

## **O IMPACTO DOS PROTETORES SOLARES NA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE HOTÉIS**

**Evelise Leite Didoné (1); Leonardo Salazar Bittencourt (2)**

- (1) Departamento de Arquitetura e Urbanismo/FAU, Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário, Trindade, Florianópolis/SC, Brasil, CEP 88040-900, Tel.: + 55 48 3721 9797. E-mail: evelisedidone@yahoo.com.br
- (2) Departamento de Arquitetura e Urbanismo/FAU, Universidade Federal de Alagoas, Campus A C Simões, Tabuleiro do Martins, Maceió/AL, Brasil, CEP 57072-970, Tel.: + 55 82 3214 1283, E-mail: lsb@ctec.ufal.br

### **RESUMO**

O consumo de energia nas edificações comerciais brasileiras é destinado, principalmente, ao atendimento das demandas relativas à refrigeração e iluminação artificiais. O aproveitamento da ventilação e iluminação natural são estratégias que favorecem a redução do consumo energético, bem como a melhoria das condições de conforto nos ambientes internos. As edificações hoteleiras foram selecionadas como objeto de estudo por terem parte significativa de seus gastos energéticos concentrados em sistemas artificiais de refrigeração e iluminação. Algumas dessas edificações possuem fachadas envidraçadas e são desprovidas de proteção solar, gerando ganhos térmicos indesejáveis. Esse trabalho tem objetivo analisar o impacto desse tipo de fachada no consumo energético de um hotel localizado em Maceió-AL. A metodologia foi baseada em análise comparativa do consumo energético demandado pelo sistema de refrigeração artificial e na avaliação do desempenho luminoso obtido a partir da alteração das configurações construtivas dos quartos do hotel, com fachada em pano de vidro fumê. Foram avaliados quartos sem dispositivos de proteção solar e quartos com dispositivos de proteção solar. Foram realizadas simulações computacionais no Solstício de Inverno e Solstício de Verão, nos horários de 8h, 10h, 12h, 14h, e 16h. As ferramentas utilizadas para as simulações computacionais foram os softwares *Ecotect* e *Lumen Micro*. Os resultados mostraram que os dispositivos de proteção solar ao impedirem a passagem da radiação solar direta possibilitaram uma diminuição dos ganhos térmicos no interior do ambiente reduzindo o consumo de energia decorrente do uso do sistema de ar-condicionado, cuja intensidade variou de 2% a 6%. As alterações na configuração arquitetônica promoveram um eficiente desempenho luminoso no interior dos quartos. Os *brises* protegem da radiação solar direta possibilitando uma diminuição do ganho de calor no interior do ambiente, além de favorecerem a reflexão da luz natural para as partes mais profundas do quarto, aumentando a uniformidade luminosa.

Palavras-chave: hotéis; eficiência energética; protetor solar.

### **ABSTRACT**

The energy consumption in Brazilian's commercial constructions is mainly directed to satisfy artificial refrigeration and illumination demands. The use of ventilation and natural illumination strategies would help to reduce energy consumption and would improve comfort conditions in internal spaces. Hotels had been selected as object of this study because a significant part of its energy consumption is due to refrigeration and illumination artificial systems. Some hotels present glazed facades with no shading devices, generating undesirable heat gains. The methodology was based on comparative analysis between the energy consumption demanded by the lighting and air conditioning systems in a glazed façade building, and the consumption obtained if shading devices were used. Rooms without shading devices and rooms with shading devices were compared. Computer simulations had been carried through Winter Solstice and Summer Solstice, at 8h, 10h, 12h, 14h and 16h. For the

simulations the codes Ecotect and Lumen Micro were used. Results show that shading devices when hindering direct solar radiation reduce internal heat gains, decreasing the energy demand for air-conditioning from 2% to 6%. Retrofit of existing architectural configuration had also promoted an efficient luminous performance in interior of the rooms. Shading devices redirect part of incident solar radiation to deeper areas in room, lowering heat gains and increasing the luminous uniformity ratio.

Keywords: hotels; energy efficiency; shading devices.

## 1 INTRODUÇÃO

Com a crise do petróleo ocorrida na década de 70 e o colapso energético em 2001, a conservação de energia no Brasil passou a ser alvo de discussões. O setor da construção civil foi identificado como um setor de elevado consumo da energia gerada no país.

