

## Impacto da escolha do vidro em aberturas associado ao dispositivo prateleira de luz para o conforto visual em ambientes de escritório

MAIOLI, Ricardo N.<sup>1,a</sup>, TAUFNER, Mariani D.<sup>2,b</sup> e ALVAREZ, Cristina E.<sup>1,c</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil,  
Universidade Federal do Espírito Santo – UFES  
Av. Fernando Ferrari nº 514, Goiabeiras, Vitória – ES, Brasil

<sup>2</sup> Laboratório de Planejamento e Projetos – LPP  
Universidade Federal do Espírito Santo – UFES  
Av. Fernando Ferrari nº 514, Goiabeiras, Vitória – ES, Brasil

<sup>a</sup>ricardomaioli@gmail.com, <sup>b</sup>marianitaufner@gmail.com, <sup>c</sup>cristina.engel@ufes.br

**Palavras-chave:** Vidro, Prateleira de Luz, Iluminação Natural, *Software Daysim*.

**Resumo.** Conhecer e aplicar o potencial da iluminação natural em ambientes internos de edifícios é de fundamental importância quando se consideram as questões termo-energéticas e de conforto visual. Em regiões tropicais o uso do dispositivo prateleiras de luz pode contribuir para otimizar a distribuição e controlar a luz excessiva no plano de trabalho. A porção de vidro acima desse dispositivo é responsável pelo aporte de luz natural enquanto a localizada abaixo da prateleira é importante para o usuário como forma de contato visual com o exterior. Entretanto, a parcela inferior da abertura pode ocasionar brilho excessivo no ambiente interno, comprometendo o conforto visual do usuário. Com o intuito de investigar uma configuração que proporcione melhor aproveitamento de luz natural sem prejuízo visual ao usuário, esta pesquisa teve por objetivo avaliar o comportamento da prateleira de luz associada com diferentes tipos de vidro. Devido à larga dimensão territorial do Brasil – que resulta em variações significativas na luminosidade da região –, o recorte do objeto considerou o desempenho de três tipos de vidro combinados com a presença da prateleira de luz em seis diferentes latitudes brasileiras para um mesmo modelo de edifício de escritórios. Foi investigado o percentual de iluminância útil nos ambientes durante o ano e os níveis de luminâncias provenientes das aberturas com o auxílio do *software Daysim*. Os resultados analisados demonstram que é possível diminuir o brilho excessivo, provendo maior conforto visual ao usuário através de uma correta especificação do tipo de vidro, de acordo com a latitude do lugar.

### Introdução

Sistemas de redirecionamento da luz natural, como é o caso das prateleiras de luz, já vêm sendo estudados há alguns anos como ferramenta de melhora da uniformidade da luz diurna, controle da luz direta e redução de brilho [1]. Estas se caracterizam por apresentar dispositivo de sombreamento que bloqueia a luz solar direta, que é redirecionada para o teto e fundos do ambiente, o que reduz ganho de calor e brilho nas superfícies do espaço interno. O desempenho dessa ferramenta varia de acordo com a dimensão/ângulo, a localização e o valor de refletância [2]. Por possuir maior influência na admissão de luz natural dentro de um edifício, sistemas como a prateleira de luz demonstram que é possível economizar até duas horas de luz elétrica por dia, principalmente porque com o bloqueio da radiação solar direta associado à reflexão da luz para o interior do ambiente, ocorre menor necessidade de se fechar persianas, quando comparada a uma janela convencional [3]. Arquitetos e designers possuem o desafio de levar em consideração que grande quantidade de brilho em um ambiente de trabalho é fator de difícil adaptação para o olho humano, podendo obscurecer a visão em situações de contraste excessivo [4]. Na tentativa de controlar esse brilho indesejável, é comum o uso de diferentes tipos de vidro, como os vidros com baixa transmitância, principalmente em países cujo ganho solar ocorre em excesso. Porém, parte da luz natural que poderia ser

aproveitada a fim de minimizar o uso de iluminação artificial é bloqueada e, além disso, a relação do usuário com o exterior torna-se prejudicada [5].

No Brasil, o tipo de vidro mais usado para edifícios de escritórios é o vidro comum transparente; que se caracteriza por possuir alto índice de transmitância luminosa, cerca de 90% [6]. No entanto, apesar de uma boa aceitação no mercado nacional da construção civil, quando se considera a relação entre usuário e produto a partir de valores qualitativos, a preferência de ocupantes de escritório por uma sala com vidro cor bronze, com transmitância mediana de aproximadamente 53%, é significativa. Essa preferência é justificada por apresentar valores mais agradáveis e naturais de brilho no ambiente, quando comparada com outros tipos de vidro [7].

