



XIENCAC
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

VIIELACAC
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

OS IMPACTOS DA PROTEÇÃO SOLAR NO CONFORTO VISUAL E DESEMPENHO ENERGÉTICO: ESTUDO DE CASO DE EDIFÍCIO COMERCIAL EM SÃO PAULO.

**Iraci Pereira Miranda (1); Camila Carvalho Ferreira (2);
Ana Carolina de Oliveira Veloso (3)**

(1) Dra, Professora do Dep. TAU, iraci.pereira@ymail.com;

(2) Mestre, Bolsista do LABCON, ca_lilacf@yahoo.com.br;

(3) Mestranda do Programa do Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável, acoveloso@gmail.com
Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo (TAU),
Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética no Ambiente Construído (LABCON), Escola de
Arquitetura, Belo Horizonte - MG, 30130-140, Tel.: (31) 3409-8825, Fax.: (31) 3409-8822

RESUMO

Esse trabalho consiste em um estudo de *retrofit* de uma edificação comercial localizada em São Paulo, com a finalidade de reduzir o consumo de energia e melhorar o conforto ambiental do usuário. Para atingir esse objetivo, foi proposta a criação de dispositivos de proteção solar, visando à redução da carga térmica incidente sobre as fachadas e a melhoria da disponibilidade de luz natural no interior dos ambientes. Para isso, foram projetados brises filetados e uma prateleira de luz integrados às fachadas da edificação de modo a protegê-la de toda radiação solar incidente e redirecionar a luz para o teto dos ambientes com ocupação permanente. Para avaliar o desempenho luminoso dessa solução, são realizadas simulações computacionais nos *softwares* Daysim e Relux e, para quantificar a redução do consumo de energia com o uso dos brises, são realizadas simulações anuais no DesignBuilder. Os resultados das simulações nos *softwares* Daysim e Relux comprovam que os dispositivos projetados são eficientes em barrar a radiação solar direta e melhorar a distribuição interna de luz natural, o que permite a utilização de sistemas de iluminação artificial integrados à luz natural. As simulações termo-energéticas mostram redução de consumo de energia elétrica anual de 23% devido à menor carga térmica. Desse modo, o uso de dispositivos de proteção solar, corretamente dimensionados, mostrou ser uma opção eficaz na melhoria de condição de conforto visual do usuário e redução de consumo de energia elétrica.

Palavras - chaves: iluminação natural, proteção solar, simulação computacional, eficiência energética.

ABSTRACT

This work is a retrofit study of a commercial building located in Sao Paulo. Its goal is reduce energy consumption and improve environmental comfort of the user. To achieve this goal, sun protective devices were proposed to reduce solar heat load and improve the availability of daylight in interior environments, and its performance is evaluated through computer simulation. Thus, brise-soleil and lightshelf were designed integrated into the facades of the building, in order to protect it from any incoming solar radiation and redirect the light toward the ceiling of environments with permanent occupation. To evaluate the luminous performance of this solution, computer simulations were carried out using the softwares Daysim and Relux. Annual simulations were performed in DesignBuilder, in order to quantify the reduction in energy consumption caused by the use of louvers. The simulation results of Daysim and Relux proved that the designed devices were effective in spreading the direct solar radiation and improve the internal distribution of daylight. This fact allows the use of artificial lighting systems integrated with daylight. The thermal-energy simulations showed annual reduction of electricity consumption by 23% due to lower heat

load. Therefore, the use of solar protection devices, properly scaled, proved to be an effective option in improving the comfort condition and reduce energy consumption.

Keywords: daylight, solar shading, computer simulation, energy efficiency.

1. INTRODUÇÃO

A análise global da distribuição dos consumos de energia elétrica do país revela que grande parte da energia é utilizada pelos edifícios comerciais, residenciais e de serviços. O parque edificado nacional é atualmente o segundo maior consumidor de eletricidade, consumindo 42% da oferta de energia elétrica do país, sendo que nesses edifícios uma parte considerável da energia é consumida por equipamentos de ar condicionado e iluminação (BEN, 2008). A iluminação é responsável por, aproximadamente, 24% do consumo de energia elétrica no setor residencial, 44% no setor comercial e serviços públicos e 1% no setor industrial (PROCEL EDIFICAÇÃO, 2006).

Segundo o Manual de Iluminação Eficiente (PROCEL, 2002), o ponto de partida para se obter um sistema de iluminação energeticamente eficiente é o uso da luz natural, porque a luz natural é um recurso renovável disponível, abundante e praticamente sem custos em sua manutenção. A integração dos sistemas de iluminação natural e artificial em edifícios não residenciais diminui a necessidade de uso da iluminação artificial e, assim, reduz o consumo total de energia e o ganho de calor no ambiente. De acordo com Procel (2002), o uso da luz natural pode permitir uma redução de até 50% no consumo de energia com iluminação, com efeitos positivos sobre o consumo dos sistemas de ar condicionado.

Sua utilização é uma tendência mundial, que encontra no Brasil razões ainda mais fortes para ser amplamente utilizada em função das características climáticas luminosa favoráveis. Apesar disso, a luz natural ainda é uma estratégia pouco aproveitada no Brasil. Isso ocorre porque a simples existência de janelas envidraçadas não resulta em economia direta de energia. Há também que se considerar que as aberturas envidraçadas podem trazer incidência excessiva de radiação solar direta nos ambientes internos.