Estima-se que 42% da energia elétrica produzida no Brasil seja consumida na construção, operação e manutenção das edificações, bem como na promoção de conforto aos seus usuários (PROCEL, 2007). A maioria das edificações desperdiça relevantes oportunidades de poupar energia por não considerar desde o projeto arquitetônico, passando pela construção, até a utilização final, os importantes avanços ocorridos nas áreas de arquitetura bioclimática, materiais, equipamentos e tecnologia construtiva vinculados à eficiência energética (MME, 2005).

A utilização dos recursos naturais, como a iluminação e a ventilação são elementos primordiais na obtenção dessa eficiência, onde se faz necessário o conhecimento das particularidades ambientais de cada localidade, identificando no clima as potencialidades para o desenho, a fim de evitar a reprodução de padrões arquitetônicos inadequados que contribuam para o aumento do desperdício de energia no ambiente construído.

Neste sentido, foram selecionadas edificações hoteleiras como objeto de estudo por concentrarem parte significativa de seus gastos energéticos em sistemas artificiais de refrigeração e iluminação. Além de grandes gastos com outras variáveis como o gás e a água.

Em Maceió, cidade litorânea do Nordeste brasileiro, existe muitas edificações hoteleiras pelo fato da cidade se constituir em um importante destino turístico. Como em outras regiões nordestinas, os hotéis concentram-se principalmente no litoral e revelam uma pequena adequação dos projetos de arquitetura às condições climáticas locais (VELOSO, SANTOS *et al.*, 2001).

Na capital de Alagoas, a radiação solar representa uma importante parcela nos ganhos de calor que atingem as edificações. Entretanto, a preocupação com a adequação ambiental parece não fazer parte do repertório de muitos projetos arquitetônicos (CÂNDIDO *et al.*, 2004). Esses empreendimentos não vêm explorando de modo satisfatório o grande potencial climático existente na região. Alguns possuem a tipologia do “modelo internacional”, com fachadas envidraçadas e usualmente não possuem dispositivos de proteção solar, gerando ambientes com altos níveis de iluminância e ganhos térmicos indesejáveis (Ver figuras 1 e 2).



**Figura 1:** Maceió Mar Hotel  
Fonte: Arquivo pessoal, 2006



**Figura 2:** Hotel Brisa Tower  
Fonte: Arquivo pessoal, 2006

Nesse contexto, a utilização dos protetores poderia contribuir para uma melhor adequação dos edifícios às demandas ambientais, pois atuam como redutores da carga térmica que incide nos edifícios e contribuem para construção de edificações mais eficientes do ponto de vista energético. A ausência da proteção externa nas aberturas dos ambientes permite a entrada da radiação solar direta e faz necessário o uso de obstruções internas, como as cortinas, que bloqueiam o ambiente da iluminação natural e induzem a utilização da iluminação artificial, e provocam um maior aquecimento no interior do cômodo.

Supõe-se que tais problemas poderiam ser solucionados através de modificações na configuração arquitetônica dos quartos e de suas aberturas, evitando os desperdícios de energia elétrica.

Considerando o entorno, a função arquitetônica e a necessidade de se reduzir os gastos energéticos de ambientes hoteleiros, o presente trabalho visa examinar alternativas de projeto que possam produzir uma racionalização do consumo energético, através de medidas que proporcionem uma redução no ganho térmico desse estabelecimento de forma a reduzir o consumo energético proporcionado pelos aparelhos de ar condicionado.

## 2 OBJETIVO

O trabalho pretende analisar o impacto causado pela ausência e pelo uso de protetores solares no consumo de energia elétrica em edificações hoteleiras que adotaram modelos arquitetônicos inadequados ao clima local, como a utilização de fachadas envidraçadas voltadas para orientação Leste.

## 3 METODOLOGIA

A metodologia foi baseada em avaliação comparativa do desempenho da iluminação natural e refrigeração artificial dos quartos de um hotel situado na orla de Maceió.

As avaliações aconteceram nos quartos do estabelecimento. Foram avaliados quartos com a fachada envidraçada e sem proteção solar (modelo real) e quartos com alterações nessa configuração, onde foram implantados dispositivos de proteção solar (modelos propostos). As ferramentas utilizadas para as simulações computacionais foram os *softwares* *LumenMicro* e *Ecotect*.

