



XIENCAC
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

VIIELACAC
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

INFLUÊNCIA DE ELEMENTOS DE PROTEÇÃO SOLAR NO CONFORTO LUMÍNICO DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR EM FORTALEZA-CE

Marília Ramalho Fontenelle (1), Anderson Claro (2), Bianca Carla Dantas de Araújo (3)

(1) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura PROARQ/FAU-UFRJ, mariliarfontenelle@yahoo.com.br

(2) Professor Dr. do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da UFSC, ander@arq.ufsc.br

(3) Professora Dra. do Departamento de Arquitetura da UFRN, dantasbianca@gmail.com

RESUMO

Este trabalho visa avaliar quantitativa e qualitativamente a influência de um elemento de proteção solar no conforto lumínico de um edifício residencial multifamiliar da cidade de Fortaleza-CE. Para tanto, foram feitas simulações com o software Apolux Beta em um cômodo do edifício residencial estudado, analisando as diferenças do comportamento luminoso identificadas na presença e na ausência de um dispositivo de proteção solar em sua abertura lateral. Foi avaliado o comportamento da luz no espaço para solstício de inverno e verão, nos períodos da manhã (10h), meio dia e tarde (15h), sob céu claro, parcialmente nublado e encoberto. Os resultados obtidos indicaram que o elemento de proteção solar garante melhores condições de distribuição de luz e reduz a insolação excessiva no espaço, principalmente nas áreas mais próximas à janela, assegurando uma melhoria do conforto lumínico se comparado à situação em que a abertura não é sombreada. O pior desempenho foi detectado no solstício de inverno às 10h sob céu claro, quando a luz incide diretamente na fachada norte, onde se localiza a abertura analisada, promovendo uma iluminação excessiva não só para o caso em que não há protetor solar, como também quando há sombreamento da abertura lateral.

Palavras-chave: Iluminação Natural, elementos de proteção solar, simulação computacional.

ABSTRACT

This work aims to evaluate quantitatively and qualitatively the influence of a solar control device in the natural lighting conditions of a residential building located in the city of Fortaleza-CE. It was done simulations using the software Apolux Beta in one of the rooms of the residential building studied evaluating the differences between the luminous performance in case its window is protected or not by the solar control device. It was evaluated the daylight behavior inside the room under some conditions: winter and summer solstice, 10, 12 and 15 o'clock and under clear, partly cloudy and overcast sky. The results showed that the solar control device ensures better conditions of internal daylight distribution and reduces excessive solar radiation in space, especially in areas closer to the window, ensuring the improvement of lighting comfort compared to the situation where the window is not shaded. The worst performance was detected at winter solstice, at 10 a.m. and under clear sky, when the light falls directly on the north facade, where the window is located, causing excessive lighting not only in case the opening is not protected but also when there is solar control device in the window.

Keywords: computer simulation, calibration, thermal performance.

1. INTRODUÇÃO

Até aproximadamente a década de 60, o *brise-soleil* era um símbolo indispensável no edifício moderno brasileiro, devido a sua capacidade de sombreamento das aberturas e por sua potencialidade compositiva e ornamental (PEIXOTO, 2002). Ainda que o conforto ambiental das edificações nem sempre fosse garantido com seu emprego, o uso deste e de outros recursos evidenciavam a forte preocupação de alguns arquitetos em buscar adequar seus projetos às condicionantes climáticas locais.

A adoção destes elementos tornou-se cada vez mais escassa nas décadas seguintes. Vários são os fatores que explicam seu abandono: o custo e a dificuldade de manutenção; o custo de sua produção; o desconhecimento técnico por parte dos projetistas, que os impossibilitavam de criar soluções eficientes; a popularização dos sistemas de condicionamento de ar, que levou boa parte dos projetistas a desconsiderarem as questões de conforto ambiental como fatores primordiais de concepção, dentre outros.

O resultado disso foi uma profusão de edifícios com aberturas envidraçadas de dimensões variadas sem nenhuma solução de sombreamento para diminuir os ganhos térmicos acarretados pela incidência direta do sol. As estratégias bioclimáticas foram sendo paulatinamente substituídas pela utilização dos sistemas artificiais de iluminação e condicionamento de ar, resultando no aumento significativo do consumo de energia pelas edificações.

Várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas para incentivar o resgate dos princípios bioclimáticos no projeto de arquitetura, seja para alcançar a eficiência energética e o conforto ambiental das edificações, seja para mitigar os impactos ambientais gerados ao meio ambiente pelos edifícios. Muitas destas pesquisas recomendam o emprego dos elementos de proteção solar, comprovando sua eficiência na melhoria do conforto lumínico e redução das cargas térmicas na edificação. Algumas o fazem por meio o uso da geometria da insolação (LEITE, 2003), pela realização de medições em espaços construídos ou protótipos (GUTIERREZ, 2005; MIANA, 2005) ou por simulação computacional (CORBELLA; CASTANHEIRA, 2001; FIUZA, 2008; CAPISTRANO, 2008).

Este trabalho se insere neste contexto de resgate dos princípios bioclimáticos na arquitetura, dando enfoque a importância do emprego de dispositivos de proteção solar para melhoria do conforto lumínico do ambiente construído.

