utilizando dados de TBS e UR levantados no período diurno, em cada medição.

Para plotagem dos dados na carta psicrométrica foi utilizado o programa ANALYSIS BIO 2.1, desenvolvido pelo LABEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. O programa possibilitou a verificação dos pontos inseridos dentro da zona de conforto, e ainda resultou os relatórios de saídas das cartas psicrométricas para a qualificação dos dados de forma a identificar as horas em conforto e desconforto, assim como as estratégias bioclimáticas requeridas para alcançar a condição de conforto térmico.

### 3.4. Avaliação dos brises soleils

A avaliação dos brises soleils foi realizada por meio do programa ANALYSIS SOL-AR 6.2, desenvolvido pelo LABEEE – UFSC, que permite a obtenção da carta solar da latitude especificada (latitude de Cuiabá de 15° 35' sul).

A sala de aula, com ângulo de orientação de 45°, possui dois tipos de brises soleils fixos: o primeiro de concreto do tipo misto (vertical e horizontal) formado pela própria estrutura da edificação e outro formado por placas horizontais metálicas. A sala de reunião, com ângulo de orientação de 225°, também possui dois tipos de brises fixos: o primeiro de concreto do tipo misto formado pela própria estrutura da edificação e outro formado por placas verticais metálicas.

## 4. ANÁLISE DE RESULTADOS

### 4.1. Caracterização do microclima externo e interno do período de estudo

#### 4.1.1. Sala de aula

Comparando as temperaturas externas com as internas, observa-se que em todos os períodos estudados a temperatura do ar externa é superior a temperatura do ar interna, demonstrando que a sala de aula oferece

conforto aos usuários quando comparada com o ambiente externo. A Tabela 1 apresenta as médias estacionais e as médias globais das temperaturas e umidade relativa do ar na sala de aula.

Tabela 1 – Intervalo de confiança da média estacional das temperaturas e umidade relativa do ar na sala de aula.

<i>ESTAÇÃO DO ANO</i>	<i>TBS interno (°C)</i>	<i>TBS externo (°C)</i>	<i>UR (%)</i>	<i>TRM interno (°C)</i>
<b>Verão</b>	29,5±1,3	30,4±2,1	69,8±2,2	29,8±1,2
<b>Outono</b>	25,3±0,8	27,9±3,3	62,1±5,6	26,0±1,1
<b>Inverno</b>	27,0±1,0	31,5±4,2	53,0±6,9	27,7±1,4
<b>Média Global</b>	<b>27,3±2,1</b>	<b>29,9±1,8</b>	<b>61,6±8,4</b>	<b>27,8±1,9</b>

A velocidade do ar no ambiente sem condicionamento de ar apresenta-se insignificante em todos os períodos de medições, sendo que o termo-higro-anemômetro registrava a velocidade do ar igual a zero. Isso ocorre pelo fato das esquadrias serem do tipo basculante, que prejudica a entrada de vento para o interior do ambiente. Essas aberturas são protegidas por brises soleils horizontais, que possuem as distâncias de suas lâminas muito próximas. A ventilação do ambiente depende totalmente de equipamentos mecânicos.

Quanto à eficiência do dispositivo de sombreamento da sala de aula, pode-se dizer que o brise soleil cumpre bem a sua função, uma vez que proporciona sombreamento no horário de uso do ambiente na maioria dos meses do ano. A Figura 3 apresenta a máscara de sombra proporcionada pelos dispositivos de proteção solar nas janelas do ambiente.

Os brises soleils verticais não são necessário para este ambiente, pois o horário de início das aulas é 7h e 30min. Desta forma este sombreamento não traz benefícios para o ambiente, pelo contrário, o brise soleil vertical está superdimensionado, prejudicando a entrada e distribuição da iluminação natural, assim como a ventilação natural, que seria necessária para as trocas térmicas por convecção entre os dispositivos de proteção e a parede do ambiente.