### 3.1. Estabelecimento analisado

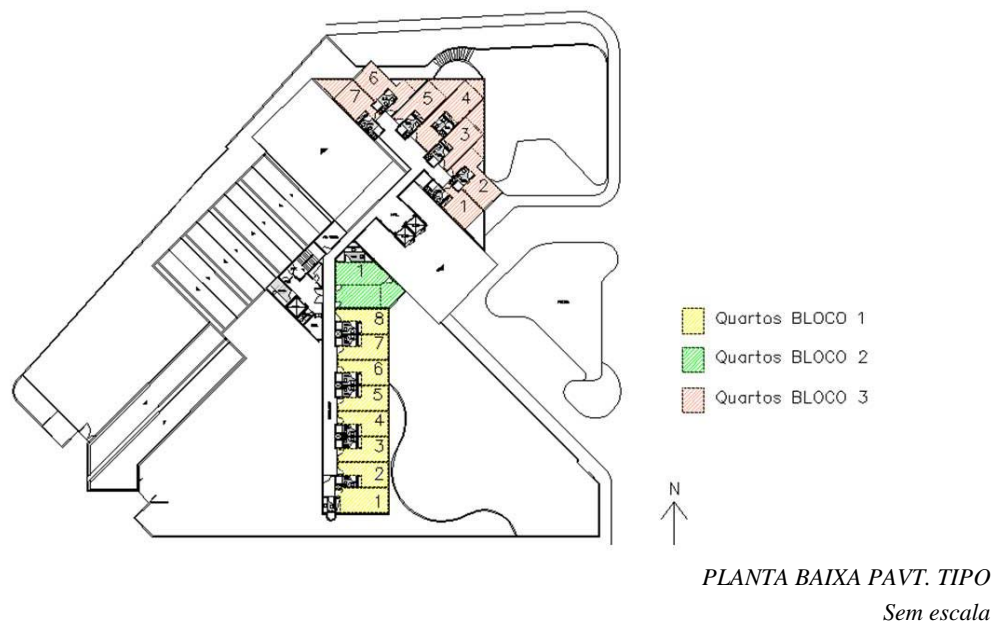
O Maceió Mar Hotel foi escolhido por possuir a tipologia dos edifícios internacionais, com a fachada em forma de “cortina de vidro” e situar-se na orla marítima de Maceió, com sua fachada principal voltada para orientação Leste, onde as condições climáticas permitem o uso de estratégias

bioclimáticas como a ventilação e iluminação.

As restrições urbanísticas definiram o gabarito fixado em oito pavimentos acrescidos do pilotis, permitindo a criação de espaços semi-enterrados pés-direitos variados, agrupados em dois blocos independentes ligados por passarelas (ALOÍSIO, 2005).

A edificação tem sua envoltória em vidro fume. Na fachada Leste localizam-se os quartos e na fachada oeste as circulações, ambas vedadas com vidros. As janelas dos quarto não possuem proteção solar, embora alguns poucos quartos possuam varanda. O entorno do hotel é composto por edificações de múltiplos andares, algumas habitações térreas e a orla marítima.

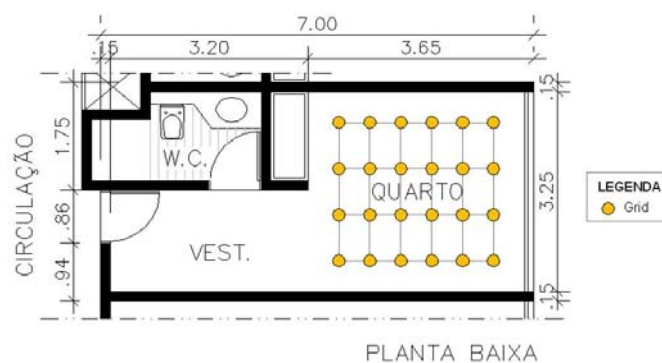
Existem três tipos de apartamentos: o *Standard* (amarelo) que é o apartamento menor, formado pelo quarto e o banheiro; o *Luxo* (verde) é o apartamento formado pelo quarto, banheiro, sala e varanda; e, a *Suíte* (rosa) que é o apartamento formado pelo quarto, banheiro e varanda (ver figura 3).



**Figura 3:** Planta baixa do hotel com o bloco estudado na cor amarela.

Fonte: Arquivo pessoal, 2006.

O ambiente escolhido para análise foi o quarto tipo *Standard*, já que é totalmente desprovido de proteção solar. O ambiente mede 7,00m por 3,55m e tem pé direito de 2,50m. Possui parede e o teto na cor branca e o piso na cor bege, respectivamente 0.8, 0.8 e 0.5. A janela de vidro fume possui 2,10m de comprimento e 3,25m de largura. O quarto é dotado de ar-condicionado, frigobar e TV (ver figura 4).