O uso das prateleiras de luz em conjunto com diferentes tipos de vidro pode influenciar na economia de energia total ou energia provida da iluminação artificial. Segundo a pesquisa desenvolvida por Santos e Souza [8], em todas as situações avaliadas, independente do tipo de vidro, a fachada norte apresentou maior redução de consumo.

Uma das ferramentas de destaque para investigação e análise de percentuais lumínicos proveniente de aberturas verticais no interior de um edifício é o *software* Daysim. Este considera os dados climáticos típicos do local e usa o método *Ray-tracing* para cálculo de Iluminância [9, 10], que possui a vantagem de personalizar as superfícies ópticas dos materiais a serem simulados. Além disso, o *software* considera informações sobre sombreamento contextual e reflexão baseada em um modelo geométrico tridimensional detalhado, o que conseqüentemente, contribui para aproximação com a realidade. Outro fator importante é a simulação da irradiação em um ano inteiro, a fim de garantir maior precisão na investigação [9].

## Metodologia

A pesquisa realizada investiga a iluminância interna proveniente de iluminação natural em um ambiente hipotético de escritórios. Baseado no levantamento de dados investigados por Lamberts, Ghisi e Ramos [6], foi escolhido um ambiente de estudo retangular, com dimensões de 5,0m x 6,0m. Além disso, foi adotada uma malha de pontos para simulação da Iluminância proveniente de iluminação natural. Essa malha, em planta baixa, é formada por afastamentos de 1,0m entre si e afastamentos de 0,5m em relação à parede. Em altura, os pontos estão afastados 0,75m do piso, considerando a simulação na altura de trabalho (Fig. 1).

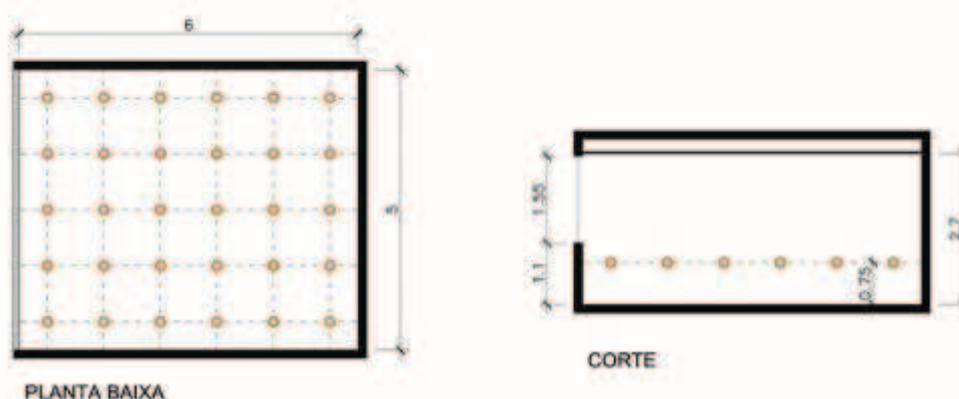


Figura 38: Representação do ambiente com indicação das dimensões em metros e da malha dos pontos de avaliação.

A sala simulada está inserida em um edifício de escritórios com 11 pavimentos a partir do térreo, e todos os ambientes modelados possuem as mesmas características. Foi investigada a sala correspondente a um pavimento intermediário, com o objetivo de apresentar a influência na reflexão das prateleiras de luz do pavimento imediatamente inferior e superior.

As salas de escritórios foram modeladas no *software* *GoogleSketchup* e, junto com os arquivos climáticos anuais, em formato "epw" [11], de cada região analisada, foram exportados para o

software *Daysim* com o intuito de investigar a iluminação natural durante horário comercial, de 8h à 17h, no período de um ano.

Apesar do horário comercial no Brasil se encerrar às 18h, optou-se por analisar um período diferente nas simulações pois, por alguns meses, a disponibilidade de luz natural no final da tarde é baixa, visto que o sol se põe antes das 18h em metade dos dias do ano nas localidades selecionadas. A falta de disponibilidade de iluminação natural nesse período ocorre principalmente nas maiores latitudes presentes no território brasileiro, o que acarretaria no acionamento da iluminação elétrica para atingir o nível de iluminamento necessário. Como essa investigação visa analisar a influência dos vidros em conjunto com as prateleiras na admissão da luz, optou-se por simular apenas o horário descrito.

