

## ILUMINAÇÃO NATURAL POR ZENITAIS DO TIPO SHED: ESTUDO EM MODELOS REDUZIDOS<sup>1</sup>

**FLORES, Tatiana D. (1); TORRESCASANA, Carlos Eduardo N. (2); COSTELLA, Marcelo F. (3); MIGOTT, Adriana F. (4)**

(1) UNOCHAPECÓ, e-mail: tatianaflores@unochapeco.edu.br; (2) UNOCHAPECÓ, e-mail: ctorres@unochapeco.edu.br; (3) UNOCHAPECÓ e IMED, e-mail: costella@unochapeco.edu.br; (4) UNOCHAPECÓ, e-mail: adriana.migott@unochapeco.edu.br

### RESUMO

A iluminação natural visa satisfazer às necessidades humanas, funcionais e ambientais do espaço construído através de eficiência energética. Nos dias atuais cresceu uma nova necessidade para utilização da iluminação natural, a importância da redução do consumo energético. Neste contexto, o trabalho apresenta duas propostas arquitetônicas de zenitais: tipo shed comum e shed europeu, buscando identificar o sistema zenithal mais eficaz quanto à capacidade de iluminação e manutenção de ambientes internos mais confortáveis. Para concretização do projeto foram construídos modelos em escala reduzida. A partir destes foi feita a coleta de dados de iluminância no decorrer de três meses em horários determinados. A partir dos dados coletados realizou-se a análise dos mesmos, de modo que é possível afirmar que o sistema zenithal tipo shed europeu foi o sistema mais eficiente quanto à iluminância, pois obteve, aproximadamente, 120% mais iluminância quando direcionado ao Norte às 18 horas. A fim de avaliar a economia de energia elétrica gerada por cada um, foram realizados cálculos luminotécnicos, onde se percebeu que a economia de energia elétrica gerada pelos modelos zenithais tipo shed se aproxima de 35%.

**Palavras-chave:** Iluminação natural. Conforto térmico. Sistema zenithal tipo shed.

### ABSTRACT

*Natural lighting seeks to meet the human, functional and environmental requirements of built spaces through energy efficiency. Today there is a new reason to use natural lighting: the importance of reducing energy consumption. In this context, this work presents two architectural proposals for zenithal lighting: the common shed type and the European shed type, seeking to present the most efficient zenithal system regarding lighting capacity and the maintenance of more comfortable internal environments. Two reduced scale models were constructed to execute the project. The lighting data was gathered based on these models for three months at certain times. The gathered data was analyzed, which enabled the conclusion that the European shed-type system was the most efficient system regarding lighting, as it obtained approximately 120% more illuminance when faced to the north at 18 hours. In order to evaluate the electric power savings generated by each system, luminotecnical calculations were carried out, which revealed that the electric power savings generated by the zenithal shed type systems approached 35%.*

**Keywords:** Natural lighting. Thermal comfort. Skylight roof system.

<sup>1</sup> FLORES, Tatiana D; TORRESCASANA, Carlos Eduardo N.; COSTELLA, Marcelo F.; MIGOTT, Adriana F. Iluminação natural por zenitais do tipo shed: Estudo em modelos reduzidos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

## 1 INTRODUÇÃO

A pesquisa foi elaborada visando apresentar propostas arquitetônicas eficientes e economicamente viáveis para obtenção de iluminação natural em ambientes de trabalho no qual a iluminação natural é prejudicada devido à impossibilidade de aberturas laterais suficientes, falta esta que ainda causa desconforto térmico no ambiente.

A luz natural é uma fonte de energia importante para o homem, pois é ela que proporciona visão nítida para desenvolver suas atividades. O ser vivo depende da exposição à luz natural para ativar o ciclo de funções fisiológicas. Segundo Linhares (2010), a luz natural proporciona melhores condições de trabalho, pois promove percepções de objetos pela cor e contrastes naturais, sendo a única fonte de luz que responde completamente às exigências do sistema visual humano.

Existem diferentes tipos de aberturas zenitais que podem ser utilizadas como solução de projeto favorável para melhoria da qualidade, quantidade de iluminação e ventilação em ambientes internos. O sistema zenithal tipo shed é fundamental para garantir o conforto térmico no ambiente, pois o mesmo permite controle da luz e da carga térmica. Este tipo de cobertura é muito utilizado em pavilhões industriais para que se tenha um ambiente agradável de trabalho.

O uso de modelos reduzidos propicia a visualização da entrada de iluminação natural através das aberturas zenitais podendo avaliar, a partir da coleta de dados, a eficiência dos sistemas zenithal tipo shed. Portanto, este projeto de pesquisa consiste em avaliar os dados coletados a partir de simulação com modelos reduzidos para identificar o sistema mais eficiente quanto à obtenção de iluminação natural.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Iluminação natural

As crescentes necessidades surgidas nos últimos anos, relacionadas aos aspectos ambientais do espaço construído, vêm abrindo caminhos cada vez mais direcionados ao uso dos recursos naturais, como aproveitamento de radiação solar e ventilação natural. A luz natural, proveniente da radiação solar, utilizada de forma direta ou difusa, é um importante quesito para atingir maior qualidade ambiental, conforto, eficiência energética e a consequente sustentabilidade nos espaços construídos (AMORIM, 2007).