Para evitar tais problemas, uma boa estratégia é o uso de dispositivos de proteção solar. Caso esses dispositivos considerem o aproveitamento da luz natural em sua concepção, podem melhorar a distribuição de luz no ambiente e minimizar a ocorrência de ofuscamento decorrente da visão da luz solar direta. Nesse trabalho, apresenta-se um reforma da fachada de um edifício comercial, no qual fachadas sem proteção solar (ou com proteção inadequada) e os benefícios para o conforto visual e economia de energia advindos dessa intervenção.

O edifício Paulo de Tarso de Montenegro, localizado em São Paulo (lat. 23° 37', long. 46°39'), foi escolhido como estudo de caso, para se avaliar o impacto da adoção dessas estratégias. O projeto é da década de 60 e, originalmente, suas fachadas eram totalmente recoberta por cobogós. Em 2000, houve uma reforma na edificação, na qual foram retirados esses elementos, causando um grande impacto visual. Uma vez que por ser uma construção modernista, projetada por Rino Levi, o edifício tem valor histórico para a cidade.

Atualmente, o edifício é a sede do Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística (IBOPE). Na Figura 1, é apresentada a inserção da edificação no centro da cidade, na qual se pode verificar a existência de edificações próximas de dimensões significativas, capazes de influenciar no sombreamento e na disponibilidade de iluminação natural da edificação em estudo. É um prédio comercial de planta livre, conforme mostrado na Figura 3, com 14 pavimentos, caracterizado por grandes fachadas envidraçadas, com brises metálicos escuros em algumas orientações. Uma foto do atual dispositivo existente na fachada é apresentada na Figura 2.



Figura 1 – Localização da edificação



Figura 2 – Fachada envidraçada do edifício

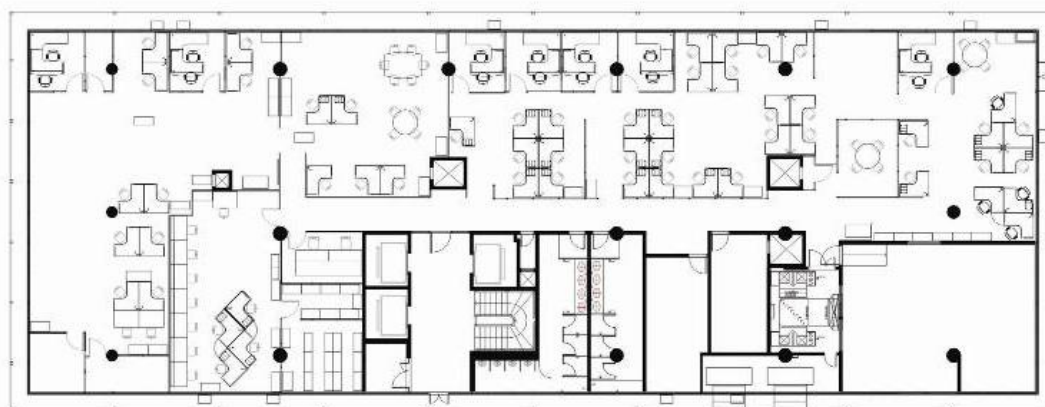


Figura 3 – Planta do pavimento tipo da edificação.

Visto que o edifício é uma referência histórica, a proposta de intervenção não poderia ter grandes modificações em sua envoltória, que descaracterizassem o projeto original. Assim, optou-se por uma reinterpretação do projeto modernista através da proposição de proteções solares, dimensionadas de acordo com a necessidade de proteção de cada fachada.

2. OBJETIVO

O presente artigo analisa os impactos gerados pelas proteções solares tanto na iluminação natural quanto na carga térmica, com o objetivo de redução do consumo de energia elétrica e melhoria do conforto visual dos usuários.

3. MÉTODO

O método deste trabalho baseia-se em simulações e está dividido em três etapas principais:

1. Projeto do novo dispositivo de proteção solar.
2. Simulação de um modelo representativo da edificação sem e com os dispositivos de proteção solar propostos, nos *softwares* Daysim e Relux, para avaliação do impacto dos dispositivos na contribuição da luz natural para o ambiente.
3. Simulação de um modelo representativo da edificação sem e com os dispositivos de proteção solar no *software* DesignBuilder para avaliação do impacto na temperatura interna e no consumo de energia pela edificação.

3.1. Projeto do Dispositivo de Proteção Solar

No edifício em estudo, observa-se a existência de grandes áreas de abertura sem proteção solar adequada, o que causa significativo ganho térmico para os ambientes e desconforto para os usuários. Os dispositivos de proteção atualmente existentes são ilustrados pela Figura 4. Para avaliar o desempenho dessas fachadas, foram elaboradas máscaras de proteção solar das aberturas, apresentadas na Figura 5. Pode-se observar que, os dispositivos de proteção solar existentes não são eficazes em determinados períodos do ano,

uma vez que permitem a incidência de radiação solar direta nos períodos de uso da edificação.

