

## **ANÁLISE DO DESEMPENHO DE ABERTURA ZENITAL PARA A ILUMINAÇÃO NATURAL DE CIRCULAÇÃO EM EDIFÍCIO ADMINISTRATIVO**

**Marcelle Maria Pais Silva Rebêlo (1); Marlise Lila Silva Carvalho (2);  
Ricardo Carvalho Cabús (3)**

(1) Professora Assistente, Arquiteta e Urbanista da Universidade Federal de Alagoas, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, marcelle.pais@sinfra.ufal.br

(2) Arquiteta e Urbanista da Universidade Federal de Alagoas, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, marlise.carvalho@sinfra.ufal.br

(3) PhD, Professor Associado do Centro de Tecnologia, ricardo.cabus@gmail.com

Universidade Federal de Alagoas, Grupo de Pesquisa em Iluminação- GRILU, Av. Lourival de Melo Mota, s/n, Tabuleiro dos Martins, Maceió- AL, CEP: 57072-900, Tel.: (82) 3214-1311

### **RESUMO**

É correto afirmar que a luz natural é um recurso renovável e abundante em regiões tropicais ao longo de todo o ano. Para priorizar a iluminação e ventilação natural em Maceió, a utilização de aberturas sombreadas pelo uso de elementos de proteção, como beirais e venezianas, torna-se uma importante ferramenta. O emprego de aberturas zenitais pode contribuir, ainda, para a distribuição mais uniforme da iluminação natural e reduzir os gastos com iluminação artificial durante o dia. O objetivo deste trabalho é avaliar o desempenho de aberturas zenitais localizadas nas circulações de uma edificação escolar pública de nível superior em Maceió, Alagoas, para a disponibilidade de iluminação natural no ambiente. Para esta pesquisa, define-se que a disponibilidade de iluminação natural no ambiente interno é caracterizada por sua iluminância com valores que indiquem adequação à realização das atividades previstas para o ambiente. O método utilizado para a obtenção dos valores de iluminância foi simulação computacional através do programa TropLux 7. Constatou-se que esse tipo de abertura mostrou-se eficiente, permitindo uma autonomia da luz natural de 100%, entre 8 e 16 horas (hora legal), e economia mensal de 10,7% do total de energia gasto para iluminar os ambientes da edificação.

Palavras-chave: Iluminação natural, simulação computacional, iluminação zenital.

### **ABSTRACT**

It is appropriate to say that daylight is a renewable and abundant resource in tropical regions throughout the year. To prioritize daylighting and ventilation in Maceio, the use of shaded openings by the use of shading devices, such as overhang and louvres, becomes an important tool. The use of toplighting may contribute to better daylight distribution, and to reduce artificial lighting during the day. The objective of this study is to evaluate the performance of zenithal openings, located in the circulation area of a public university building in Maceio - Alagoas, for the availability of indoor daylight. For this research, it is defined that the availability of indoor daylight is characterized by its illuminance, with values indicating suitability for carrying out the activities planned for the room. Illuminance was generated by software TropLux. It was noted that this type of opening was efficient, allowing a daylight autonomy of 100%, from 8:00 o'clock am to 4:00 o'clock pm (legal time), and saving 10.7 % of the total electric power spent to illuminate the building.

Key-words: Daylighting, computational simulation, toplighting.

## 1. INTRODUÇÃO

A luz na arquitetura não representa uma preocupação singular que pode ser isolada de outras preocupações projetuais: deve estar relacionada a uma rica rede integrada de critérios estéticos e funcionais interdependentes (BAKER; STEEMERS, 2002). A presença da iluminação natural em edificações pode ser descrita como um importante fator no atendimento de requisitos funcionais, ambientais e econômicos.

Nas últimas décadas, o debate a respeito da sustentabilidade e o agravamento da crise energética passaram a demandar o uso eficiente de energia nas edificações e justificar a adoção de energia proveniente de fontes renováveis.

O desempenho energético de um edifício é consequência das decisões projetuais tomadas nas primeiras fases de desenvolvimento do projeto, tais como: orientação, volumetria e proteção solar (SANTOS, 2012). Decisões como essas possuem ligação direta com as características bioclimáticas do local onde a edificação está inserida. A inadequação entre construções e clima acaba gerando maiores demandas por uso de fontes artificiais de energia para garantir o conforto do ambiente.