Segundo Lamberts, Dutra e Pereira (2013), a iluminação natural é um aspecto muito importante a ser considerado no projeto de arquitetura. É relativamente fácil adaptar um edifício às necessidades de conforto visual em um ambiente com a iluminação artificial. Contudo, as soluções adotadas certamente incrementam os gastos com energia elétrica, manutenção e equipamentos, além de, na maioria das vezes, se tornarem mais um adendo ao projeto que propriamente uma solução integrada às outras

características e conceitos bioclimáticos considerados. A iluminação artificial pode e deve ser pensada também, mas o grande diferencial do profissional projetista está justamente no bom projeto de iluminação natural.

O planejamento da captação da iluminação natural precisa ser criterioso. Se um espaço de trabalho requer uma iluminação média de 500 lux, por exemplo, e metade do espaço tem sombras e a outra metade tem alta iluminância, mesmo que o resultado médio esteja em conformidade com as recomendações, outros fatores precisam ser abordados. Um projeto adequado deve eliminar zonas com sombra simultânea e luz solar direta, evitando assim o contraste visual e favorecendo condições visuais uniformes (HENRIQUES; DUARTE; LEAL, 2012).

## **2.2 Aberturas zenitais**

A iluminação zenital é conceituada, segundo a norma NBR 15215-1 (ABNT, 2004a), como a porção de luz natural produzida pela luz que entra através dos fechamentos superiores dos espaços internos. As aberturas zenitais possuem enorme capacidade em captar a radiação luminosa, quer do sol, quer da abóbada celeste. Em termos de conforto luminoso, a iluminação zenital é adequada e apresenta grande funcionalidade ao ser utilizada em espaços com grande profundidade como em edifícios de escritórios, bancos, museus, bibliotecas e centros comerciais (VIANNA; GONÇALVES, 2001).

De acordo com Amorim (2007), o tipo de aberturas zenitais, sua forma e inclinação irão condicionar a distribuição de luz natural, sua quantidade e qualidade (direta ou difusa) e os ganhos térmicos da edificação. De maneira geral, os zenitais com superfícies iluminantes horizontais apresentam maiores ganhos térmicos e maior possibilidade de ofuscamento por reflexão, permitindo a entrada de luz direta. Os zenitais do tipo lanternim, shed ou dente de serra apresentam maiores vantagens do ponto de vista do controle da luz natural.

## **2.3 Sheds**

Em se tratando de componentes de iluminação zenital, os sheds constituem uma tipologia bastante comum em espaços industriais. Segundo definição da Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004a), tratam-se de um tipo de cobertura formada por uma série de superfícies paralelas inclinadas com aberturas verticais ou inclinadas num dos lados que permitem a entrada zenital de luz natural.

Recomenda-se, para o caso brasileiro, que entre as latitudes de 24° e 32° S sejam orientados para sul para o aproveitamento da luz difusa em quase a totalidade do ano, com exceção do mês de dezembro. São uma boa solução em climas quentes, pois permitem um melhor controle da luz e carga térmica. Devem ser, no entanto, orientados corretamente, ter

proteção solar e, possivelmente, possuir lamelas para auxiliar na difusão de luz (GARROCHO; AMORIM, 2004).

Chen et al. (2014) investigaram a distribuição de iluminação natural (ganha através de janelas, sheds e claraboias) no interior de um grande edifício industrial, tendo identificado que mais de 33,3% da área da fábrica satisfaz aos requisitos padrão de iluminação para espaços de trabalho num dia ensolarado, sem utilização de iluminação artificial. Utilizando o software de simulação EnergyPlus, concluíram que o potencial de economia de energia elétrica através do uso de um sistema de control integrado entre iluminação artificial e iluminação natural pode chegar a 41,5%.

## 2.4 Modelos físicos reduzidos

O uso de modelos físicos reduzidos é um dos métodos mais antigos de avaliação da iluminação natural. Este é um instrumento preciso, caso o modelo seja executado de forma correta, considerando-se que a propagação da luz segue os mesmos princípios tanto em um modelo físico reduzido, como em um edifício em escala real. Através deste instrumento, torna-se possível testar as diversas soluções em busca da eficiência energética e do conforto visual. Para alcançar resultados confiáveis é recomendável medir a iluminância dos mesmos sob diversas condições de céu, para que desta forma seja possível avaliar o desempenho médio da iluminação natural por um longo período(PEREIRA, 2006).

## 3 METODOLOGIA

Para análise das reais diferenças de iluminação natural em pavilhões com abertura zenital tipo shed comum e tipo shed europeu foram construídos modelos reduzidos seguindo as especificações da norma NBR 15215-4 (ABNT, 2004b) para coleta de dados e estudo comparativo. Posteriormente, foram feitos cálculos luminotécnicos para avaliar a economia da escolha do sistema construtivo.