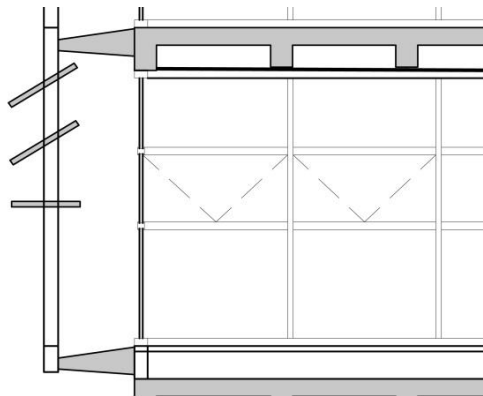


Figura 4 – Corte do pavimento tipo, mostrando os brises atuais

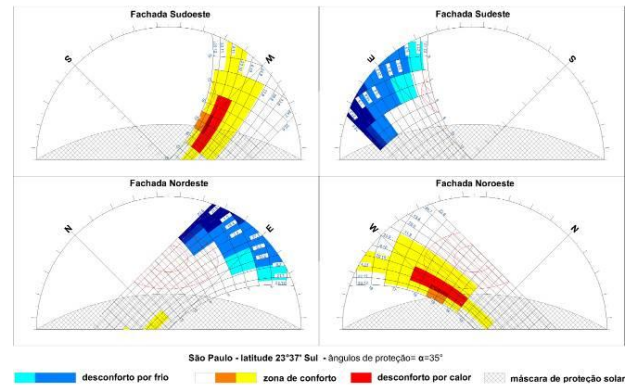


Figura 5 – Máscaras de proteção solar atual no edifício

Por essa razão, é proposta a reformulação dos brises, utilizando a metodologia desenvolvida por SOUZA *et al* (2010), visando a melhoria do conforto e a redução da carga térmica no ambiente. As máscaras de proteção solar foram desenhadas de modo a proteger as aberturas da incidência solar durante os períodos de altas temperaturas (superior à temperatura de neutralidade térmica, acrescida de 3 °C) e elevada incidência de radiação solar (superior a 600 W). As novas máscaras obtidas são apresentadas na Figura 6.

Assim, foram projetadas novos dispositivos horizontais com 40 cm de dimensão, 18 cm de espaçamento entre as placas e com ângulo de proteção de 35° em todas as fachadas. Além disso, a primeira lâmina horizontal é uma prateleira de luz integrada, que redireciona a luz para o interior do ambiente. Essas dimensões são apresentadas na Figura 7. Nas fachadas sudeste e noroeste, estes foram conjugados com dispositivos verticais com espaçamento a cada 4,0 metros e com um ângulo de proteção de 30°. O uso das placas horizontais impede a entrada dos raios solares através da abertura, quando o sol encontra-se em grandes altitudes solares e as placas verticais, quando este se encontra em baixas altitudes solares e incide lateralmente. Devido ao formato, as dimensões e o uso de cores claras nas lâminas, obteve-se um melhor aproveitamento da luz natural no ambiente..

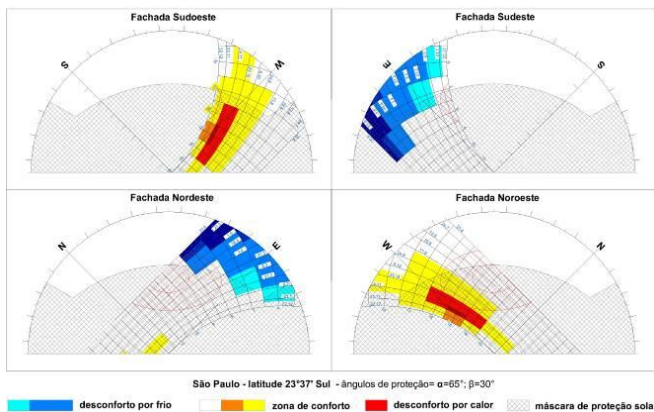


Figura 6 – Máscaras de proteção solar proposta para o edifício

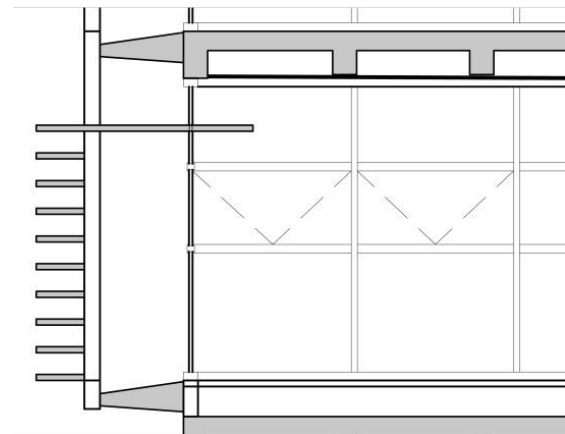


Figura 7 – Corte do pavimento tipo, com os brises propostos

3.2. Simulação da Iluminação Natural

Através da simulação da iluminação natural do caso de estudo pretende-se verificar os níveis de iluminância alcançados, o conforto visual dos usuários e o potencial de aproveitamento da luz natural para a integração dos sistemas de iluminação. Foram realizadas simulações nos *softwares* Daysim com o objetivo de quantificar a autonomia de luz natural e no Relux os níveis de iluminância obtidos. O Relux, desenvolvido pela Informatik Ag, é um programa para a análise da iluminação natural e artificial, capaz de simular as propriedades das fontes luminosas e dos materiais. Além disso, permite estudar os sistemas de iluminação natural e artificial de forma integrada, em um determinado horário de um dia, a partir de um tipo de céu específico. Já o Daysim, desenvolvido pelo National Research Council Canada (NRCC) e pelo Fraunhofer