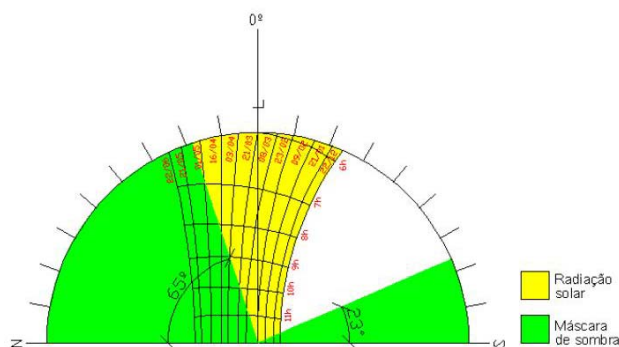
**Figura 4:** Croqui do modelo dos apartamentos avaliados.

Fonte: Arquivo pessoal, 2006.

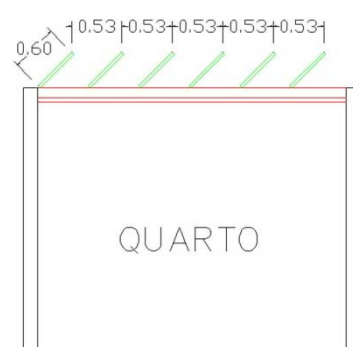
### 3.2. Máscara de sombra e proteção solar

As máscaras de sombra foram confeccionadas de acordo com a situação real do ambiente. Posteriormente, foi feito o modelo da proposta, com a proteção necessária para os quartos, onde foi inserida a proteção solar com o uso dos *brises-soleils*.

Em relação a proposta, protegeu-se os quartos da radiação solar direta, adotando os *brises* verticais móveis. Essa escolha foi devido a orientação da fachada para Leste e de forma a permitir a maior visibilidade da abóbada celeste e da praia. O estudo foi feito com os *brises* móveis na posição de inverno e na posição de verão, visto que são os dois períodos extremos. No inverno foi necessário uma proteção mínima de 65° e no verão de 70°. Para a realização das simulações adotou-se *brises* com 0.60m de largura, 2,10m de comprimento com espaçamento entre eles de 0.53m (ver figura 5 e figura 6).



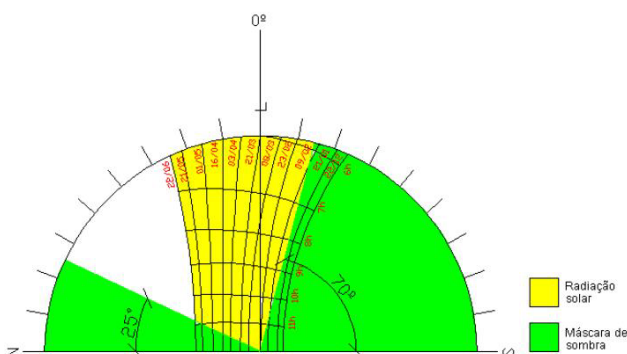
**Figura 5 a:** Máscara do solstício de inverno



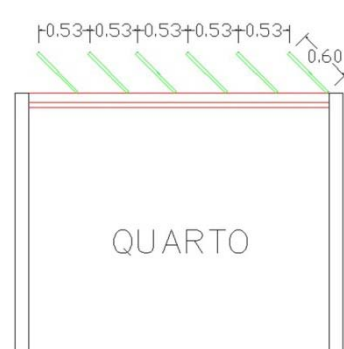
**Figura 5 b:** Quarto com *brises*

**Figura 5 a e b:** Proteção no período do solstício de inverno

Fonte: Arquivo pessoal, 2007.



**Figura 6 a:** Máscara do solstício de verão



**Figura 6 b:** Quarto com *brises*

**Figura 6 a e b:** Proteção no período do solstício de verão

Fonte: Arquivo pessoal, 2007.

### 3.3. Ferramentas de investigação

O uso de simulação computacional permite analisar alternativas de eficiência energética quando a edificação está em fase de projeto ou até mesmo após a sua construção. Atualmente, existem diversos programas computacionais destinados a análise térmica, luminosa e energética de edificações e seus sistemas que permitem identificar soluções para a redução de gastos com energia elétrica (DOE, 2005 apud MELO, 2005).

#### 3.3.1. Software Ecotect

O *Ecotect* é um *software* de simulação computacional relacionado ao desempenho ambiental de edificações. Edifícios de variadas complexidades podem ser analisados. O programa foi projetado por arquitetos, podendo ser usado por vários tipos de profissionais.