### 3.1 Características e fabricação dos modelos

Os modelos dos pavilhões industriais foram construídos em escala geométrica 1:40 com as seguintes dimensões (Tabela 1):

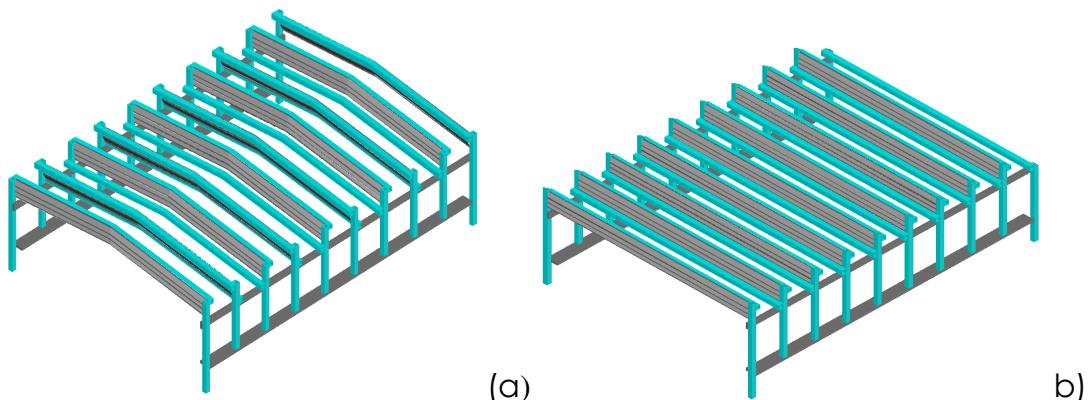
Tabela 1 – Características do protótipo e do modelo

Dimensão	Protótipo (m)	Modelo (m)
Largura	40	1
Comprimento	54	1,35
Pé direito livre	7	0,175
Inclinação shed comum	28°	28°
Inclinação shed europeu	6°	6°

Fonte: Elaboração dos autores

A perspectiva do projeto utilizado para fabricação dos modelos pode ser verificada na Figura 1, sendo que também foi feito o detalhamento das peças e o diagrama de montagem.

Figura 1 – Perspectiva dos modelos shed europeu (a) e shed comum (b)



Fonte: Elaboração dos autores

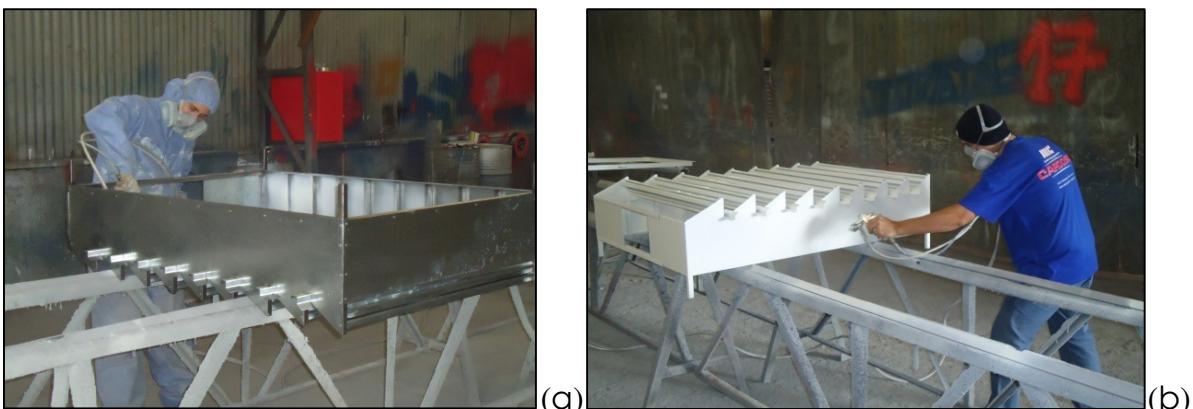
Para fabricação dos modelos foram realizados procedimentos de corte, dobra, montagem, solda, limpeza manual da superfície e pintura. Podem ser verificados nas Figuras 2 e 3.

Figura 2 – Procedimentos de solda (a) e de montagem (b) dos modelos



Fonte: Elaboração dos autores

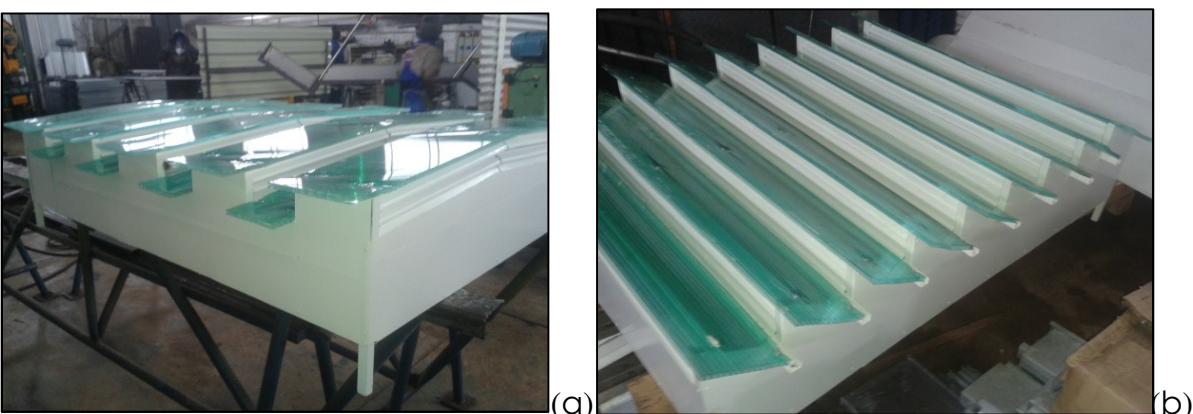
Figura 3 – Fabricação: limpeza da superfície (a) e pintura (b)



Fonte: Elaboração dos autores

A Figura 4 apresenta os modelos finalizados, tendo como etapa final do processo de fabricação a fixação das telhas de policarbonato ( $e=10$  mm).