Institute for Solar Energy Systems, Alemanha, realiza cálculos de nível de iluminância proveniente da iluminação natural, assim como a autonomia da luz natural, para o período de um ano, através de um arquivo climático, do modelo tridimensional do ambiente e das propriedades ópticas dos materiais.

Para a avaliação da iluminação natural não se empregou o *software* DesignBuilder, uma vez que este utiliza o algoritmo de cálculo do EnergyPlus que superestima os valores internos de iluminância (LOURA, 2006; RAMOS e GHISI, 2010), o que ocasionaria em um erro de dimensionamento do sistema de integração da iluminação natural com a artificial e, conseqüentemente, no consumo energético da edificação. Outro ponto importante é a limitação do algoritmo do EnergyPlus que não considera a reflexão proveniente de dispositivos de proteção solar, como brises e prateleiras de luz, no cálculo da disponibilidade de luz interna. Em razão disso, foram desenvolvidas simulações no Daysim para a estimativa da autonomia da luz natural nos ambientes, pois esse programa é capaz de considerações os dispositivos de proteção solar e as prateleiras de luz para a quantificação dos níveis de iluminação natural.

A justificativa para a utilização de dois *softwares* para a análise da iluminação natural se baseia na diferença entre os períodos de simulação que cada um deles é capaz de realizar. O Relux se caracteriza por realizar simulações estáticas capaz de representar uma única condição de céu por vez. Já o Daysim se diferencia por ser capaz de prever a quantidade de luz natural em um ambiente ao longo de um ano, considerando as alterações na condição de céu, o que garante maior aproximação com a realidade. Para estimar o perfil anual de iluminação interna, o Daysim utiliza os mesmos arquivos climáticos que o DesignBuilder e EnergyPlus. O que permite comparar e utilizar seus resultados integrados a estes *softwares* de simulação termo-energética.

A partir da simulação da autonomia de luz natural, criam-se rotinas representativas da integração dos sistemas de iluminação natural e artificial no DesignBuilder, possibilitando avaliar os impactos de tal integração no conforto térmico e no consumo de energia.

Nos modelos elaborados em ambos os programas, foram reproduzidas as propriedades óticas, as geometrias e as orientação originais das superfícies existentes no pavimento tipo, de forma a garantir a fidelidade à edificação e resultados válidos para as simulações. O tipo de céu claro foi escolhido para que se pudesse analisar a influências das proteções solar e da prateleira de luz. As simulações no Relux foram realizadas para os dias de solstício de verão (22/12) e de solstício de inverno (21/06) às 09 h, 12 h e 15 h. O plano de trabalho adotado foi o de 0,70 m do chão. As absorptâncias adotadas, por superfície, e o modelo tridimensional de simulação são apresentados na Tabela 1 e Figura 8, respectivamente.

Tabela 1– Absortâncias adotadas nas superfícies.

Superfície	Absortância
Piso	0,80
Teto	0,18
Paredes	0,20
Paredes circulação vertical	0,95
Brises	0,10

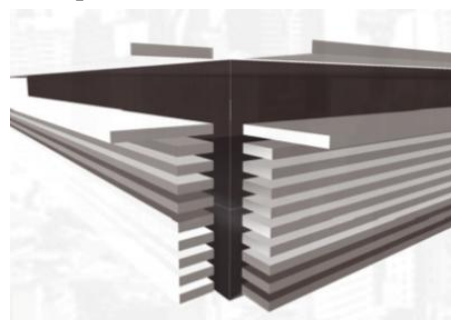


Figura 8 – Imagem do modelo de simulação

3.3. Simulação do consumo de energia

Com o objetivo de avaliar a performance energética das soluções propostas, é utilizado o *software* DesignBuilder, de modo a quantificar a redução do consumo de energia decorrente da adoção das intervenções propostas. Esse programa é uma interface, desenvolvido pela empresa DesignBuilder Software Ltd para a ferramenta de simulação térmica EnergyPlus, o programa de simulação de edificações oficial do Departamento de Energia dos Estados Unidos, capaz de modelar os sistemas de aquecimento, refrigeração, iluminação, ventilação e outros fluxos de energia e uso da água.

No DesignBuilder, foi elaborado um modelo completo da edificação, que considera as características e propriedades reais de sua geometria, materiais, perfil de ocupação e sistemas de iluminação e condicionamento de ar. Esse modelo foi simulado para a condição climática de São Paulo, por meio do arquivo climático do EnergyPlus com dados típicos para a cidade de São Paulo, provenientes do ASHRAE

International Weather for Energy Calculations (IWEC)¹. Por meio dessa simulação foi possível saber o consumo de referência da edificação.

