

## **Simulação da iluminação natural em salas de aula com prateleiras de luz**

### *Daylighting simulation of classroom with light shelf*

**Letícia Alves Pereira, graduanda em Engenharia Civil, IFSC.**

leticia.alvesp@hotmail.com

**Lorena Binhoti Dal’Anno, graduanda em Engenharia Civil, IFSC.**

lorenabdalannio@gmail.com

**Ana Lígia Papst de Abreu, Doutora, IFSC.**

ana.abreu@ifsc.edu.br

#### **Resumo**

A iluminação natural possibilita o bem-estar em ambientes escolares, e corretamente projetada, também possibilita a eficiência energética pela diminuição do uso da iluminação artificial. O objetivo deste artigo é investigar o comportamento da iluminação natural em salas de aula com diferentes configurações de proteções solares do tipo prateleiras de luz. A metodologia adotada foi simular a mesma sala de aula (orientação norte em Florianópolis) com diferentes propostas de prateleiras de luz. A comparação das proteções solares foi através do Fator de Luz Diurna, da Autonomia de Iluminação Natural, e das horas de incidência solar no plano de trabalho. Concluiu-se que houve melhora no comportamento da iluminação natural com o uso de prateleiras de luz nas salas de aula orientadas a norte, e que o ofuscamento pode ser evitado com a complementação de proteções solares que bloqueiam a incidência solar sobre o plano de trabalho.

**Palavras-chave:** Proteção solar; simulação computacional; conforto visual

#### **Abstract**

*Daylighting enables well-being in classroom, and properly designed, also guarantee energy efficiency by using artificial lighting by complementarity. The objective of this paper is to compare the daylighting disponible in classrooms with different configurations of light shelves. The methodology adopted was simulate the same classroom (northern orientation in Florianópolis) with different proposals of light shelves. The comparison of the light-shelves performance was through Daylight Factor, Daylight Autonomy, and the hours of solar incidence in the working plane. In conclusion, there was an improvement in the performance of daylighting with the use of light shelves in the north-oriented classrooms, and the glare can be avoided with the complementarity of brises-soleil that block the solar incidence on the work plane.*

**Keywords:** Brise-soleil; computational simulation; visual comfort

## 1. Introdução

O Brasil possui um grande potencial de eficiência energética a ser explorado, principalmente no que diz respeito ao aproveitamento de luz natural nos ambientes internos. (FONSECA, 2009). Para uma maior eficiência energética, e conseqüentemente maior sustentabilidade nas edificações, é necessário que se faça um planejamento do sistema de iluminação, envolvendo o uso de luz natural com a complementariedade da iluminação artificial (DE MELO, 2009). Em ambientes escolares, o emprego de iluminação natural pode oferecer um local mais agradável para seus usuários, além de fornecer níveis adequados de iluminâncias para o desenvolvimento de atividades. Entretanto, na maioria das escolas não acontece um planejamento, e os projetos de iluminação artificial atuam independentes do sistema de iluminação natural existente (LOPES, 2007).

Para Bertolotti (2007) a iluminação natural no ambiente escolar está relacionada ao bem-estar das pessoas, pois quase sempre está associada a ligação visual dos ambientes internos com os externos, e como isso pode influenciar na capacidade e disposição para aprender.

A incidência direta da radiação solar dentro de ambientes internos pode levar a aspectos negativos, como por exemplo o ofuscamento dos ocupantes. A incorporação de elementos de proteções solares às edificações tem o intuito de bloquear a incidência solar direta no plano de trabalho. Esses dispositivos modificam a distribuição da luz no interior dos ambientes, em função das características geométricas e da refletância dos materiais, desta forma favorecendo o bem-estar dos usuários, e podendo tornar o ambiente mais propício ao aprendizado (DÍAZ; CLARO, 2011).

O objeto de estudo apresentado neste artigo é uma sala de aula, onde busca-se garantir o conforto visual aos usuários com a utilização da iluminação natural através de aberturas laterais. Para isso, faz-se necessário a utilização de proteções solares adequadas à orientação solar proposta.

São três os métodos para a análise da iluminação natural: gráficos, maquetes, e simulação computacional. O método computacional possibilita uma avaliação paramétrica mais rápida do que a utilização de métodos gráficos e maquetes.