Figura 4 – Modelos finalizados: shed europeu (a) e shed comum (b)



Fonte: Elaboração dos autores

### 3.2 Material utilizado para coleta de dados

Para coleta de dados de iluminância foi utilizado um luxímetro MLM 1011, display LCD 3.1/2", com faixas de leitura de 2.000, 20.000 (leitura X10), 100.000 lux (leitura X100), com sensor de fotodiodo de silício separado do corpo do aparelho.

### 3.3 Coleta de dados

Com os modelos finalizados, estes foram deslocados para um lote localizado no centro de São Carlos - SC (Figura 5) e locados de forma a ambos estarem submetidos às mesmas condições de iluminação.

As medições foram realizadas em três horários: 7 horas, 12 horas e 18 horas, no decorrer de três meses, nos quais foram coletados dados durante dez dias para cada direção, sendo que os modelos foram direcionados ao Norte, Sul,

Leste e Oeste, e expostos a variadas condições de calor e iluminação. Destaca-se que não foi feita coleta de dados em dias chuvosos.

Figura 5 – Localização inicial dos modelos



Fonte: Elaboração dos autores

As primeiras coletas de dados foram realizadas no mês de agosto com os modelos direcionados ao Norte, como mostra a Figura 5. Foi tomado como base para direcionar os modelos as venezianas do shed comum, que no caso da Figura 5 estão direcionadas ao Norte.

Todos os dados coletados foram registrados, de forma a constar a direção, horário, data e iluminância de cada modelo, e do ambiente externo. A Figura 6 apresenta a planilha onde foram registrados os dados coletados.

Figura 6 – Planilha de coleta de dados

DATA	HORARIO	DIREÇÃO	ILUMINAÇÃO	ILUMINAÇÃO	ILUMINAÇÃO
			SHED COMUM (LUX)	SHED EUROPEU (LUX)	AMBIENTE (LUX)
	07:00				
	12:00				
	18:00				
	07:00				
	12:00				

Fonte: Elaboração dos autores

A coleta de dados foi feita do início de agosto até meados de outubro, onde se teve a passagem do inverno para a primavera. Pode-se observar que ao longo do período de coleta de dados ocorreram mudanças nas iluminâncias levantadas, conforme a rotação da terra se dá na troca das estações do ano ocasionando a mudança de posicionamento do sol demonstrando assim pequenas variações nos dados levantados.

### 3.4 Iluminância e cálculo luminotécnico

A classe de tarefas visuais e iluminância adequada foram determinadas através da NBR ISO/CIE 8995 (ABNT, 2013) para áreas de trabalho em

indústria. Considerando atividade industrial de corte, acabamento e inpeção, a iluminância ideal é de 750 lux na área de trabalho.

### 3.4.1 Cálculo luminotécnico

Para determinação do número de luminárias foi empregada metodologia simplificada de cálculo, através da adoção do método dos lumens, com as seguintes etapas e considerações:

- Cálculo do índice local ( $K$ ), que considerou comprimento e largura do local, assim como a distância entre luminárias e o plano de trabalho;
- Determinação do fator de utilização ( $\eta$ ), que considerou que o local em estudo tenha teto e parede médios e piso escuro, obtendo-se as refletâncias de 50%, 30% e 10%. Em função do índice local ( $K$ ) e dos índices de reflexão, determinou-se o fator de utilização ( $\eta$ ), considerando a utilização de Luminárias Fluorescentes TLTRS110W-ELD-NG, com fluxo luminoso 7600;
- Fator de depreciação ( $d$ ), que considerou para cálculo ambiente sujo e manutenção a cada 7.500h.

A quantidade de luminárias foi determinada considerando para cálculo o fator de manutenção (FM) para ambiente sujo (0,57). Desta forma para obter uma iluminação adequada para o ambiente em estudo são necessárias 275 luminárias fluorescentes de 110W. O cálculo luminotécnico foi feito com as dimensões reais do modelo.

A fim de verificar se a diferença de iluminação natural recebida pelos modelos ocasiona uma economia considerável de energia elétrica, fez-se o cálculo luminotécnico com as médias de iluminância dos dados coletados às 18 horas, no qual se obtiveram níveis de iluminância mais baixos. Os cálculos foram feitos de forma a obter o número de luminárias que poderiam ficar desligadas neste horário, atendendo aos níveis de iluminância adequada para o ambiente.

As análises de iluminância foram feitas através das médias dos dados coletados de acordo com a direção dos modelos. Foram elaborados gráficos de acordo com o horário e da coleta de dados, a fim de identificar a variação de iluminância nas quatro direções em que os mesmos foram submetidos, Norte, Sul, Leste e Oeste.

Para cada modelo reduzido e nas quatro direções que os mesmos foram direcionados foi realizado o cálculo do número de luminárias, com objetivo de verificar a quantidade de luminárias que não precisará estar em uso às 18 horas, horário no qual se obteve as médias mais desfavoráveis de luz natural.