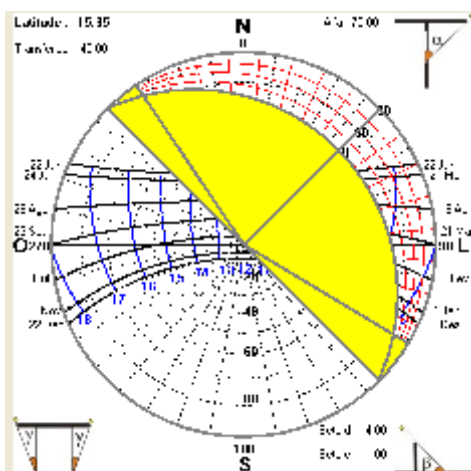


Figura 3 – Máscara de sombra proporcionada pelos brises soleils na sala de aula.

#### 4.1.2. Sala de reunião

Comparando as temperaturas externas com as internas, observa-se na Tabela 2 que em todos os períodos estudados a temperatura do ar externa é superior a temperatura do ar interna, demonstrando que a sala de reunião oferece conforto aos usuários quando comparada com o ambiente externo.

Verificou-se que dentre os ambientes monitorados da edificação a sala de reunião apresenta-se como o ambiente mais confortável. Isso se deve não somente pela sua orientação sudoeste, mas também devido aos materiais empregados na envoltória do ambiente.

A sala de reunião possui forro em laje de concreto e cobertura em telha de fibrocimento, ou seja, o material do teto possui maior inércia térmica comparado com os materiais do teto dos outros ambientes analisados. Assim, a sala de aula, que possui forro de gesso acartonado e cobertura em telha de fibrocimento e a área de convivência que não possui forro e sua cobertura é em telha metálica possuem os elementos do teto mais leves, isto é, com menor inércia térmica.

Tabela 2 – Intervalo de confiança da média estacional das temperaturas e umidade relativa do ar na sala de reunião.

<i>ESTAÇÃO DO ANO</i>	<i>TBS interno (°C)</i>	<i>TBS externo (°C)</i>	<i>UR (%)</i>	<i>TRM interno (°C)</i>
<b>Verão</b>	27,6±0,6	30,4±2,1	69,0±2,1	28,0±0,6
<b>Outono</b>	25,7±0,4	27,9±3,3	62,6±1,7	26,1±0,5
<b>Inverno</b>	25,6±0,5	31,5±4,2	56,9±2,6	26,0±0,4
<b>Média Global</b>	<b>26,3±1,1</b>	<b>29,9±1,8</b>	<b>62,8±6,1</b>	<b>26,7±1,1</b>

A velocidade do ar no ambiente sem condicionamento de ar apresenta-se insignificante em todos os períodos de medições. Apesar do espaçamento de 50cm entre as lâminas dos brises soleils verticais, registrou-se a velocidade do ar igual a zero. Pois, além da sala de reunião possuir janelas do tipo basculante, essas aberturas estão localizadas na fachada sudoeste, contrárias a predominância dos ventos em Cuiabá que é norte e noroeste (INMET, 2010).

Quanto ao sombreamento proporcionado pelos brises soleils na sala de reunião, pode-se observar na Figura 4 que os dispositivos cumprem bem a sua função na maioria dos meses do ano. Porém o controle solar está vulnerável nos meses de abril, agosto, maio e julho, pois não barram a entrada solar direta de forma eficiente, quando as médias de temperaturas são rigorosas.

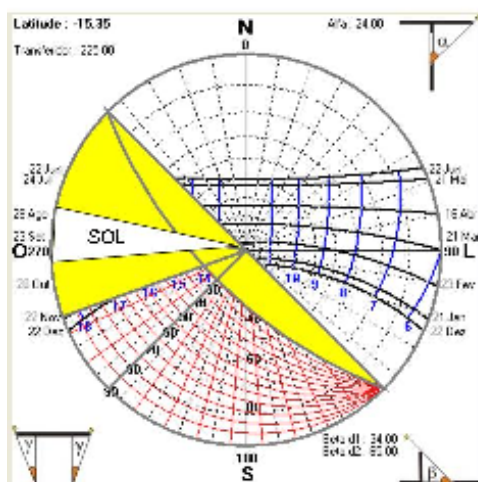


Figura 4 – Máscara de sombra proporcionada pelos brises soleils na sala de reunião.