Considerando que o Brasil é um país de grandes extensões territoriais, foram selecionadas para a investigação seis cidades em diferentes latitudes do território nacional (Fig. 2): Belém (01°23'S), Recife (08°08'S), Brasília (15°52'S), Vitória (20°16'S), São Paulo (23°37'S) e Porto Alegre (30°00'S).



Figura 39: Mapa do Brasil com localização e latitude das cidades selecionadas.

Fonte: Adaptado de LABEEE [11]

Para cada latitude foi especificada uma dimensão de prateleira de luz diferente, baseada na trajetória solar durante os dias do ano que influencia no ângulo de incidência da radiação direta dentro do ambiente a ser analisado (Fig. 3). Para esta pesquisa escolheu-se a orientação Norte para as edificações por apresentar melhores resultados [8].

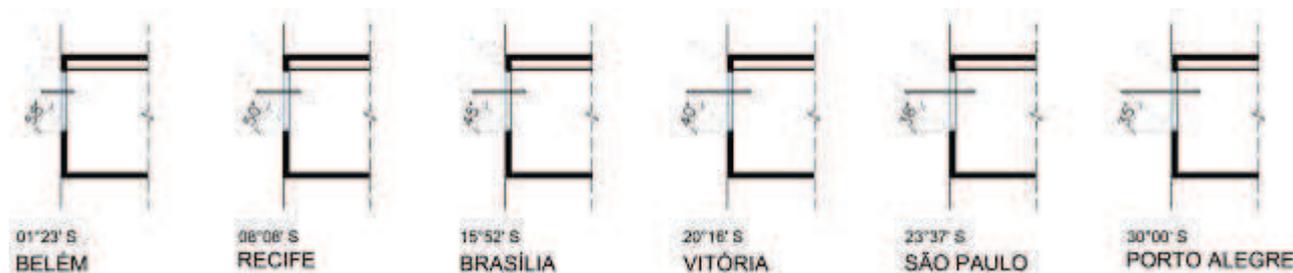


Figura 40: Cortes com ângulo de proteção nas diferentes localidades.

As prateleiras de luz dividem as aberturas verticais em duas partes: a superior, responsável por prover luz na região mais afastada da janela; e a inferior, protegida da radiação direta, responsável pela iluminação da parte próxima à abertura e pelo contato visual do usuário com o exterior [12].

Na porção superior da abertura, para todos os casos, utilizou-se o vidro comum simples, por possuir maior transmissão à luz visível – cerca de 90% -, o que permite maior incidência de luz diurna no ambiente. Para a porção inferior foram analisados quatro tipos de vidro: o comum simples, como referência de análise; o vidro verde, com transmissão de 71%; o vidro laminado bronze, com 53%; e o vidro refletivo incolor, com 34%.

Para o vidro simples, as características utilizadas são as de referência do *software* Daysim [13]. Os demais vidros utilizados são encontrados no mercado brasileiro com diferentes características em relação à transmissão visível [14]. Os dados de entrada do material foram alterados a fim de adequar ao valor real da transmitância a ser investigada.

Além das propriedades do vidro quando em contato com a luz natural, também foram considerado valores de reflexão dos materiais que compuseram o ambiente simulado, visto que estes valores influenciam na quantidade e qualidade da luz que atinge a superfície de trabalho [15, 16]. Para piso, parede e teto, foram considerados, 20%, 50% e 70% de reflexão, respectivamente, ou seja, os mesmos valores adotados por Bernabé [17] e que se encontram dentro da faixa de refletâncias úteis para as superfícies internas [16]. Para a superfície da prateleira de luz adotou-se 80% de reflexão.

A análise dos resultados foi efetuada a partir da comparação entre os modelos simulados quanto ao desempenho em relação à uniformidade e ao percentual de horas no ano compreendidas nos intervalos da *Useful Daylight Illuminances* – UDI, os quais são classificados como insuficientes – abaixo de 100 lux –, úteis – entre 100 e 2000 lux – e como excessivos – acima de 2000 lux [18].

### Análise dos resultados

Para a apresentação dos resultados foram elaborados gráficos comparativos e tabelas, visando a análise comparativa dos diferentes tipos de vidro numa mesma localidade e em relação às outras cidades selecionadas.

Através da análise das médias anuais das iluminâncias nos pontos de medição, foi investigada a uniformidade por meio de comparação entre os modelos, que corresponde à razão entre o valor mínimo e o valor médio das iluminâncias do recinto [16]. Além desse dado, também foram investigadas as horas anuais nos intervalos da UDI para avaliar o desempenho de cada tipo de vidro nos climas das cidades selecionadas para o estudo.