Posteriormente, os dispositivos de proteção solar originais dessa edificação foram substituídos pelo modelo proposto e todas as demais características da edificação foram mantidas. Uma nova simulação foi realizada para se comparar os resultados de consumo de energia e avaliar o impacto do dispositivo no desempenho do ar-condicionado. Por fim, foi realizada uma terceira simulação no DesignBuilder para avaliar também a influência da integração da iluminação natural com a artificial. Tal integração foi realizada a partir da simulação da autonomia de luz natural, através do Daysim, rotinas correspondentes a estas foram criadas no DesignBuilder, de forma a representar a integração dos sistemas de iluminação natural e artificial através dos *dimmers*. Para aqueles ambientes de ocupação irregular, optou-se pela utilização de sistemas *on/off*, que, segundo a literatura nacional (SOUZA *et al.*, 2002; PROCEL, 2002) é capaz de proporcionar uma economia de 50% de energia com os sistemas de iluminação artificial.

3.3.1. Diferenças nos modelos

Apesar da capacidade de modelar superfícies e geometrias complexas, o DesignBuilder possui algumas limitações que, geralmente, estão relacionadas às características do *software* Energyplus. Na atribuição de dispositivos de proteção solar para as janelas, o DesignBuilder não permite a inserção de uma superfície como uma prateleira de luz, que ocupa áreas internas e externas, associada a um brise filetado horizontal. Por isso, foi necessário excluir a prateleira do modelo e redistribuir os filetes de modo a garantir a mesma obstrução solar que o dispositivo proposto ofereceria.

Além disso, o *software* EnergyPlus não considera a contribuição para a iluminação natural da luz proveniente da reflexão de qualquer superfície de sombreamento. Por isso, os benefícios para a iluminação provenientes do uso de prateleiras de luz não pode ser diretamente computado nesse tipo de simulação, sendo então utilizados os valores de autonomia de luz natural encontrados pelo Daysim com o objetivo de contornar esta limitação do programa.

As imagens dos modelos construídos para avaliar o consumo de energia são apresentadas nas três figuras seguintes. A Figura 10 mostra uma imagem da edificação original simulada. A Figura 11 mostra o brise original existente na edificação estudada. Por fim, a Figura 9 destaca o novo dispositivo projetado.



Figura 11 – Imagem do modelo .idf da edificação original construído no *software* DesignBuilder

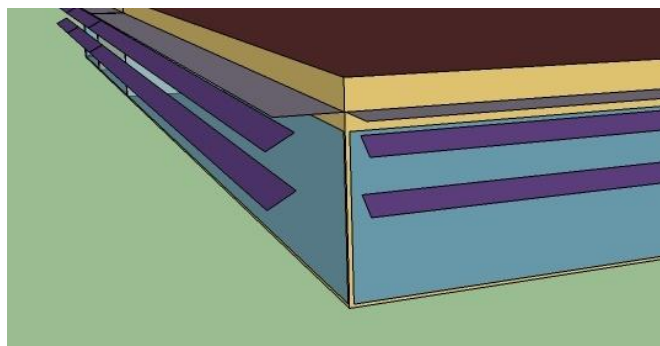


Figura 10 – Detalhe do modelo .idf destacando os brises originais

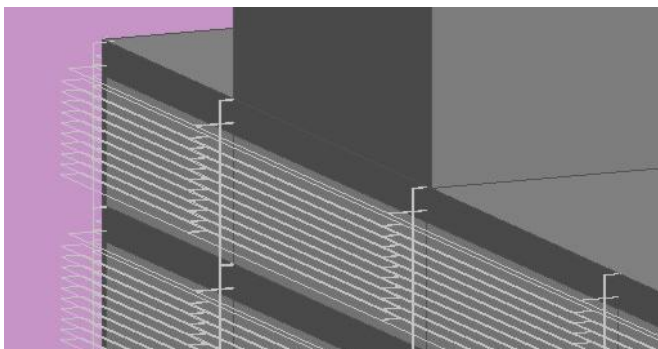


Figura 12 – Detalhe do modelo “.idf” destacando os brises propostos

¹ Arquivo disponível para download em: <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weather_data3.cfm/region=3_south_america_wmo_region_3/country=BRA/cname=Brazil>.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

A seguir serão apresentados os resultados obtidos nesta pesquisa. Os resultados foram divididos em: análise da disponibilidade da luz natural, conforto visual e consumo de energia.

4.1. Disponibilidade de luz natural

A partir das simulações realizadas no Daysim, pode-se comparar o aproveitamento da luz natural no pavimento tipo antes das intervenções, exposto na Figura 9, e após as mesmas, na Figura 10. As intervenções resumem-se em proposição de novos brises e inserção da prateleira de luz.