2. OBJETIVO

O presente trabalho tem por objetivo avaliar quantitativa e qualitativamente a influência de um elemento de proteção solar no conforto lumínico de um cômodo de um edifício residencial multifamiliar da cidade de Fortaleza-CE.

3. MÉTODO

O método deste trabalho está dividido em duas etapas principais:

1. Seleção do objeto de análise;
2. Simulação computacional.

3.1. Seleção do objeto de análise

O edifício residencial multifamiliar escolhido como objeto de estudo dessa pesquisa foi o Ed. Veneza I, construído em 1982 no bairro Meireles, na cidade de Fortaleza-CE. Trata-se de um prédio de nove andares localizado em um terreno de esquina, em um bairro nobre que apresenta uma grande concentração de torres residenciais (Figura 1 e 2).

A escolha do edifício decorreu de dois principais fatores: a permissão de acesso a um dos apartamentos e a aplicação correta dos protetores horizontais fixos na fachada norte, tal como indica a bibliografia estudada. Este último aspecto foi de fundamental importância, pois a escolha de um elemento de proteção solar mal projetado ou empregado de forma equivocada para uma determinada orientação de fachada poderia gerar



Figura 1 – Fachada leste do edifício. Fonte: autora



Figura 2 – Fachada norte do edifício. Fonte: autora

resultados de pouca ou nenhuma validade para o objetivo proposto.

O apartamento a que se teve acesso está situado no oitavo andar do prédio e é composto por uma extensa sala de estar e jantar, varanda, três suítes, escritório, cozinha, área de serviço e dependência de empregada completa, totalizando 246 m² de área.

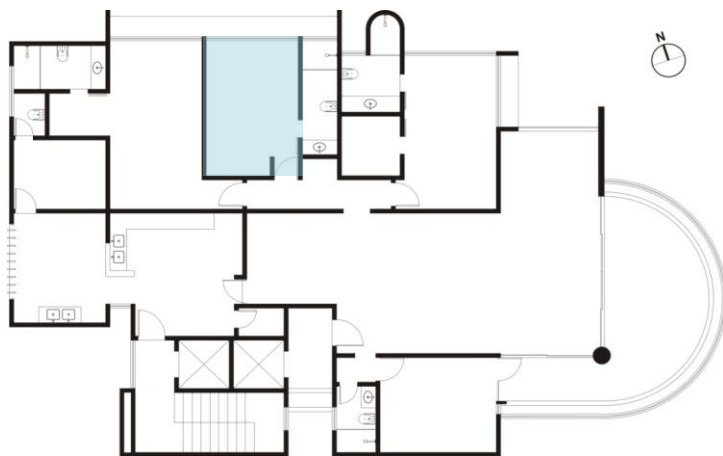


Figura 3 – Planta geral do apartamento com destaque em azul para o quarto estudado. Fonte: a autora.

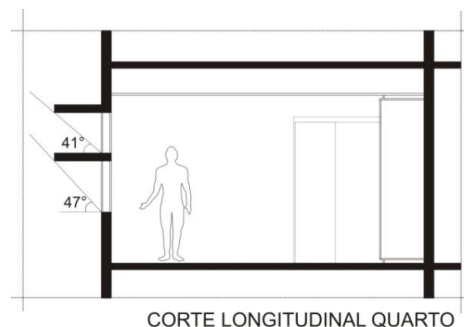


Figura 4 – Corte longitudinal do quarto estudado. Fonte: a autora.

Em azul (Figura 3), destaca-se o cômodo escolhido para as simulações, com 3,10m de largura, 4,00m de profundidade e 2,50m de pé-direito. Orientado 18 graus de inclinação com relação ao norte, esse quarto de solteiro tem suas janelas de alumínio e vidro protegidas por elementos horizontais fixos em concreto armado que se prolongam para os dois lados, protegendo também a janela do banheiro e do quarto a sua esquerda. A rigor, há duas esquadrias no quarto, uma baixa de correr (3,10x0,76m) e outra alta do tipo maxim-ar (3,10x0,60m), ambas protegidas pelo citado elemento de 0,70m de profundidade (Figura 4). A altura baixa do peitoril exigiu, por uma questão de segurança, o emprego de grades em alumínio preto no vão da janela de correr (Figura 5 e 6).



Figura 5 – Protetores solares na fachada norte. Fonte: a autora.



Figura 6 – Vista interna do quarto. Fonte: a autora.

3.2. Simulação computacional

3.2.1. O software de simulação

Para essa pesquisa, foi utilizado o programa Apolux Beta, que é a evolução do Apolux 1.0. O programa foi desenvolvido no Laboratório de Conforto Ambiental da Universidade de Santa Catarina pelo professor Anderson Claro, a partir de estudos sobre o Modelo Vetorial Esférico de sua tese de doutorado (CLARO, 1998).