Com o intuito de priorizar a iluminação e ventilação natural em Maceió, cidade com clima quente e úmido, as construções devem evitar ganhos de calor, provenientes da radiação solar direta, enquanto dissipam o calor produzido internamente (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2006). Nesse sentido, a utilização de aberturas sombreadas pelo uso de elementos de proteção, como beirais e venezianas, torna-se uma importante ferramenta – à medida que protegem da radiação e permitem a circulação permanente do ar. Aliado a isso, o uso de aberturas zenitais pode contribuir, também, para a distribuição mais uniforme da iluminação natural nos ambientes, reduzindo os gastos com iluminação artificial durante o dia.

No caso de edificações públicas, com destaque para aquelas voltadas ao ensino, como é o caso das Universidades, o uso da iluminação natural tem importante papel na busca por edificações eficientes. Segundo dados do Balanço Energético Nacional, do ano de 2013, o setor público apresentou aumento de 12,2% no consumo de energia elétrica entre os anos de 2003 e 2012 (MME, 2013).

A instrução normativa nº 01, de 19 de janeiro de 2010, dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dá outras providências. Em seu capítulo II, trata das obras públicas sustentáveis, e indica que as especificações e demais exigências do projeto básico ou executivo para contratação de obras e serviços de engenharia devem ser elaborados visando a economia da manutenção e operacionalização da edificação, a redução do consumo de energia e água, bem como a utilização de tecnologias e materiais que reduzam o impacto ambiental. Logo, percebe-se a necessidade da introdução de diretrizes de construções sustentáveis no processo projetual de edificações públicas, como é o caso dos edifícios das universidades federais.

Aberturas zenitais têm sido empregadas nos projetos de edificações da Universidade Federal de Alagoas, em Maceió, como o prédio administrativo da Faculdade de Medicina, onde tais aberturas foram projetadas para as áreas de circulação e protegidas através do uso de venezianas de alumínio. Entre as vantagens do emprego da iluminação zenital, podem-se destacar, além da liberdade de disposição em qualquer local onde a iluminação se faça necessária, suas características de proporcionar iluminação difusa e uniforme e a possibilidade de maiores áreas desobstruídas externamente (entre a abóbada celeste e a abertura) e internamente (entre a abertura e o plano de trabalho) (CABÚS, 1997; POZZI, 2004; LAM, 1986).

Torna-se relevante avaliar o efeito dessas aberturas zenitais para o desempenho da iluminação natural nas circulações e analisar sua capacidade de manter os níveis mínimos exigidos por norma para esse tipo de ambiente, de maneira a reduzir o uso de iluminação artificial.

## 2. OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é avaliar o desempenho de aberturas zenitais para a iluminação natural em áreas de circulação de um edifício administrativo em Maceió, Alagoas. Os objetivos específicos são:

- Analisar a influência da proteção solar instalada nas aberturas zenitais para o desempenho da iluminação natural no ambiente;
- Identificar a economia de energia para iluminação artificial proporcionada pelo uso desses elementos;
- Definir, a partir do valor empregado para instalação da proteção solar nas aberturas zenitais, o tempo do retorno desse investimento através da economia de energia.

### 3. MÉTODO

A metodologia utilizada no presente trabalho, bem como o objeto de estudo, estão descritos nos itens a seguir.

#### 3.1 Caracterização Objeto de Estudo

Este trabalho utiliza como estudo de caso o edifício administrativo da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Alagoas (Figura 1), localizado no Campus A. C. Simões, em Maceió, Alagoas.

Maceió situa-se no litoral oriental do Nordeste brasileiro, latitude 9°39' Sul e longitude 35°44' Oeste, às margens do Oceano Atlântico e do complexo lagunar Mundaú/Manguaba.

O projeto arquitetônico foi elaborado pela equipe de Arquitetura e Urbanismo da Superintendência de Infraestrutura da UFAL, SINFRA. Observa-se que a utilização de elementos como beirais, brises e aberturas zenitais nas circulações atesta a preocupação com o conforto e sustentabilidade ambiental do edifício.