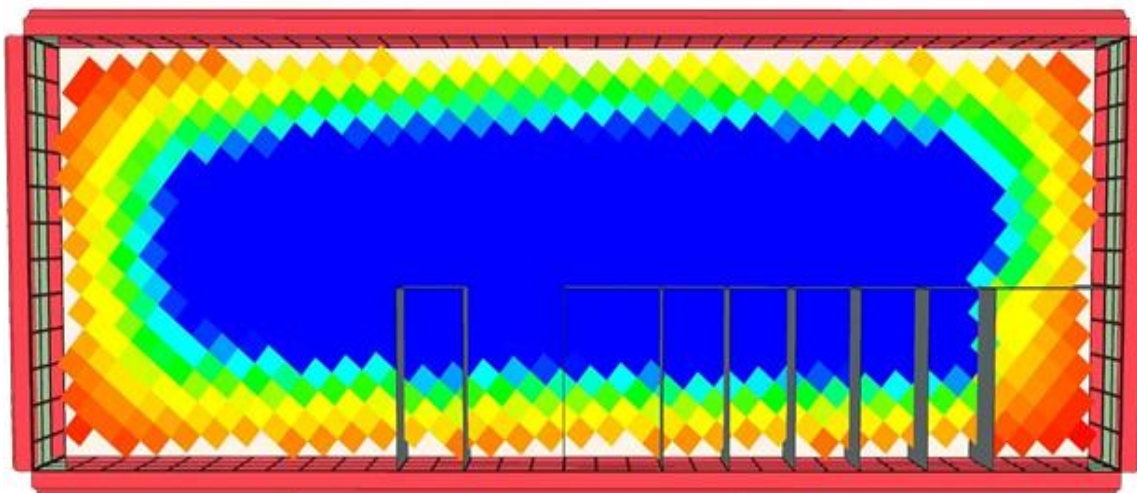


Figura 9 – Aproveitamento da luz natural no pavimento antes da intervenção.

A simulação do pavimento na situação que se encontra mostrou haver um baixo aproveitamento da luz natural em sua região central, em torno de 65%, enquanto que na região periférica, próxima ao pano de vidro, há um bom aproveitamento, em torno de 90%. O valor médio de aproveitamento da luz natural do ambiente foi de 65%, percentual baixo ao se considerar que a edificação se caracteriza por grandes fachadas de vidro, que criam condições favoráveis para um melhor aproveitamento da luz natural. A provável causa do baixo aproveitamento da luz natural, além do seu decaimento natural, são os brises existentes, com cor escura e angulação que prejudicam a reflexão da luz para o pavimento.

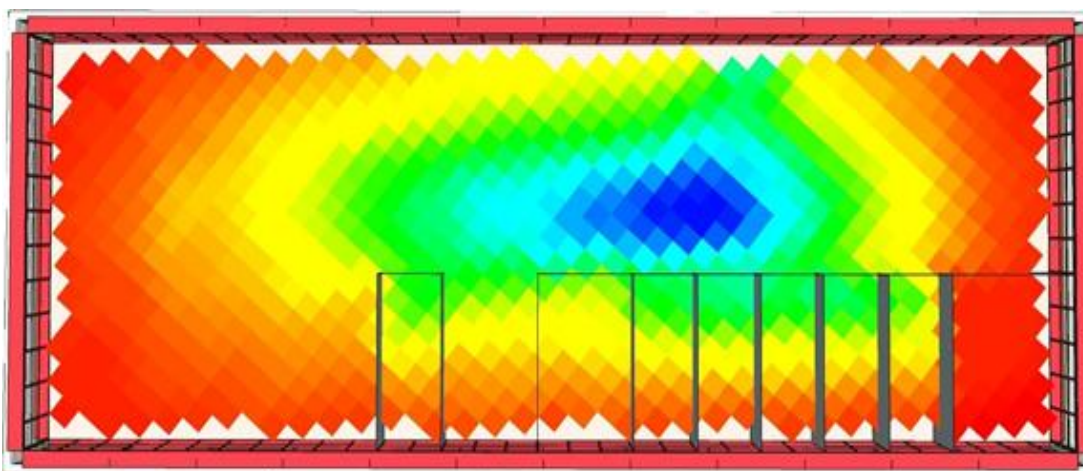


Figura 10 – Aproveitamento da luz natural posterior à intervenção.

Após as intervenções no pavimento, houve um incremento no aproveitamento da iluminação natural, que atingiu uma média de 91%. Pode-se perceber também a redução da diferença no aproveitamento da região central (em torno de 75%) e periférica do pavimento (em torno de 95%), permitindo o desligamento

do sistema de iluminação artificial em boa parte do pavimento e comprovando a eficácia das ações estabelecidas para aumentar o alcance da luz natural em maior profundidade.

4.2 Conforto visual

De acordo com a NBR 5413 – Iluminância de Interiores, para escritórios o nível de iluminância mínimo é de 500 lux, sendo este o valor adotado no presente trabalho. Os resultados das simulações realizadas pelo Relux são apresentados nas Figuras 13 e 14, para o pavimento tipo antes e depois da intervenção, respectivamente. Nesses gráficos, os valores abaixo de 500 lux estão representados em laranja e marrom.