A interferência da cor no desempenho do brise existe. (BASSO; ARGOUT, 1997, p. 318). Os autores afirmam que conforme o desenho do quebra-sol esta interferência poderá ser maior ou menor, dependendo da possibilidade de múltiplas reflexões entre os elementos do quebra-sol quando a cor é clara.

Porém os brises soleils dos ambientes analisados são pintados na cor amarela, sendo que os dispositivos da sala de aula possuem o agravante de ter as lâminas horizontais muito próximas, prejudicando não só a entrada de luz natural como de ventilação. “(...) o brise deve permitir a entrada do vento no interior da edificação, assim como sua circulação pela fachada, a fim de resfriar a superfície vertical por convecção e reduzir as temperaturas superficiais. (SILVA, 2007, p. 25)

Segundo Bittencourt et al. (1995, p. 383) as simulações computacionais sugerem que para uma mesma máscara de sombra, protetores mais próximos e menos profundos produzem um padrão de ventilação natural mais eficiente que aqueles mais afastados e mais profundos. Os espaçamentos da ordem de 0,75m induzem os protetores a funcionarem como anteparos difusores de luz indireta para os ambientes, diminuindo o contraste de luminosidade entre as aberturas e o fundo da sala. (BITTENCOURT et al., 1999). Além da cor o tipo de material dos brises soleils favorece o aquecimento da parede do ambiente, pois o metal é um condutor de calor.

#### 4.1.3. Área de convivência

Analisando as médias de temperaturas externas com as internas, observa-se na Tabela 3 que, em todos os períodos estudados a TBS externa é superior a TBS interna, porém os valores são próximos, sendo que no verão ocorre o contrário, a média de TBS interna é maior que a média de TBS externa, demonstrando que a área de convivência não oferece conforto aos usuários quando comparada com o ambiente externo.

Tabela 3– Intervalo de confiança da média estacional das temperaturas e UR do ar na área de convivência.

<i>ESTAÇÃO DO ANO</i>	<i>TBS interno (°C)</i>	<i>TBS externo (°C)</i>	<i>UR (%)</i>	<i>TRM interno (°C)</i>
<b>Verão</b>	30,8±1,7	30,4±2,1	67,5±5,8	32,6±1,8
<b>Outono</b>	27,2±2,7	27,9±3,3	59,0±9,6	29,0±2,5
<b>Inverno</b>	30,6±3,4	31,5±4,2	43,9±12,3	32,3±3,4
<b>Média Global</b>	<b>29,5±2,0</b>	<b>29,9±1,8</b>	<b>56,8±11,9</b>	<b>31,3±2,0</b>

A área de convivência que apesar de estar localizada na fachada sudeste, orientação favorável em relação ao sol, e possuir altura de pé direito significativa, apresenta muitas vezes valores de temperatura do ar superiores as da área externa. Isto ocorre devido à baixa inércia térmica proporcionada pela cobertura em telha metálica, a ausência de forro e principalmente pelo fato das esquadrias altas com vidro fixo transparente estarem desprotegidas da incidência solar direta. Conseqüentemente ocorre o chamado efeito estufa, e o superaquecimento do ambiente desfavorece o uso do espaço de convívio pelos usuários.

Di Perna et al. (2010) demonstra experimentalmente e analiticamente em seus estudos a importância da inércia térmica no interior do envelope para o conforto de ambientes com elevadas cargas internas devido à presença das pessoas, equipamentos e ganhos solares.

Conforme Duarte (1995), o tipo de cobertura mais adequado para a região são as telhas de barro com forro em laje. As telhas de fibrocimento, seguidas pelas telhas de aço, são as que menos se adaptam ao clima local, aquecem-se e resfriam-se rapidamente, provocando grandes variações da temperatura interna, o que as torna menos vantajosas.