A escolha desse software baseou-se na confiabilidade de seus resultados, pois apresenta algoritmo consolidado pelos trabalhos de Atanasio et al. (2006), Leder et al. (2008) e Pereira (2009). O programa trabalha com um dos métodos mais utilizados atualmente pelos softwares de simulação de iluminação natural, a radiosidade. Permitindo especificar os materiais que compõe as superfícies de ambientes externos e

interno, os parâmetros geográficos, o tipo de céu, dentre outros dados, o programa simula a troca de energia radiante entre as superfícies, fornecendo uma série de dados que possibilitam a avaliação do conforto lumínico do ambiente construído.

Os resultados das simulações são apresentados pelo Apolux de diversas formas: imagens tridimensionais semi-realistas, gráficos analíticos tridimensionais de iluminância, luminância, *DayLight Factor*, Classes de Iluminância, fatores de céu, máscaras de sombra, dentre outros. O Apolux também gera relatórios numéricos em formato TXT que podem ser exportados para outros programas de planilhas, facilitando a análise e compreensão dos resultados da simulação através da geração de gráficos diversos.

3.2.2. Os parâmetros da simulação

Antes de serem iniciadas as simulações, foram identificados os parâmetros que seriam exigidos pelo programa para realização dos cálculos de radiosidade. Foram eles: propriedades óticas dos materiais existentes no ambiente de análise; parâmetros geográficos da cidade de Fortaleza; períodos ao longo do ano a serem simulados; nível de fracionamento relativo à precisão desejada para os cálculos e quantidade de simulações necessárias para o alcance de resultados mais completos que permitam uma conclusão de maior consistência.

As simulações foram realizadas a partir da criação de dois modelos 3D em ambiente CAD: um representando o ambiente de análise com o elemento de proteção solar (Figura 7) e outro com todas as mesmas características do anterior diferenciado apenas pelo tratamento da abertura lateral, sem nenhum dispositivo de sombreamento (Figura 8). Foram feitas algumas simplificações no modelo, como a substituição da superfície do armário embutido de revestimento branco por uma parede uniforme branca e o fechamento das portas do quarto e do banheiro com parede branca. O mobiliário foi desconsiderado.



Figura 7 – modelo representando a situação com protetor solar (CP). Fonte: a autora.



Figura 8 – modelo representando a situação sem protetor solar (SP). Fonte: a autora.

Aos dois modelos foi adicionada uma superfície paralela ao piso, a 75 centímetros de altura, para servir de plano de análise para os cálculos. Esta superfície representa um plano de trabalho e não participa nem interfere nos cálculos, apenas tem o objetivo de mostrar os resultados das condições de iluminação em cada caso.

Os materiais das superfícies indicados no programa correspondem aproximadamente à realidade encontrada no ambiente estudado e apresentam as propriedades óticas especificadas na Tabela 1. A definição dos valores de refletância, absorvância e transmitância foi baseada nas características espectrofotométricas das cores de cada material, conforme indicado por Castro et al (2003).

Tabela 1 – Propriedades óticas das superfícies do espaço estudado.

Elemento	Material	Propriedade ótica	Refletância média	Absortância média	Transmitância média
Parede	pintura branca	opaco difusor	80%	20%	0%
Piso	granito	opaco difusor	30%	70%	0%
Teto	pintura branca	opaco difusor	80%	20%	0%
Protetor	concreto	opaco difusor	45%	55%	0%
Caixilho	alumínio preto	opaco difusor	2%	98%	0%
Vidro	transparente comum	transmissor especular	9%	1%	90%

As simulações foram realizadas considerando os parâmetros geográficos da cidade de Fortaleza, tais como: latitude sul de 3°45'47", longitude oeste de 38°32'35" e altitude de 21m em relação ao nível do mar.

A orientação da abertura lateral segue a orientação real do objeto de estudo, isto é, azimute de 18 graus. O entorno do edifício foi desconsiderado para efeito das simulações, como forma de avaliar exclusivamente o desempenho dos protetores.

Para que a pesquisa alcançasse conclusões consistentes, foi necessário definir um número significativo de simulações, analisando, para cada um dos modelos, as condições de iluminância em duas estações do ano (nos dias correspondentes ao solstício de verão e inverno), 3 diferentes tipos de céu dentro dos grupos padrões indicados pelo CIE (céu claro, parcialmente nublado e encoberto) e três períodos do dia (manhã, meio-dia e tarde). A Tabela 2 apresenta a definição da quantidade de simulações (indicados pela letra S) a serem feitas tanto para o modelo com protetor (CP) como para o modelo sem protetor solar (SP):

Tabela 2 – Definição do número de simulações a serem feitas para cada situação avaliada.

Período do ano	Céu claro			Céu parcialmente nublado			Céu encoberto		
	10h	12h	15h	10h	12h	15h	10h	12h	15h
Verão (21/12)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
Inverno (21/06)	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18

Para cada um dos modelos, foram previstas 18 simulações, totalizando 36 simulações nas duas situações analisadas (CP e SP).

Os tipos de céu escolhidos dentro dos três grupos padrões definidos pela CIE foram: Padrão Céu Claro II, Céu Parcialmente Nublado I-C e Céu Encoberto II. Optou-se por adotá-los por apresentarem uma iluminância provável média dentre os tipos de céu de cada grupo (claro, parcialmente nublado e encoberto).