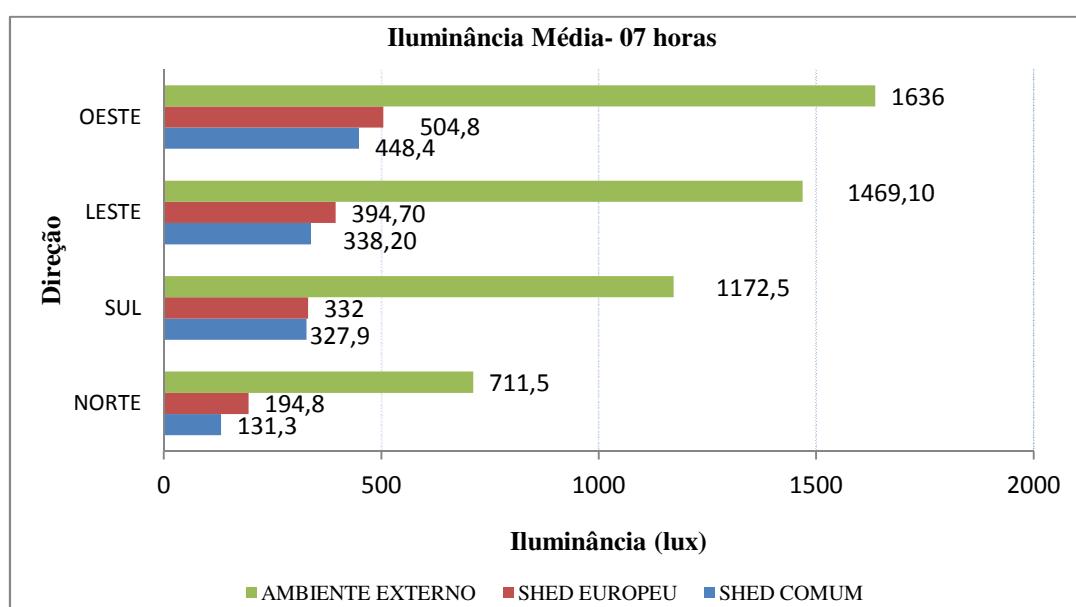
## 4 ANÁLISE DE RESULTADOS

### 4.1 Análise de iluminância

Na maioria dos casos o *shed* europeu alcançou níveis mais altos de iluminação natural, independente da hora do dia, sendo que o *shed* comum obteve maior iluminação apenas quando posicionado ao Sul, às 12 e às 18 horas. As maiores diferenças de iluminação entre os modelos ocorreram quando estes foram direcionados ao Norte e Sul às 12 horas.

O gráfico de iluminância apresentado na Figura 7 foi elaborado de acordo com as médias obtidas através dos dados coletados às 07 horas no decorrer de 10 dias, com os modelos direcionados ao Norte.

Figura 7 – Iluminância média às 07 horas



Fonte: Elaboração dos autores

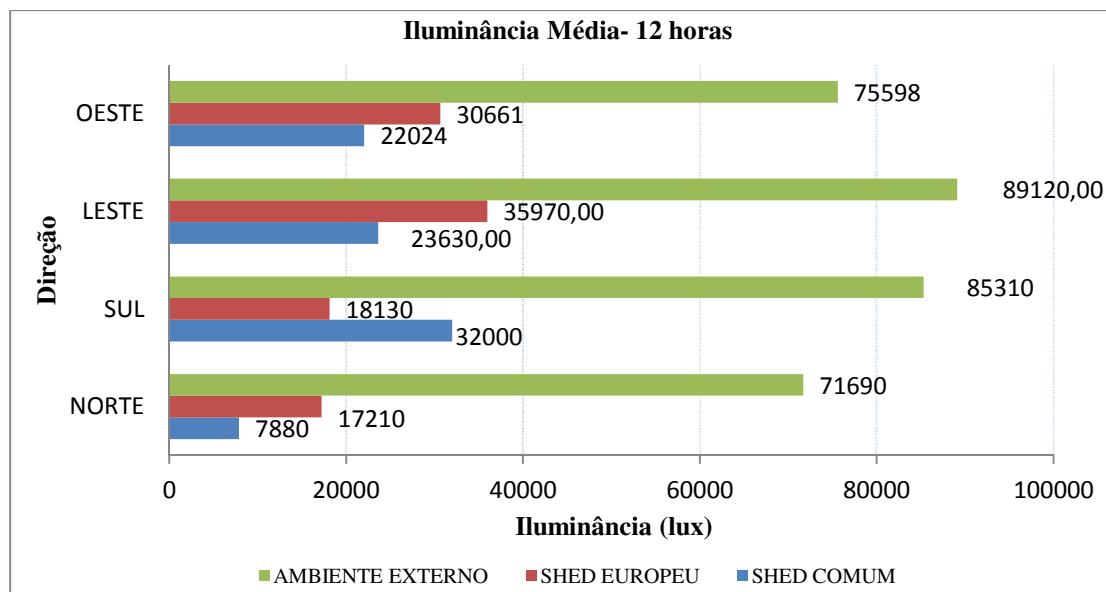
Observando o gráfico apresentado na Figura 7 pode-se verificar que independente da direção dos modelos o *shed* europeu obteve maior iluminância, sendo que quando posicionados ao Sul a iluminância obtida foi relativamente próxima à do *shed* comum. Nota-se também que a iluminância recebida pelos modelos chega a aproximadamente 30% da iluminância do céu.