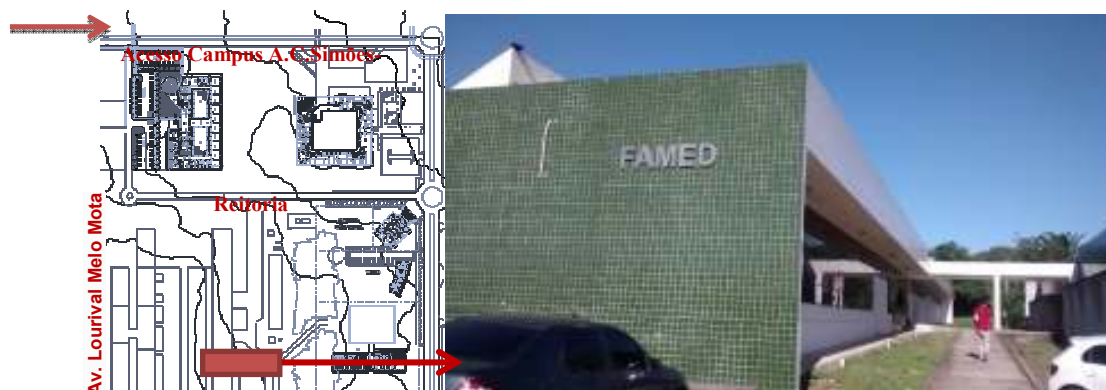


Figura 1 - Prédio administrativo da Faculdade de Medicina/UFAL.

As aberturas zenitais foram projetadas de maneira a ocupar linearmente toda a extensão das circulações do edifício, orientadas na direção nordeste (Figura 2). Com função de proteção solar, foram instaladas venezianas de alumínio branco a 45° que garantem a ventilação permanente nesses espaços, sem impedir a entrada de iluminação natural no ambiente.

De acordo com a tipologia, pode-se definir a abertura zenital em estudo como um "dente-de-serra" simples. Aberturas do tipo "dente de serra" geralmente são formadas por sucessivas aberturas paralelas, verticais ou inclinadas, com cobertura inclinada na direção oposta (CABUS, 1997), como é o caso do edifício em questão (Figura 3).



Figura 2 - Planta Baixa do prédio administrativo Faculdade de Medicina/UFAL.

Fonte: SINFRA, 2010.

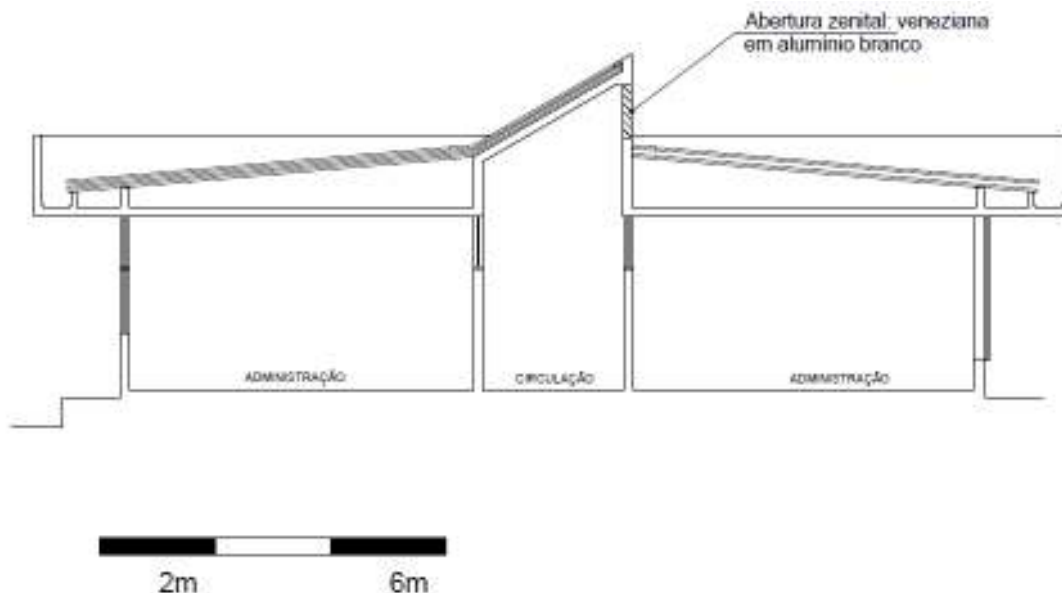


Figura 3 - Corte transversal- Prédio Administrativo Faculdade de Medicina UFAL.  
Fonte: SINFRA, 2010.