Por fim, para alcançar uma boa precisão dos cálculos no Apolux, definiu-se uma área máxima de fracionamento de 0,005 e um número de 90 faixas do hemisfério (Globo 6).

3.2.3. Métodos de apresentação e critérios de avaliação dos resultados

Os resultados foram tabulados por meio de dois tipos de gráficos e por tabelas.

Um dos tipos de gráficos indica a relação iluminância x profundidade do quarto para os três períodos do dia, possibilitando comparar as condições de iluminação no ambiente para a situação com protetor (CP) e sem protetor (SP). Estes gráficos foram produzidos a partir de um corte longitudinal no meio do ambiente, indicando a iluminância detectada para um plano de trabalho localizado a 75 cm do piso.

Também foram gerados gráficos de classes de iluminância, que indicam em planta baixa a distribuição do fluxo luminoso no plano de análise a partir de manchas de cor, que representam intervalos de iluminância pré-definidos.

Para definição destes intervalos, considerou-se a iluminância média de 300 lux recomendada pela NBR 5413 (ABNT, 1991) para espaços de leitura de quartos de residências, cujo usuário tem idade inferior a 40 anos, a área de trabalho apresenta entre 30 e 70% de refletância e a velocidade de precisão da tarefa a ser executada é de pouca importância. Assim, considerando 300 lux o nível de iluminância desejável, foram estabelecidos os intervalos de iluminância a partir do critério indicado por Kremer (2002), apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Critério de definição das classes de iluminância segundo Kremer (2002).

Cálculo dos intervalos de iluminância	Intervalos utilizados considerando $E_m = 300$ lux	Zona	Classificação
< (70% $E_m - 50$ lux)	<160 lux	Insuficiente	Ruim
(70% $E_m - 50$ lux) a 70% E_m	$160 \leq E \leq 209$ lux	Transição inferior	Regular
70% E_m a 130% E_m	$210 \leq E \leq 390$ lux	Suficiente	Bom
130% E_m a 1.000 lux	$391 \leq E \leq 1.000$ lux	Transição superior	Regular
> 1.000 lux	> 1.000 lux	Excessiva	Ruim

Segundo Kremer (2002), a zona “suficiente” é a ideal, pois concentra limites adequados para o desempenho das tarefas visuais quanto ao nível de iluminação. Iluminâncias de até 1.000 lux não apresentam incidência direta dos raios solares (evitando um incremento dos ganhos térmicos) e tampouco geram desconforto visual. Portanto, resultados obtidos que estejam dentro do intervalo de “transição superior”, apesar de não serem os mais adequados, serão considerados aceitáveis. O mesmo vale para o intervalo relativo à “transição inferior”.

Além de serem apresentados os gráficos de iluminância, foram criadas tabelas resumos que indicam, a partir dos resultados gerados pelo Apolux Beta, a porcentagem da área do quarto abrangida pelos três

intervalos de iluminância aceitáveis (suficiente, transição superior e inferior). Nelas, são indicadas as classificações quanto à distribuição da luz para cada situação, baseadas nos critérios recomendados por Kremer (2002), apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Critério de avaliação da distribuição da luz no ambiente segundo Kremer (2002).

Porcentagem da área do plano de análise abrangida pelos 3 intervalos de iluminância aceitáveis (suficiente, transição superior e inferior)	Classificação
Abaixo de 50%	Ruim
Entre 50% e 70%	Regular
Acima de 70%	Bom

4. RESULTADOS

Os resultados obtidos para as duas situações (CP e SP) indicaram que, ainda que em alguns casos pontuais o elemento de proteção solar não garanta níveis de iluminância ideais para o quarto, ele reduz drasticamente a incidência da luz do sol no espaço, contribuindo para seu conforto lumínico.

As Figura 9 a 14 apresentam os seis gráficos de iluminância x profundidade. Observa-se que para todos os períodos simulados, o protetor solar garantiu uma redução significativa da iluminância no ambiente. Para o ponto mais crítico, isto é, para o ponto situado a 0,11m da janela, a redução da iluminação pelo protetor variou entre 60 e 95% se comparado a situação sem sombreamento. Para o ponto de menor iluminância do quarto (3,33m da janela), esta redução variou entre 32 a 55%.

No caso de desproteção da abertura durante o inverno, devido à incidência direta do sol na fachada norte, surgiram pequenas regiões próximas à janela em que os níveis de iluminância apresentaram-se muito além dos valores médios recomendados pela norma. No solstício de inverno, esse comportamento da luz só não acontece no caso de céu encoberto, pois a predominância de nuvens no céu intercepta os raios solares, impedindo uma incidência direta do sol na abertura. Ainda assim, no inverno, notadamente sob céu claro, uma iluminância excessiva predominou em toda a área do quarto, o que foi amenizado pelo protetor solar, que não necessariamente garantiu condições satisfatórias de conforto lumínico.

Observou-se, na maioria dos casos, um incremento da iluminância nos pontos mais próximos a parede oposta à janela, provavelmente devido à reflexão da pintura branca dessa superfície. Nota-se também que a partir de aproximadamente 2,50m de profundidade, as curvas dos dois casos ficam mais próximas, existindo uma diferença menor de iluminância entre CP e SP.