**Comparação entre modelos da cidade de Belém (01°23’S).** Analisando os ambientes com 04 diferentes tipos de vidro simulados, em Belém foi possível observar que a uniformidade nos modelos sofreu pequena variação. O modelo que apresentou maior uniformidade foi o simulado com o vidro refletivo, com menor transmissão à luz visível, enquanto o menos uniforme foi o modelo com o vidro incolor, como pode ser observado na Tabela 1.

As vantagens que o vidro com menor transmissão visível proporciona ficam evidentes nessa localidade, pois além de possibilitar maior uniformidade, o modelo apresentou também maior percentual de horas dentro da faixa de iluminância útil e o menor percentual de iluminância excessiva (Tab. 1).

Tabela 31: Percentuais aproximados de horas simuladas em um ano nos intervalos da UDI.

Vidros	UDI (%)			Uniformidade Mín./média
	<100 lx	100-2000 lx	>2000lx	
<b>Incolor</b>	0,6	69,5	29,9	0,32
<b>Verde</b>	0,8	75,0	24,2	0,32
<b>Bronze</b>	1,3	81,0	17,7	0,34
<b>Refletivo</b>	2,1	90,2	7,7	0,34

A desvantagem apresentada é que, como o nível de iluminamento geral foi reduzido, este modelo apresentou uma maior quantidade de horas de luz consideradas insuficientes, apesar desta representar apenas 2% do período simulado. Esse ponto negativo não deve ser considerado, pois todos os pontos de medição apresentaram média anual de iluminâncias superior a 700 lx, acima do mínimo recomendado pela norma brasileira. Entretanto, as três fileiras de pontos mais próximas à janela apresentaram médias com valores excessivos de iluminâncias, que devem ser controlados a fim de evitar o brilho excessivo para não provocar desconforto por ofuscamento para o usuário do espaço.

**Comparação entre modelos da cidade de Recife (08°08'S).** Para a situação de Recife, os vidros investigados resultaram em valores próximos de uniformidade, onde o maior variante é o vidro refletivo e o menor é o comum simples. O vidro de menor transmissão visível também apresentou maior percentual de iluminância útil e menor taxa de iluminância excessiva (Tab. 2).

Tabela 2: Percentuais aproximados de horas simuladas em um ano nos intervalos da UDI.

Vidros	UDI (%)			Uniformidade Mín./média
	<100 lx	100-2000 lx	>2000lx	
Incolor	0,1	71,3	28,6	0,35
Verde	0,2	79,7	20,1	0,37
Bronze	0,3	86,7	13,0	0,38
Refletivo	0,4	94,5	5,1	0,39

Seguindo as mesmas análises realizadas anteriormente para a cidade de Belém, observa-se que o vidro bronze, com 53% de transmissão à luz visível, apresenta o segundo lugar como vidro de maior percentual de iluminância útil e menor iluminância excessiva.

Para o caso de Recife, o percentual de iluminância útil de cada tipo de vidro é inversamente proporcional à porcentagem da luz transmitida; ou seja, quanto maior a transmissão visível do vidro, menor é o percentual de iluminância útil e uniformidade referente a esse vidro.

**Comparação entre modelos da cidade de Brasília (15°52'S).** Os modelos simulados em Brasília apresentaram uniformidade com diferença de 12% entre os de menor e maior índice. Diferente do observado nas outras localidades anteriormente simuladas, o vidro verde obteve uniformidade maior que o vidro bronze, apesar deste último possuir menor transmissão à luz visível (Tv) e, conseqüentemente, menor valores gerais de iluminâncias médias, como pode ser observado nos gráficos abaixo (Fig. 4).