O objetivo deste artigo é investigar o comportamento da iluminação natural em diferentes proteções solares para uma sala de aula utilizando a ferramenta de simulação computacional.

## 2. Referencial Teórico

Este item está dividido em quatro partes: conforto visual; iluminação natural em salas de aula; proteções solares; e métodos de avaliação de iluminação natural.

### 2.1. Conforto Visual

O conforto visual está relacionado a fatores que permitem que os seres humanos desempenhem suas tarefas em um determinado local com o máximo de acuidade e precisão visual, realizando o menor esforço possível e garantindo o menor risco de prejuízo à vista e reduzidos riscos de acidentes (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

Segundo Lamberts; Dutra; e Pereira (2014) o conforto visual é um fator importante a se considerar na definição da necessidade de iluminação de um ambiente. Ainda de acordo com os autores, a boa iluminação não deve ocasionar ofuscamento e deve promover uma boa definição de cores, tendo assim intensidade suficiente e direcionamento adequado para a realização das tarefas em questão. A iluminação adequada dos ambientes evita tensões psíquicas e fisiológicas, as quais podem gerar dificuldade de concentração, stress, dores de cabeça e fadiga física e nervosa.

Pais (2011) afirma que o nível de iluminação necessário a um determinado ambiente é dada em função: (a) das exigências visuais necessárias à execução das tarefas; (b) de fatores psicológicos e físicos dos indivíduos, os quais estão relacionados a idade e saúde visual; (c) e de fatores econômicos, gerando gastos mínimos com iluminação artificial.

Bertolotti (2007) cita o “National Best Practices Manual for Building High Performances Schools” onde são apresentadas algumas estratégias de projeto para escolas naturalmente iluminadas. Neste manual indica-se que a luz natural do ambiente escolar deve estar em torno de 200 a 300 lux, garantindo assim o conforto visual aos usuários.

Com relação a iluminação artificial no Brasil, a NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013) recomenda valores de iluminância média de 500 lux para salas de aula noturnas, e 750 lux para salas de desenho técnico.

### 2.2. Iluminação natural em salas de aula

A iluminação natural está relacionada ao bem-estar humano, podendo interferir nas funções fisiológicas e psicológicas dos seres humanos. Tomando isso por embasamento, estudar iluminação natural em salas de aula, é de extrema importância para que alunos possam obter melhor rendimento escolar.

Para a construção de ambientes escolares, existem algumas condicionantes para iluminação que devem ser levadas em consideração. Bertolotti (2007) cita três fatores básicos de desempenho, os quais são:

- a) Níveis mínimos de iluminância: é a quantidade mínima de luz para que seja realizada uma atividade sem que haja comprometimento da saúde. A NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013) especifica os requisitos para que as pessoas em ambientes de trabalho desempenhem tarefas visuais com conforto e segurança, e de forma eficiente. *Vale salientar que os níveis de iluminância recomendado referem-se à iluminação artificial. Os critérios referentes a iluminação natural serão comentados a seguir (grifo nosso);*
- b) Boa uniformidade da luz no ambiente: está relacionado com a distribuição da iluminância no ambiente, depende da disposição e dimensões das janelas;
- c) Ausência de ofuscamento: consiste em não permitir a incidência direta da luz solar nos planos de trabalho. O ofuscamento na maioria dos casos causa desconforto e distração o que prejudica as atividades.

Para iluminação natural adota-se o conceito fator de luz diurna (FLD), que é uma porcentagem da “razão entre a iluminação natural num determinado ponto num plano horizontal interno devido à luz recebida direta ou indiretamente da abóbada celeste com uma distribuição de luminâncias conhecida, e a iluminação num plano horizontal externo produzida pela abóbada celeste totalmente desobstruída”. (ABNT, 2005 p.2).