Em todos os casos analisados, para a situação sem protetor, há uma queda brusca da iluminância na medida em que há um distanciamento da janela. O emprego do protetor solar torna essa queda mais suave, resultando em uma distribuição mais uniforme da luz natural no interior do quarto, notadamente a partir da metade do ambiente até suas áreas mais profundas. A presença do protetor solar, portanto, torna menos perceptível a transição entre manhã e tarde sob o ponto de vista da iluminância, se comparado as condições lumínicas ao longo do dia para a situação sem protetor solar.

Observa-se que, sob céu claro, tanto para CP como para SP, os valores de iluminância encontrados nas simulações foram bastante elevados, resultado da reflexão difusa na abóbada celeste, que predomina sob esse tipo de céu.

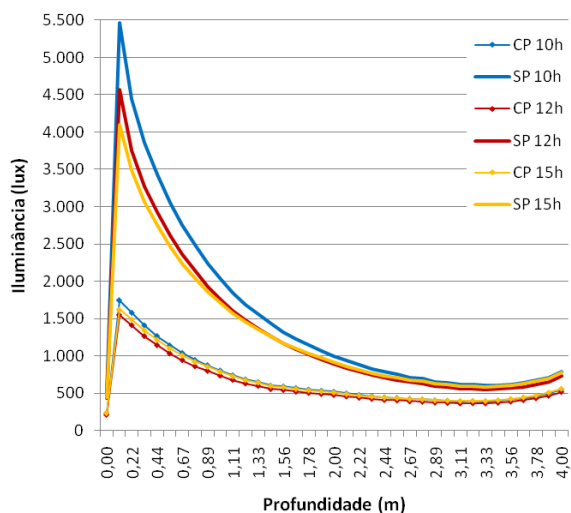


Figura 9 – Iluminância no quarto no solstício de verão, céu claro.

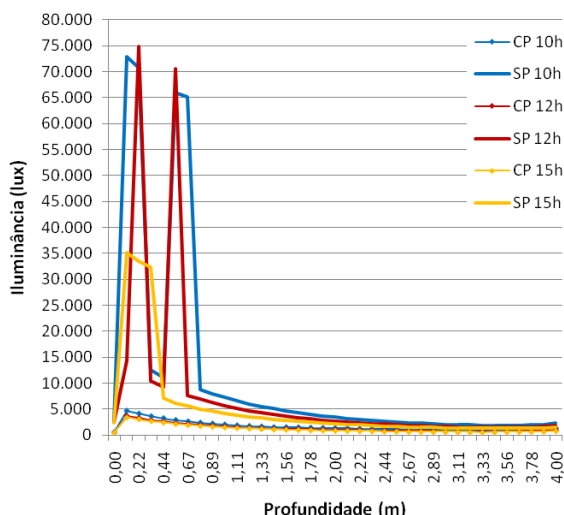


Figura 10 – Iluminância no quarto no solstício de inverno, céu claro.

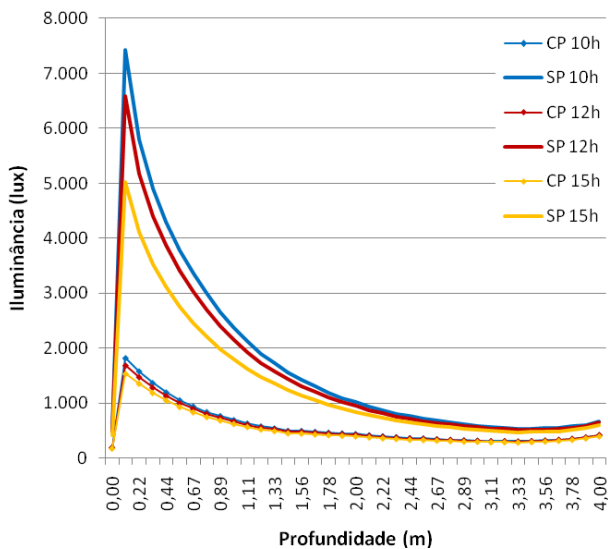


Figura 11 – Iluminância no quarto no solstício de verão, céu parcialmente nublado.

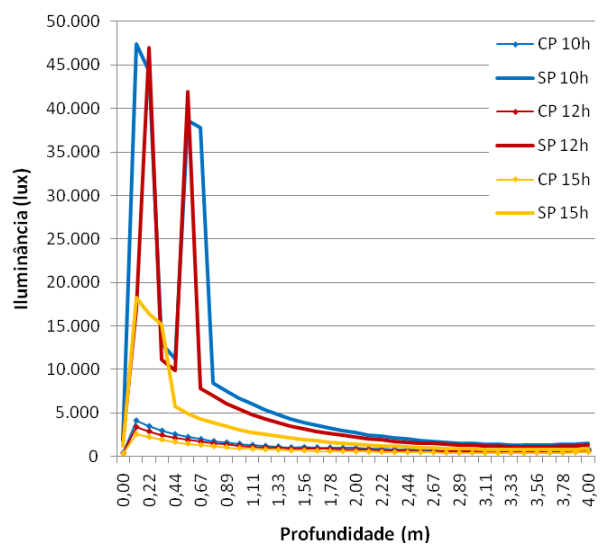


Figura 12 – Iluminância no quarto no solstício de inverno, céu parcialmente nublado.