A área de convivência, que apresentou maiores valores de TBS interna em relação aos outros ambientes, possui cobertura em telha metálica, tipo de material que menos se adapta às condições climáticas de Cuiabá.

Os três ambientes analisados possuem paredes em alvenaria de tijolos furados que não favorecem o desempenho da envoltória, ou seja, são paredes leves que favorecem a entrada do calor por condução para o interior do ambiente. Segundo Duarte (1995) a alvenaria de tijolos maciços funcionam melhor como barreira para a passagem do calor do meio externo para o interno, pois proporciona maior atraso térmico e maior amortecimento.

As medições demonstram que há pouco aproveitamento da ventilação externa. A velocidade do ar média registrada no interior da área de convivência no período de verão foi de 0,06 ±0,04 m/s, no outono foi de 0,03 ±0,02 m/s e no inverno foi de 0,02 ±0,03 m/s. valores baixos.

As médias da velocidade do ar são inferiores a 2m/s recomendados pelas cartas bioclimáticas de Givoni (1992), comprovando a ineficiência da ventilação natural nos ambientes em estudo. Quanto ao ponto medido externamente a média de velocidade de ar registrada foi de 0,49±0,20m/s no verão, 0,49±0,26m/s no outono e 0,39±0,25m/s no inverno.

## 4.2. Avaliação do desempenho térmico

### 4.2.1. Sala de aula

A análise realizada nos três períodos de coleta de dados na sala de aula indicou que 50,1% das horas atingem a condição de conforto e 49,9% das horas é de desconforto, sendo 49,6% por calor e apenas 0,27% por frio. Foram plotados o total de 371 horas de dados. A Figura 5 apresenta a Carta Bioclimática dos três períodos analisados no ambiente.

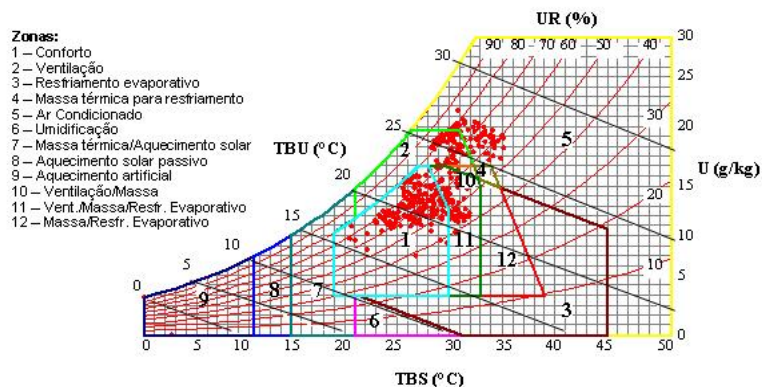


Figura 5 – Carta bioclimática referente aos três períodos de medição da sala de aula.

A Carta sugere o uso de ventilação, massa térmica de resfriamento, resfriamento evaporativo e ar para atingir a condição de conforto. Outra necessidade para se obter o conforto na sala de aula é o sombreamento em 98,9% das horas. A Tabela 4 mostra o relatório das estratégias bioclimáticas para as três estações do ano para a sala de aula.

Tabela 4 – Relatório das estratégias bioclimáticas referentes aos três períodos de coleta de dados da sala de aula.

Ano: 2010				
Coleta – total de horas: 371 horas Pressão: 101,39kPa				
<b>CONFORTO</b>				<b>50,1%</b>
<b>DESCONFORTO</b>				<b>49,9%</b>
DESCONFORTO	CALOR	Ventilação	14,8%	49,6%
		Ventilação/Alta inércia	0,30%	
		Ventilação/Alta inércia/Resfr. Evaporativo	19,1%	
		Ar condicionado	15,4%	
FRIO	Alta inércia térmica/Aquecimento solar	0,27%	0,27%	
<b>SOMBREAMENTO</b>				<b>98,9%</b>

#### 4.2.2. Sala de reunião

A análise realizada dos três períodos de coleta de dados na sala de reunião indicou que 77% das horas atingem a condição de conforto e 23% das horas é de desconforto, sendo 22,7% por calor e apenas 0,30% por frio. Foram plotados o total de 348 horas de dados. A Figura 6 apresenta a Carta Bioclimática das três estações do ano analisadas no ambiente.