A Figura 8 demonstra um comparativo de iluminância através dos dados coletados às 12 horas, na qual pode-se verificar que o *shed* europeu obteve mais iluminância às 12 horas em três casos, quando direcionado ao Norte, Leste e Oeste, assim o *shed* comum obteve maior iluminância apenas quando direcionado ao Sul.

As maiores diferenças de iluminância entre os modelos ocorreram quando direcionados ao Norte e Sul, onde o *shed* europeu chegou a obter

aproximadamente 120% mais iluminação quando posicionado ao Norte, e o shed comum aproximadamente 80% mais iluminância quando posicionado ao Sul. A iluminância recebida pelos modelos às 12 horas chegou a aproximadamente 30% da iluminância do céu.

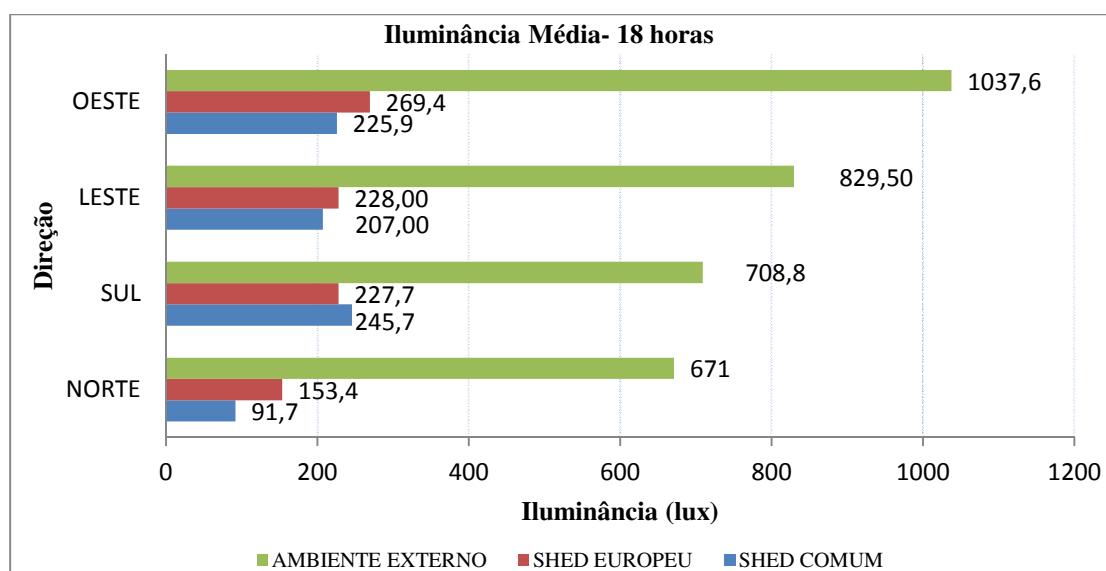
Figura 8 – Iluminância média às 12 horas



Fonte: Elaboração dos autores

A Figura 9 apresenta as variações de iluminância entre os modelos às 18 horas. Como pode ser visto na Figura 9, o shed europeu obteve maior iluminância às 18 horas nos três casos: Norte, Leste e Oeste, visto que o shed comum obteve maior iluminância quando direcionado ao Sul. A maior variação entre estes ocorreu quando posicionados ao Norte, onde o shed europeu obteve aproximadamente 70% mais iluminação natural.

Figura 9 – Iluminância média às 18 horas

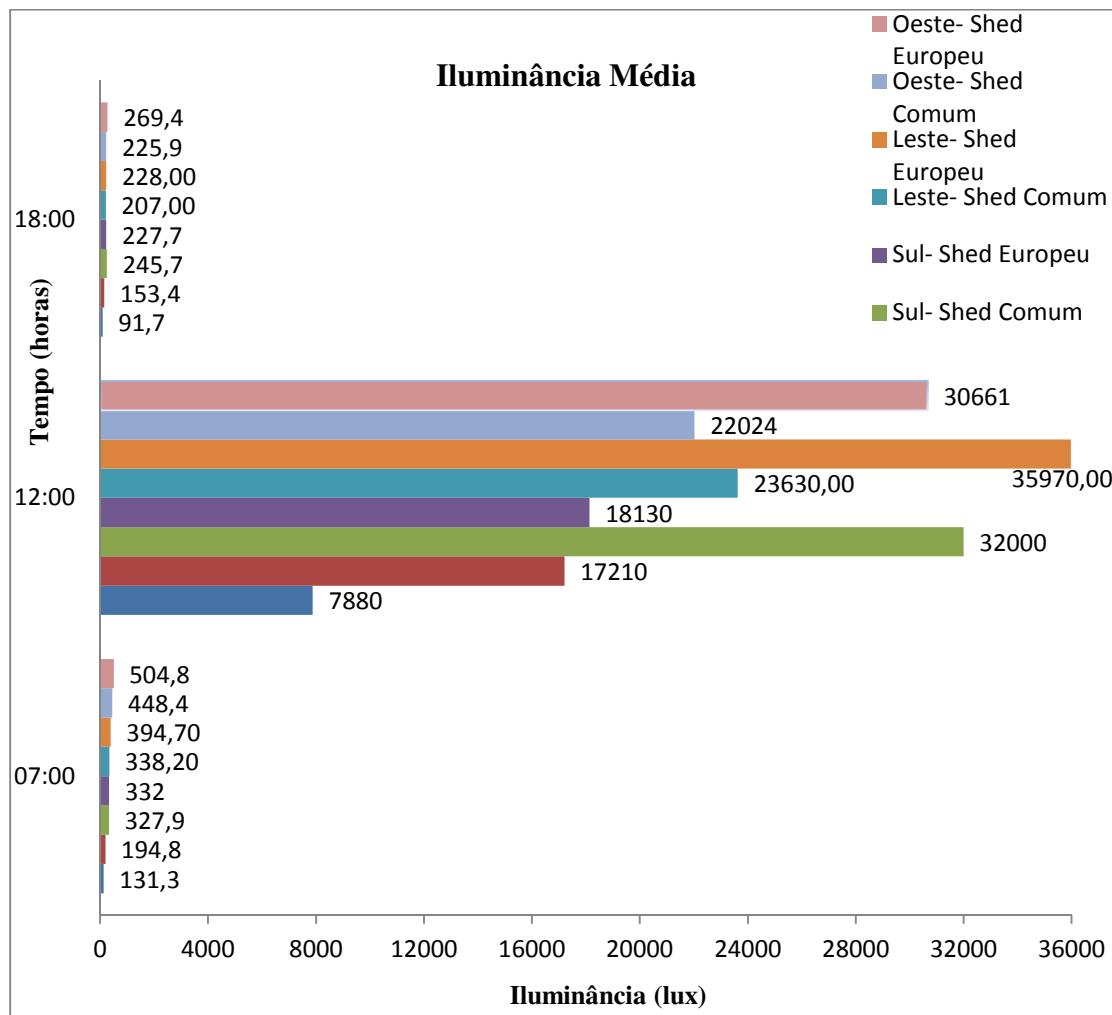


Fonte: Elaboração dos autores

Assim como nos demais horários de coleta de dados, às 18 horas os modelos também receberam aproximadamente 30% da iluminância do céu.

Para análise geral da iluminância obtida pelos modelos no decorrer do dia e nas quatro direções, Norte, Sul, Leste e Oeste, foi elaborado o gráfico apresentado na Figura 10.

Figura 10 – Gráfico de iluminância média no decorrer do dia



Fonte: Elaboração dos autores

Como pode ser visto no gráfico apresentado na Figura 10, em todas as direções em que os modelos foram posicionados, Norte, Sul, Leste e Oeste, a iluminância recebida foi maior às 12 horas e menor às 18 horas.

O shed europeu obteve mais iluminância quando direcionado ao Norte, Leste e Oeste, e às 07 horas ao Sul, sendo assim o shed comum é mais eficiente apenas quando direcionado ao Sul às 12 horas e às 18 horas.

As maiores diferenças de iluminância obtida pelos modelos ocorreram às 12 horas, independente do posicionamento dos mesmos, porém foi quando estes estavam posicionados ao Norte que se obteve a maior variação, onde o shed europeu alcançou aproximadamente 120% mais iluminação que o shed comum.

#### 4.2 Análise econômica

O Quadro 1 apresenta as médias obtidas e número de luminárias que através da luz natural não precisariam ser ligadas devido à utilização dos sistemas zenitais tipo shed em estudo.

Quadro 1 – Quantidade de luminárias reduzidas

	Shed Comum Sul		Shed Europeu	
	Iluminância Média (lux)	Quantidade de luminárias reduzidas (un.)	Iluminância Média (lux)	Quantidade de luminárias reduzidas (un.)
Norte	91,7	34	153,4	56
Sul	245,7	90	227,7	83
Leste	207	76	228	84
Oeste	225,9	83	269,4	98

Fonte: Elaboração dos autores

Visto que os resultados apresentados no Quadro 1 foram obtidos através das iluminâncias médias no horário em que se obteve menor iluminância, e levando em consideração que cada luminária possui uma potência de 110W e que estas permaneçam desligadas durante 4 horas por dia, foi feito o cálculo de kWh para verificar a economia obtida.

De acordo com a tabela de preços da CELESC, o valor do kWh para indústrias é de R\$ 0,28455. O Quadro 2 apresenta os valores economizados em kWh/mês e R\$/mês.

Quadro 2 – Economia gerada por zenitais do tipo shed

	Shed Comum Sul		Shed Europeu	
	Consumo Economizado (kWh/mês)	Consumo Economizado (R\$/mês)	Consumo Economizado (kWh/mês)	Consumo economizado (R\$/mês)
Norte	448,8	127,70	739,2	210,34
Sul	1188	338,04	1095,6	311,75
Leste	1003,2	285,46	1108,8	315,50
Oeste	1095,6	311,75	1293,6	368,09

Fonte: Elaboração dos autores

Pode-se verificar através do Quadro 2 que a utilização de sistemas zenitais tipo shed reduz consideravelmente o consumo de energia elétrica. Ainda pode-se verificar que o shed europeu se mostrou mais eficiente na maioria dos casos, exceto quando direcionado ao Sul.

Quanto aos modelos direcionados ao Norte, a diferença entre os sheds foi maior, no qual o shed europeu obteve uma economia 65% maior que o shed comum. Já quando direcionados ao Sul, onde o shed comum obteve maior economia, esta foi de aproximadamente 8,5%.

De acordo com os cálculos realizados no item 3.4.1, para obter iluminação adequada no ambiente em estudo é necessário 275 luminárias de 110W. Desta forma pode-se verificar que utilizando o sistema zenital tipo shed europeu pode-se economizar até 35% de energia por mês quando

posicionado ao Oeste, e utilizando o shed comum até 33% quando direcionado ao Sul.

As maiores diferenças entre os modelos foram verificadas quando estes estiveram posicionados ao Norte. Porém, foi nesse caso que houve menor economia gerada por ambos, o que não significa que os modelos quando direcionados ao Norte estão em desvantagem. Isso porque a coleta de dados deu-se no início do mês de agosto e teve seu término no mês de outubro, sendo que primeiramente foram feitas as coletas de dados com os modelos direcionados ao Norte. Não foi empregada metodologia de correção da inclinação dos modelos em relação ao sol. Dessa maneira, a falta de ajuste pode ter resultado em diferenças de desempenho por trajetórias solares distintas.

Quanto aos modelos direcionados ao Norte, a economia de energia elétrica gerada pelo shed comum se aproximou de 12%, enquanto o shed europeu gerou uma economia de aproximadamente 20%. Já quando os modelos estiveram posicionados ao Sul onde o shed comum esteve em vantagem, a economia gerada por este chegou a aproximadamente 33%, enquanto o shed europeu chegou a aproximadamente 30%.

## 5 CONCLUSÕES

Dante dos resultados obtidos, foi possível constatar que a iluminância obtida às 12 horas pelos sistemas zenitais tipo shed chega a ser superior à adequada para um ambiente de trabalho em fábrica, tornando-se desnecessária a utilização de quaisquer luminárias nesse período. Ainda, constatou-se que a menor iluminação obtida pelos modelos ocorreu às 18 horas, em todas as situações em que os modelos foram submetidos, ao Norte, Sul, Leste, e Oeste.

Os gráficos utilizados apontaram que o sistema zenital tipo shed europeu apresenta vantagens quanto à iluminação, visto que este obteve mais iluminação natural na maioria dos casos, quando direcionado ao Norte, Leste e Oeste em todos os horários em que foram feitas as coletas e às 07 horas ao Sul. Os resultados, no entanto, são restritos aos modelos e condições estudados, pois mudanças de latitude podem levar a respostas distintas.

A utilização do zenital tipo shed europeu proporciona uma economia de energia superior à do shed comum, chegando a aproximadamente 35% quando posicionado ao Oeste, sendo que o shed comum gera uma economia de energia elétrica de aproximadamente 33% quando posicionado ao Sul. Desta forma, os dois sistemas zenitais se fizeram eficientes, porém nota-se que o shed europeu apresenta maior economia também quando posicionado ao Norte e Leste.

## REFERÊNCIAS

AMORIM, C. N. D. Diagrama morfológico parte I: Instrumento de análise e projeto ambiental com uso de luz natural. **Paranoá Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, Brasília, n. 3, p. 58-77, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15215-1:** Iluminação natural – Parte 1: conceitos básicos e definições. Rio de Janeiro, 2004a.

\_\_\_\_\_. **NBR 15215-4:** Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – Método de medição. Rio de Janeiro, 2004b.

\_\_\_\_\_. **NBR ISO/CIE 8995-1:** Iluminação de ambientes de trabalho. Parte 1: interior. Rio de Janeiro, 2013.

CHEN, Y. et al. Experimental and simulation study on the performance of daylighting in an industrial building and its energy saving potential. **Energy And Buildings**, v. 73, p.184-191, abr. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.01.030>.

GARROCHO, J. S.; AMORIM, C. N. D. Luz natural e projeto de arquitetura: estratégias para iluminação zenital em centros de compras. In: X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2004, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo, 2004.

HENRIQUES, G. C.; DUARTE, J. P.; LEAL, V. Strategies to control daylight in a responsive skylight system. **Automation In Construction**, v. 28, p.91-105, dez. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2012.06.002>.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3. ed. rev. e ampl. Florianópolis: UFSC, 2013. Disponível em: <[http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/apostilas/eficiencia\\_energetica\\_na\\_arquitetura.pdf](http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/apostilas/eficiencia_energetica_na_arquitetura.pdf)>. Acesso em: 04 ago. 2015.

LINHARES, G. C. **Controle das condições de conforto térmico num ambiente utilizando Lógica Fuzzy**. Monografia (Graduação em Engenharia de Controle e Automação)- Universidade Federal de Ouro Preto, 2010.

PEREIRA, D. C. L. **Modelos físicos reduzidos: uma ferramenta para avaliação da iluminação natural**. 2006. 246 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

VIANNA, N. S; GONÇALVES, J. C. **Iluminação e Arquitetura**. São Paulo: Geros, 2001.