Com relação a iluminação natural a NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013) cita que esta pode fornecer toda a iluminação para a execução de tarefas visuais, mas que luz interna no ambiente sofre variações em função da variação temporal e espectral da luz natural. As janelas possibilitam o contato com o ambiente exterior, e a iluminação natural tem papel fundamental na aprendizagem dos alunos em ambientes escolares (KOWALTOWSKI, 2011). Mas deve-se garantir um controle (proteções solares) para que a luz direta do sol não atinja as superfícies no interior do campo de visão, o que pode ocasionar ofuscamento. (KOWALTOWSKI, 2011; ABNT, 2013). A recomendação (ABNT, 2013) é que em ambientes com janelas laterais o fator de luz natural não deva ser inferior a 1% no plano de trabalho a 3 metros da parede da janela e a um metro das paredes laterais. Entretanto, Tregenza e Loe (2015) comentam que num ambiente com FLD médio acima de 5% pode passar a impressão de espaço excessivamente iluminado, e FLD médio abaixo de 2% possivelmente se tenderá a usar a iluminação artificial durante todo o dia. Em ambientes com FLD médio entre 2% a 5% o uso da luz elétrica acaba sendo suplementar para os pontos mais afastados da janela e para diminuição do contraste com o nível de iluminância do ambiente exterior.

### **2.3. Proteções solares do tipo “prateleiras de luz”**

A forma mais efetiva para redução do ganho térmico solar nas aberturas é através do bloqueio da radiação solar antes da mesma atingir o vidro. (CHO; YOO; e KIM, 2014). Existem proteções solares mais indicadas em função do uso da edificação, da latitude do local, da sua orientação solar, e da carga térmica solar incidente na fachada. (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014; OLGYAY, 2002). Proteções solares têm um papel fundamental no comportamento térmico das edificações onde se faz necessária esta admissão seletiva da radiação solar direta. (CARTANA, 2018). Nos ambientes sem elementos de proteção solar, observa-se excessiva radiação na região próxima à janela, e desigualdade na distribuição da radiação interna.

Para as aberturas da fachada norte nas baixas latitudes do hemisfério Sul, o sombreamento das proteções horizontais infinitas ou horizontais combinadas com proteções verticais, são as que melhor se adaptam para barrar a incidência solar direta. As prateleiras de luz são elementos de controle da iluminação natural que reduzem a incidência solar direta próxima à janela e distribuem mais uniformemente a radiação visível para dentro do ambiente (MANHAS, 2016; GRAZIANO JÚNIOR, 2000), como pode ser visto na Figura 01. As prateleiras de luz podem reduzir a iluminância média anual se comparada a uma mesma sala sem este tipo de proteção solar. Desta forma, a prateleira de luz melhora a uniformidade da iluminância no ambiente interno, e com isso aumenta a qualidade visual em função da diminuição do contraste entre áreas mais e menos iluminadas. (MANHAS, 2016).

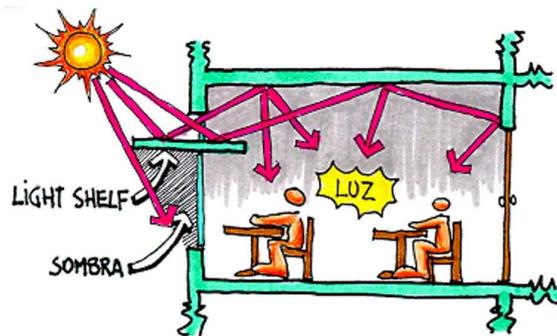
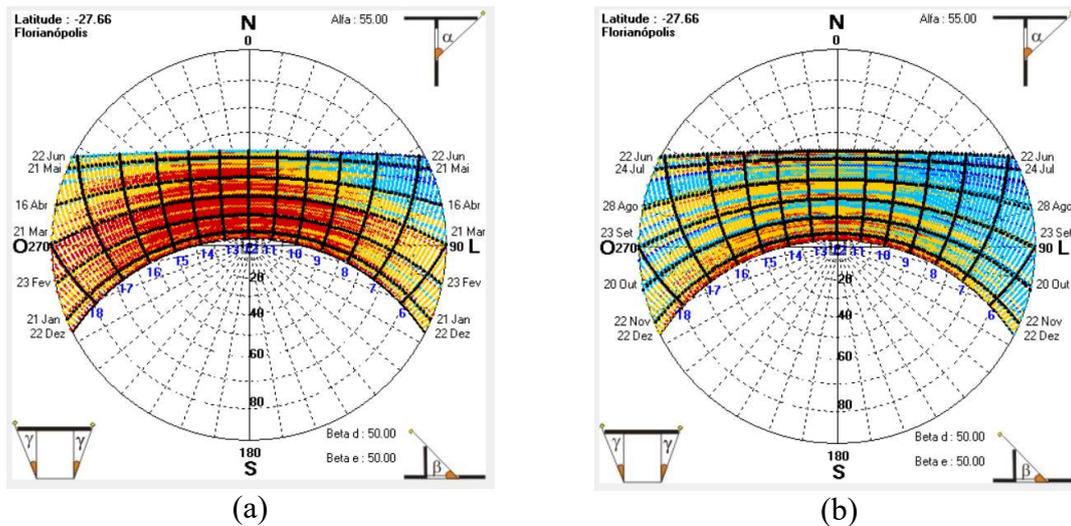