Neste trabalho, o *Ecotect* foi utilizado nas simulações relacionadas ao consumo energético de aparelhos de ar-condicionado dos quartos do hotel em estudo. Calculou-se, no período de 1 ano (12



meses), o consumo de quartos do bloco 1 (amarelo) tal como existe e da proposta com o uso de *brises*. Foram simulados os quartos do 3º pavimento, por estarem em uma localização intermediária, e do 8º pavimento, por estarem próximos à cobertura e mais suscetível aos efeitos da radiação solar. Avaliaram-se os apartamentos da coluna 1 e da coluna 5 (ver figura 3), a escolha dessas colunas foi pelo mesmo motivo da cobertura, a coluna 1 encontra-se mais exposta a radiação solar e a coluna 5 mais protegida.

### 3.3.2. Software Lumen Micro V.2000

O *Lumen Micro* é um *software* de simulação de iluminação natural e artificial que analisa o sistema de iluminação com exatidão e eficiência por meio de simulações que permitem a visualização em todos os ângulos dos ambientes analisados.

Através deste programa foi possível a obtenção de dados para calcular a quantidade de luz natural obtida em várias faixas no interior do ambiente, além do cálculo da uniformidade luminosa e os valores do céu parcialmente encoberto e encoberto.

Para a obtenção dos resultados utilizou-se um *grid* com 24 pontos distribuídos no interior do ambiente a 0.70m do chão. As simulações foram realizadas em diferentes datas e horários do ano e sob condição de céu parcialmente encoberto e encoberto, céus típicos da região (ver tabela 1).

**Tabela 1:** Parâmetros avaliados

Tipo de céu	Dia	Hora				
Céu parcialmente encoberto	22/06 - Solstício de Inverno	8h	10h	12h	14h	16h
	22/12 - Solstício de Verão	8h	10h	12h	14h	16h
Céu encoberto	22/06 - Solstício de Inverno	8h	10h	12h	14h	16h
	22/12 - Solstício de Verão	8h	10h	12h	14h	16h

## 4 ANÁLISE DE RESULTADOS

### 4.1 Desempenho energético do ar condicionado

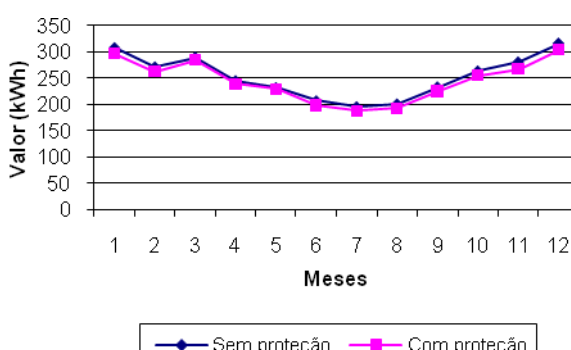
O desempenho energético foi avaliado através de comparações das simulações computacionais com o uso do modelo atual e do modelo proposto (ver tabela 2).

**Tabela 2:** Consumo de energia obtido nos quartos

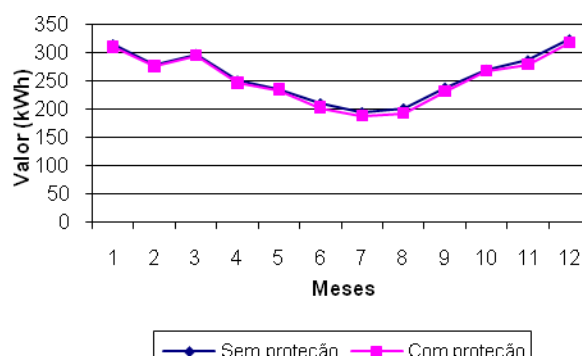
Quarto Pavto.	Coluna 1				Coluna 5			
	3º		8º		3º		8º	
Proteção	Sem brises	Com brises	Sem brises	Com brises	Sem brises	Com brises	Sem brises	Com brises
Mês	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)
Jan	307.55	296.93	314.41	309.43	224.93	212.61	229.46	224.97
Fev	271.03	262.63	277.59	275.31	208.14	198.21	212.56	209.87
Mar	289.65	283.97	297.02	293.91	230.69	220.39	235.69	232.66
Abr	245.13	239.10	250.02	245.68	203.39	193.03	206.50	202.14
Mai	231.89	229.12	235.45	233.76	196.62	189.41	198.62	196.62
Jun	206.89	198.06	209.78	202.15	178.82	165.50	180.45	171.59
Jul	195.67	187.87	194.23	187.73	170.92	157.28	172.06	163.28
Ago	201.01	191.92	200.86	192.16	176.88	161.55	178.31	168.75
Set	233.40	224.91	237.92	230.59	199.82	185.41	202.59	194.84
Out	263.50	254.95	269.34	267.44	215.22	206.01	218.94	215.56
Nov	280.50	267.13	286.23	278.56	211.75	196.54	215.48	208.53
Dez	316.06	303.69	323.02	316.82	228.31	214.57	232.88	226.52
TOTAL ANUAL	3.042,28	2.940,28	3.095,94	3.033,54	2.445,49	2.300,51	2.483,54	2.415,33

Analisando os resultados pode-se observar que a existência dos *brises* nos quartos proporcionou uma baixa diminuição no consumo de energia com o uso do aparelho de ar-condicionado. Isso pode ter acontecido por ter-se considerado o ar-condicionado ligado durante todo o dia (24h), ocasionando baixas oscilações na temperatura interna do ambiente, visto que a incidência da radiação solar interfere diretamente nos cômodos voltados para o Leste, por apenas 6hs diárias (manhãs). Essa diminuição do consumo variou de 2% a 6%.

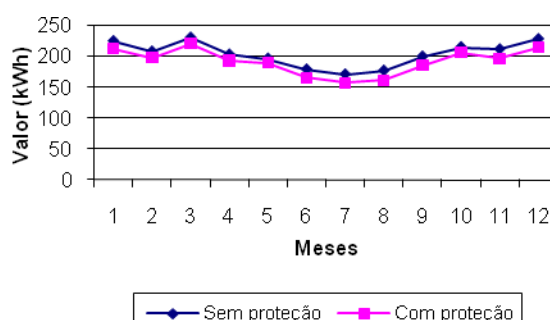
Como era de se esperar, os quartos do 8º pavimento, por estarem mais expostos à radiação solar, obtiveram gastos energéticos mais elevados do que os quartos do 3º pavimento. Devido à sua localização, o calor interno é maior, acarretando um maior trabalho do aparelho de ar condicionado para atingir a temperatura desejada. O mesmo acontece quando se compara os quartos da coluna 1 com os da coluna 5, já que a coluna 1 tem uma exposição maior à radiação incidente.



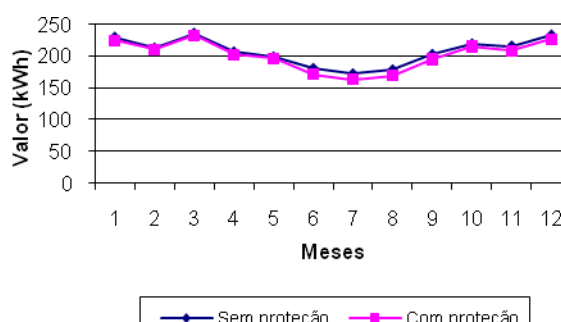
**Gráfico 1 a:** Coluna 1 - 3º Pavt



**Gráfico 1 b:** Coluna 1 - 8º pavt.



**Gráfico 1 c:** Coluna 5 - 3º pavt.



**Gráfico 1 d:** Coluna 5 - 8º pavt

**Gráfico 1 a, b, c e d:** Gráficos dos resultados das simulações sem proteção.

## 4.2 Desempenho luminoso

Com o uso do modelo com parâmetros reais e do modelo com a proteção solar proposta, investigou-se o desempenho luminoso com o auxílio de simulações computacionais. Para efeito de análise, os quartos foram divididos em 3 faixas: a primeira junto à janela, a segunda no trecho central e a terceira no fundo do ambiente.

Os resultados obtidos foram abordados, sistematizados e a média nas faixas foram apresentadas com valores em Fator de Luz Diurna (F.L.D.) e em lux<sup>1</sup>. Os resultados, em lux, são obtidos através da relação dos valores de F.L.D. com o valor do tipo de céu de Maceió.

### 4.2.1 Tipo de céu parcialmente encoberto

Nas condições de céu parcialmente encoberto a radiação solar direta influencia significativamente a

<sup>1</sup> A norma da ABNT 5413 fixa os valores de iluminâncias recomendáveis para quartos de hotel entre 150 e 300 lux.

iluminação no interior do ambiente. Neste estudo, os quartos foram protegidos de modo a não permitir a incidência da radiação direta no período do Solstício de inverno e Solstício de verão, dessa forma não há uma maior interferência dos elementos sombreantes nas condições de iluminação nas épocas simuladas.

