ANÁLISE DO CONSUMO ENERGÉTICO DE AMBIENTES COM USO DE COBOGÓS EM FOZ DO IGUAÇU[1]

CAMACHO, D. O. J., Universidade Federal da Integração Latino-americana, e-mail: darwin.camacho@aluno.unila.edu.br; SACHT, H. M., Universidade Federal da Integração Latino-americana, e-mail: helenice.sacht@unila.edu.br; VETTORAZZI, E. Universidade Federal da Integração Latino-americana, e-mail: egon.vettorazzi@unila.edu.br; CARDOSO, A. O., Universidade Federal do ABC, e-mail. andrea.cardoso@ufabc.edu.br.

ABSTRACT

Foz de Iguazú is located in bioclimatic zone 3, where the climate is hot and humid, and for such, it is necessary the use of strategies and design solutions for improve the user's comfort without compromise energy consumption. In this context, the "cobogós" (brick vents) are an architectural solution that can be used in this climate, since they provide natural ventilation and daylighting, as well as protection against solar radiation. Considering these aspects was evaluated the energy performance of an environment with use of cobogós (living room), comparing the results with a room with a simple glass window. For choosing the geometry of the cobogó, a mapping of the most sold cobogós was done in Foz do Iguaçu city, by means of the questionnaires application to the main stores of construction materials. The environment (living room) was proposed based on the building codes of the city using Revit software, and computer simulations were accomplished, using the Design Builder and Energy Plus programs. A comparative analysis was carried out, verifying that the use of cobogós presented an improvement in thermal comfort and energy efficiency, reducing the energy consumption

Keywords: Cobogós, Brick vents, Natural ventilation, Daylighting, Energy Efficiency.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Balanço Energético Nacional 2017 EPE (2017), no Brasil os edifícios são responsáveis por cerca de 51% do consumo de energia elétrica, tal consumo é atribuído principalmente a sistemas de refrigeração e aquecimento artificial.

O controle solar, bem como o uso de iluminação e ventilação natural, são pontos chave para obter economia de energia em edifícios, pois na medida em que o interior do ambiente está em temperatura confortável, não é necessário o uso de sistemas mecanizados. Uma alternativa para se obter conforto térmico e eficiência energética são os elementos vazados (CAMACHO, et al. 2017) que, segundo Bittencourt et al. (1995) e Lamberts e Triana (2007) propiciam proteção solar, filtram a luz e proporcionam ventilação natural permanente.

Diante disso, foi realizado um estudo comparativo sobre o consumo energético e as temperaturas internas de um ambiente (sala de estar), com o uso de janela envidraçada e com janela envidraçada combinada com cobogós, para o clima de Foz do Iguaçu-PR.

[1] CAMACHO, D. O. J., SACHT, H. M., VETTORAZZI, E., CARDOSO, A. O., Análise do consumo energético de ambientes com uso de cobogós em Foz do Iguaçu. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2016, São Paulo. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

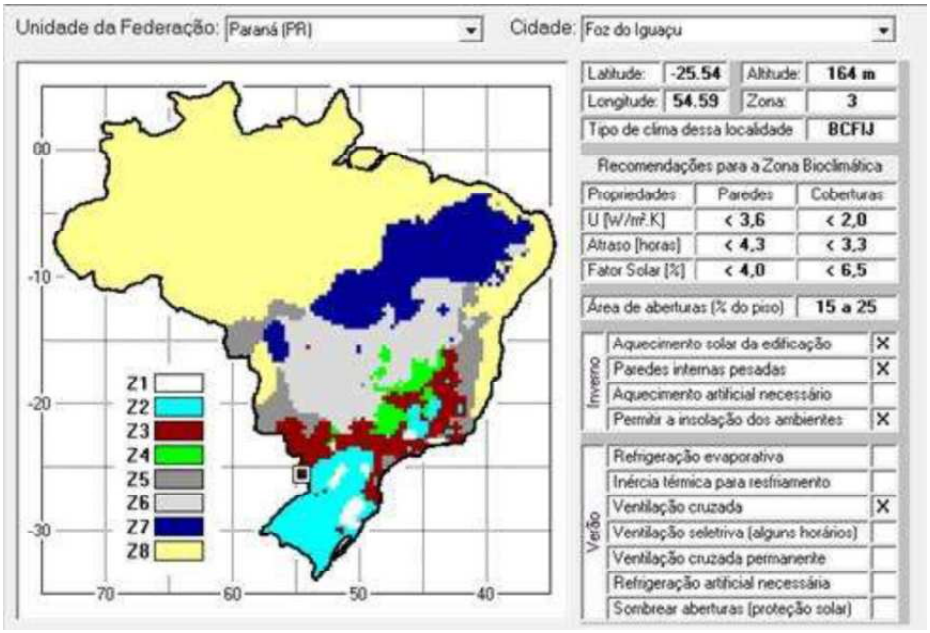
2 METODOLOGIA

Para atingir os objetivos propostos, foi necessário seguir as seguintes etapas em termos de metodologia: caracterização do clima de Foz do Iguaçu; determinação do modelo base; caracterização das condições de uso e ocupação do ambiente; definição do tipo de cobogó analisado e execução das simulações computacionais.

2.1 Caracterização do Clima de Foz do Iguaçu

O Brasil, de acordo com a norma brasileira NBR 15220 (ABNT, 2005), tem 8 zonas bioclimáticas e para cada uma delas há recomendações construtivas e estratégias de condicionamento passivo, o que permite uma otimização em termos de consumo energético. Para Foz de Iguaçu (zona bioclimática 3), são indicadas as recomendações resumidas na Figura 1. É importante observar que no inverno é necessário o aquecimento solar do edifício, no verão o sombreamento das aberturas, além da necessidade de ventilação cruzada. O cobogó, quando bem aplicado, pode atender a essas necessidades.

Figura 1 – Recomendações para Foz do Iguaçu.



Fonte: Roriz (2004)

2.2 Modelo Base

O modelo base considerado foi um ambiente de permanência prolongada (sala de estar), cujas dimensões foram adotadas de acordo com código de obras da cidade de Foz de Iguaçu (FOZ DO IGUAÇU, 1991) e parâmetros da norma brasileira NBR 15220 (ABNT, 2005) (Tabela 1).

Tabela 1 - Parâmetros construtivos.

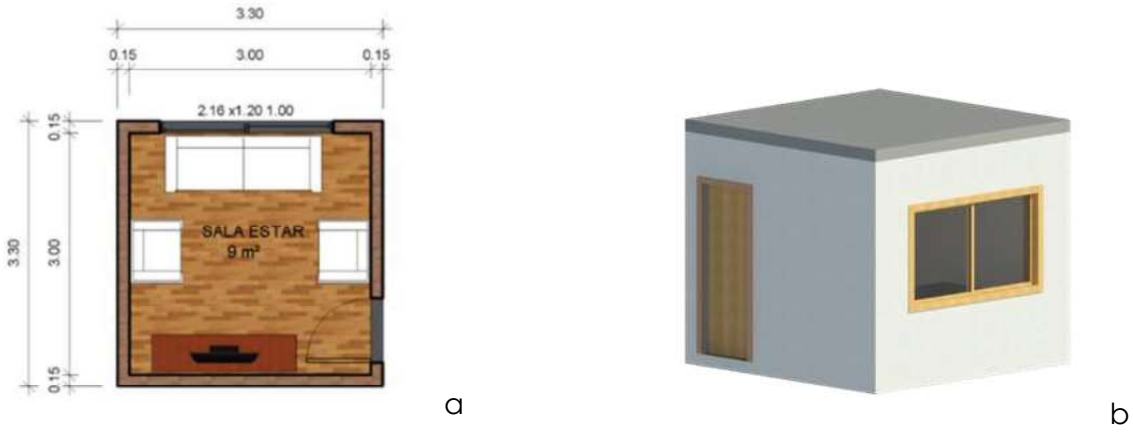
	CÓDIGO DE OBRAS DE FOZ DO IGUAÇU					NBR 15220
AMBIENTE	ÁREA	PÉ DIREITO	ILUMINAÇÃO	VENTILAÇÃO	ESPESSURA	ÁREA DE

	MÍNIMA (m²)	(m)	MÍNIMA	MÍNIMA	DA PAREDE (cm)	ABERTURA (%)
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
	PARÂMETROS CONSTRUTIVOS ADOTADOS					
	9,00	2,70	15%	1/16	0,15	15%

Fonte: ABNT (2005); FOZ DE IGUAÇU (1991).

Tendo como referência as recomendações acima mencionadas foi estabelecido um ambiente com dimensões de 3,00 x 3,00m (Figura 2a-b), totalizando uma área de 9,00m² e com pé direito de 2,70m. A janela apresenta 2,16 x 1,20m, com 1,00m de peitoril.

Figura 2 –Planta baixa (a) e perspectiva (b).



Fonte: Os autores

Foi utilizado como envolvente opaca o sistema de construção convencional (Figura 3) sendo que, para a cobertura foi considerada uma laje de concreto impermeabilizado, por ser uma opção crítica do ponto de vista térmico e energético.

Figura 3 – Sistema construtivo convencional (Caso 01)



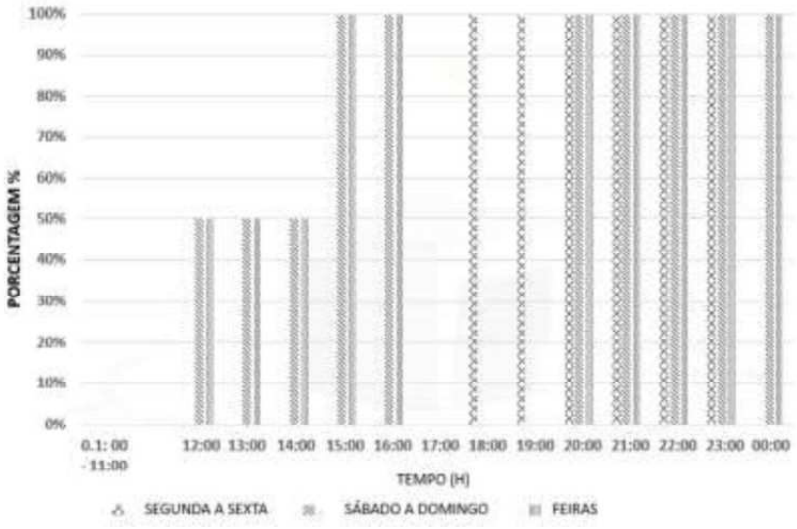
Fonte: Os autores

Na versão final (artigo completo) serão apresentadas as propriedades térmicas de todos os materiais construtivos utilizados em cada elemento do modelo.

2.3 Uso e Ocupação

Baseado nas informações da NBR 6401 (ABNT, 1980) foi considerada a ocupação de 2 pessoas em estado de repouso. Para iluminação artificial, foi utilizado lâmpada fluorescente compacta nível de iluminação de 300 lux e com 30 W/m^2. Foi considerado o uso de dois equipamentos no ambiente, sendo um laptop e uma televisão; que de acordo com Copel (2018), apresentam de 300 e 100W, respectivamente, totalizando 44,4 W/m^2. As horas de operação dos equipamentos, uso e ocupação foram estabelecidas conforme a Figura 4.

Figura 4 – Uso e ocupação



Fonte: Os autores

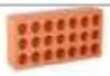
Foi considerada uma resistência térmica das peças de vestuário de 0,5 clo para verão e 1,0 clo para o inverno (LAMBERTS, 2016). A taxa de renovação do ar considerada foi de 27 m^3/h por pessoa (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1998). Foi considerada ainda, as condições internas de conforto a faixa de temperatura

de 23 a 25 °C (SILVA, 2010).

2.4 Cobogós

Para a escolha do modelo de cobogó foi feito um levantamento dos tipos mais vendidos na cidade de Foz de Iguaçu (Tabela 2), por meio da aplicação de questionários às principais lojas de materiais de construção. Por oferecer um maior percentual de ventilação foi selecionado para esse estudo inicial o cobogó "quadrado".

Tabela 2. Tipos de Cobogós mais vendidos em Foz do Iguaçu.

LOJAS	MODELO MAIS VENDIDO	MATERIAL	DESENHO	MEDIDAS COMERCIAIS			ÁREA TOTAL DO MODULO	ÁREA VAZADA	MÓDULOS NECESSÁRIOS PARA ILUMINAR (NBR-15220) m2 *	ÁREA DO PISO (m2)	CANTIDADE NECESSÁRIA PARA 9 (m2)	DIMENSÃO DA ABERTURA	MÓDULOS POR LADO
				LARGO	COMP.	ESPESS.							
Loja 01	Rama	Lousa		0,23	0,16	0,08	0,029	0,006	25	9,00	225	3,45 X 2,325	15X15
Loja 02	Folha	cerâmica esmaltada		0,25	0,25	0,075	0,042	0,018	8,3	9,00	75	2,5 X 1,96	10x8
Loja 03	Vintage	cerâmica esmaltada		0,27	0,19	0,07	0,037	0,0125	12,0	9,00	108	2,97x1,85	11x10
Loja 04 Loja 05	Quadrado	cerâmica		0,24	0,24	0,1	0,027	0,0305	4,9	9,00	44,26	2,16x1,2	9x5
Loja 06	Tijolo laminado 21 furos	cerâmica		0,24	0,12	0,06	0,019	0,0095	15,8	9,00	142,11	2,88x1,44	12x12

* Según NBR 15220, Consideraron como mínimo 15% del area del piso

Fonte: Os autores

2.5 Simulação computacional

Para cerâmica apresentação da perspectiva do modelo foi utilizado o programa computacional "Revit v. 2017". Para simulações de consumo de energia foi utilizado o programa "Design Builder v. 2.9 ", interface gráfica para o "Energy Plus v. 6.0". Foram comparadas as seguintes configurações: Caso 01, com janela simples envidraçada (Figura 5a) e Caso 02 (Figura 5b) com janela simples envidraçada coberta por cobogós.

Figura 5 – (a) caso 01, (b) Caso 02

a



b

Fonte: Os autores

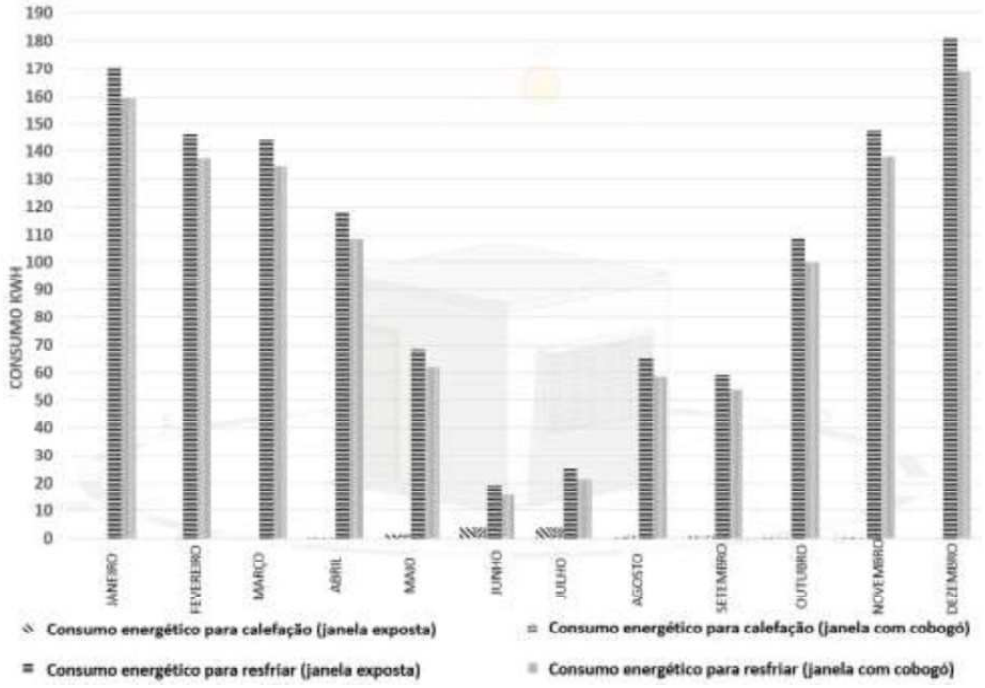
Foi realizada a simulação anual de consumo de energia para o modelo com as aberturas posicionadas na orientação norte e oeste, para ambos os casos (Caso 01 e Caso 02), e ainda, verificada as condições de temperatura considerando as aberturas posicionadas a leste e oeste, também em ambos os casos, durante os solstícios de verão e inverno.

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

3.1 Consumos Energético

Em termos de consumo energético, serão apresentados os resultados obtidos a partir das simulações considerando a orientação oeste, uma vez que as simulações norte e oeste apresentaram consumo energético semelhante. Os estudos realizados para o modelo com janela exposta ao exterior (Caso 01) e para o modelo com janela protegida por cobogós (Caso 02) permitiram uma análise comparativa da quantidade de consumo de energia que cada modelo apresenta (Figura 6).

Figura 6 – Consumo energético durante o ano para a orientação oeste.



Fonte: Os autores

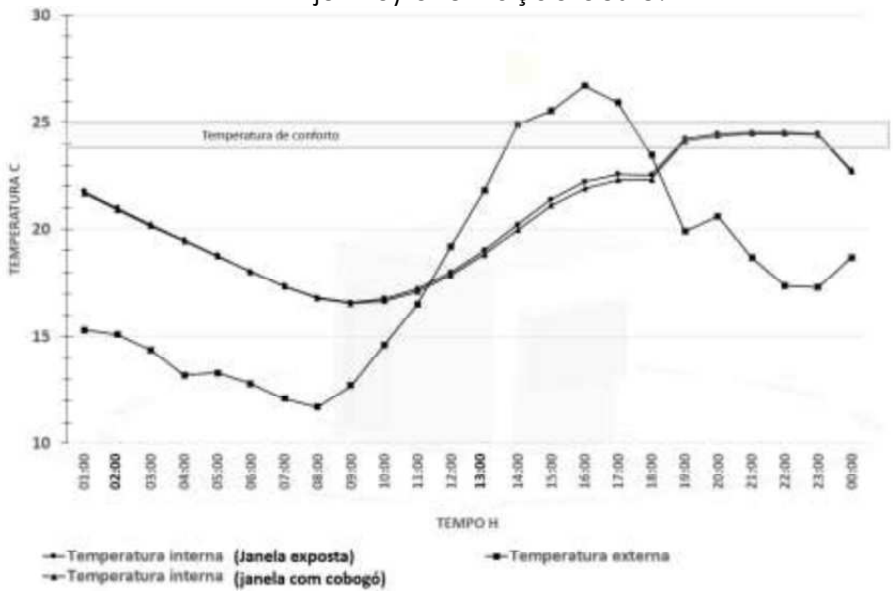
De acordo com a Figura 6, o modelo com janela protegida por cobogós apresenta uma economia de energia anual de 96,37 kW/h (economia de 7,7% do consumo total). Considerando os valores Copel (2018) que estabelece o custo de 0,69118 reais o kW para o setor residencial, observou-se que, com o uso de cobogós se obteve uma economia de 66,61 reais por ano, para o ambiente analisado.

No que diz respeito ao consumo de energia para aquecer o ambiente, como mostrado na Figura 6, conclui-se que o cobogó quando utilizado em fachadas norte e oeste em frente à janela não possui influência significativa quando comparado a uma janela exposta.

3.2 Análise da Temperatura Interna

A Figura 7 apresenta a análise comparativa da temperatura interna para o Caso 01 e Caso 02 para o inverno (21 de junho) com a orientação oeste. Observa-se que a temperatura interna do modelo com cobogó sofre uma pequena diminuição das 13 até 19hs, pois parte do período da tarde o cobogó funcionará como proteção solar, evitando que a janela receba toda a radiação solar direta.

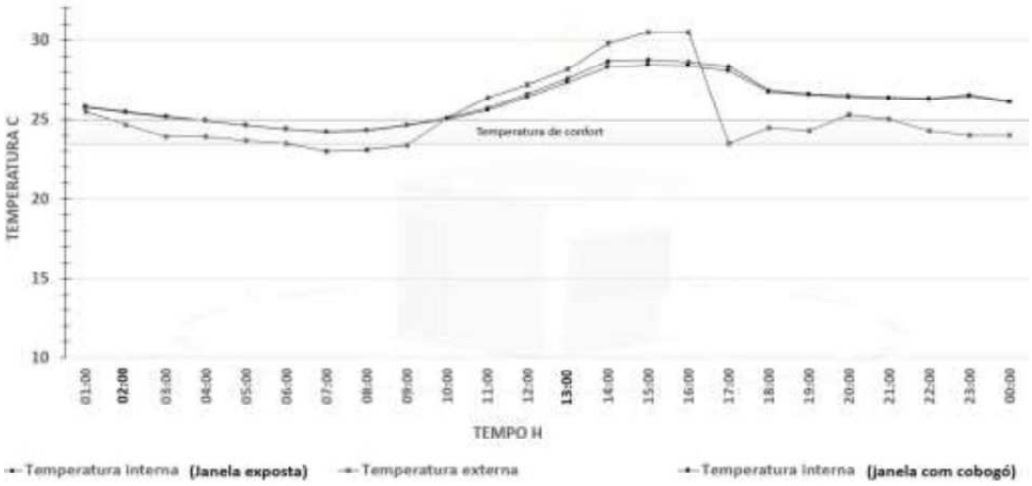
Figura 7 – Temperatura interna e externa em um dia típico (21 de junho) orientação oeste.