Figura 1: Croqui explicativo de prateleiras de luz (light shelf). Fonte: Luciano Dutra®

#### 2.4. Métodos de avaliação da iluminação

A avaliação da eficiência de um sistema de proteção solar pode ser feita através do desenho da penetração solar dentro do ambiente, para dias e horários específicos. Esta avaliação pode ser feita de forma manual usando para cada hora e dia a altura e azimute solar (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014) ou através de ferramentas computacionais. Apesar das ferramentas de modelagem e simulações computacionais, ainda se faz imprescindível a compreensão da geometria da insolação (Figura 2) para que se tenha o desempenho adequado dos elementos de controle solar. (CARTANA; PEREIRA; MAYER, 2017).

O FLD (Fator de Luz Diurna) é uma razão e não um valor absoluto do nível de iluminância num ponto, ou de um valor médio de iluminância do ambiente. A vantagem do FLD é que uma vez estimado, e tendo-se os dados de disponibilidade de luz diurna externa, é possível estimar o nível de iluminância interna. Em se tendo os dados horários de iluminância natural de uma determinada localidade, é possível fazer estatísticas dos números de horas num ano no qual a iluminância interna fica dentro de determinada faixa de iluminâncias. (TREGENZA e LOE, 2015).



**Figura 2: Projeção da trajetória solar de Florianópolis (latitude 27,5°S) com dados de temperatura plotados período até 21 de junho (a) e período após 21 de junho (b). Fonte: software Sol-Ar**

O FLD é considerado uma medida estática. Com o uso de ferramentas computacionais que utilizam dados climáticos horários, desenvolveu-se medidas “dinâmicas” de avaliação de iluminação natural. Estas medidas possibilitam resultados de iluminação natural para cada hora do ano, em cada ponto do ambiente, em condições realísticas do céu, e da incidência solar. (CARTANA, 2018).

A Autonomia da Iluminação Natural (DA - Daylight Autonomy) é a porcentagem de horas do ano que um valor mínimo de iluminância é atingido num determinado ponto num ambiente em função da iluminação natural. Já a Exposição Anual à luz do Sol (ASE - Annual Sunlight Exposure) é uma porcentagem da área da sala que excede um nível de iluminância em função da incidência direta do sol durante um período maior de horas por ano. A medida dinâmica ASE avalia a possibilidade de desconforto visual num ambiente interno. Na certificação LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) avalia-se qual a porcentagem de área do ambiente excedeu a iluminância de 1000 lux por mais de 250 horas num ano. (CARTANA, 2018).

### 3. Materiais e Métodos

Para este artigo, foi proposta as dimensões de uma sala de aula de projetos recentes do Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC (6,50m x 10m e pé direito de 3,25m). As janelas foram estipuladas com peitoril de 1,10m, largura de 9,60m e altura de 1,80m (vide Figura 3).



**Figura 3 – Croqui de proposta de sala de aula. Fonte: elaborado pelas autoras.**

Este item está dividido em duas partes: (a) primeiro a proposta de proteções solares combinadas com prateleiras de luz para salas de aula orientadas a norte; (b) método de avaliação da adequação da luz natural.

### **3.1. Proposta de proteções solares**

Para este artigo optou-se por fazer a análise para a sala à norte. Para evitar a incidência solar dentro da sala, foram feitas duas propostas de prateleiras de luz, e uma proposta com prateleira de luz adicionada proteções solares na parte inferior. As figuras representativas das proteções solares analisadas neste artigo estão mostradas na Tabela 1.