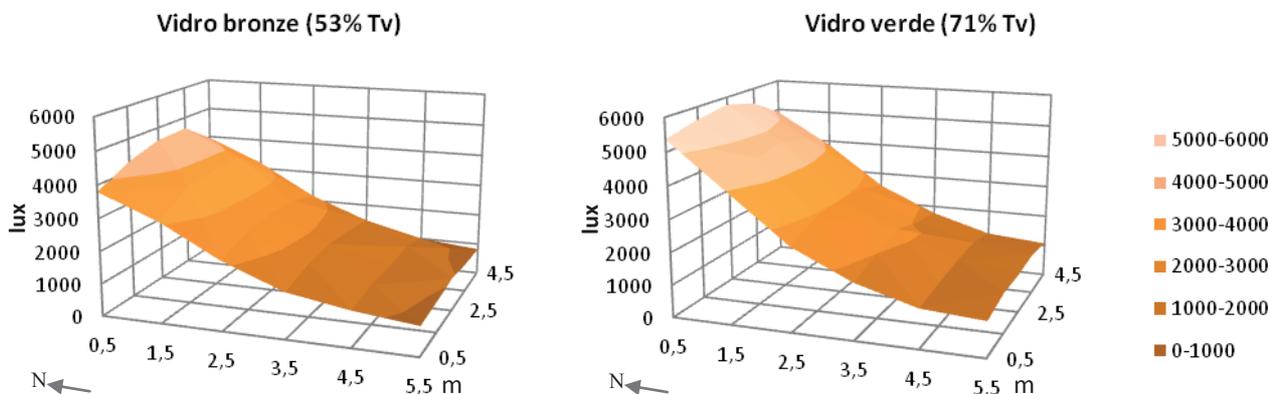


Figura 41: Gráfico comparativo entre média anual das iluminâncias, em lux, nos pontos de medições dos modelos de Brasília.

Apesar das médias anuais das iluminâncias se apresentarem com valores superiores a 2000 lx nos pontos mais próximos à janela nos 04 tipos de vidro simulados, em todos os modelos a maioria das horas medidas apresentou-se dentro do intervalo de iluminância útil (Tab. 3).

Tabela 3: Percentuais aproximados de horas simuladas em um ano nos intervalos da UDI.

Vidros	UDI (%)			Uniformidade
	<100 lx	100-2000 lx	>2000lx	
				Mín./média
<b>Incolor</b>	0,3	76,9	22,8	0,34
<b>Verde</b>	0,4	86,5	13,1	0,38
<b>Bronze</b>	0,5	96,2	3,3	0,36
<b>Refletivo</b>	0,7	98,5	0,8	0,38

**Comparação entre modelos da cidade de Vitória (20°16'S).** O vidro com percentual de maior uniformidade foi o vidro bronze, que chegou a uma diferença de mais de 15 % em relação ao vidro comum simples, com menor valor de uniformidade. Além disso, os vidros bronze e refletivo proporcionaram o controle quase total das iluminâncias superiores a 2000lux, concentrando seus valores em mais de 98% na iluminância útil (Tab. 4).

Tabela 4: Percentuais aproximados de horas simuladas em um ano nos intervalos da UDI.

Vidros	UDI (%)			Uniformidade
	<100 lx	100-2000 lx	>2000lx	
				Mín./média
<b>Incolor</b>	0,3	85,4	14,3	0,39
<b>Verde</b>	0,5	92,5	7,0	0,41
<b>Bronze</b>	0,7	99,3	0,0	0,46
<b>Refletivo</b>	1,3	98,7	0,0	0,44

Todos os tipos de vidro apresentaram bom desempenho, entretanto, os vidros com maior transmissão à luz visível – o incolor e o verde –, obtiveram percentuais consideráveis de horas compreendidas no intervalo de iluminância excessiva.

**Comparação entre modelos da cidade de São Paulo (23°37'S).** Os maiores índices de uniformidade para a cidade de São Paulo foram encontrados no vidro bronze, e a diferença de uniformidade entre os vidros chega a mais de 14%, onde a situação com valores mais baixos é o vidro comum simples. O vidro bronze também apresentou as maiores taxas de iluminância útil, além de não apresentar índices significativos de iluminância em excesso na sala investigada (Tab. 5).

Tabela 5: Percentuais aproximados de horas simuladas em um ano nos intervalos da UDI.

Vidros	UDI (%)			Uniformidade
	<100 lx	Mín./média	>2000lx	
				Mín./média
<b>Incolor</b>	2,1	88,0	9,9	0,42
<b>Verde</b>	3,0	93,9	3,1	0,44
<b>Bronze</b>	4,0	96,0	0,0	0,48
<b>Refletivo</b>	5,9	94,1	0,0	0,43

Para o caso de São Paulo, o vidro verde apresentou uniformidade com acréscimo de pouco mais de 4% em comparação com o vidro refletivo; e quando se compara a quantidade de iluminância útil, os valores são praticamente os mesmos. Porém, a porcentagem de iluminância excessiva é 3 vezes maior no vidro verde, o que conseqüentemente faz com que a porcentagem de iluminância abaixo de 100 lux seja aproximadamente 3 vezes maior no vidro refletivo em comparação com o vidro verde.

**Comparação entre modelos da cidade de Porto Alegre (30°00'S).** Dentre os vidros pesquisados nesta localidade, o que obteve melhor desempenho, ou seja, maior percentual de horas no intervalo de iluminâncias compreendido entre 100 e 2000 lux foi o vidro verde. Outro material

que obteve desempenho semelhante foi o vidro bronze, entretanto, este apresentou maior percentual de horas com iluminância considerada insuficiente (Tab. 6).