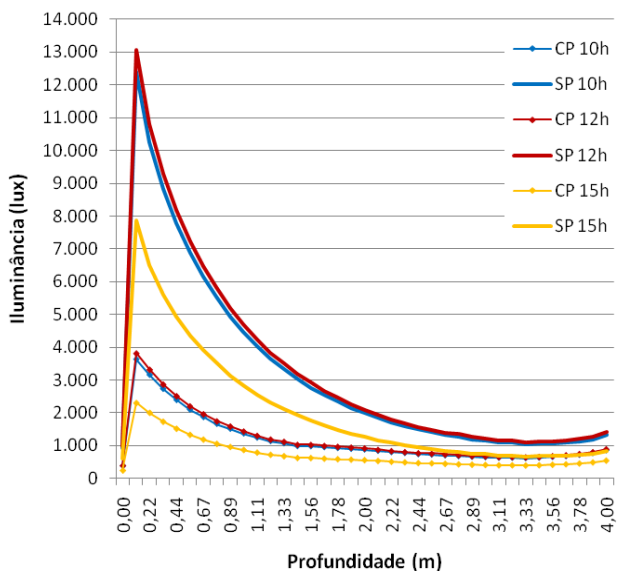


Figura 13 – Iluminância no quarto no solstício de verão, céu encoberto.

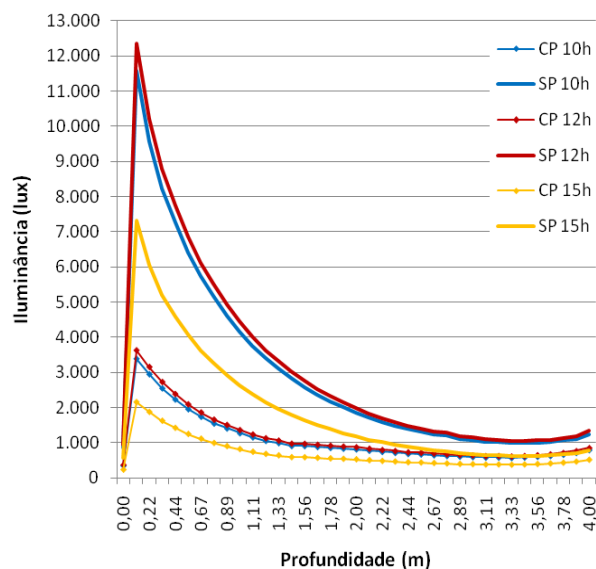


Figura 14 – Iluminância no quarto no solstício de inverno, céu encoberto.

Na Tabela 5, são apresentados os gráficos de classes de iluminância. A planta baixa está representada com a janela voltada para o topo do desenho.

Observa-se mais uma vez que, apesar de não garantir o conforto lumínico em todas as situações, o protetor solar reduziu significativamente a iluminância no ambiente, notadamente nas áreas mais próximas a janela. Em nenhum caso sem protetor houve incidência da zona “suficiente” no plano de trabalho, enquanto que em CP ela se faz presente, ocupando até metade da área do quarto no verão, sob céu parcialmente nublado.

As Tabelas 6 e 7 fazem uma classificação da distribuição da luz para CP e SP, a partir do observado nos gráficos de classes de iluminância.

A Tabela 6 revela que o protetor solar garante boas condições de conforto lumínico para 61,2% das simulações. Cerca de 33% das situações analisadas apresentaram um conforto lumínico regular e 5,5% indicaram condições ruins de iluminação natural. Observa-se também que é no inverno, principalmente sob céu claro, que o quarto apresenta as piores condições de conforto lumínico.

A Tabela 7 demonstra o quanto a inexistência de um elemento de proteção solar pode prejudicar as condições de conforto lumínico. Em 66,6% das situações analisadas, a iluminação natural no quarto é considerada ruim, e em 33,4%, ela é considerada regular. Para SP, não foi detectado nenhum caso em que o conforto lumínico é classificado como bom. No inverno, devido à incidência direta dos raios solares na

fachada norte, onde se encontra a abertura, a iluminação no quarto é excessiva sob todos os tipos de céu e horas do dia.

Tabela 5 – Gráficos de classes de iluminância.