### **3.2. Método de avaliação da iluminação natural**

Para avaliar o comportamento da iluminação natural foram elaboradas maquetes eletrônicas das salas de aula com as proteções solares propostas no software Ecotect. As avaliações foram feitas através de três critérios: o Fator de Luz Diurna (FLD); a Autonomia da Iluminação Natural (DA - Daylight Autonomy); e a quantidade de horas com incidência solar sobre o plano de trabalho. Todas as análises foram feitas para um plano de trabalho a 70 cm de altura do piso. Para o FLD foi utilizado o critério do céu encoberto, que é a pior hipótese de iluminação natural.

Para a estimativa da Autonomia da Iluminação Natural e a quantidade de horas com incidência sobre o plano de trabalho, foram definidos alguns critérios em função do uso escolar: período de 01 de fevereiro a 20 de dezembro; horário de uso das 7h às 18h; sem ocupação nos fins de semana; e utilização do ano climático de referência (TRY) com dados climáticos horários de Florianópolis. Para a Autonomia da Iluminação Natural, determinou-se o valor de 500 lux como sendo a iluminância mínima para se determinar a porcentagem de horas do ano que esta é atingida numa malha de pontos no ambiente simulado em função da iluminação natural. O critério para avaliação de haver desconforto

visual num ambiente interno, foi a verificação da incidência solar direta em mais de 250 horas do ano sobre o plano de trabalho.

#### 4. Análise dos resultados

Foram estudadas três opções de proteções solares, sendo que os croquis em cortes esquemáticos das proteções solares são demonstrados na Tabela 1. Para usar de referência, analisou-se a janela sem a presença de proteções solares, que é o primeiro caso estudado. Na coluna seguinte, a Tabela 1 apresenta imagens dos valores de FLD sobre o plano de trabalho (sala em planta baixa com janela voltada para o norte). O que se observa nos gráficos de FLD da Tabela 1 é que em todos os casos os valores de FLD foram superiores a 1%. Demonstrando o atendimento ao critério da NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013). Mas em todos os casos, o valor do FLD foi superior a 5%, o que segundo Tregenza e Loe (2015) pode passar a impressão de espaço excessivamente iluminado. Vale lembrar que os cálculos do FLD são feitos para situações de céu encoberto, e nesta análise, não foram colocados obstáculos externos (edificações do entorno, morros, etc) à visualização da abóbada celeste, por isso os gráficos das opções com proteção solar ficaram muito parecidos. Com relação ao caso base, os valores de FLD apresentaram maiores variações, representando uma maior possibilidade de ocorrência de ofuscamento nos usuários numa sala de aula sem proteção solar, mesmo em dias de céu encoberto.

Na Tabela 2 são apresentados os gráficos da Autonomia da Iluminação Natural (DA - Daylight Autonomy), mostrando a porcentagem de horas do ano que o valor mínimo de 500 lux é atingido na sala em função da iluminação natural. Nesta mesma tabela são apresentados os gráficos de horas de incidência solar no plano de trabalho.

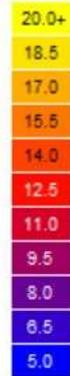
Observa-se pelos gráficos da Tabela 2 que todos os ambientes conseguem ter o nível de iluminação acima de 500 lux em mais de 90% do ano em toda a sala com a utilização da iluminação natural. Apesar do nível de iluminância ter sido atingido, ocorre mais de 250 horas de incidência solar sobre o plano de trabalho em parte da sala sem proteção solar, e nas duas opções somente com a prateleira de luz. O único caso que não apresentou mais de 250 horas com incidência solar direta no plano de trabalho foi a proposta com a utilização de aletas abaixo da prateleira de luz.

O uso de proteções solares internas como cortinas ou persianas associados às prateleiras de luz podem ser adotados para evitar problemas de ofuscamento em parte do ano, visto que a incidência solar interna nas janelas da fachada norte só ocorre quando o sol tem sua trajetória mais baixa (período de inverno).