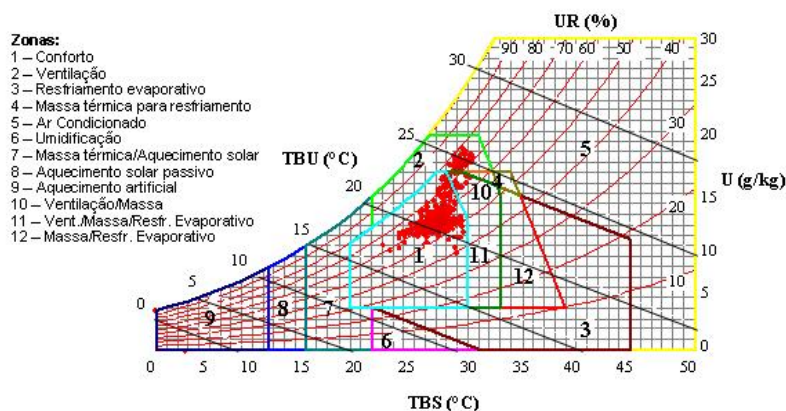


Figura 6 – Carta bioclimática referente aos três períodos de medição da sala de reunião.

A Carta sugere a ventilação, a massa térmica para resfriamento, o resfriamento evaporativo e o sombreamento com estratégias bioclimáticas para obter conforto na sala de reunião. Não há necessidade de utilizar o ar condicionado. A Tabela 5 mostra o relatório das estratégias bioclimáticas para as três estações do ano para a sala de reunião.

Tabela 5 – Relatório das estratégias bioclimáticas referentes às três estações do ano para a sala de reunião.

Ano: 2010				
Coleta – total de horas: 348 horas Pressão: 101,41kPa				
<b>CONFORTO</b>				<b>77%</b>
<b>DESCONFORTO</b>				<b>23%</b>
DESCONFORTO	CALOR	Ventilação	16,4%	22,7%
		Ventilação/Alta inércia/Resfr. Evaporativo	6,32%	
		Alta inércia térmica/Aquecimento solar	0,30%	
FRIO			0,30%	
<b>SOMBREAMENTO</b>				<b>99,4%</b>

#### 4.2.3. Área de convivência

A análise realizada nos três períodos de coleta de dados na área de convivência indicou que 26,2% das horas atingem a condição de conforto e 73,8% das horas é de desconforto, sendo 72,3% por calor e apenas 1,52% por frio. Foram plotados o total de 462 horas de dados. A Figura 7 apresenta a Carta Bioclimática das três estações do ano analisadas no ambiente.



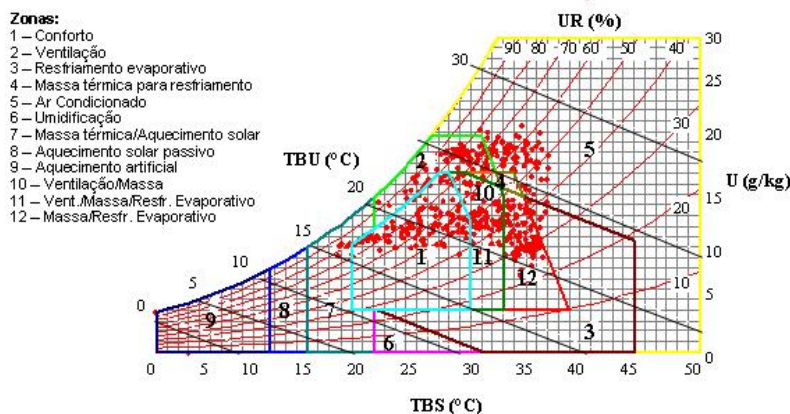


Figura 7 – Carta bioclimática referente aos três períodos de medição na área de convivência.