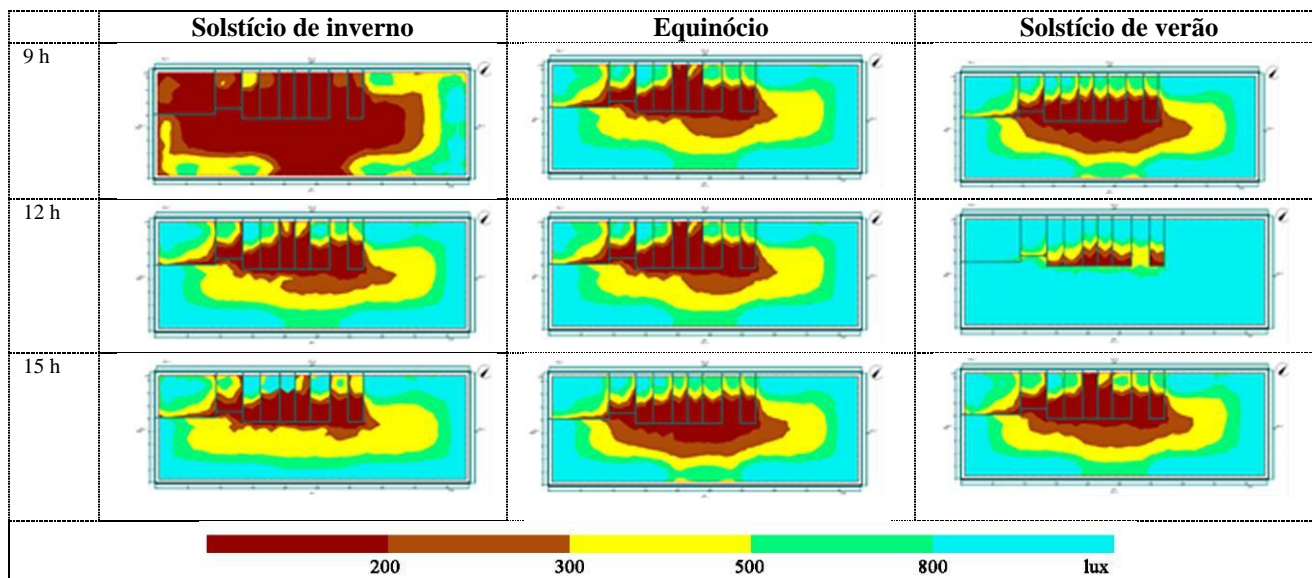


Figura 11 – Níveis de iluminância obtidos antes da intervenção

Pela Figura 11, pode-se avaliar que há uma má distribuição da luz natural, uma vez que na região periférica se registra altos níveis de iluminância enquanto que no centro do pavimento estes valores estão abaixo do estabelecido pela norma, indicando a necessidade de complementação dos níveis de iluminância do ambiente através do sistema de iluminação artificial e possibilidade de ofuscamento.

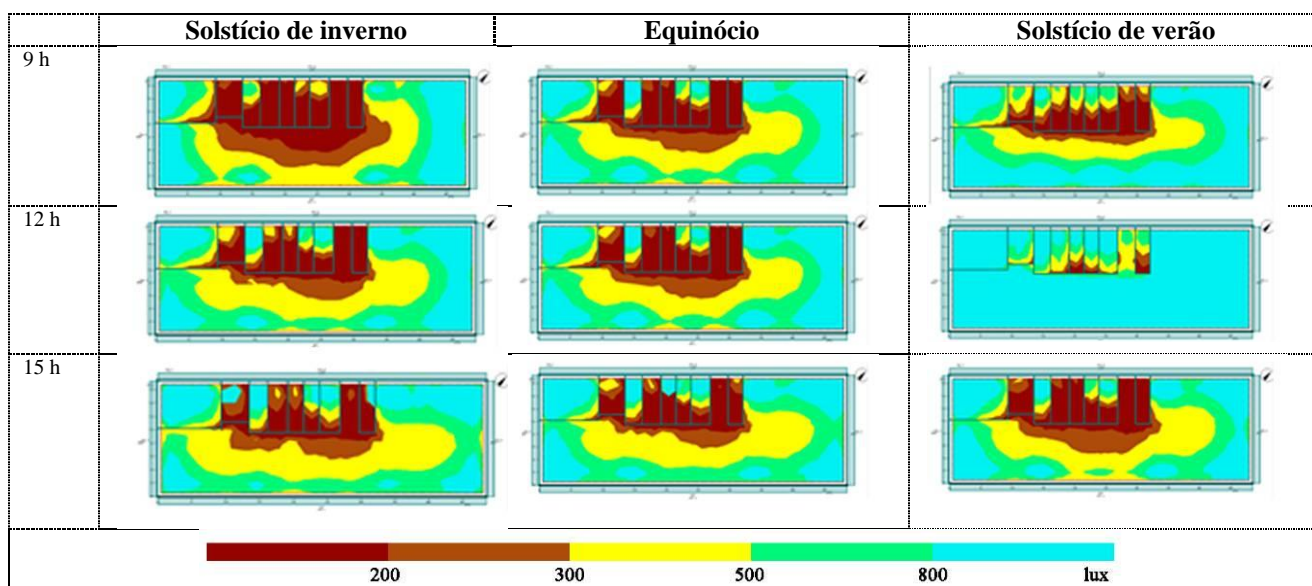


Figura 12 – Níveis de iluminância obtidos posterior à intervenção.

As simulações agrupadas na Figura 12 mostram que as proteções solar e a prateleira de luz contribuíram para melhorar a distribuição da luz no pavimento, reduzindo regiões de contraste e ofuscamento, promovendo melhor conforto visual para o usuário.