Tabela 6: Percentual de horas nos intervalos da UDI dos diferentes tipos de vidro simulados em Porto Alegre.

Vidros	UDI (%)			Uniformidade Mín./média
	<100 lx	100-2000 lx	>2000lx	
Incolor	6,3	87,4	6,3	0,43
Verde	7,6	91,8	0,6	0,45
Bronze	8,9	91,1	0,0	0,50
Refletivo	11,3	88,7	0,0	0,52

Outro resultado que se pode destacar nos modelos simulados em Porto Alegre é a uniformidade das médias de iluminâncias na malha de pontos de medição. O maior índice desta característica foi encontrado no modelo que utiliza o vidro com menor transmissão visível, cujo valor encontrado foi 0,52 (Fig. 5). O modelo composto pelo vidro incolor apresentou uniformidade de 0,43, ou seja, o pior desempenho entre os modelos. Entretanto, esse índice foi superior ao obtido na maioria dos modelos simulados.

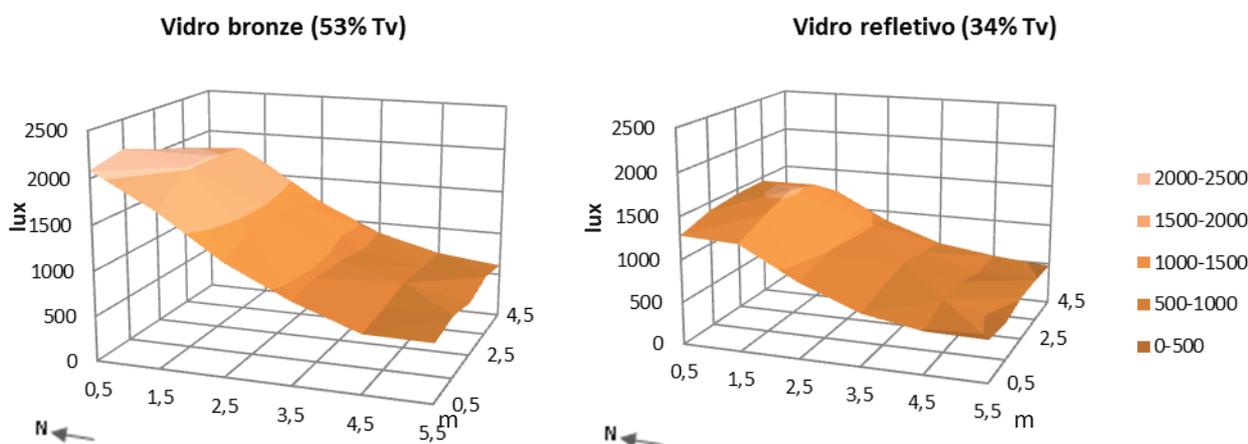


Figura 42: Gráfico comparativo entre média anual das iluminâncias, em lux, nos pontos de medição dos modelos de Porto Alegre que apresentaram maior índice de uniformidade entre todos os modelos simulados.

**Comparação entre as localidades.** Quando comparadas as diferentes localidades é possível perceber que, com exceção de Belém, as maiores latitudes apresentam maiores percentuais de iluminância insuficiente. Apesar de ser a cidade mais próxima da Linha do Equador, quando comparados os dados das quatro menores latitudes, Belém é a que apresenta um maior percentual de horas com iluminância abaixo de 100 lx.

Dentre todos os modelos simulados, o que apresentou maior percentual de horas do ano dentro do intervalo de iluminância útil – entre 100 e 2000 –, foi o modelo com o vidro bronze simulado na cidade de Vitória, onde esse índice alcançou 99,3% das horas simuladas. O modelo que obteve pior desempenho, ou seja, menor quantidade de horas anuais nesse intervalo foi o simulado para a cidade de Belém com o vidro incolor, com 69,5%.

A cidade de Vitória apresentou os melhores índices enquanto Belém obteve os piores resultados em relação aos intervalos da UDI.

Em comparação com os tipos de vidro, é possível constatar que os modelos que utilizaram esses materiais com maior transmissão à luz visível obtiveram a maioria das médias dos pontos próximos à abertura com iluminâncias superiores a 2000 lux (Fig. 6). Esse fato pode ser observado em todas as cidades, sendo que essa característica somente não foi constatada nos modelos que utilizaram o vidro refletivo e nas três localidades com maiores latitudes.

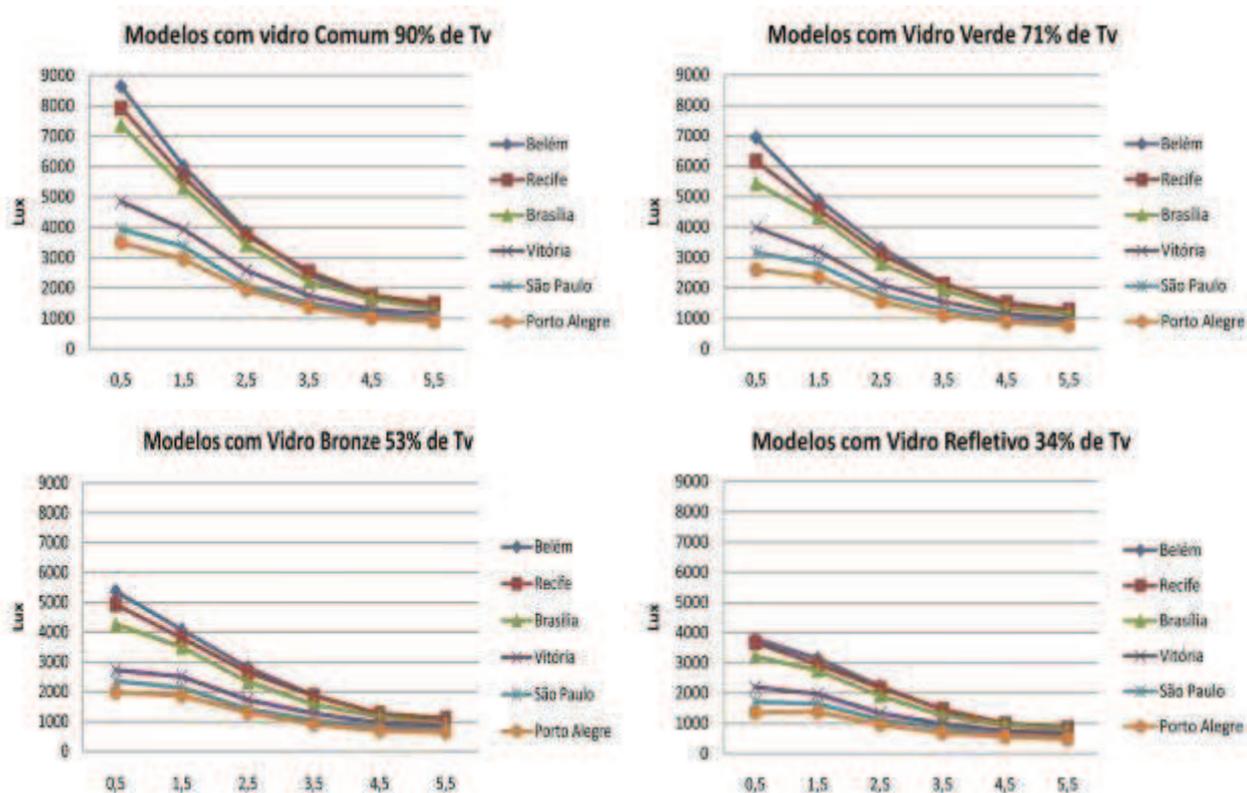


Figura 43: Gráficos comparativos do desempenho das localidades por tipo de vidro, com médias anuais separadas por fileiras de pontos de medição, da mais próxima (pontos à esquerda nos gráficos) à mais afastada da abertura.

Como observado nos gráficos da Figura 5, os modelos referentes à cidade de Porto Alegre obtiveram maior uniformidade de iluminâncias nos pontos de medições, com suas linhas das médias se aproximando de uma linha horizontal. Isso pode ser observado em todos os 04 tipos de vidro simulados.

## Conclusões

Através da análise dos dados resultantes das simulações, reitera-se a importância da escolha do vidro para um melhor desempenho dos dispositivos de redirecionamento de luz e para um maior aproveitamento da luz natural e, conseqüentemente, maior economia no consumo de energia elétrica para iluminação. Os resultados comprovam que, quando especificados corretamente, os vidros, em conjunto com as prateleiras de luz, podem proporcionar uma maior uniformidade da luz no ambiente interno e reduzir a quantidade de horas com iluminação natural excessiva ou insuficiente. O tipo de vidro mais adequado para utilização em cada latitude pode ser diferente. Nos modelos simulados, apenas o vidro incolor não alcançou o melhor resultado em ao menos uma das cidades. Esse material com alto índice de transmissão à luz visível não se mostrou eficiente para ser utilizado na parte inferior das aberturas com prateleiras de luz nas localidades simuladas em modelos similares aos utilizados nessa pesquisa. Ou seja, o seu uso deveria ser combinado com algum outro dispositivo de proteção interna – como persianas, por exemplo –, a fim de evitar o desconforto do usuário por brilho excessivo.