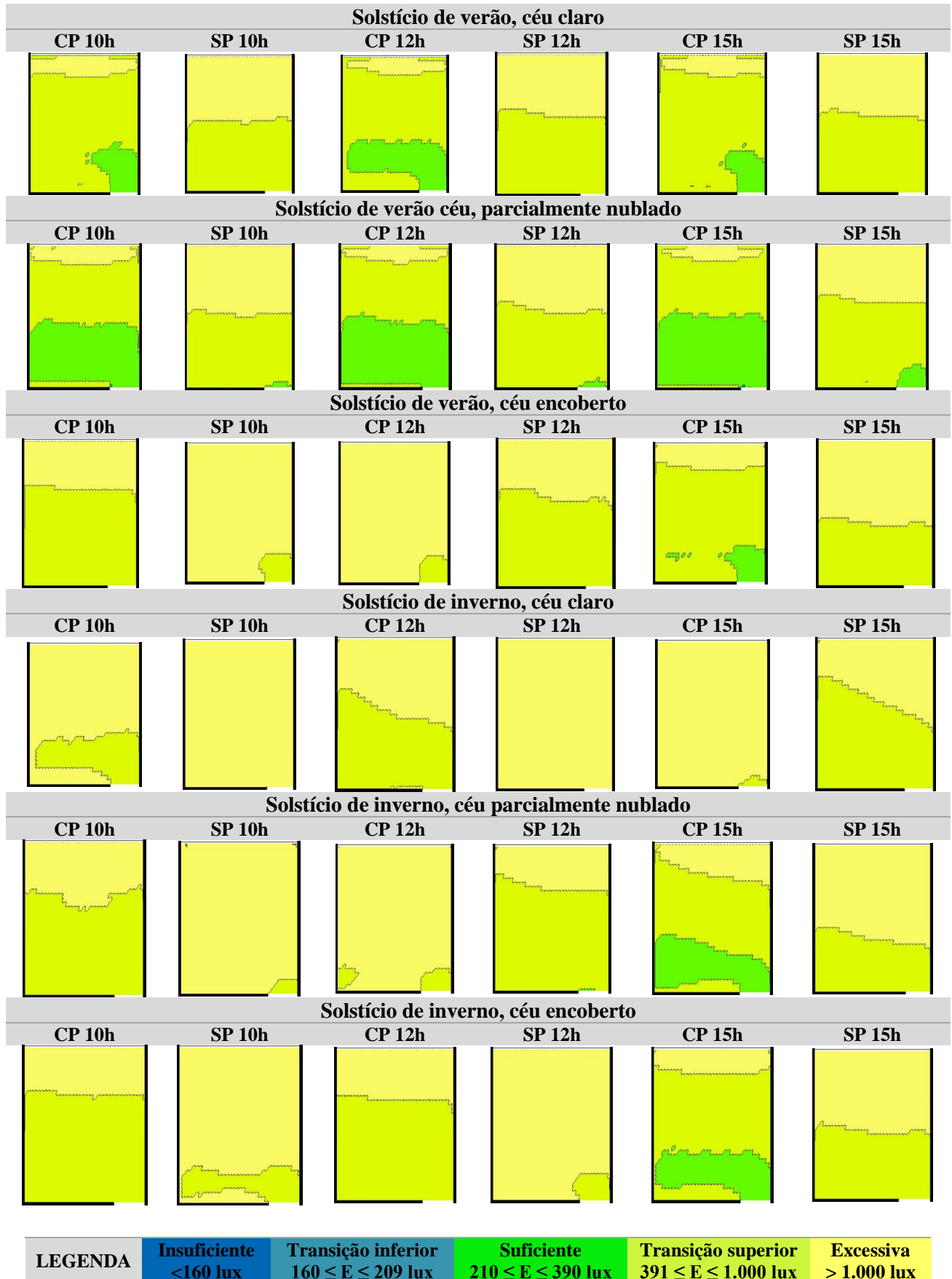


Tabela 6 – Classificação da distribuição da luz para CP, considerando porcentagem da área do ambiente com intervalos de iluminância aceitáveis.

CP	Céu claro			Céu parcialmente nublado			Céu encoberto		
	10h	12h	15h	10h	12h	15h	10h	12h	15h
Verão (21/12)	86,62%	90,00%	87,50%	88,31%	91,09%	92,71%	67,17%	61,50%	82,25%
Inverno (21/06)	25,48%	52,05%	59,84%	63,85%	71,87%	80,01%	70,02%	67,21%	84,45%

Tabela 7 – Classificação da distribuição da luz para SP, considerando porcentagem da área do ambiente com intervalos de iluminância aceitáveis.

SP	Céu claro			Céu parcialmente nublado			Céu encoberto		
	10h	12h	15h	10h	12h	15h	10h	12h	15h
Verão (21/12)	52,70%	57,45%	56,60%	52,62%	55,48%	59,84%	5,92%	4,10%	44,02%
Inverno (21/06)	0,00%	0,00%	1,17%	2,12%	5,58%	36,69%	16,22%	5,92%	46,88%

Legenda	RUIM	REGULAR	BOM
	Abaixo de 50% da área com iluminância aceitável	Entre 50 e 70% da área com iluminância aceitável	Acima de 70% da área com iluminância aceitável

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos através das simulações, tem-se como conclusão principal que os elementos de proteção solar, quando bem dimensionados, corretamente aplicados quanto à orientação da fachada e especificados com materiais adequados, garantem melhores condições de conforto lumínico que em espaços em que esses dispositivos não são utilizados.

Para os diferentes tipos de céu, época do ano e hora do dia, o comportamento da luz no interior do quarto mostrou-se variado, sendo que em todos os casos, a iluminância e distribuição da luz no espaço foram mais satisfatórias com a presença do protetor solar. Ainda assim, certas simulações revelaram algumas condições lumínicas desconfortáveis mesmo com o sombreamento da abertura, o que demonstra a falta de um estudo aprofundado na fase de concepção sobre o funcionamento desse dispositivo diante das condições mais desfavoráveis de insolação.

É importante lembrar que as condições lumínicas nos diferentes pontos do quarto podem interferir significativamente na disposição do mobiliário. Se há uma intenção de dispor áreas de trabalho próximas à janela, as características do protetor solar devem reduzir iluminâncias excessivas nessa região sem, no entanto, prejudicar a iluminação em áreas mais profundas do ambiente. No caso estudado, em nenhuma situação a iluminação nas áreas próximas à abertura favorecia isso, devido aos altos valores de iluminância encontrados nessa região.

No caso analisado, observou-se que as características do protetor solar (geometria, dimensões, material empregado) influenciaram positivamente na maioria dos resultados alcançados. Todavia, é importante enfatizar que não necessariamente o emprego de dispositivos de proteção solar garante condições de conforto lumínico adequadas para o espaço construído. É necessário que sua aplicação seja feita com base em conhecimentos técnicos, utilizando diversos instrumentos disponíveis para um projeto eficiente, como cartas solares, softwares de simulação, cálculos e maquetes físicas. Ao fazer uso desses instrumentos, devem-se considerar principalmente as condições mais desfavoráveis durante o ano para determinada orientação da abertura, sem, no entanto, gerar iluminâncias insuficientes no espaço em épocas em que não há incidência direta do sol na abertura em questão.

Existe uma urgência na conscientização por parte do profissional arquiteto de sua responsabilidade em adotar elementos de proteção solar e/ou outras estratégias bioclimáticas desde a fase de concepção do edifício para garantir o conforto do usuário e a eficiência energética do ambiente construído. É necessário que o arquiteto compreenda que cada decisão de projeto gera direta ou indiretamente impactos indesejáveis para o meio ambiente, e que ele deve buscar, através do desenvolvimento de suas habilidades técnicas e de sua criatividade, novas soluções arquitetônicas que componham edifícios que coexistam com a natureza de forma pacífica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR – 5413**: Iluminância de Interiores-terminologia. Rio de Janeiro, mai.1991.
- ATANASIO, V.; PEREIRA, F.; PEREIRA, A. Experimental Laboratory for Teaching Architecture Lighting in a Virtual Learning Environment. **PLEA 2006**. The 23th International Conference on Passive and Low Energy Architecture. Geneva, 2006.
- CAPISTRANO, G.. **Eficiência e forma de protetores solares externos em edifícios de escritório: estudo de casos em Curitiba-PR**. Dissertação (mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.
- CASTRO et al. Medidas de refletância de cores de tintas através de análise espectral. In: **Ambiente Construído**, v. 3, n. 2, p. 69-69, 2003.
- CLARO, A.. **Modelo vetorial esférico para radiosidade aplicado à iluminação natural**. Tese (doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.
- CLARO, A.; PEREIRA, F.; LEDO, R.. Apolux - An Innovative Computer Code for Daylight Design and Analysis in Architecture and Urbanism. **Building Simulation 2005**. Ninth International IBPSA Conferenc. Montreal, 2005.
- CORBELLA, O.; CASTANHEIRA, R. G. Sobre a necessidade de proteção da radiação solar incidente nas fachadas sul, para edifícios situados entre as latitudes 10° e 35°. In: **Anais do VI Encontro Nacional e III Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído**. São Pedro: ANTAC, 2001.
- FONTENELLE, M. R.. **Influência de elementos de proteção solar no conforto lumínico de um edifício residencial multifamiliar em Fortaleza**. Monografia (especialização). Especialização em Tecnologia do Ambiente Construído, Instituto Centro de Ensino Tecnológico – CENTEC/CE. Fortaleza, 2010.
- FIUZA, J.. **Influência de Elementos de Proteção Solar Horizontais Aplicados às Aberturas Laterais, na Admissão e Distribuição da Luz Natural**. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.
- GUTIERREZ, G.. **Avaliação do Desempenho Térmico de Três Tipologias de Brise-soleil Fixo**. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.
- KREMER, A. **A influência de elementos de obstrução solar no nível e na distribuição interna de iluminação natural: estudo de caso em protótipo escolar de Florianópolis**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- LEDER, S.; PEREIRA, F.; CLARO, A. Janela de céu preferível: proposição de um parâmetro para controle da disponibilidade de luz natural no meio urbano. Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. **Anais ENTAC**. Porto Alegre, 2008.
- LEITE, J. V. **Análises de elementos arquitetônicos de proteção solar em edificações institucionais na cidade de Natal/RN – Diretrizes projetuais**. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPGAU), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003.
- MIANA, A. C.. **Avaliação do desempenho térmico de brises transparentes**. Dissertação (mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.
- PEIXOTO, M. S.. Sistemas de proteção de fachada na escola carioca de 1935 a 1955. **Arqtexto**, Porto Alegre, v. 2, p. 122-137, 2002.
- PEREIRA, R. C. **Metodologia para Avaliação de Ferramentas de Simulação de Iluminação Natural através de Mapeamento Digital de Luminâncias**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.