Fonte: Os autores

A Figura 8 apresenta a análise comparativa da temperatura interna do Caso 01 e Caso 02 para o verão (21 de dezembro), considerando a orientação oeste. Conforme mostrado na Figura 8, a temperatura interna do modelo com janela com cobogó é menor, das 13 às 17hs, pois esta estratégia arquitetônica funciona como um elemento de controle solar, protegendo a entrada direta de radiação solar no ambiente interno.

Figura 8 – Temperatura interna e externa em um dia típico (21 de dezembro), orientação oeste.



Fonte: Os autores

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o estudo, conclui-se que em áreas onde o clima é quente e úmido, como a cidade de Foz de Iguacú, o uso do cobogó diminuirá a temperatura dos ambientes em períodos quentes e reduzirá o consumo energético. Apesar da economia de energia parecer baixa para o caso analisado, salienta-se que se trata apenas de um ambiente, sendo que a economia energética para um edifício como um todo pode ser bem significativa.

O desempenho do cobogó é melhor nos períodos quentes de verão, o que indica que esse elemento apresenta um desempenho favorável em locais de clima com altas temperaturas durante o ano.

As tecnologias passivas devem ser adotadas com o objetivo de obter ganhos econômicos e de conforto para os usuários. No entanto, é necessário desenvolver mais estudos para verificar a sua contribuição e eficácia, bem como a importância que tem para a redução do consumo de energia.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento da presente pesquisa.

REFERÊNCIAS

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

_____. **NBR 6401:** Instalações centrais de ar-condicionado para conforto - Parâmetros básicos de projeto - Rio de Janeiro. 1980. Disponível em: <http://www.refrigeracao.net/Legislacao/NBR6401.pdf> Acesso em: 02 Abril. 2018.doi:http://dx.doi.org/10.20396/parc.v8i3.8650237.

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.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **PORTARIA no 3.523**, de 28 de agosto de 1998. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1998/prt3523_28_08_1998.html> Acesso em: 02 Abril. 2018.

CAMACHO, D. O. J.; SACHT, H. M.; VETTORAZZI, E. 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**, Campinas, SP, v. 8, n. 3, p. 205-216, set. 2017. ISSN 1980-6809. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8650237> Acesso em: 02 Abril. 2018.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA (COPEL). **Tarifas vigentes para clientes do sub grupo B1 (Residencial) enquaadrados na tarifa convencional.** Disponível em: <http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2F5d546c6fdeabc9a1032571000064b22e%2Fe3a5cb971ca23bf503257488005939ba> Acesso em: 02 Abril. 2018.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanço Energético Nacional 2017** (ano base 2016) **–** Relatório Final 2017.

FOZ DO IGUAÇU. **Código de Obras e Edificações do Município de Foz do Iguaçu.** Lei complementar n° 3 data 16 de julho de 1991. Disponível em: <http://www.pmfi.pr.gov.br/Portal/VisualizaObj.aspx?IDObj=1218> Acesso em: 02 Abril. 2018.

LAMBERTS, R. **Conforto e stress térmico.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2016. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Apostila%20Conforto%20T%C3%A9rmico_2016.pdf> Acesso em: 02 Abril. 2018.

LAMBERTS, R.; TRIANA, M. A. **Tecnologias para construção habitacional mais sustentável.** PROJETO FINEP. São Paulo, 2007.

RORIZ, M. **Zoneamento Bioclimático do Brasil – ZBBR.** UFSCar. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações - LABEEE. 2004. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/downloads/softwares/zbbr>. Acesso em: 02 Abril. 2018.

SILVA, J.G. **Introdução à Tecnologia da Refrigeração e da Climatização.** Artliber, 2010.