2020 ENTAC
XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais
Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

INFLUÊNCIA DA GEOMETRIA DOS COBOGÓS NAS CONDIÇÕES DE ILUMINAÇÃO NATURAL PARA DE FOZ DO IGUAÇU

CAMACHO, D. (1); SACHT, H. (2); VETTORAZZI, E. (3); BESSA, S. A. L. (4)

(1) *Municipalidad distrital de San José de Lourdes - San Ignacio - Cajamarca*, jacada2323@hotmail.com
(2) Universidade Federal da Integração Latino-Americana - UNILA, nicesacht@yahoo.com.br
(3) Universidade Federal da Integração Latino-Americana - UNILA, egon.arquiteto@gmail.com
(4) Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, salbessa@gmail.com

RESUMO

O uso do cobogó é uma opção arquitetônica que pode ser utilizada para minimizar as condições climáticas adversas, promovendo ventilação natural permanente, proteção solar e iluminação natural. Diante disso, foi realizado um estudo comparativo entre o uso de seis diferentes geometrias de cobogós para Foz do Iguaçu-PR, latitude de 25°32'52" Sul, de forma a verificar, dentre os casos analisados, qual geometria é a mais eficiente em termos de iluminação natural. Para tal, foi realizado um levantamento dos cobogós mais utilizados no Brasil e realizadas simulações computacionais em um modelo, com aplicação de seis tipos de cobogós. O uso do cobogó modelo C5, ou seja, modelo "diagonal" foi o que apresentou melhores resultados em termos de iluminação natural.

Palavras-chave: *Cobogós. Elementos vazados. Iluminação natural. Elementos construtivos.*

ABSTRACT

The use of cobogós is an architectural option that can be used to minimize adverse weather conditions, promoting permanent natural ventilation, sun protection or daylighting. Therefore, a comparative study was carried out between the use of six different cobogó's geometries for of Foz do Iguaçu-PR, latitude 25°32'52"S to verify, among the analyzed cases, which geometry is more efficient for daylighting. For this, a survey of the most used cobogós in Brazil and computer simulations for a model were carried out, with the application of six types of cobogós for the latitude of Foz do Iguaçu-PR. The cobogós' model C5 use in the study, the "diagonal" model, stood out in terms of daylighting improvement.

Keywords*: Cobogós. Brick vents. Daylighting. Building Elements.*

1 INTRODUÇÃO

O cobogó é um elemento arquitetônico típico da arquitetura brasileira, mas que tem sido utilizado, principalmente na arquitetura latino-americana, assumindo diferentes formatos e materiais. Este elemento pode ser utilizado como estratégia bioclimática, tanto para o aproveitamento da iluminação e o controle da radiação solar direta, como para auxiliar na ventilação natural (CAMACHO et al. 2017).

Bittencourt (1995) ressalta que esses elementos têm origem na arquitetura tradicional, com raízes no Oriente Médio por conta das características desse clima.

Sakaragui e Harris (2010) desenvolveram uma proposta de metodologia para a elaboração de elementos arquitetônicos vazados, do tipo cobogó, que permitam a construção de fachadas compositivas a partir de uma família de módulos provenientes de uma mesma unidade modular. Para se realizar um estudo prévio sobre as possibilidades compositivas de cobogós. Variando-se apenas a sua relação de cheios e vazios (obstruções), foi utilizado um modelo de formulação matemática para implementação genérica. Foi observada a possibilidade de se trabalhar soluções estéticas para uma fachada de cobogós vinculando-a diretamente à racionalização da luz artificial, ao controle da luz natural e a ventilação no interior do ambiente.

Monteiro e Flório (2017) desenvolveram modelos teste para estudo de elementos vazados para iluminação nos programas Autocad e Rhinoceros e realizaram estudos sobre a forma dos cobogós nos programa Grasshoper, a partir de compreensão própria das geometrias e baseado nas informações coletadas. Diferentes tipos de cobogós tiveram seus parâmetros alterados com a finalidade de gerar famílias semelhantes, onde fosse possível estudar as variações e efeitos causados por profundidades, formas, aberturas e incidência luminosa.

Cordeiro (2018) avaliou o desempenho lumínico em salas hipotéticas de escritórios, por meio da utilização de diferentes geometrias de cobogós, levando em consideração as diferentes latitudes, as orientações geográficas e as profundidades das salas. A metodologia consiste na análise do nível de iluminância e da uniformidade da luz nos ambientes estudados. Para o trabalho foram utilizados dois métodos: o método computacional, por meio do programa DIAlux e o método experimental, no qual foram avaliados modelos de escala. Os resultados demostraram que os parâmetros projetuais como a utilização da sala sem cobogós (somente vidro), a geometria dos elementos vazados e a sua área de abertura, a orientação solar e os períodos analisados (verão e inverno) exerceram uma influência significativa na distribuição e no redirecionamento da luz no ambiente interno das salas estudadas.

Os elementos vazados voltaram à cena com a criação do cobogó, patenteado em 1929, antes mesmo da sistematização dos brise-soleils por Le Corbusier em 1933 (VETTORAZZI, 2019). Elemento próprio da arquitetura brasileira, o mesmo representa a integração entre a tradição e a tecnologia moderna, entre a era industrial, a do concreto e a tradição da arquitetura. São variados os tipos de materiais e geometrias utilizados, visando soluções quanto as condições de iluminação natural, proteção da radiação solar, ventilação natural, privacidade e eficiência energética. No presente estudo foi realizado um comparativo entre o uso de diferentes geometrias de cobogós para a latitude de Foz do Iguaçu-PR, de forma a verificar, dentre os casos analisados, qual é a geometria mais adequada em termos de iluminação natural.

2 METODOLOGIA

O presente estudo faz uso do método de simulação computacional, com base em um modelo de um ambiente com características mais próximas do real. Para esta pesquisa, foi utilizado o programa Dialux Evo, versão 7.1, que pode ser ajustado a geometrias complexas, ser de fácil utilização e gratuito. Foram realizadas simulações computacionais de desempenho lumínico para um caso de referência, que

corresponde a um modelo base com janela em vidro e para outros seis casos com uso de diferentes geometrias de cobogós (C1 a C6). Para este trabalho, são analisadas as orientações norte e oeste para latitude de Foz do Iguaçu, que são, conforme Vettorazzi, et al. (2014), as que mais frequentemente utilizam cobogós na cidade em estudo.

Foram definidos para a simulação computacional o solstício de verão, 22 de dezembro, e o solstício de inverno,22 de junho, estabelecidos pela NBR 15215-4 (ABNT, 2005). Foi considerado, o intervalo das 8:00 às 18:00 no solstício de verão e das 8:00 às 16:00, no solstício de inverno. O intervalo de duas em duas horas está de acordo com a NBR 15215-4 (ABNT, 2005). Optou-se, após análise das normas correlatas, por adotar o valor base de 100 lux.

Caracterização do Modelo Base para Simulações

Para o uso da iluminação natural, é de extrema importância o conhecimento de parâmetros e critérios de acordo com o tipo de ambiente. Para a sala de estar, por exemplo, que é o ambiente considerado para o presente estudo, a norma NBR 8995 (ABNT, 2013a) estabelece que o nível de iluminação deve ser de 100 lux, enquanto que deve estar entre 60 e 100 lux, segundo a NBR 15575 (ABNT, 2013b). O RTQ-R (INMETRO, 2012), por sua vez, estabelece o valor de 60 lux. Após a análise das diretrizes indicadas por cada norma e legislação, , foi definido para o modelo base um ambiente residencial de permanência prolongada, especificamente a sala de estar, uma vez que as diretrizes da norma NBR 15575 (ABNT, 2013b) e o regulamento do RTQ – R (INMETRO, 2012) recomendam que seja utilizada a sala ou o dormitório para a realização de avaliação de desempenho térmico, o mesmo foi seguido para essa avaliação de desempenho lumínico. As características e os parâmetros construtivos adotados foram baseados nessas normas e demais características dos sistemas construtivos convencionais, correntemente utilizados no município de Foz do Iguaçu (Tabela 1).

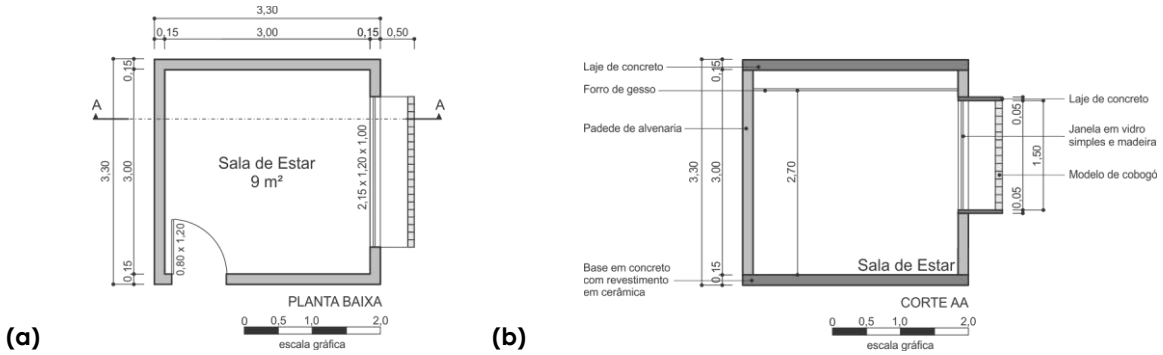
Tabela 1- Características do modelo base

	Característica do Ambiente						**NBR 15220**
	Ambiente	Área Mínima (m^2)	Pé Direito Mínimo	Iluminação Mínima	Ventilação Mínima	Espessura Paredes	Área das Aberturas
Código de Obras	Sala de Estar	8,00	2,40	1/6 da área do piso	1/16 da área do piso	0,15	15 - 25 % da área do piso
Modelo Adotado	Sala de Estar	9,00	2,70	15%	1/16 da área do piso	0,15	15%

Fonte: Foz do Iguaçu (1991) e NBR 15220 (ABNT, 2005).

Tendo como referência as recomendações anteriormente citadas, optou-se por se estabelecer um ambiente com geometria regular de 3,00 x 3,00 m (Figura 1) totalizando uma área de 9,00 m^2, com pé direito de 2,70 m, por ser essa a mínima altura executada normalmente na prática construtiva local. Não foram escolhidos valores mínimos de área para atender de forma mais adequada aos parâmetros ergonômicos. Para adequação dos tipos de cobogós à abertura considerada no modelo, foi utilizada uma janela de 2,75 m de largura por 1,50 m de altura e 1,00 m de peitoril, dessa forma seria possível posicionar unidades e múltiplos de todas as geometrias de cobogós analisados, atendendo inclusive à área mínima de abertura para iluminação natural, segundo as normas utilizadas como parâmetro.

Figura 1 - Modelo base para as simulações computacionais.



Fonte: Os autores

2.1 Levantamento dos Tipos de Cobogós mais Utilizados no Mercado Brasileiro

Para obter informações sobre os modelos de cobogós mais utilizados, foi realizado um levantamento para obter suas características, através de pesquisa qualitativa, com base na aplicação de questionários e entrevistas semiestruturadas, para as quais se destacaram algumas geometrias apresentadas na Tabela 3. Para isso, foram selecionadas, inicialmente, 60 lojas de materiais de construção em Foz do Iguaçu –PR e, por meio da entrevista, a amostra foi reduzida para 30, uma vez que as demais lojas não comercializavam quaisquer tipos de elementos vazados. Das 30 lojas consideradas para o estudo, foram encontrados seis tipos diferentes de cobogós (Tabela 2), os quais foram incluídos nos casos simulados para Foz do Iguaçu. Maiores detalhes sobre essa etapa de tratamento de dados podem ser obtidos em Camacho (2019).

Tabela 2 - Levantamento de Tipos de Cobogós mais comercializado.

Modelo	Quantidade de Lojas	Modelo mais Comercializado	Material	Design	Medidas (m)		
					Largura	Altura	Espessura
C1	3	Folha	Cerâmica Esmaltada		0,25	0,25	0,075
C2	2	Quadrado	Cerâmica		0,24	0,24	0,1
C3	8	Diagonal	Cerâmica		0,18	0,18	0,09
C4	6	Reto XIS	Cerâmica		0,18	0,18	0,068
C5	15	Diagonal XIS	Cerâmica		0,25	0,18	0,068
C6	1	Quadrado/ Redondo	Cerâmica		0,18	0,18	0,09

Fonte: Os autores

3. RESULTADOS

Foram realizadas simulações computacionais de desempenho lumínico para um caso de referência, que corresponde a um modelo base com janela em vidro e para outros seis casos com uso de diferentes geometrias de cobogós (C1 a C6). Para este trabalho,

são apresentados os resultados para as orientações consideradas críticas em termos de radiação solar, as orientações norte e oeste para latitudes do hemisfério sul.

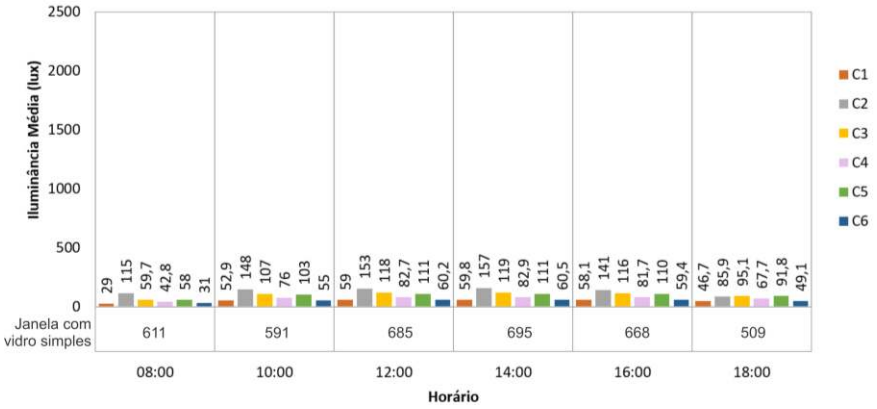
Foram definidos para a simulação computacional o solstício de verão, 22 de dezembro, e o solstício de inverno, 22 de junho, estabelecidos pela NBR 15215-4 (ABNT, 2005) próximo. Foi considerado, o intervalo das 8:00 às 18:00 no solstício de verão e das 8:00 às 16:00, no solstício de inverno. O intervalo de duas em duas horas está de acordo com a NBR 15215-4 (ABNT, 2005). Optou-se, após análise das normas correlatas, por adotar o valor base de 100 lux.

3.1 Análise do Nível Médio de Iluminância para Foz do Iguaçu

3.1.1 Solstício de Verão 22/12/2018 – Orientações Norte e Oeste

Para o solstício de verão, na orientação norte (Figura 2), observa-se que o caso de referência (CR) apresenta níveis de iluminância superiores a 100 lux. O uso do cobogó C2 apresentou um bom desempenho para iluminação natural das 8:00 às 16:00. Os cobogós C3 e C5 apresentaram níveis de iluminância adequados das 10:00 às 16:00.

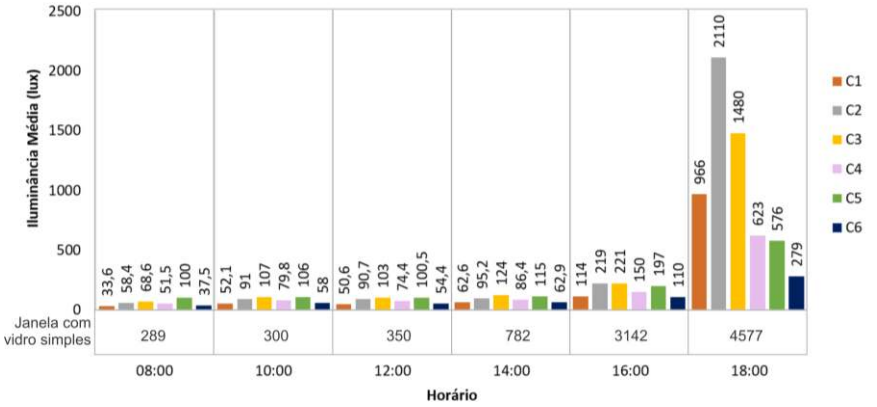
Figura 2 - Cobogó no Solstício de Verão, Orientação Norte.



Fonte: Os autores

Para a orientação oeste (Figura 3), o caso de referência CR apresentou picos de 3.000 a 4.500 lux das 14:00 às 18:00. O cobogó C5 foi o único a apresentar níveis de iluminação acima dos 100 lux das 8:00 às 18:00, enquanto que o C3 apresentou valores superiores a 100 lux das 10:00 às 18:00.

Figura 3 – Cobogó no Solstício de Verão, Orientação Oeste.



Fonte: Os autores

Analisando a Figura 4 comparativamente com as Figuras 2 e 3, percebe-se que no solstício de verão, com o uso dos cobogós em estudo, houve uma redução de mais de 50% da luminosidade com relação a janela com vidro simples (JVS). O modelo de cobogó C5 apresentou os melhores resultados, permanecendo em 10 das 12 horas analisadas no intervalo entre 100 e 499 lux.

Figura 4 – Resumo dos resultados para solstício de verão

Modelo	Orientação Norte						Orientação Oeste					
	horário						horário					
	08	10	12	14	16	18	08	10	12	14	16	18
C1												
C2												
C3												
C4												
C5												
C6												
JVS												

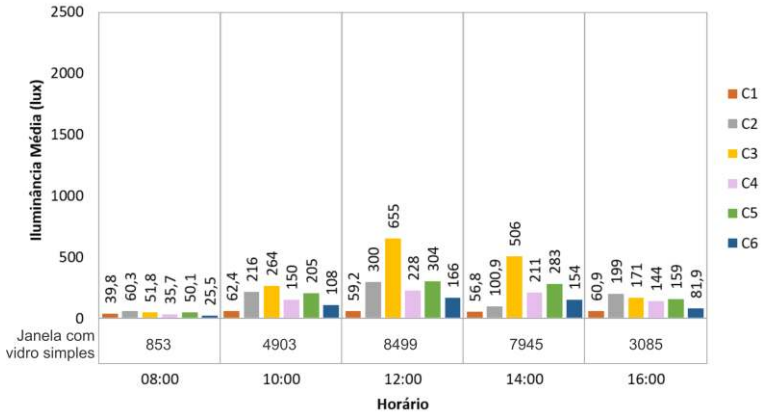
Legenda
<100
100-299
300-499
500-699
700-900
>900

Fonte: Os autores

3.1.2 Solstício de Inverno 22/06/2018 – Orientações Norte e Oeste

Para o solstício de inverno e a orientação norte, o caso CR, apresentou níveis de iluminância muito acima do indicado por norma (Figura 5). Nenhum modelo com cobogó apresentou níveis de iluminância adequado às 8:00. Os modelos C2, C3, C4 e C5 apresentaram níveis de iluminação acima dos 100 lux partir das 10:00.

Figura 5 – Cobogó no Solstício de Inverno, Orientação Norte.

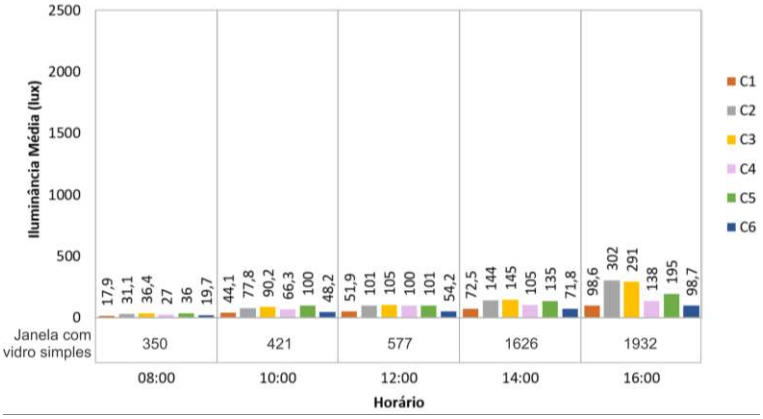


Fonte: Os autores

Para a orientação oeste, o uso dos modelos C1 e C6 não se encontram adequados à norma em nenhum dos horários. Já o uso dos modelos C2, C3, C4 e C5 apresentaram níveis de iluminância adequados com a norma das 14: 00 as 16:00 horas (Figura 6).

Analisando a Figura 7 comparativamente com as Figuras 5 e 6, percebe-se que no solstício de inverno, com o uso dos cobogós em estudo, houve uma redução de mais de 75% da luminosidade com relação a janela com vidro simples (JVS). O modelo de cobogó C5 foi o que apresentou maior número de horas com iluminância superior a 100 lux, em 8 das 10 horas em estudo. O destaque do desempenho para o modelo de cobogó C5 se explica principalmente devido a sua maior profundidade em relação aos demais analisados, que é de 0,25m, bem como a sua relação entre cheios e vazios.

Figura 6 – Cobogó no Solstício de Inverno, Orientação Oeste.



Fonte: Os autores

Figura 7 – Resumo dos resultados para solstício de inverno

Modelo	Orientação Norte					Orientação Oeste				
	horário					horário				
	08	10	12	14	16	08	10	12	14	16
C1										
C2										
C3										
C4										
C5										
C6										
JVS										

Legenda
<100
100-299
300-499
500-699
700-900
>900

Fonte: Os autores

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados foi observado que os cobogós podem ser utilizados para favorecer as condições de iluminação natural e reduzir o ofuscamento nos ambientes internos, adequando os níveis de iluminância, quando comparados a um caso com janela convencional com vidro. Nesse caso, a geometria do elemento influencia no direcionamento e na distribuição da iluminação natural no interior da edificação. Porém, é importante que seja avaliada cada orientação solar, em especial as orientações críticas. Para a latitude de Foz do Iguaçu, o uso do modelo de cobogó C5 no estudo, ou seja, modelo "diagonal", destacou-se dentre os casos analisados, possibilitando maior número de horas acima de 100 lux. Isso se explica principalmente devido a sua maior profundidade em relação aos demais, que é de 0,25m e a sua relação entre cheios e vazios.