Em Maceió, o tipo de céu parcialmente encoberto transmite 45.000 lux quando o sol está coberto pelas nuvens e 120.000 lux quando o mesmo encontra-se descoberto. Para a análise aqui desenvolvida, adotou-se o valor de 45.000 lux, por ser o menor dos dois.

**Tabela 3:** Resultados das simulações com o céu parcialmente encoberto.

Situação	Dia		22/06					22/12				
	Local	Hora	8h	10h	12h	14h	16h	8h	10h	12h	14h	16h
		Unidade										
Situação Atual Sem proteção	Prox. à janela	F.L.D.	0.33	0.31	0.09	0.07	0.08	0.34	0.30	0.08	0.07	0.07
		LUX	14850	13950	4050	3150	3600	15300	13500	3600	3150	3150
	Centro	F.L.D.	0.24	0.10	0.06	0.05	0.05	0.25	0.08	0.05	0.04	0.05
		LUX	10800	4500	2700	2250	2250	11250	3600	2250	1800	2250
	Fundos	F.L.D.	0.18	0.07	0.04	0.03	0.04	0.16	0.06	0.04	0.03	0.03
		LUX	8100	3150	1800	1350	1800	7200	2700	1800	1350	1350
Proposta Com proteção	Prox. à janela	F.L.D.	0.09	0.06	0.03	0.03	0.03	0.11	0.04	0.02	0.02	0.02
		LUX	4050	2700	1350	1350	1350	4950	1800	900	900	900
	Centro	F.L.D.	0.06	0.03	0.02	0.02	0.02	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01
		LUX	2700	1350	900	900	900	2250	900	450	450	450
	Fundos	F.L.D.	0.05	0.03	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01
		LUX	2250	1350	450	450	450	1350	900	450	450	450

Através da tabela acima se pode observar que sem proteção solar os valores mais elevados de F.L.D. ocorrem no solstício de inverno, próximo à janela, exceto às 8h. No solstício de verão obtém-se o índice mais baixo, chegando a 450 lux no centro e fundos do quarto. Pelos resultados, percebe-se que o período de inverno tem uma maior influência nos valores encontrados, visto que é o período em que o sol incide mais diretamente nessa orientação.

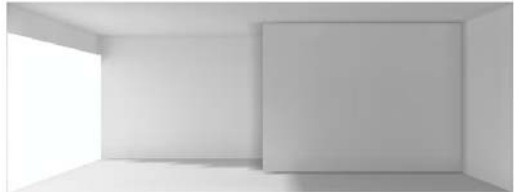
Com o uso dos *brises*, o valor no solstício de inverno varia de 4.050 a 450 lux. Já no solstício de verão acontecem os coeficientes mais baixos, exceto às 8h com 4.950 lux, na região próxima à janela (ver figura 7).



**Figura 7 a:** Solstício de inverno - sem proteção



**Figura 7 b:** Solstício de inverno - com proteção



**Figura 7 c:** Solstício de verão - sem proteção



**Figura 7 d:** Solstício de verão - com proteção

**Figura 7 a, b, c e d:** Renderizações dos quartos simulado às 8h.



Em alguns casos os valores obtidos no centro e no fundo do quarto são iguais, isso acontece pela capacidade dos protetores de permitir uma iluminação secundária através das interreflexões.

Os valores obtidos em lux foram bastante elevados na região próxima à janela quando comparado aos fundos do ambiente, o contraste luminoso é bastante significativo.

Quanto aos índices de uniformidade luminosa, ou seja, a relação entre a iluminância obtida nos fundos do quarto e os valores obtidos junto à janela, o maior percentual é de 55,55%, adquirido com o uso dos brises no período do solstício de inverno, às 8h.

#### 4.2.2. Tipo de céu encoberto

O tipo de céu encoberto apresenta condições menos favorável à utilização da iluminação natural. Neste caso, a abóbada celeste encontra-se inteiramente obstruída, de modo que a luz se propaga sob a forma de radiação difusa (VIANNA, GONÇALVES, 2001).

Sem a interferência da componente direta, a relação entre a iluminação exterior e aquela produzida no interior do ambiente pode ser considerada como constante, independente do horário e do período do ano<sup>2</sup>. Dessa forma, os fatores de luz diurna (F.L.D.) mantiveram-se praticamente iguais em cada zona do quarto, em todas as datas simuladas, nos horários estabelecidos (8h, 10h, 12h, 14h e 16h).