A Figura 13 mostra, em modelo tridimensional, como os níveis de iluminância estão em valores superiores a 500 lux na superfície do teto, comprovando sua contribuição para a reflexão da luz para o ambiente, sendo fundamental que esta superfície seja de cor clara.

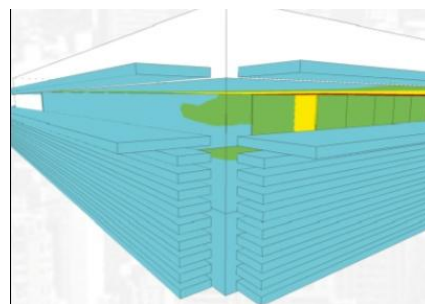


Figura 13 – Distribuição dos níveis de iluminância no ambiente.

4.2 Consumo de energia

O consumo mensal de energia elétrica, calculado pelo DesignBuilder, nos diferentes casos simulados é apresentado na Tabela 2. Nessa tabela, o consumo da edificação original é indicado na linha “Referência”. O “Caso 1” mostra o consumo total da edificação considerando a substituição dos dispositivos existentes pelo modelo proposto e a redução percentual obtida, com relação ao consumo de referência. Por fim, o “Caso 2” mostra os valores obtidos quando se considera a utilização dos brises propostos e a redução através da integração entre os sistemas de iluminação natural e artificial.

Tabela 2 – Consumo mensal de energia elétrica nos casos simulados

CONSUMO		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Referência	(MWh)	50,4	43,8	42,2	35,7	24,6	18,4	22,4	22,3	22,5	31,5	36,0	42,9
Caso 1	(MWh)	45,3	39,6	37,7	31,5	21,0	15,2	18,6	18,6	18,9	27,6	31,7	38,2
Redução 1		10%	10%	11%	12%	15%	17%	17%	17%	16%	12%	12%	11%
Caso 2	(MWh)	40,6	35,5	33,4	27,6	17,9	12,7	15,7	15,7	16,1	23,9	27,7	34,1
Redução 2		20%	19%	21%	23%	27%	31%	30%	30%	28%	24%	23%	21%

Por essa tabela é possível perceber que os dispositivos projetados foram efetivos na redução do consumo de energia. No ano, o uso de proteção solar corretamente dimensionada gerou uma redução de 12% do consumo total. O uso da iluminação artificial integrada à disponibilidade de luz permitiu a redução de 23% do consumo total anual.

Ao longo do ano, percebe-se que as maiores reduções no consumo ocorrem nos meses de inverno. Isso ocorre porque é nesse período que o sol possui maior inclinação com relação ao zênite. Dessa forma, a carga térmica incidente sobre a fachada é maior, e assim, o benefício da proteção solar também se torna mais elevado.

5. CONCLUSÕES

A luz natural é uma estratégia de interesse para a redução do consumo de energia em edificações, principalmente para as não residenciais, cujo funcionamento costuma coincidir com o período em que há iluminação natural. A correta adoção de estratégias para seu adequado aproveitamento pode, não só reduzir o consumo de energia, como promover uma melhora no conforto térmico e luminoso do usuário.

Para avaliar os impactos da adoção de estratégias para melhor aproveitamento da luz natural e integração entre os sistemas de iluminação natural e artificial, adotou-se como estudo de caso um edifício comercial no centro de São Paulo, com a peculiaridade de se tratar de um edifício representativo do patrimônio construído da cidade, impedindo intervenções em sua fachada.

Através de simulações pode-se constatar que a presença de proteções solares, quando dimensionadas a partir de metodologia adequada para o aproveitamento da luz natural, e de prateleira de luz haver o incremento tanto do aproveitamento da luz natural como do conforto visual dos ambientes de forma significativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEN (2008) - Ministério das Minas e Energia. Balanço Energético Nacional – Ano Base 2007, Brasília. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em 30 set. 2008.
- LOURA, R. M. (2006). Procedimento de Identificação de Variáveis e Análise de sua Pertinência em Avaliações Termo-energéticas de Edificações. Belo Horizonte: Mestrado (Mestrado em Ciências e Técnicas Nucleares do Departamento de Engenharia Nuclear da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais).
- PROCEL EDIFICAÇÃO, <<http://www.eletrobras.com/procel>>.
- PROCEL. Manual de Iluminação Eficiente. Julho 2002.
- RAMOS, G; GHISI, E. (2010). Avaliação do Cálculo da Iluminação Natural Realizada pelo Programa EnergyPlus . In.: Ambiente Construído, v. 10. n° 2.
- SOUZA, M. B.; PEREIRA, F. O. R.; CLARO, A. Potencialidade de economia de energia elétrica gasta em iluminação através do aproveitamento da luz natural com a utilização de sistemas automáticos de controle. In.: IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Foz do Iguaçu, 2002.
- SOUZA, R.V.G, VELOSO, A.C.O., MATTOS, T.R. Proteção Solar em Edificações – Desenvolvimento de uma Metodologia para Bonificação no RTQ-R. In.: Sustainable Building Brasil, São Paulo, 2010.