O estudo apresentado trata apenas da relação do uso de cobogó quanto a iluminação natural para duas orientações solares de Foz do Iguaçu, norte e oeste. Para a escolha do elemento mais adequado ao projeto, também é importante relacionar com outros aspectos, como a privacidade interior, a ventilação, o controle de radiação solar e a vista para o exterior.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo suporte financeiro a presente pesquisa e à Fundação de Amparo

à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro (Processo APQ-00368-17).

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15220:** Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

_____ (ABNT). **NBR 8995:** Iluminação de ambientes de trabalho. Rio de Janeiro, 2013a.

_____ (ANBT). **NBR 15575-1:** Edifícios habitacionais até 5 pavimentos – Desempenho Parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2013b.

_____ (ANBT). **NBR 15215-4:** Iluminação natural. Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações - Método de medição. Rio de Janeiro: 2005.

BITTENCOURT, L. S.; OITICICA, M.L.G.R.; PADUA, A.; FONTAN, R. Influência da Localização, dimensão e forma das janelas nos níveis de iluminação natural produzidos por céus **encobertos.** In: Encontro Nacional Sobre Conforto No Ambiente Construído, 3; 1995, Gramado. **Anais**… Gramado: ANTAC, 1995.

CAMACHO, D. O. J. **Cobogós: Uma análise da influência da forma na iluminação natural.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPG ECI), Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Foz do Iguaçu, 2019. Disponível em: https://tinyurl.com/y9lnygyp Acesso em: 07 Set. 2020.

CAMACHO, D. O. J., SACHT, H. M., & VETTORAZZI, E. (2017). De los elementos perforados al cobogó: histórico de uso en la arquitectura brasilera y consideraciones sobre su adaptación al clima. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, 8(3), 205-216. DOI: https://doi.org/10.20396/parc.v8i3.8650237

CORDEIRO, A.C. A. **Uso de cobogós como uma segunda pele em edifícios de escritórios: análise do desempenho lumínico de diferentes geometrias.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo – IAU-USP. São Carlos, 2018. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/102/102131/tde-25042018-103424/pt-br.php Acesso em: 07 Set. 2020.

FOZ DO IGUAÇU. **Código de Obras e Edificações do Município.** Leis complementar n° 3 data 16 de julho de 1991. Disponível em: https://tinyurl.com/ya336byu Acesso em: 07 Set. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL (INMETRO). **Manual para Aplicação do RTQ-R.** 2012. Disponível em: https://tinyurl.com/y799qeq5 Acesso em: 07 Set. 2020.

MONTEIRO, L.; FLÓRIO, W. **Análise Formal e Perceptiva de Elementos Vazados para Iluminação Natural.** In: XIII Jornada de Iniciação Científica e VII Mostra de Iniciação Tecnológica – 2017. São Paulo, 2017. Disponível em: http://eventoscopq.mackenzie.br/index.php/jornada/xiiijornada/paper/download/731/515 Acesso em: 07 Set. 2020.

SAKARAGUI, D. S.; HARRIS, A. L. N. C. **Método de Design de Fachadas de Cobogós para a Filtragem da Luz Natural.** In: 9º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. São Paulo. 2010. Disponível em: https://www.fec.unicamp.br/~laforma/art/2010_P&D-paper-69491.pdf Acesso em: 07 Set. 2020.

VETTORAZZI, E. **Contribuições das estratégias do conceito Passive House para edificações energeticamente mais eficientes na Região Sul-Brasileira.** 2019. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura, UFRGS, Porto Alegre, 2019. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/handle/10183/200563 Acesso em: 07 Set. 2020.

VETTORAZZI, Egon et al. Uso de elementos de proteção solar externo no quadrilátero central de Foz de Iguaçu-PR. **Revista de Arquitetura IMED**, v. 3, n. 1, p. 11-20, 2014. DOI: https://doi.org/10.18256/2318-1109/arqimed.v3n1p11-20