Para o cálculo dos resultados em lux, utilizou-se o valor de 20.000 lux, obtido nas medições do tipo de céu encoberto de Maceió.

**Tabela 4:** Resultados

Proteção	Local		22/06					22/12				
	Dia	Unidade Hora	8h	10h	12h	14h	16h	8h	10h	12h	14h	16h
Situação Atual Sem proteção	Prox. à Janela	F.L.D.	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
		LUX	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
	Centro	F.L.D.	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
		LUX	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400
	Fundos	F.L.D.	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
		LUX	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Proposta Com proteção	Prox. à Janela	F.L.D.	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
		LUX	1000	1000	1000	1000	1000	800	800	800	800	800
	Centro	F.L.D.	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		LUX	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
	Fundos	F.L.D.	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		LUX	400	400	400	400	400	200	200	200	200	200

Com as simulações do quarto ausente de proteção solar, os valores adquiridos foram constantes nos dois períodos e em todos os horários simulados. Percebe-se um elevado contraste luminoso, pois é grande a diferença dos valores obtidos na faixa próxima à janela e nos fundos do quarto. Nesse caso, a uniformidade luminosa é de 33,33%.

Com o uso da proteção solar, os valores decaíram significativamente (ver tabela 4). Em alguns casos, além do contraste existente entre os valores do fundo do quarto com os valores próximos à janela, os resultados do solstício de verão nos fundos do ambiente ficaram no limite do recomendado pela

<sup>2</sup> O valor da iluminância exterior difere para cada data e horário simulado e é fornecido pelo programa *Lumen Micro* quando da realização das simulações, oscilando no céu nublado entre 7,010 e 21,789 lux e no céu parcialmente nublado entre 16,710 e 100,455 lux.

Norma. Os valores do F.L.D. também mantiveram-se constantes nos horários simulados, sendo um pouco mais elevado no período do solstício de inverno.

Em relação à uniformidade luminosa, 40% foi o índice obtido no solstício de inverno e 25% no solstício de verão.



**Figura 8a:** Sem proteção 8h - 06/12    **Figura 8b:** Com proteção 8h - 22/06    **Figura 8c:** Com proteção 8h - 22/12

**Figura 8 a, b e c:** Renderização do efeito da iluminação natural no interior do ambiente.

## 5 CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos, percebeu-se que em relação ao uso dos *brises* móveis para o desempenho energético, o dispositivo se mostrou bastante eficiente, visto que houve uma significativa redução do consumo de energia proveniente dos aparelhos de ar-condicionado, em consequência da obstrução da incidência da radiação solar direta.

Sobre o desempenho luminoso, ficou claro que o uso dos *brises* contribui, efetivamente, para uma iluminação natural mais homogênea no ambiente, sem comprometer os níveis de iluminação regrados pela norma brasileira.

Confirma-se que os *brises* além de favorecer a projeção da luz natural para as partes mais profundas do quarto, aumentam a uniformidade luminosa e protegem as pessoas da incidência direta e/ou do ofuscamento nas áreas próximas a janela.

## 6 REFERÊNCIAS

ALOISIO, Mário. **Traço do Arquiteto**. 1 ed. Editora Pro Livros. São Paulo, 2005.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. **Mercado de Energia Elétrica 2006-2015**. Rio de Janeiro: EPE, 2005.

CÂNDIDO, C. M., **Ventilação natural e Códigos de obras: uma análise das tipologias de aberturas nos edifícios de escritórios em Maceió/AL**. 2006. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, Alagoas, 2006.

MELO, P. A.; WESTPHAL, F.S.; LAMBERTS, R. **Avaliação computacional de estratégias para a redução do consumo de energia elétrica em um hotel de Florianópolis**. In: XI Encontro Nacional de Tecnologia no ambiente construído - ENTAC. Florianópolis - SC. Agosto, 2006, p.564-573.

PROCEL/ELETOBRAS. **Programa nacional de conservação de energia elétrica: áreas de atuação – edificações**. Disponível em <<http://www.eletobras.gov.br/elb/proce>>. Acessado em: 09 dez 2007.

VELOSO, M.;D. SANTOS;V. C. LIMA NETO. **Conforto Ambiental na Arquitetura Hoteleira do Nordeste do Brasil: Sol, Mar e Ar ... Condicionado**. In: VI Encontro Nacional e III Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído. São Pedro - SP. Novembro, 2001.

VIANNA, N., GONCALVES, J. C. S. **Iluminação e Arquitetura**. 1. ed. São Paulo: Virtus s/c Ltda., 2001.