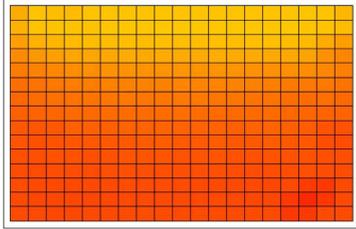
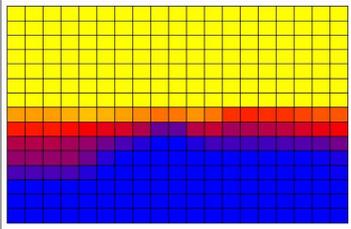
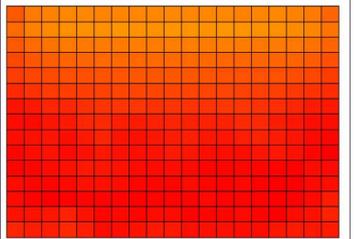
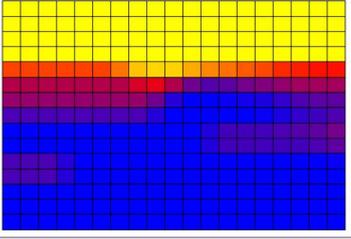
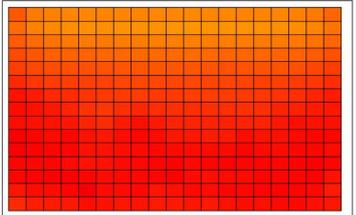
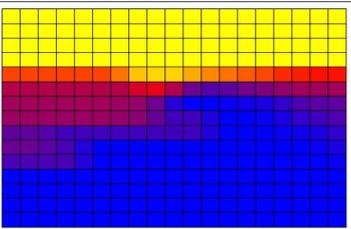
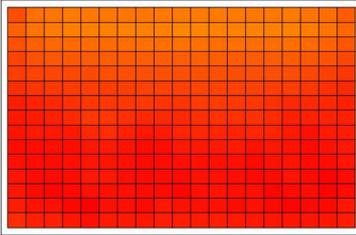
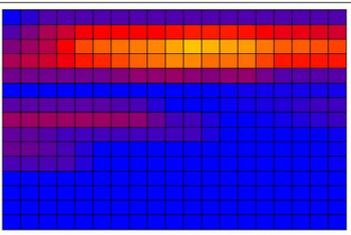
Caso	Croqui da proposta	Fator de Luz Diurna (FLD)
Base		<p>Janela</p>
Opção 1		<p>Janela</p>
Opção 2		<p>Janela</p>
Opção 3		<p>Janela</p>

Legenda  
 FLD



**Tabela 1 – Croqui das propostas de prateleiras de luz estudadas e valores de FLD estimados sobre plano de trabalho. Fonte: elaborado pelas autoras.**



Caso	Autonomia da Iluminação Natural (AIN) para 500 lux		Horas de incidência solar (HIS) no plano de trabalho	
Base	Janela 	Legenda AIN (%) 100.0+ 98.0 96.0 94.0 92.0 90.0 88.0 86.0 84.0 82.0 80.0	Janela 	Legenda HIS (hora) 250+ 225 200 175 150 125 100 75 50 25 0
Opção 1	Janela 		Janela 	
Opção 2	Janela 		Janela 	
Opção 3	Janela 		Janela 	

**Tabela 2 – Gráficos da Autonomia da Iluminação Natural e das Horas de Incidência Solar estimados sobre plano de trabalho. Fonte: elaborado pelas autoras.**

## 5. Considerações Finais

Na cidade de Florianópolis, a colocação de proteções solares do tipo prateleiras de luz em salas de aula orientadas à norte proporcionam uma melhora na distribuição dos valores de Fator de Luz Diurna no ambiente interno. Mesmo em dias com céu encoberto, a utilização de prateleiras de luz com mais aletas de proteções solares na sua parte inferior (Opção 3), para as dimensões de janela e sala estudadas, garantem o nível mínimo recomendado pela NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013).

Com relação à análise do comportamento por medidas “dinâmicas” de avaliação de iluminação natural, o que se observa é que mesmo com a utilização das propostas de prateleiras de luz, consegue-se garantir para o período de uso da sala o nível de iluminância mínimo de 500 lux. Entretanto, com a incidência solar direta sobre o plano de trabalho em parte da sala em mais de 250 horas no ano, existe a possibilidade de ocorrência de desconforto visual no ambiente interno nos casos sem proteção solar, e no uso isolado da prateleira de luz. A incorporação de aletas na parte inferior da prateleira de luz levou a uma diminuição das 250 horas com ocorrência de incidência solar sobre o plano de trabalho. Só que este tipo de solução com aletas limita o contato visual do ambiente interno com o ambiente externo. Para este caso, pode-se adotar o uso de aletas móveis na parte externa, ou a retirada das aletas da parte inferior da prateleira de luz e utilização de proteções solares internas (cortinas ou persianas) nos períodos de incidência solar.