A Carta sugere principalmente o uso de ventilação, massa térmica para resfriamento e sombreamento como estratégias bioclimáticas necessárias para atingir a condição de conforto. A Tabela 6 mostra o relatório das estratégias bioclimáticas para as três estações do ano analisadas para a área de convivência.

Tabela 6 – Relatório com as estratégias bioclimáticas referentes aos três períodos de coleta de dados da área de convivência.

Ano: 2010  
 Coleta – total de horas: 462 horas Pressão: 101,34kPa

<b>CONFORTO</b>				<b>26,2%</b>
<b>DESCONFORTO</b>				<b>73,8%</b>
DESCONFORTO	CALOR	Ventilação	16,2%	72,3%
		Ventilação/Alta inércia	0,22%	
		Ventilação/Alta inércia/Resfr. Evaporativo	15,8%	
		Alta inércia térmica para resfriamento	1,3%	
		Alta inércia/resfriamento evaporativo	20,8%	
	Ar condicionado	16,2%		
FRIO	Alta inércia térmica/Aquecimento solar	0,22%	1,52%	
	Aquecimento artificial	1,3%		
<b>SOMBREAMENTO</b>				<b>95,5%</b>

## 5. CONCLUSÕES

Quanto à caracterização do microclima, os três ambientes apresentaram temperaturas internas inferiores à temperatura externa nas três estações do ano analisadas, exceto a área de convivência, que na estação do verão apresentou temperaturas internas superiores a temperatura externa, demonstrando o desconforto proporcionado aos usuários.

Quanto à ventilação, as medições demonstram que não há aproveitamento da ventilação externa na sala de aula e na sala de reunião, ou seja, a ventilação destes ambientes depende totalmente de equipamentos mecânicos. A área de convivência não possui equipamentos mecânicos para ventilação, ou seja, depende exclusivamente da ventilação natural da área externa, que apresentou valores médios inferiores a 0,50 m/s, não reduzindo assim o desconforto por calor na maioria dos horários. As médias da velocidade do ar tanto nos ambientes internos analisados como na área externa são inferiores a 2m/s recomendada por Givoni (1992), comprovando a ineficiência da ventilação natural nos ambientes analisados.

Na avaliação dos brises soleils através do programa SOL-AR conclui-se que na sala de aula o sombreamento proporcionado pelos dispositivos de controle solar cumprem bem sua função de barrar a incidência direta da radiação solar nos horários de aula na maioria dos meses do ano. Além dos brises a arborização do entorno auxilia no sombreamento do ambiente no período da manhã. Na sala de reunião observa-se que os brises soleils não proporcionam sombreamento eficiente no horário de uso na estação do verão, quando as médias de temperaturas são mais rigorosas, e mesmo nos meses em que os dispositivos protegem o ambiente da radiação solar direta há horários no período vespertino em que o ambiente fica vulnerável e desprotegido da incidência solar.

Os três ambientes apresentaram maior valor de umidade relativa do ar no verão, devido às ocorrências de precipitações neste período de medição, ao contrário da estação de outono e inverno, que sem

registros de chuvas apresentaram os menores valores de umidade relativa do ar, caracterizando o período de seca.

Quanto ao desempenho térmico dos ambientes analisados observa-se que, a sala de aula apresentou metade de horas desconfortáveis; a sala de reunião aproximadamente 2/3 de horas em condições confortáveis, enquanto que a área de convivência, aproximadamente 2/3 de horas de desconforto, devido aos materiais leves de sua envoltória além das esquadrias de vidros fixos desprovidas de controle solar, que causa o superaquecimento do ambiente.

Os relatórios gerados pelo programa Analysis Bio sugerem principalmente a ventilação e o sombreamento como estratégias bioclimáticas para atingir a condição de conforto nos ambientes.