### 3.2 Software TropLux

Foi utilizado o programa TropLux, versão 7 (2014), cuja metodologia é baseada nos conceitos do método Monte Carlo, raio traçado e coeficientes de luz natural (CABÚS, 2005). O programa permite a simulação das características da iluminação natural no ambiente interno a partir da configuração do céu de acordo com a proposta da CIE (2003), possibilitando variação em dias e horas. Em relação às aberturas, o programa traz recursos para localizá-las variando sua dimensão, além de viabilizar a utilização de elementos arquitetônicos externos para proteção solar. Em função de todos os parâmetros necessários, é possível calcular a iluminância em um ou mais pontos dentro do ambiente.

Para efeito de simulação, foi considerada metade da circulação em questão, com dimensões de 2,50m de largura e 33,5m de comprimento. Foi utilizada uma malha de 20 pontos (2 x 10) dispostos ao longo da circulação do edifício (Figura 4) para análise da iluminância média global (Em). A altura dos pontos é a altura do plano de trabalho, determinada em norma, correspondente a 75cm (ABNT, 2013).

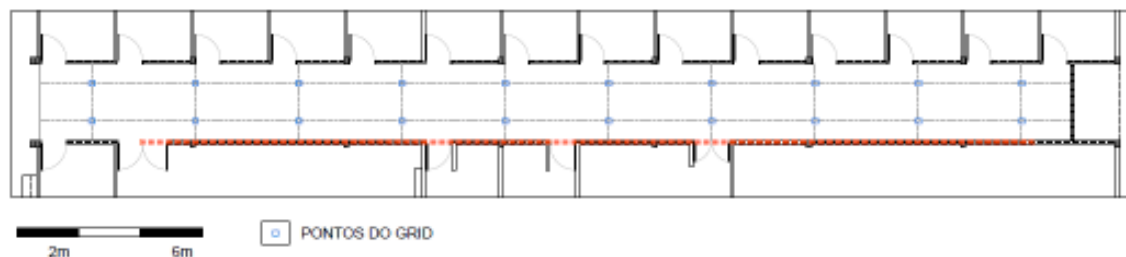


Figura 4 - Recorte da circulação utilizada como simulação e malha disposta na circulação.  
Fonte: SINFRA (2010), adaptado pelos autores.

### 3.3 Indicadores de desempenho para avaliação

Foram definidos os seguintes indicadores de desempenho para avaliação da luz natural no ambiente em estudo:

- Exigência mínima de iluminância: De acordo com a Norma Brasileira da ABNT ISO/CIE 8995-1 de 2013, as áreas de circulação e corredores em geral não devem apresentar iluminância inferior a 100 lx.
- Autonomia de luz natural (*daylight autonomy*): Método de avaliação da iluminação natural definido como a porcentagem das horas ocupadas por ano, nas quais uma determinada iluminância pode ser mantida apenas pela iluminação natural (REINHART; WIENOLD, 2011). Foi utilizada essa metodologia como forma de identificar o período de necessidade de acionamento da luz artificial no ambiente em estudo.

### 3.4 Parâmetros de análise

A partir dos objetivos do estudo e dos indicadores de desempenho, foram estabelecidos os parâmetros de análise, sendo eles variáveis ou não, de acordo com as descrições a seguir:

- Cidade e tipos de céu: As simulações foram realizadas para a cidade de Maceió, onde está localizado o

edifício. Os tipos de céus utilizados para a simulação foram o céu tipo 16, disponível no TropLux, denominado "céu dinâmico" e o céu encoberto tipo 1, padrão CIE (2003). O céu tipo 1 foi escolhido por representar a situação menos favorável em relação à iluminação natural disponível. O céu dinâmico, proposto por Cabús (2014), considera a variação real de tipos de céu padrão CIE, de hora em hora, baseada em uma distribuição estatística a partir dos dados meteorológicos de Maceió (CABÚS, 2014).

b) Horários das simulações: Foi utilizado o período das 8h às 16h (hora legal) para a simulação de iluminação natural. Esse período foi escolhido tendo em vista uma maior contribuição de iluminação natural.

c) Modelos para estudo comparativo: A fim de avaliar os efeitos da abertura zenital e das venezianas na iluminação do ambiente, foram desenvolvidos três modelos para simulação: o primeiro é o modelo padrão, que representa a abertura zenital desprovida de proteção; o segundo corresponde à abertura zenital com venezianas horizontais; e o terceiro, representa a situação existente no prédio da Faculdade de Medicina, abertura com venezianas inclinadas a 45°. Os modelos estão ilustrados na Figura 5.

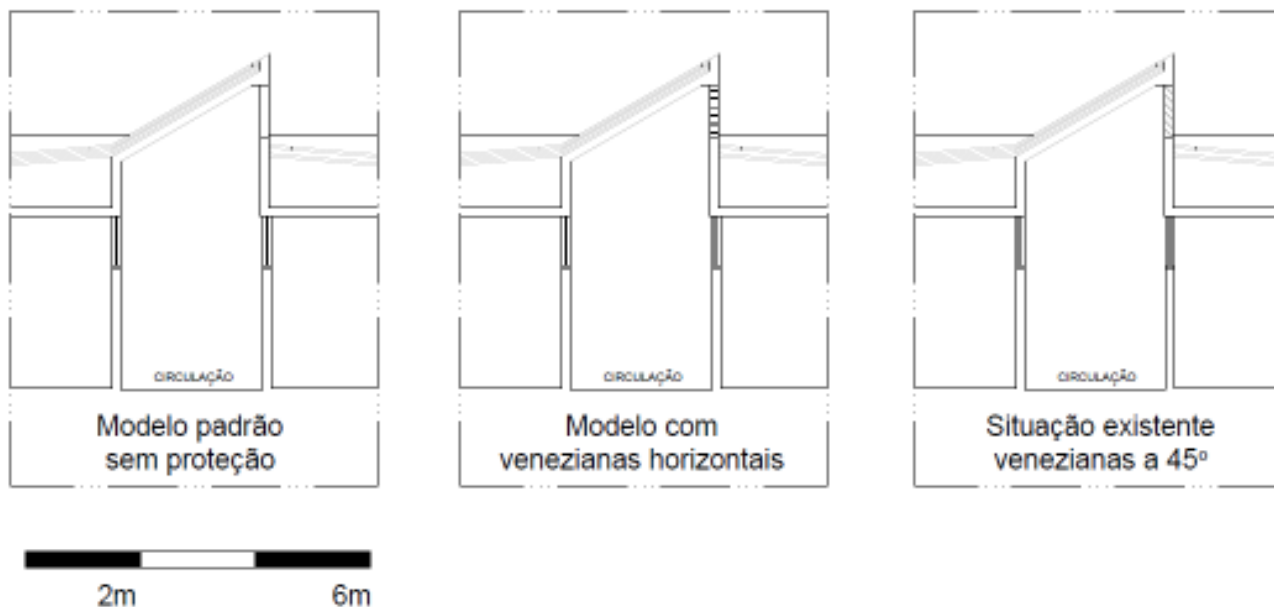


Figura 5 - Modelos comparativos desenvolvidos para simulação.  
Fonte: SINFRA, 2010. Adaptado pelos autores.

d) Refletâncias das superfícies: A Tabela 1 apresenta as características de refletância das superfícies para a simulação, conforme dados disponíveis no programa e de acordo com materiais de acabamento empregados no edifício. Os acabamentos são: teto revestido com pintura na cor branco, piso em granilite cinza, paredes revestidas com pintura na cor branco gelo e venezianas de alumínio revestidas com pintura em esmalte sintético na cor branco.

Tabela 1 - Características das superfícies.

Superfície	Refletância (%)
Teto	91
Piso	40
Paredes	67
Venezianas	88

### 3.5 Cálculo do consumo de energia elétrica com iluminação e valor da instalação das venezianas em alumínio

Para a realização do cálculo de consumo de energia mensal com iluminação da edificação em estudo, foi contabilizado o número de luminárias e lâmpadas, bem como verificadas suas especificações em projeto arquitetônico. Foi utilizada a seguinte expressão matemática (Equação 1) para definição do consumo em kWh (kilowatts hora):

$$\text{Consumo} = [\text{potência total da iluminação (W)} \times 8 \text{ horas} \times 30 \text{ dias}] / 1000. \quad \text{Equação 1}$$

Após esse cálculo, multiplicou-se o resultado pelo fator de potência do reator da luminária e chegou-se ao resultado final do consumo. Para calcular o valor do consumo em reais, multiplicou-se o resultado final

do consumo pela tarifa da companhia de distribuição de energia elétrica.

Foram contabilizadas 278 unidades de lâmpadas T8 32W/84032w, com reator eletromagnético com partida rápida, instaladas em 139 unidades de luminárias de sobrepor para 2 lâmpadas fluorescentes tubulares de 32W. A potência total do conjunto lâmpadas e reator é de 65W, e o fator de potência do reator é de 0,95. As especificações das luminárias encontram-se na Tabela 2<sup>1</sup>.

Tabela 2 – Especificações das luminárias

Lâmpada	Luminária	Potência total (W) (lâmpadas + reator)	Fator de potência do reator
T8 32W	de sobrepor para 2 lâmpadas de 32W	65	0,95

O orçamento da obra<sup>2</sup> de construção do prédio da Faculdade de Medicina foi analisado a fim de identificar o valor investido para instalação das venezianas de alumínio anodizado branco. O valor total da obra foi de R\$ 1.235.849,00 e o valor da proteção solar das aberturas zenitais foi de R\$ 13.605,93.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Iluminância

Foram realizadas simulações nos três modelos comparativos e os resultados são apresentados a seguir. A Tabela 3 demonstra a iluminância dos pontos da malha para cada modelo e tipo de céu, bem como a redução dos valores proporcionada pela inserção dos dois tipos de proteção.

Tabela 3 – Iluminância média -Em (lx)

	Modelo padrão	Venezianas horizontais	Redução (%)	Venezianas a 45°	Redução (%)
Céu 01	852	498	42%	290	66%
Céu 16	3.423	1.869	45%	1.113	68%

Para o modelo padrão no céu 16, obteve-se média de iluminância entre os pontos analisados de 3.423 lx. Nesse modelo, identificou-se a iluminância máxima de 59.930 lx. Nessa situação, o uso de proteção solar se faz necessário para controlar a iluminação excessiva e possível desconforto térmico.

A simulação do segundo modelo demonstrou que a iluminação natural no ambiente foi reduzida a partir da inserção das venezianas horizontais: a iluminância média dos pontos foi reduzida em 42% e 45% da média encontrada no modelo padrão, para o tipo de céu 1 e 16, respectivamente. Observa-se que a redução apresentada é consequência do controle da luz solar direta obtido através da inserção das venezianas.

Para o modelo correspondente à situação existente, com venezianas a 45°, a simulação mostrou que a iluminância sofreu redução de 66% (céu 1) e 68% (céu 16) na iluminância encontrada no modelo padrão sem proteção.

Percebe-se que a redução da iluminância entre o modelo padrão e o segundo modelo é devida à inserção de venezianas dispostas na horizontal. Já a redução da iluminância entre o modelo com venezianas horizontais e a situação existente foi consequência da inclinação das venezianas para 45°.

A Tabela 6 ilustra a iluminância média nos três modelos estudados. No modelo padrão, são identificadas iluminâncias compreendidas entre 5.000 lx e 6.000 lx, no horário entre 11 horas e meio-dia. Para o segundo modelo, nota-se que a adoção das venezianas horizontais já reduz consideravelmente a iluminância no ambiente. No caso do céu 16, tem-se iluminância acima de 1.000 lx entre as 8 e 16 horas. Já para o modelo com venezianas a 45°, iluminância acima de 1.000 lx é observada entre as 9 e 14 horas. As iluminâncias máxima e mínima dos modelos estão descritas nas Tabelas 4 e 5 abaixo.

<sup>1</sup> Especificações obtidas no Guia Prático Philips Iluminação. Disponível em:

[http://www.lighting.philips.com.br/pwc\\_li/br\\_pt/connect/Assets/pdf/GuiaBolso\\_Sistema\\_09\\_final.pdf](http://www.lighting.philips.com.br/pwc_li/br_pt/connect/Assets/pdf/GuiaBolso_Sistema_09_final.pdf).

<sup>2</sup> Orçamento de obra disponível na Superintendência de Infraestrutura da Universidade Federal de Alagoas.

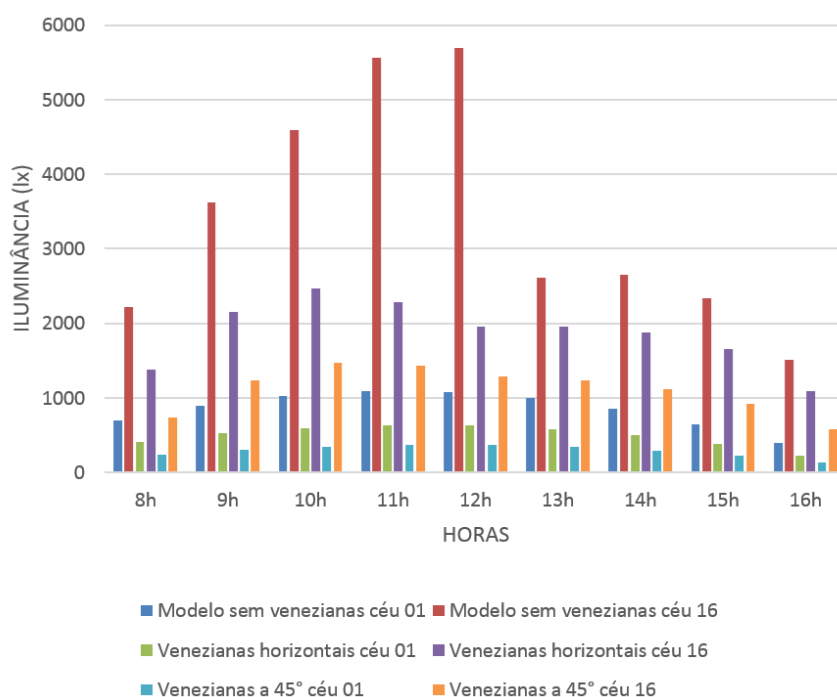
Tabela 4 - Iluminância máxima

Iluminância máxima (lx)	Modelo padrão	Venezianas horizontais	Venezianas a 45°
Céu 01	1157	676	394
Céu 16	59930	3537	1960

Tabela 5 - Iluminância mínima.

Iluminância mínima (lx)	Modelo padrão	Venezianas horizontais	Venezianas a 45°
Céu 01	303	177	103
Céu 16	583	341	199

Tabela 6 - Iluminância média entre 8h e 16h (hora legal).



#### 4.2 Autonomia de luz natural (*daylight autonomy*)

A fim de identificar o período de necessidade de acionamento da luz artificial no ambiente em estudo, foi utilizada a autonomia de luz natural, levando em consideração a iluminância de 100 lx indicada em norma. Percebe-se que mesmo a iluminância mínima encontrada a partir da simulação com o tipo de céu 1 para todos os modelos simulados já seria suficiente para um ambiente de circulação. A autonomia de luz natural em todos os modelos analisados corresponde a 100%, o que afasta a necessidade de iluminação artificial complementar nas circulações do edifício.

Observa-se que apesar do uso da proteção solar, a autonomia da luz natural não foi alterada. A ação desses elementos no estudo em questão foi proteger o ambiente da luz solar direta e redirecioná-la, reduzindo a iluminância e prevenindo ganhos térmicos e ofuscamento.

A partir dos resultados supracitados, constata-se uma autonomia de luz natural no ambiente de 100%, considerando-se o período analisado no estudo (8h às 16h).

#### 4.3 Economia de energia proporcionada pelas aberturas zenitais

Ao analisar o consumo de energia total da edificação com iluminação, levando-se em consideração as características das lâmpadas e luminárias especificadas em projeto arquitetônico, e de acordo com a equação 01, verifica-se um consumo mensal de 2.059 kWh. Devido às aberturas zenitais, observou-se que não há necessidade de uso de iluminação artificial nas circulações. Essa economia representa 221 kWh e corresponde a uma redução de 10,7% no consumo mensal de energia elétrica para iluminação da edificação.



Utilizando o valor da tarifa atual para alta tensão fornecido pela companhia de distribuição de energia local, (R\$/Kwh 0,294<sup>3</sup>) percebe-se uma economia mensal de R\$ 65,12 (sessenta e cinco reais e doze centavos) e anual de R\$ 781,44 (setecentos e oitenta e um reais e quarenta e quatro centavos). A partir desses dados, calculou-se o tempo de retorno do investimento para tal tipo de solução na edificação em estudo, proporcionado pela economia de energia, que seria de 17 anos.

Observa-se, ainda, que o valor para implantação das aberturas zenitais na edificação em estudo correspondeu a pouco mais de 1% do valor total da obra (R\$ 1.235.849,00), caracterizando-se como uma solução pouco onerosa. Tem-se, assim, uma vantagem na utilização dessa solução, pois levando em consideração a longevidade das construções e considerando a necessidade atual de maior preocupação com a sustentabilidade ambiental nas edificações, as aberturas zenitais tornam-se uma alternativa viável para obras públicas.

## 5. CONCLUSÕES

A partir dos dados resultantes das simulações realizadas, pode-se observar que as aberturas zenitais garantem iluminância satisfatória para o ambiente em questão: mesmo após a inserção dos protetores solares, a autonomia de luz natural não apresentou alteração, correspondendo a 100% em todos os modelos analisados. A inserção das venezianas bloqueia a luz solar direta, transformando a abertura zenital em uma fonte de luz difusa, evitando ofuscamentos e ganhos de calor por radiação direta.

Vale ressaltar a importância do desenvolvimento de diretrizes projetuais que considerem a relação entre os elementos arquitetônicos e a luz disponível, com destaque para o uso de protetores solares. Esses dispositivos podem ser um importante recurso de iluminação natural se planejados para redirecionar a luz direta onde for necessário, minimizando a necessidade de iluminação artificial.

Em relação à economia de energia, observou-se que as aberturas zenitais proporcionaram uma economia 10,7% em relação à energia gasta com a iluminação de toda a edificação.

Diante do desempenho das aberturas zenitais investigadas, propõe-se, como estudo futuro, a verificação da influência da iluminação natural proveniente das circulações para os ambientes de trabalho adjacentes. Este estudo limitou-se a investigar o desempenho de aberturas zenitais para a iluminação natural, portanto os efeitos desse tipo de abertura para ganhos de calor no ambiente não foram levados em consideração. Sugere-se que tais efeitos também sejam investigados em estudos futuros, possibilitando maior conhecimento desse sistema e ampliando as possibilidades de utilização em outros tipos de ambiente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR ISO 8995-1**: Iluminação de ambientes internos de trabalho. ABNT, 2013.
- BAKER, N. ; STEEMERS, K. *Daylight Design of Buildings*. London: James & James, 2002.
- BITTENCOURT, Leonardo; CÂNDIDO, Christhina. **Introdução à ventilação natural**. 2. ed. rev. e ampl. - Maceió: Edufal, 2006.
- BRASIL. **Instrução Normativa nº 01, de 19 de janeiro de 2010**. Dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dá outras providências.
- CABÚS, Ricardo Carvalho. **Análise do desempenho luminoso de sistemas de iluminação zenital em função da distribuição de iluminâncias**. Florianópolis, 1997. 156 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.
- CABÚS, Ricardo Carvalho. **TropLux 7- Guia do usuário**. Maceió: Grilu, 2014.
- CABÚS, Ricardo. **Validação do programa TropLux**. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, n. VII e Encontro Latino-americano de Conforto No Ambiente Construído, n. IV, 2005, Maceió. Disponível em: [http://www.ctec.ufal.br/grupospesquisa/grilu/arquivos/Validacao\\_do\\_programa\\_troplux.pdf](http://www.ctec.ufal.br/grupospesquisa/grilu/arquivos/Validacao_do_programa_troplux.pdf). Acesso em: 12 de jul. 2014.
- LAM, W. M. C., *Sunlighting as formgiver for architecture*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1986.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balanco Energético Nacional, ano base 2012- Consumo de energia por setor**. Brasília: MME, 2013.
- Philips. **Guia Prático Philips Iluminação**. Disponível em: [www.lighting.philips.com.br/pwc\\_li/br\\_pt/connect/Assets/pdf/GuiaBolso\\_Sistema\\_09\\_final.pdf](http://www.lighting.philips.com.br/pwc_li/br_pt/connect/Assets/pdf/GuiaBolso_Sistema_09_final.pdf). Acesso em: abr. 2015.
- POZZI, Marion D. F. **Iluminação zenital em ambientes industriais: o caso Dana Albarus RS**. In: Conferência Latino-americana de Construção Sustentável, n. I e Encontro Nacional de tecnologia do Ambiente Construído, n. X, 2004, São Paulo. ISBN 85-89478-08-4.
- REINHART, Christoph; WIENOLD, Jan. *The daylighting dashboard e A simulation-based design analysis for daylit spaces*. Building and Environment, V. 46, 386-396 p., dec. 2011.

<sup>3</sup> Resolução ANEEL nº1858 de 27 de fevereiro de 2015. Disponível em:

<http://www.eletrbrasalagoas.com/arquivos/Tarifa> Acesso em: 20/04/2015, às 11:00 horas.



SANTOS, Laila Souza. **Requisitos de iluminação natural nos sistemas de avaliação de edifícios e impactos energéticos em edificações comerciais no Brasil**. 2012, 120f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2012.

CIE – COMMISSION INTERNATIONALE L'ACLAIRAGE. *Spatial distribution of daylight – CIE standard general sky*. Publication CIE S 011/E:n2003. Viena, Áustria, 2003.

\_\_\_\_\_. (2014) TropLux Versão 7.0 - **Manual do Usuário**. Maceió: Grilu.