## Referências

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15215-1**: Iluminação natural. Parte 1: Conceitos básicos e definições. Rio de Janeiro, 2005. 5p.
- \_\_\_\_\_. **NBR ISO/CIE 8995-1**: Iluminação de ambientes de trabalho Parte 1: Interior. o de Janeiro, 2013. 46p.
- BERTOLOTI, Dimas. **Iluminação Natural em Projetos de Escolas**: Uma proposta de metodologia para melhorar a qualidade de iluminação e conservar energia. 2007. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- CARTANA, Rafael Prado. **Desempenho Térmico e Luminoso de Elementos de Controle Solar para Fachadas Desenvolvidos com Modelagem Paramétrica e Fabricação Digital**. Tese (Doutorado em Arquitetura) - Departamento de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, 2018.
- CARTANA, Rafael Prado; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkey. Elementos de controle solar desenvolvidos com modelagem paramétrica e algoritmos evolutivos. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 7, n. 3, fev. 2017. ISSN 1980-6809.
- CHO, J.; YOO, C.; KIM, Y. Viability of Exterior Shading Devices for High-rise Residential Buildings : Case Study for Cooling Energy Saving and Economic Feasibility Analysis. **Energy & Buildings**, v. 82, p. 771-785, 2014.
- DE MELO, Sandra; SATTLER, Miguel; ARAÚJO, Daniel. Avaliação de desempenho lumínico, considerando-se as condições de iluminação natural e artificial de uma sala de

- aula de escola pública de Goiânia. ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2009, Natal, RN.
- DÍAZ, Lucas Arango; CLARO, Anderson. Ensaio do método para análise integrada aa conveniência solar e da iluminação natural no início de projetos. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., 2011, Búzios-Rj. **Anais...Búzios-Rj: ELACAC, 2011. p. 1 - 10.**
- FONSECA, Suzana; MINELLA, Flávia; KRÜGER, Eduardo L. Estudo do potencial de aproveitamento de iluminação natural em salas de aula. ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2009, Natal, RN.
- GRAZIANO JÚNIOR, Sigfrido Francisco Carlos Giardino. **Estudo de redirecionamento da luz natural utilizando equipamento tipo 'lightshelf'**. Florianópolis, 2000. xi, 103 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.
- KOWALTOWSKI, D. C. C. K. **Arquitetura escolar: o projeto do ambiente de ensino**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
- LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. Eficiência Energética na Arquitetura. 3. ed. São Paulo: Pw Gráficos e Editores Associados Lda., 2014.
- LOPES, Aline. **Avaliação de duas propostas de sistema de iluminação artificial suplementar ao sistema de iluminação natural existente em sala de aula padrão**. 149 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
- MANHAS, M.P.G. **Difusa ou especular? Estudando o desempenho da prateleira de luz segundo a refletância de sua superfície**. Maceió, 2016. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo: Dinâmicas do Espaço Habitado) - Universidade Federal de Alagoas. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo.
- OLGYAY, Victor. **Arquitetura y Clima**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2002.
- OLIVEIRA, Matheus; MACIEL, Liliane; CARLO, Joyce. Percepção ambiental e avaliação de desempenho de dispositivos de proteção solar. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Maceió. **Anais...Maceió: ANTAC, 2014. p. 1 - 10.**
- PAIS, Aida Maria Garcia. **Condições de Iluminação em Ambiente de Escritório: Influência no conforto visual**. 2011. 138 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2011.
- PEREIRA, Roberto; RUTTKAY PEREIRA, Fernando; CLARO, Anderson. A contribuição do entorno na avaliação da iluminação natural. ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2009, Natal, RN.
- TREGENZA, Peter; LOE, David. **Projeto de Iluminação**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

## Agradecimentos

Ao CNPq pelas bolsas acadêmicas e ao IFSC pelos recursos disponibilizados ao projeto.