As cidades com maior disponibilidade de luz – como no caso de Belém, Recife e Brasília –, apresentam maiores percentuais no intervalo de iluminância útil com a adoção do vidro de menor transmissão à luz visível, ou seja, o vidro refletivo. Já para as outras cidades, essa afirmação não é válida. Destaca-se que para as situações de Vitória e São Paulo o vidro bronze apresentou valores mais altos de iluminância útil, entretanto, seu uso pode aumentar significativamente a quantidade de horas com iluminância insuficiente, como pode ser observado na cidade de Porto Alegre. Nesta localidade, o tipo que apresentou melhor desempenho foi o vidro verde.

## Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos que permitiu o desenvolvimento da dissertação de mestrado da qual esse artigo é derivado; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de iniciação científica; ao LabEEE/UFSC, pelos dados climáticos das cidades brasileiras e, por fim, ao Laboratório de Planejamento e Projeto (LPP) pelo apoio nessa pesquisa.

## Referências

- [1] P.J. Littlefair, M.E. Aizlewood, A.B. Birtles. The performance of innovative daylighting systems. *Renewable Energy*, v.5 (1994), p. 920-934.
- [2] A.A. Freewan. Maximizing the lightshelf performance by interaction between lightshelf geometries and a curved ceiling. *Energy Conversion and Management*, n.51 (2010), p.1600-1604.
- [3] L. Sanati, M. Utizinger. The effect of window shading design on occupant use of blinds and electric lighting. *Building and Environment*, v.64 (2013), p.67(10).
- [4] J.Y. Suk, M. Schiler, K. Kensek. Development of new daylight glare analysis methodology using absolute glare factor and relative glare factor. *Energy and Buildings*, v.64 (2013), p.113-122.
- [5] P. Chaiwiwatworakul, S. Chirattananon. A double-pane window with enclosed horizontal slats for daylighting in buildings in the tropics. *Energy and Buildings*, n.62 (2013), p. 27-36.
- [6] R. Lamberts, E. Ghisi, G. Ramos. Impactos da Adequação Climática Sobre a Eficiência Energética e o Conforto Térmico de Edifícios de Escritórios no Brasil (2006).
- [7] H. Arsenault, M. Hébert, M.C. Dubois. Effects of glazing colour type on perception of daylight quality, arousal, and switch-on patterns of electric light in office rooms. *Building and Environment*, v.56 (2012), p.223-231.
- [8] L.G. Santos, R.V.G Souza. Proteções solares no Regulamento brasileiro de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos. *Ambiente Construído*, v. 12, n. 1 (2012), p. 227-241.
- [9] J.A. Jakubiec, C.F. Reinhart. A method for predicting city-wide electricity gains from photovoltaic panels based on LiDAR and GIS data combined with hourly Daysim simulations. *Solar Energy*, v.93 (2013), p. 127-143.
- [10] G. Yun, K.S. Kim. An empirical validation of lighting energy consumption using the integrated simulation method. *Energy and Building*, v. 57 (2013), p. 144-154.
- [11] LABEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. Florianópolis. Arquivos e figura obtidos em <http://www.labeee.ufsc.br/downloads/arquivos-climaticos>, em 29/08/2013.
- [12] N. Baker, K. Steemers. *Daylight Design of Buildings*. James & James, Honk Kong. (2002), 250p.
- [13] C.F. Reinhart. Tutorial on the use of daysim simulations for sustainable design. Tutorial. Cambridge, Havard University (2010).
- [14] R.M. Caram. Vidros e o conforto ambiental: indicativos para o emprego na construção civil. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade Federal de São Paulo (1996).

- [15] R.G. Hopkinson, P. Petherbridge, J. Longmore. Iluminação natural. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa. (1980), 776p.
- [16] Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR ISO/CIE 8995-1. Iluminação de ambientes de trabalho. Parte1: Interior (2013).
- [17] A.C.A. Bernabé. A influência da envoltória no consumo de energia em edifícios comerciais artificialmente climatizados na cidade de Vitória-ES. Dissertação de Mestrado. UFES. Vitória (2012), 130p.
- [18] A. Nabil, J. Mardaljevic. Useful daylight illuminances: A replacement for daylight factors. Energy and Buildings, London: Elsevier, v. 38 (2006), p. 905-913.