Sugere-se de modo geral o sombreamento da envoltória da edificação por meio de arborização, que deve ser feita de forma a não prejudicar as condições de ventilação e iluminação natural dos ambientes. Outra forma de amenizar o desconforto por calor é a utilização de dispositivos de controle solar mais eficientes, para cada orientação da edificação.

Para a sala de aula e sala de reunião propõe-se a colocação de manta térmica entre a telha e a estrutura do telhado com substituição da telha de fibrocimento por telha de barro. Outra alternativa seria a substituição da telha de fibrocimento por telha metálica termo-acústica, isto amenizaria a temperatura interna dos ambientes, reduzindo o número de horas de uso dos aparelhos de climatização.

Para a área de convivência, propõe-se a retirada da cobertura de telha metálica e colocação de telha metálica termo-acústica, a fim de melhorar a sensação de conforto térmico e reduzir ruídos nos momentos de chuvas. Sugere-se ainda, a instalação de brises soleils metálicos pintados na cor branca nas esquadrias altas com vidro fixo, ou substituição dos vidros por elementos vazados pintados na cor branca.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASSO, A.; ARGOUT, D.M. valiação do desempenho de sistemas de controle de insolação e sua interferência na iluminação natural. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4, 1997, Salvador. **Anais**. Salvador: ENCAC, 1997, v.1, 315-318.
- BITTENCOURT, L. S.; BIANA, G. B.; CRUZ, J. M. A influência dos protetores solares verticais na iluminação natural de edificações escolares no município de Maceió-Alagoas. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 5, 1995, Gramado. **Anais**. Gramado: ENCAC, 1995, v.1, 383-388.
- BITTENCOURT, L.S.; MELO, M.C.; FERREIRA, D.B. A influência dos protetores solares verticais na iluminação natural de edificações escolares no município de Maceió-Alagoas. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 5, 1999, Fortaleza. **Anais**. Fortaleza: ENCAC, 1999, v.1.
- DI PERNA, C. et al. Influence of the internal inertia of the building envelope on summertime comfort in buildings with high internal heat loads. **Energy and Buildings**. p. 200-206, september 2010.
- DUARTE, D.H.S. **O Clima como Parâmetro de Projeto para a Região de Cuiabá**. São Carlos-SP, 1995. 214p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)- Universidade Federal de São Carlos.
- GIVONI, B. **Comfort climate analysis and building design guidelines**. Rev. energy and buildings: v.18, n.1, p. 11-23, 1992.
- GOOGLE, Google Earth 5.0.11733.9347. São Paulo, 2010. Disponível no site: <<http://www.baixaki.com.br/download/Google-Earth.htm>>, 10.440.000 bytes. Acessado em: 15 de julho de 2010.
- INMET no Distrito Federal. In: INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Climatologia. 2010. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/climatologia>. Acesso em: 15/10/2010.
- LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES (LABEEE) (2003) **Analysis Bio** v2.1. Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC, Florianópolis/SC.
- LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES (LABEEE) (2003) **Analysis SOL-AR** v.6.2. Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC, Florianópolis/SC.
- LAFORTEZZA, R. et al. Benefits and well-being perceived by people visiting Green spaces in periods of heat stress. **ScienceDirect**. p. 97-108, agosto 2009.
- LAMBERTS, R.; GHISI, E.; ABREU, A. L. P.; CARLO, J. C.; BATISTA, J. O. (2007) – **Desempenho térmico de edificações**. Florianópolis: Apostila – Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.
- MASCARÓ, L. R. **Energia na edificação, estratégia para minimizar seu consumo**. São Paulo, Projeto, 1985.
- ROSSETI, K. A. C. **Estudo do desempenho de coberturas verdes como estratégia passiva de condicionamento térmico dos edifícios na cidade de Cuiabá, MT**. Cuiabá-MT, 2009. 130 f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Universidade Federal de Mato Grosso.
- SILVA, J. S. **A eficiência do brise-soleil em edifícios públicos de escritórios: Estudo de casos no plano piloto de Brasília**. Brasília-DF, 2007. 144 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília.