# DESEMPENHO LUMINOSO DE PRATELEIRAS DE LUZ A PARTIR DA VARIAÇÃO DA SUA GEOMETRIA

**Ester Basilio Siqueira (1); Andréa Coelho Laranja (2)**
(1) Graduanda em Arquitetura e Urbanismo, ester.basilio@outlook.com, Universidade Federal do Espírito Santo
(2) Doutora em Arquitetura e Urbanismo, andrea.laranja@ufes.br, Universidade Federal do Espírito Santo

## RESUMO
A presente pesquisa aborda o desempenho de elementos de proteção solar, em específico as prateleiras de luz. Climas tropicais úmidos tendem a receber grande quantidade de radiação solar o que pode prejudicar o conforto luminoso dos usuários dos ambientes bem como agravar os ganhos térmicos. Desta forma, o uso de elementos de proteção solar é uma alternativa para conter a incidência solar direta nos ambientes internos. Assim, esta pesquisa tem como objetivo investigar o desempenho luminoso das prateleiras de luz em clima tropical úmido a partir de diferentes configurações na sua geometria, em específico a angulação. A metodologia abrange pesquisas bibliográficas a cerca do uso das prateleiras de luz e o uso de Carta Solar da cidade de Vitória- ES, bem como simulação computacional com o software TropLux. As simulações ocorreram em ambiente de escritório com as aberturas orientadas para Norte e Sul, nos horários entre 08h00 e 17h00, todos os dias do ano. Adotou-se cinco modelos de análise: a) sem prateleira; b) com prateleira horizontal; c) com prateleira inclinada 5°; d) prateleira inclinada 10°; e) prateleira inclinada 15°. A partir dos resultados conclui-se que, para Norte, o modelo mais inclinado apresentou a melhor performance em 2/3 do ano (Março a Outubro) chegando a uma diferença percentual de 16% em relação aos outros modelos. Já para a orientação Sul, a inclinação das prateleiras não traz melhorias significativas se comparado à prateleira horizontal. Em relação à Autonomia de Luz Natural, para todos os modelos, esta foi constatada em quase 100% das horas simuladas, atendendo ao parâmetro de iluminância mínima utilizado.

Palavras-chave: iluminação natural, prateleira de luz, simulação computacional.

## ABSTRACT
This research addresses the performance of sun protection elements, specifically the light shelves. Humid tropical climates tend to receive large amounts of solar radiation, which can impair the luminous comfort of the users of the environments as well as aggravate the thermal gains. Therefore, the use of sun protection elements is an alternative to contain direct sunlight in indoor environments. Thus, this research aims to investigate the luminous performance of light shelves in a tropical-humid climate from different configurations in their geometry, specifically the angulation. The methodology covers bibliographic research about the use of light shelves, the use of the local Sun Path Diagram of Vitória- ES, as well as computer simulation with the TropLux software. The simulations occurred in an office environment with the openings oriented to North and South, between 8:00 am and 5:00 pm, every day of the year. Five analysis models were adopted: a) without a shelf; b) with horizontal shelf; c) with a 5 ° inclined shelf; d) 10 ° inclined shelf; e) 15 ° inclined shelf. From the results it can be concluded that, for the North, the most inclined model presented the best performance in 2/3 of the year (March to October) reaching a percentage difference of 16% in relation to the other models. As for the South orientation, it is noticed that the inclination of the shelves does not bring significant improvements when compared to the horizontal shelf. In relation to Daylight Autonomy, this was verified in almost 100% of the simulated hours, meeting the parameter of minimum illuminance used.

Keywords: daylight, light shelf, computer simulation.

## 1. INTRODUÇÃO

É comumente sabido que atualmente é crescente a preocupação com a disponibilidade dos recursos naturais. Nesse sentido, diversas pesquisas buscam trazer soluções para redução, por exemplo, do consumo de energia com iluminação artificial e o melhor aproveitamento da iluminação natural, uma vez que, 20% do consumo total de energia em edifícios é proveniente da iluminação artificial de acordo com a Agência Internacional de Energia (AMASYALI; EL-GOHARY, 2018). Por outro lado, pesquisas indicam que a envoltória tem uma grande capacidade de controle da iluminação natural para dentro do ambiente. A existência de elementos associados a ela, tais como dispositivos sombreadores, varandas, marquises, brises, prateleiras de luz, dentre outros, corroboram com esse controle térmico e lumínico do ambiente (CARVALHO; CABÚS, 2020; LEE et al., 2017; MARESI, 2016; TZEMPELIKOS; ATHIENITIS; KARAVA, 2007).

No que se refere à prateleira de luz, esta se caracteriza como um dispositivo de controle da iluminação natural e insolação. Esse dispositivo é inserido na janela, dividindo-a em duas partes, funcionando como sombreador da porção inferior da janela mas permitindo a reflexão da luminosidade pela porção superior. Sendo assim, considerando que muitos estudos confirmam a sua eficiência, urge que soluções como a prateleira de luz, atuem na redução do consumo da iluminação artificial e no melhor aproveitamento da iluminação natural, conforme ressaltam alguns autores (LEE et al., 2017; LEE; SEO; CHOI, 2019; MAIOLI; TAUFNER; ALVAREZ, 2015; PEREIRA, 2017; WARRIER; RAPHAEL, 2017;).

Há convergências porém, de alguns autores, de que o dispositivo prateleira de luz não apresenta o potencial para aumentar os níveis de iluminância ao fundo de um ambiente (BERARDI; ANARAKI, 2015; FREEWAN; SHAO; RIFFAT, 2008; MARESI, 2016; OCHOA; CAPELUTO, 2006). Esses autores completam que, o maior potencial da prateleira de luz está em aumentar a uniformidade da iluminação, fato este observado em função da redução da iluminação nas áreas próximas à abertura e consequentemente redução do contraste dentro do ambiente. Já Warrier e Raphael (2017) ressaltam em sua pesquisa a queda da performance da uniformidade, constatando casos onde ocorreu um aumento da diferença entre a iluminância máxima e mínima em 76% das situações analisadas. A mesma constatação também é feita por Mangkuto et al., (2018). Warrier e Raphael (2017) e Mangkuto et al., (2018) analisaram a variação da geometria da prateleira de luz ao comparar o desempenho das prateleiras horizontais e inclinadas e constataram que prateleiras adaptáveis e inclinadas têm melhor desempenho.

Desta forma, considerando a importância do controle da incidência direta da radiação, bem como da capacidade das prateleiras de luz de melhorar a uniformidade da luz natural no ambiente interno, esta pesquisa aborda a respeito da iluminação natural em ambiente de escritórios avaliando a performance luminosa de dispositivos tipo prateleiras de luz, em diferentes configurações geométricas.

## 2. OBJETIVO

Investigar o desempenho luminoso das prateleiras de luz em clima tropical úmido a partir de diferentes configurações na sua geometria, em específico a angulação.

## 3. MÉTODO

A metodologia foi estruturada conforme as etapas a seguir:

1. Caracterização do ambiente interno adotado;
2. Uso da Carta Solar e construção das prateleiras de luz em função das máscaras de sombra;
3. Definição dos parâmetros de análise das simulações.

### 3.1. Caracterização do ambiente interno

O edifício considerado apresenta 11 pavimentos, sendo um térreo e 10 tipo, caracterizado por uma planta 30x15m de largura e profundidade respectivamente, sendo esse com características comuns encontradas em diversas regiões do Brasil, conforme informações acerca da tipologia levantadas pelo trabalho de Lamberts, Ghisi e Ramos (2006). O mesmo edifício também fora adotado, de forma semelhante, em pesquisas anteriores por Bernabé (2012), Casagrande (2013), Maioli, Taufner e Alvarez (2015) e Santos (2012), como na Figura 1.

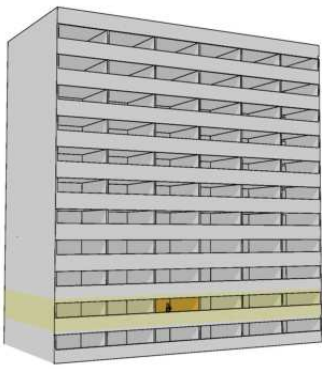

Figura 1 – Representação esquemática da edificação composta por torre de 11 pavimentos. Em destaque a sala analisada. Sem escala.
Fonte: as autoras (2020)

As salas adotadas na simulação, dispostas lado a lado na maior dimensão do edifício, referem-se a ambientes de escritório. Este ambiente possui dimensões aproximadas de 5m x 6m x 2,70, respectivamente largura, profundidade e pé direito. A área do ambiente corresponde a 30 m², cuja metragem é uma prática usual adotada por construtoras em Vitória- ES. A abertura foi simulada orientada para Norte e Sul e caracteriza-se por dimensões de 5,00m x 1,30m x 1,10m, respectivamente largura, altura e peitoril. Esta abertura possui área de 6,5 m², equivalente à 21,6% da aréa da sala, com WWR (Window to Wall Ratio) de aproximadamente 48,15%, Figura 2.

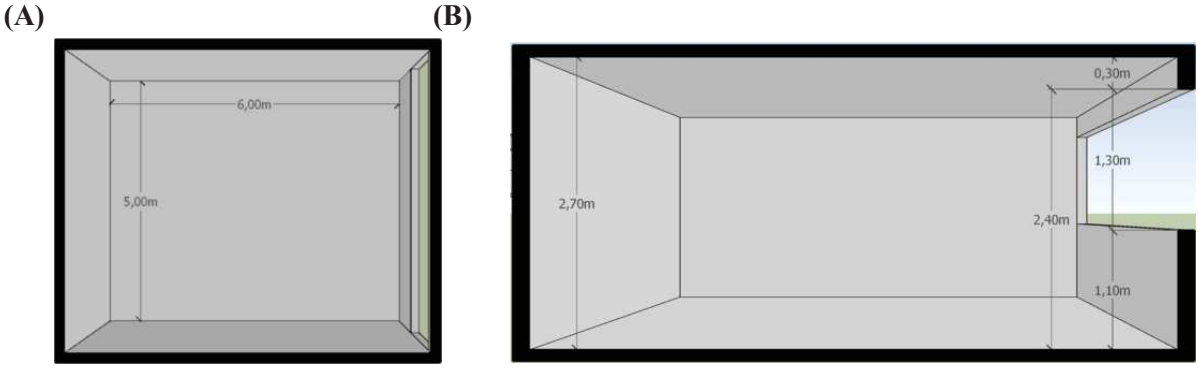


Figura 2 – Planta Baixa e Corte esquemáticos fugados com as dimensões do modelo de ambiente interno: (A) planta baixa; (B) corte.
Fonte: as autoras (2020)

Visando determinar a quantidade de pontos de medição para iluminação natural adotou-se a NBR 15215-4 (ABNT, 2005), que utiliza pra fins de cálculo as próprias características do ambiente, são estas: comprimento, altura, largura e posição dos pontos de referência. À vista disso, aplica-se a seguinte equação:

$$K = \frac{C.L}{H_m}(C + L)$$

Equação 1

Onde:
K é o índice do local;
L é a largura do ambiente [m];
C é o comprimento do ambiente [m];
Hm é a distância vertical entre a superfície de trabalho e o topo da janela [m].

O número de pontos foi calculado em 16, todavia adotou-se 20 visando reduzir as possibilidades de erros. Assim, os pontos foram alocados a 75cm do piso, distando 1m entre si (Figura 3).

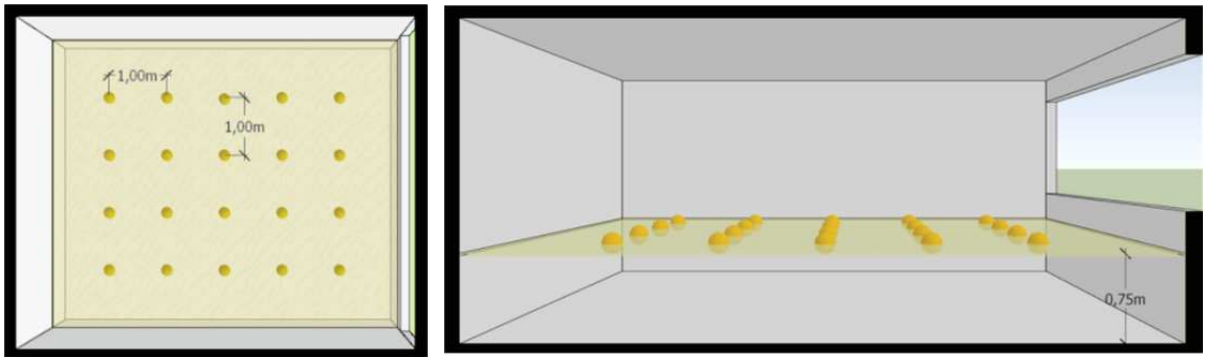


Figura 3 – Planta Baixa e Corte esquemáticos fugados, com posicionamento dos pontos de medição das iluminâncias. Sem escala. Fonte: as autoras (2020).

## 3.2. Uso da Carta Solar e construção das prateleiras de luz

A etapa seguinte foi a análise da Carta Solar de Vitória- ES (LAT 20°19'10"S e LONG 40°20'16"). Como se trata de um ambiente corporativo, onde estão alocados escritórios, arbitrou-se um horário padrão de análise das simulações, de 8h00 às 17h00 para todos os dias do ano, em função do período de uso do ambiente. As simulações ocorreram para a orientação Norte e Sul, visto que o dispositivo Prateleira de Luz apresenta melhor eficácia nessas duas orientações. Inicialmente, havia sido adotada uma máscara de sombra de 8h00 às 17h00, mas em função da extensão da superfície horizontal, reduziu-se o tempo de mascaramento no gráfico solar para diminuir a profundidade da prateleira. Diante disso a máscara de sombra foi adotada de 8h00 às 16h00, contudo mantendo-se o período de simulação até 17h00. Aplicando a instrumentalização da Geometria Solar para construção das prateleiras de luz horizontais e inclinadas, manteve-se constante o ângulo alfa e a área da superfície refletora da prateleira de luz. A partir disso foram definidas as seguintes características:

a) Orientação Norte: Prateleira definida em função do ângulo vertical (α) de 28° conforme mascaramento, Figura 4.

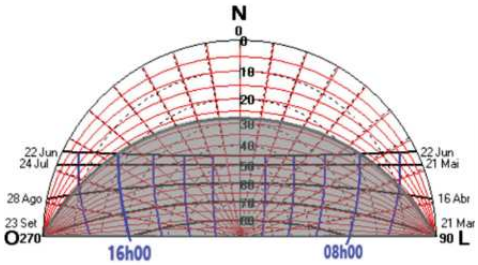


Figura 4 – Gráfico Solar de Vitória com identificação dos horários de mascaramento para orientação Norte. Fonte: as autoras (2020)

Assim, para orientação Norte, apresentam-se os modelos com as prateleiras inseridas na fachada, variando sua inclinação e mantendo a área da superfície refletora de 9,4 m² além da angulação vertical de 28°, cuja angulação é assegurada pelo anteparo acoplado sob o dispositivo, Figura 5.

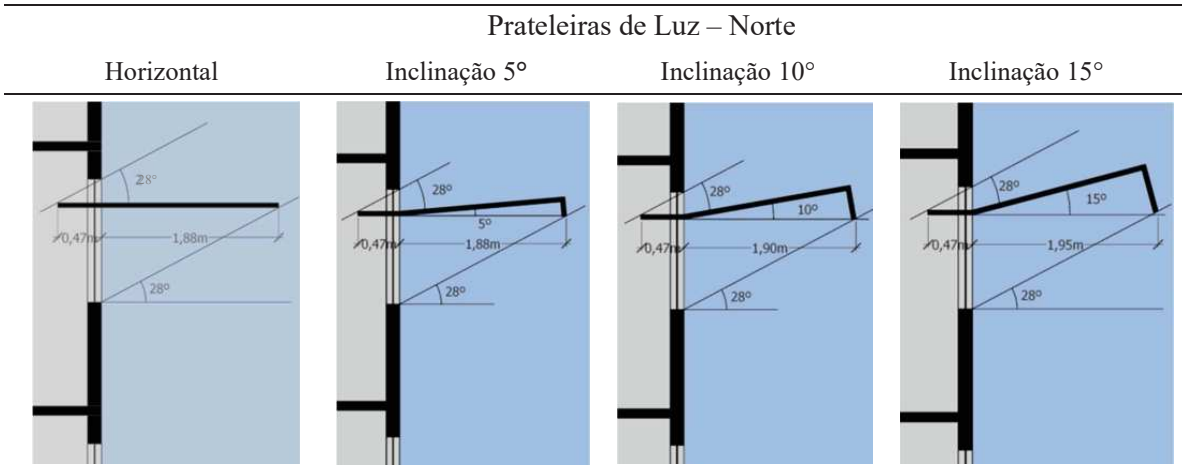


Figura 5 – Vista lateral das prateleiras de luz Norte, em destaque o anteparo acoplado sob a prateleira de luz. Sem escala. Fonte: as autoras (2020)

b) Orientação Sul: Prateleira definida em função do ângulo vertical (α) de 68° conforme mascaramento, Figura 6.

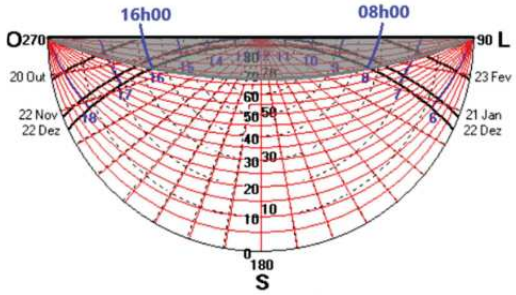


Figura 6 – Gráfico Solar de Vitória com identificação dos horários de mascaramento para orientação Sul. Fonte: as autoras (2020)

Assim, para orientação Sul, apresentam-se os modelos com as prateleiras inseridas na fachada, variando sua inclinação e mantendo a área da superfície refletora de 2 m² além da angulação vertical de 68°, cuja angulação é assegurada pelo anteparo acoplado sob o dispositivo, Figura 7.

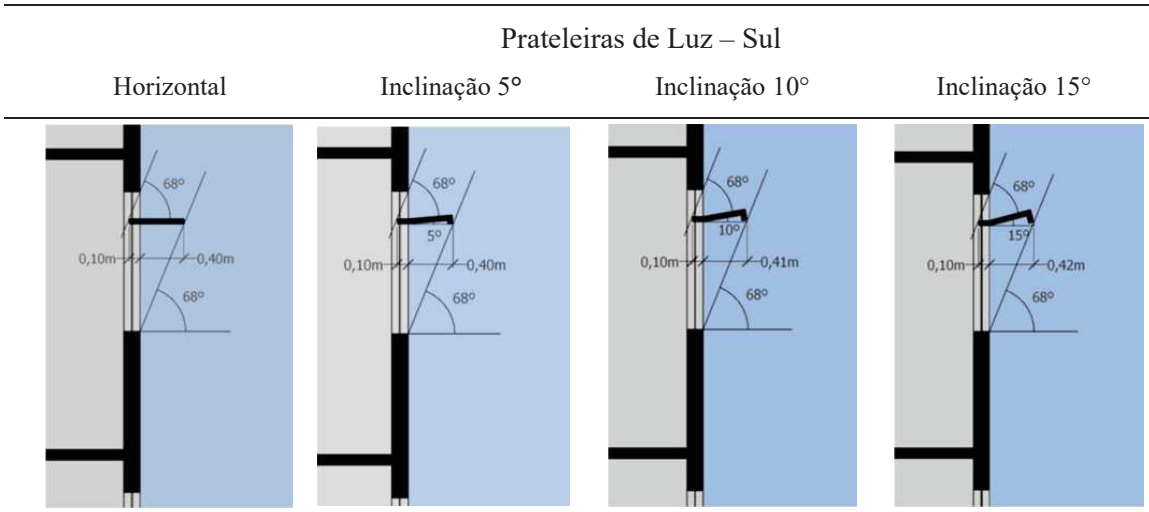


Figura 7 – Vista lateral das prateleiras de luz Sul, em destaque o anteparo acoplado sob a prateleira de luz. Sem escala. Fonte: as autoras (2020)

## 3.3. Definição dos parâmetros de análise das simulações

Utilizou-se o céu DDL (dinâmico) tendo como base os dados climáticos de Vitória, para inserção no software Troplux. No que se refere aos coeficientes de reflexão, estes foram adotados conforme a NBR ISSO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013), que normaliza a iluminação de ambientes de trabalho, Tabela 1.

Tabela 1 – Refletâncias adotadas.

| | **Superfície Interna** | | | **Superfície Externa** | | **Prateleira de Luz** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Refletância** | Teto | Parede | Piso | Parede | Piso | 0,8 |
| | 0,8 | 0,6 | 0,2 | 0,6 | 0,2 | |

Foram utilizadas duas métricas para avaliação da iluminação natural no modelo: a UDI (Iluminância Natural Útil ) e a DA (Autonomia de Luz Natural). Para análise da UDI os resultados foram comparados aos intervalos: a) 0-100 lx, insuficiente; b) 100-300 lx, suficiente mas com necessidade de iluminação complementar; c)300-3000 lx, suficiente e d) >3000 lx, excessivo, propostos por Mardaljevic et al., (2011). Também foram extraídos os percentuais do intervalo suficiente (300-3000 lx) os quais possibilitaram detectar a diferença percentual entre os maiores e menores valores de cada mês. Por fim, na análise da métrica DA, foi possível investigar o percentual de horas/ano em que o ambiente mantém um nível mínimo de iluminância necessária.

## 4. RESULTADOS

A análise dos resultados foi estruturada a partir dos seguintes modelos: (A) Sem prateleira de luz; (B) Com prateleira horizontal; (C) Com prateleira inclinada 5º; (D) Prateleira inclinada 10º; (E) Prateleira inclinada 15º.

Na Figura 9, para orientação Norte, como já era esperado, foi possível observar que o modelo A apresenta percentual elevado de iluminação excessiva em todos os meses do ano. Já os modelos com prateleira de luz reduzem esse percentual quase totalmente, sendo que a melhor performance é do modelo B, com prateleira horizontal. Esse desempenho garante ao ambiente a redução do ofuscamento e dos contrastes de iluminação, proporcionando melhor conforto na realização de atividades e consequente redução com gastos de energia elétrica, uma vez que o usuário não sente a necessidade de fechar cortinas e recorrer à iluminação artificial.

No que se refere ao intervalo de iluminação suficiente (300-3000 lx), observou-se que o aumento da inclinação da prateleira de luz contribuiu para uma ampliação do percentual de iluminação suficiente, o qual chega a alcançar 11% a mais em sete meses do ano (março a setembro), com os melhores resultados para o Modelo E (inclinação de 15°). Isto, porém é acompanhado de uma leve redução neste intervalo em quatro meses do ano (Novembro a Fevereiro). Apesar desta leve redução, ainda é possível destacar a melhor performance nos modelos com prateleiras inclinadas, com destaque para o modelo E, onde haverá menor demanda por iluminação artificial e consequentemente aumento do desempenho energético da edificação.

Em relação ao intervalo suficiente mas com necessidade de iluminação complementar (100-300 lx), percebe-se que as prateleiras inclinadas apresentam melhor performance do que a horizontal. Esta melhor performance é observada, nos meses de menor altura solar, com uma redução de 10% do percentual de horas que demandam energia elétrica com iluminação artificial, já nos meses de maior altura solar este percentual é menor, entorno de 2%. Logo, é possível destacar a melhor resposta dos modelos com prateleiras de luz inclinada, mas com destaque para o Modelo E (inclinação de 15°).

No que se refere ao intervalo insuficiente, não há variações significativas entre os modelos com prateleira de luz horizontal e inclinada.

Por outro lado, para a orientação Sul na Figura 10, embora a presença do dispositivo prateleira de luz tenha um saldo positivo, observa-se um desempenho inferior quando comparado a abertura orientada para Norte. Isso ocorre, na orientação Sul devido à iluminação difusa da luz, a qual não é contida pela prateleira de luz, ao contrário das situações onde há maior ocorrência da iluminação direta. Ainda é possível observar que todos os modelos apresentam grandes percentuais de iluminação excessiva ao longo do ano, sobretudo nos meses de menor altura solar, com destaque para o modelo A, sem prateleira, alcançando 32,8% no mês de Junho. Com a presença da prateleira de luz esse percentual é reduzido em até 7,5%, sendo que a melhor performance é assegurada pelo modelo B, com prateleira horizontal.

No que se refere ao intervalo de iluminação suficiente (300-3000 lx), percebe-se que a inclinação das prateleiras não traz melhorias significativas se comparada à prateleira horizontal. De uma forma geral o desempenho de todos os modelos com prateleiras apresenta um percentual superior em cerca de 5% quando comparado ao ambiente sem prateleira de luz, reduzindo desta forma a demanda por iluminação artificial.

Em relação ao intervalo suficiente mas com necessidade de iluminação complementar (100-300 lx), observa-se que a presença da prateleira não proporciona melhorias uma vez que a variação percentual não passa de 1% entre todos os modelos, com e sem prateleira. Já no intervalo insuficiente (<100 lx), também não houve variações significativas entre os modelos, de forma que a variante da geometria das prateleiras não se apresentou como um fator relevante para o desempenho lumínico do ambiente, de acordo com os percentuais apresentados das UDIs.

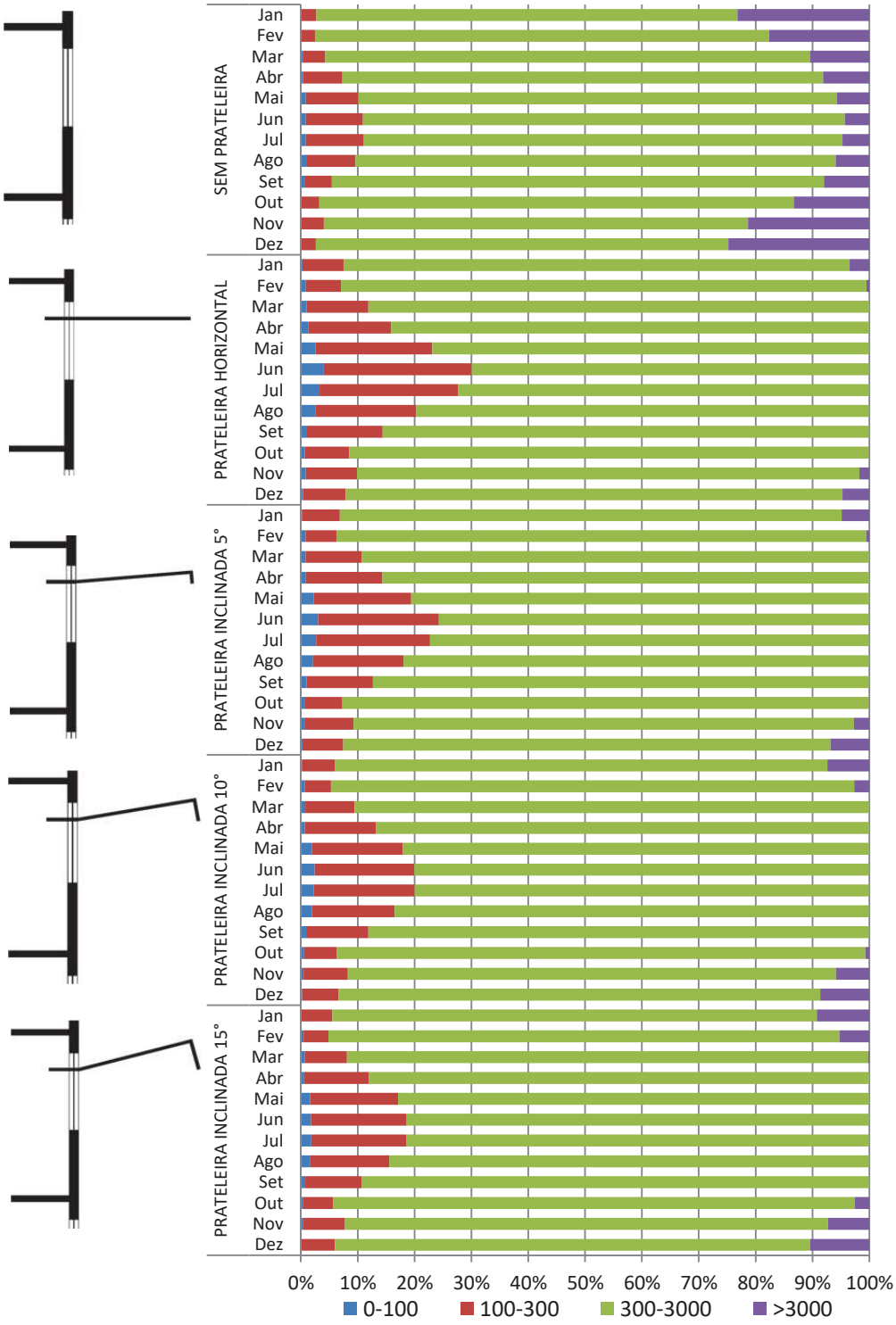


Figura 9 – Gráfico com percentuais de iluminância de acordo com os intervalos das UDIs, em todos os meses do ano para os diferentes modelos de prateleira, orientação Norte. Fonte: as autoras (2020)

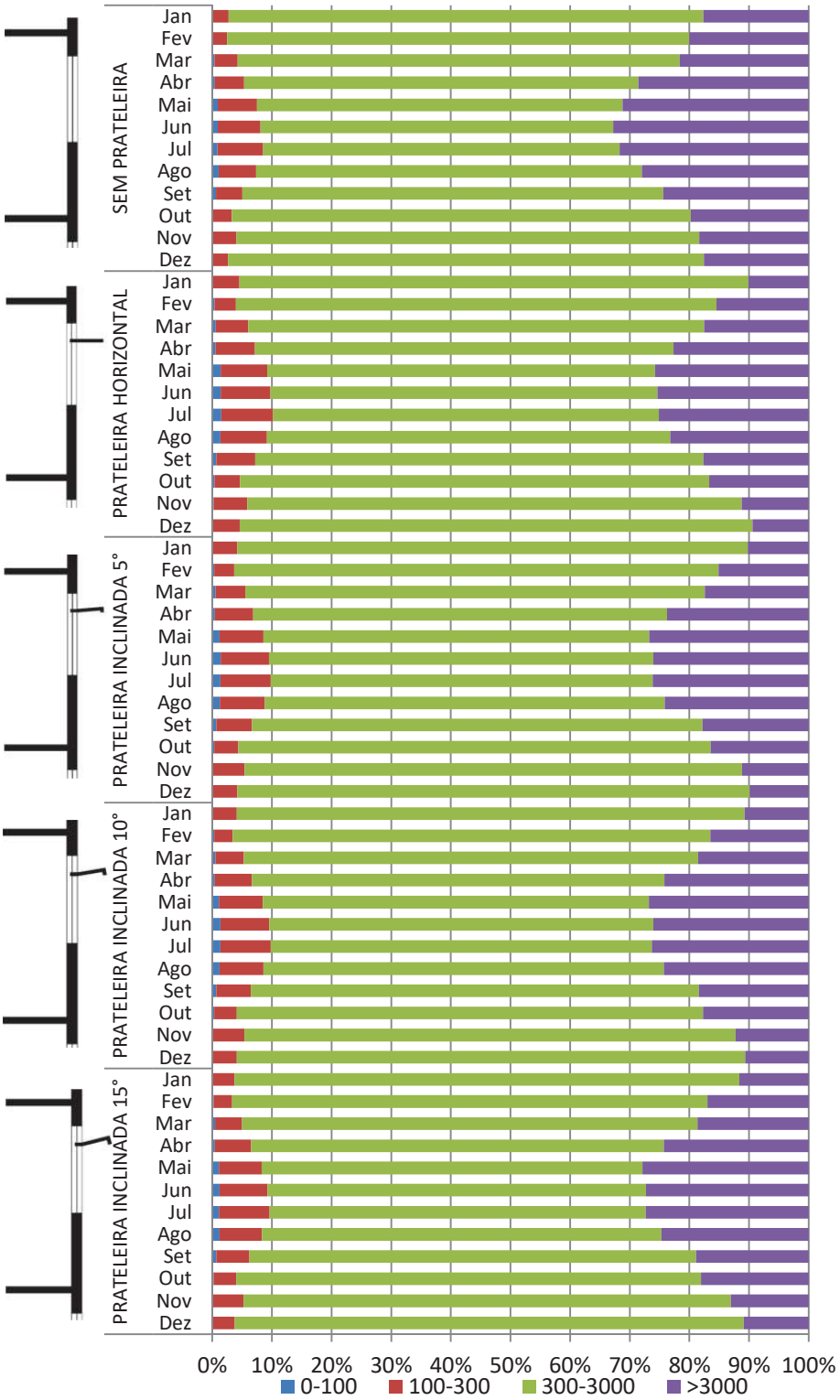


Figura 10 – Gráfico com percentuais de iluminância de acordo com os intervalos das UDIs, em todos os meses do ano para os diferentes modelos de prateleira, orientação Sul. Fonte: as autoras (2020)

A Figura 11, Norte, permite analisar, para cada modelo, a diferença percentual entre os maiores e menores valores de cada mês. É possível constatar mais uma vez, que o aumento da inclinação da prateleira de luz contribuiu para uma ampliação do percentual de iluminação suficiente, abarcando 2/3 do ano (Março a Outubro). Destaca-se que esta diferença percentual chega a 16%, nos meses de menor altura solar. A pequena redução da performance que pode ser observada (na prateleira de maior inclinação) ocorre em somente 1/3 do ano (Novembro a Fevereiro). Desta forma conclui-se pelo maior desempenho da prateleira de luz (Modelo E) para a orientação Norte, onde haverá menor demanda por iluminação artificial ao longo do

ano. Já para orientação Sul, Figura 12, não foram observadas diferenças percentuais significativas, sendo possível adotar, no caso desta orientação, qualquer um dos modelos.

**(A)**

| Intervalo da UDI 300-3000, Norte e diferença percentual | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | c/ prat | prat 5° | prat 10° | prat 15° | Diferença % entre o menor e o maior valor |
| Jan | 89,05 | 88,27 | 86,66 | 85,21 | 4,51 |
| Fev | 92,43 | 93,16 | 92,04 | 89,86 | 3,67 |
| Mar | 88,11 | 89,35 | 90,53 | 91,68 | 4,05 |
| Abr | 84,12 | 85,68 | 86,83 | 88,07 | 4,70 |
| Mai | 76,87 | 80,6 | 82,05 | 82,9 | 7,84 |
| Jun | 69,93 | 75,7 | 80,03 | 81,4 | 16,40 |
| Jul | 72,32 | 77,29 | 80 | 81,47 | 12,65 |
| Ago | 79,69 | 81,95 | 83,52 | 84,45 | 5,97 |
| Set | 85,6 | 87,33 | 88,12 | 89,33 | 4,36 |
| Out | 91,44 | 92,63 | 92,95 | 91,81 | 1,65 |
| Nov | 88,4 | 88,02 | 85,87 | 84,95 | 4,06 |
| Dez | 87,39 | 85,74 | 84,69 | 83,6 | 4,53 |

maior valor menor valor

**(B)**

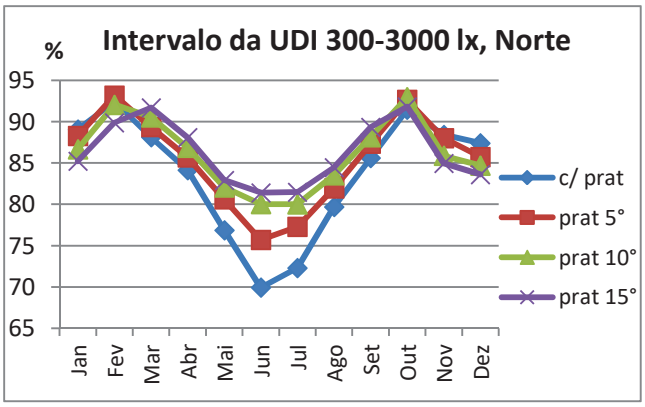


Figura 11 – (A) Tabela dos intervalos suficientes (300-3000 lx) e diferença percentual entre o maior e menor valor, (B) Gráfico dos intervalos suficientes. Fonte: as autoras (2020).

**(A)**

| Intervalo da UDI 300-3000, Sul e diferença percentual | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | c/ prat | prat 5° | prat 10° | prat 15° | Diferença % entre o menor e o maior valor |
| Jan | 85,34 | 85,6 | 84,87 | 84,66 | 1,11 |
| Fev | 80,61 | 81,25 | 80,07 | 79,7 | 1,94 |
| Mar | 76,47 | 77,05 | 76,16 | 76,34 | 1,17 |
| Abr | 70,17 | 69,38 | 69,17 | 69,17 | 1,45 |
| Mai | 65 | 64,69 | 64,76 | 64,02 | 1,53 |
| Jun | 64,9 | 64,42 | 64,4 | 63,42 | 2,33 |
| Jul | 64,66 | 64,05 | 63,87 | 63,06 | 2,54 |
| Ago | 67,63 | 67,03 | 67,11 | 66,97 | 0,99 |
| Set | 75,15 | 75,52 | 75,15 | 74,92 | 0,80 |
| Out | 78,68 | 79,23 | 78,21 | 77,94 | 1,66 |
| Nov | 82,88 | 83,37 | 82,37 | 81,7 | 2,04 |
| Dez | 86,03 | 85,92 | 85,23 | 85,35 | 0,94 |

maior valor menor valor

**(B)**

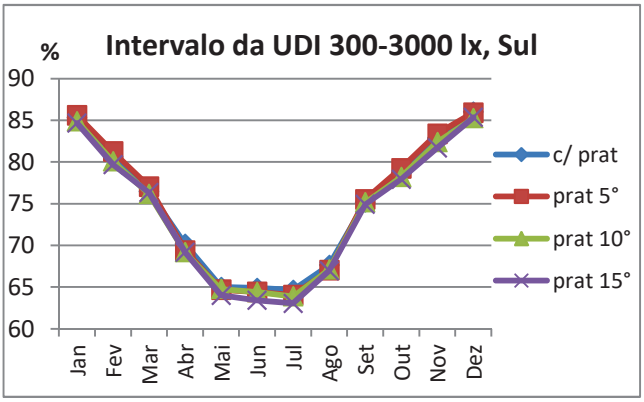


Figura 12 – (A) Tabela dos intervalos suficientes (300-3000 lx) e diferença percentual entre o maior e menor valor, (B) Gráfico dos intervalos suficientes. Fonte: as autoras (2020).

A Autonomia de Luz Natural (DA), foi constatada em quase 100% das horas simuladas, atendendo ao parâmetro de iluminância mínima do intervalo suficiente proposto por Mardaljevic et al., (2011), com uma leve redução no mês de junho, para orientação Norte. Esse decaimento indicou a necessidade de novas simulações onde é possível detectar que essa redução ocorre no início e fim do dia nos meses de menor altura solar. Haja vista esse pormenor, ainda é possível destacar a boa performance das prateleiras de luz, uma vez que a DA é garantida nos principais horários de trabalho no ambiente de escritório e, portanto, há menor demanda por iluminação artificial e consequentemente aumento do desempenho energético da edificação.

## 5. CONCLUSÕES

O propósito deste estudo foi analisar o desempenho das prateleiras de luz em clima tropical úmido a partir de diferentes configurações na sua geometria, em específico a sua angulação. A pesquisa teve como base uma metodologia voltada para simulações computacionais com o fim de diagnosticar as métricas adotadas, UDIs e DA.

No que se refere à orientação Norte, os resultados decorrentes da UDI no intervalo suficiente e para o intervalo suficiente mas com necessidade de iluminação complementar, os modelos inclinados apresentaram a melhor performance, propiciando menor demanda por iluminação artificial e consequente aumento no desempenho energético da edificação. Além disso, destaca-se o modelo E (inclinação 15º) como o modelo que apresentou a melhor performance em 50% dos casos.

Já para orientação Sul, não houve variações significativas de desempenho entre os modelos com prateleiras e com prateleiras inclinadas, destacando-se porém que o modelo com prateleira horizontal teve uma capacidade um pouco maior na redução da iluminação excessiva, chegando a 7,5%.

De forma geral foi possível constatar que, para orientação Norte, em 2/3 do ano (Março a Outubro) a inclinação da prateleira de luz contribuiu para a ampliação do percentual de iluminação suficiente e apresentou uma diferença percentual que chega a 16% nos meses de menor altura solar. Porém, a pequena redução da performance que pode ser observada (na prateleira de maior inclinação) ocorre em somente 1/3 do ano (Novembro a Fevereiro). Já para orientação Sul, não foram observadas diferenças percentuais significativas, sendo possível adotar, no caso desta orientação, qualquer um dos modelos.

A Autonomia de Luz Natural foi constatada em quase 100% das horas simuladas, atendendo ao parâmetro de iluminância mínima.

Por fim, os resultados confirmam que o uso do dispositivo, prateleira luz horizontal e prateleira de luz inclinada, é eficaz na redução da iluminação excessiva que gera ofuscamento, porém não é eficaz em melhorar a iluminância ao fundo do ambiente. Ademais, vale destacar as limitações da pesquisa como a utilização de uma refletância para as prateleiras de luz, um único modelo de simulação e latitude especifica. É necessário que os resultados aqui encontrados sejam aplicados com cautela sendo possível adotar essa metodologia para novos modelos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


AMASYALI, Kadir; EL-GOHARY, Nora M. A review of data-driven building energy consumption prediction studies. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 81, p. 1192-1205, 2018.

Associação Brasileira de Normas Técnicas: **ABNT NBR 15215-4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – Método de medição**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005. (NBR 15215-4).

Associação Brasileira de Normas Técnicas: **ABNT ISO/ CIE 8995-1:2013: Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. (NBR ISSO/CIE 8995-1).

BERARDI, Umberto; ANARAKI, Hamid Khademi. Analysis of the impacts of light shelves on the useful daylight illuminance in office buildings in Toronto. **Energy Procedia**, v. 78, p. 1793-1798, 2015.

BERNABÉ, A. C. A. **A influência da envoltória no consumo de energia em edifícios comerciais artificialmente climatizados na cidade de Vitória-ES**. Dissertação de Mestrado. UFES. Vitória, 2012.

CARVALHO, Marlise Lila Silva; CABÚS, Ricardo Carvalho. Eficiência da luz solar refletida e desempenho de dispositivos de sombreamento. **Ambiente Construído**, v. 20, n. 2, p. 191-209, 2020.

CASAGRANDE, B. G. **Cenários climáticos futuros: diagnóstico prospectivo do desempenho termoenergético de edifícios comerciais no Brasil para o século XXI**. Dissertação de Mestrado, Centro Tecnológico. UFES. Vitória. 2013.

FREEWAN, A. A.; SHAO, Li; RIFFAT, S. J. S. E. Optimizing performance of the lightshelf by modifying ceiling geometry in highly luminous climates. **Solar Energy**, v. 82, n. 4, p. 343-353, 2008.

LAMBERTS, Roberto; GHISI, R.; RAMOS, Greici. Impactos da adequação climática sobre a eficiência energética e o conforto térmico de edifícios de escritórios no Brasil. **Florianópolis: LabEEE**, 2006.

LEE, Heangwoo et al. Study on movable light-shelf system with location-awareness technology for lighting energy saving. **Indoor and Built Environment**, v. 26, n. 6, p. 796-812, 2017.

LEE, Heangwoo; SEO, Janghoo; CHOI, Chang-ho. Preliminary Study on the Performance Evaluation of a Light Shelf Based on Reflector Curvature. **Energies**, v. 12, n. 22, p. 4295, 2019.

MANGKUTO, Rizki A. et al. Optimisation of daylight admission based on modifications of light shelf design parameters. **Journal of Building Engineering**, v. 18, p. 195-209, 2018.

MARDALJEVIC, John et al. **Daylighting metrics for residential buildings**. 2011.

MERESI, Aik. Evaluating daylight performance of light shelves combined with external blinds in south-facing classrooms in Athens, Greece. **Energy and Buildings**, v. 116, p. 190-205, 2016.

NACARI MAIOLI, Ricardo; DAN TAUFNER, Mariani; ENGEL DE ALVAREZ, Cristina. A influência das prateleiras de luz no aproveitamento da luz natural sob obstrução externa. **Revista de Arquitectura**, Vol. 16 (ene.-dic. 2014); p. 105-113, 2015.

OCHOA, Carlos Ernesto; CAPELUTO, Isaac Guedi. Evaluating visual comfort and performance of three natural lighting systems for deep office buildings in highly luminous climates. **Building and Environment**, v. 41, n. 8, p. 1128-1135, 2006.

PEREIRA, D. C. L. **Iluminação natural em edifícios de escritórios: metodologia para avaliação do desempenho luminoso.** Tese de Doutorado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, USP, São Paulo, 2017.

SANTOS, L. S. **Requisitos de iluminação natural nos sistemas de avaliação de edifícios energéticos em edificações comerciais no Brasil.** Dissertação de Mestrado, Engenharia Civil do Centro Tecnológico, UFES, Vitória, 2012.

TZEMPELIKOS, Athanassios; ATHIENITIS, Andreas K.; KARAVA, Panagiota. Simulation of façade and envelope design options for a new institutional building. **Solar Energy**, v. 81, n. 9, p. 1088-1103, 2007.

WARRIER, Ganga A.; RAPHAEL, Benny. Performance evaluation of light shelves. **Energy and Buildings**, v. 140, p. 19-27, 2017.