XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído
XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído
JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES MODELOS DE ELEMENTOS DE SOMBREAMENTO NO CONSUMO ENERGÉTICO DE AMBIENTES HIPOTÉTICOS DE USO COMERCIAL

Methissa M. L. de Oliveira (1); Carolina R. Carvalho (2); Marcelo Galafassi (3)
(1) Graduanda em Arquitetura e Urbanismo, methissalazzaris@hotmail.com
(2) Professora, Mestre em Arquitetura e Urbanismo, carolina.carvalho@univali.br
(3) Professor, Doutorando em Arquitetura e Urbanismo, galafassi@univali.br
Universidade do Vale do Itajaí, Curso de Arquitetura e Urbanismo, Balneário Camboriú/SC, 88337-300, Tel.: (47) 3261-1219

RESUMO
A radiação solar é a principal fonte de calor e pode ser explorada ou evitada conforme necessário, influenciando diretamente no ganho térmico dos ambientes internos de uma edificação através do seu envelope construtivo. Desta forma, as aberturas (áreas envidraçadas) possuem grande influência no ganho térmico dos ambientes internos. Com isto, os elementos de sombreamento apresentam-se como uma boa estratégia que visa a redução do ganho térmico em função da radiação solar incidente. Sua aplicação com dimensões e orientação adequadas permite bloquear a entrada de carga térmica por meio de aberturas em alguns períodos (verão), como permite sua presença quando necessário (inverno). O objetivo desta pesquisa é analisar a influência de diferentes elementos de controle solar no ganho térmico de edificações, resultando em efeitos em seu consumo energético. A metodologia adotada envolveu: (i) caracterização dos modelos; (ii) análise de mascaramento dos elementos propostos; (iii) simulação computacional dos modelos, e por fim (iv) análise comparativa do consumo energético. Como resultado da pesquisa, observou-se que para uma área envidraçada pequena, o uso de elemento de sombreamento tornou-se pouco expressivo com relação ao consumo energético da edificação, ao passo que em grandes superfícies envidraçadas, o uso de elementos de sombreamento permitiu a redução do consumo de energia nos ambientes. Pôde-se concluir que em espaços com grandes áreas com vidro a entrada de radiação solar é muito significativa, aumentando o consumo energético através do uso de condicionamento do ar, assim, o uso de elementos de sombreamento se torna necessário e indispensável para um maior conforto térmico e maior eficiência energética em edificações.
Palavras-chave: Arquitetura; Conforto Térmico; Elemento de Controle Solar.

ABSTRACT
Solar radiation is the main source of heat and can be exploited or avoided as needed, directly influencing the thermal gain of the interior of a building through its constructive envelope. In this way, the openings (glazed areas) have great influence on the thermal gain of internal environments. Thus, the shading elements present as a good strategy that aims at reducing the thermal gain as a function of incident solar radiation. Its application with adequate dimensions and orientation allows blocking the entrance of thermal load through openings in some periods (summer), as it allows its presence when necessary (winter). The objective of this research is to analyze the influence of different elements of solar control on the thermal gain of buildings, resulting in effects on their energy consumption. The methodology adopted involves: (i) characterization of the models; (ii) masking analysis of the proposed elements; (iii) computational simulation of the models, and finally (iv) comparative analysis of energy consumption. As a result of the research, it is observed that for a small glazed area, the use of shading element becomes less expressive in relation to the energetic consumption of the building, whereas in large glazed surfaces, the use of shading elements allows the reduction of energy consumption in environments. It can be concluded that in spaces with large areas with glass the input of solar radiation is very significant, increasing the energy consumption through the use of air conditioning, thus, the use of shading elements becomes necessary and indispensable for greater comfort thermal and higher energy efficiency in buildings.
Keywords: Architecture; Thermal Comfort;

1. INTRODUÇÃO

O desempenho energético das edificações está diretamente relacionado a seu conforto ambiental, onde quanto mais confortáveis forem as edificações menor será a necessidade do uso dos sistemas artificiais de iluminação e climatização. Com relação ao conforto térmico, o fator que determina a demanda de utilização dos equipamentos de condicionamento de ar em uma edificação é sua carga térmica, que em sua maioria são decorrentes da radiação solar.

A eficiência energética na arquitetura pode ser considerada como uma característica intrínseca de uma edificação, revelando seu potencial em permitir conforto térmico, visual e acústico aos usuários com baixo consumo de energia, como aponta Lamberts et al (2014).

Desta forma, destaca-se a necessidade de adoção de estratégias passivas, associando técnicas construtivas com o uso de novas tecnologias que promovam sustentabilidade e eficiência aos edifícios. Pode-se afirmar que grande parte das edificações que não são energeticamente eficientes, são aquelas que não controlam adequadamente a admissão de radiação solar em suas fachadas e coberturas.

A configuração da envoltória, superfícies que fecham a geometria da edificação e separam o ambiente interno do externo, são responsáveis pela admissão do ganho térmico proveniente do clima e pelas trocas de calor que ocorrem entre o interior e o exterior das edificações. A envoltória é composta por componentes opacos (paredes, cobertura) e componentes transparentes/translúcidos (vidros), que possuem propriedades distintas com relação à transferência de calor. Sendo que os vidros possuem maiores índices de fator de ganho solar, desta forma é imprescindível ao arquiteto projetar de forma adequada estes elementos.

Visando reduzir o ganho térmico através de áreas envidraçadas, destaca-se elementos de controle solar, também conhecidos como elementos de sombreamento. Estes elementos atuam no desempenho térmico de fachadas de forma a sombrear componentes transparentes/translúcidos e reduzir o ganho térmico através das aberturas. Segundo Cunha (2011), o brise-soleil (elemento de sombreamento) configura um importante elemento de arquitetura cuja função principal consiste no controle da radiação solar, possibilitando o acesso seletivo da luz do sol aos ambientes interiores.

Olgyay (1998) comparou dois exemplos de edifícios segundo sua atuação como filtros de radiação. O primeiro se caracteriza por uma fachada completamente envidraçada. Neste caso, o invólucro deve absorver todos os inconvenientes das variações ambientais, tendo em conta a escassa proteção da radiação que proporciona um painel envidraçado. No segundo exemplo, diretamente oposto, o edifício possui uma fachada totalmente opaca. Essa pele, ao envolver completamente o edifício, provoca o isolamento e dependência de acondicionamento artificial no interior. Como consequência, cria-se uma atmosfera artificial e isolada por completo da natureza, contribuindo na geração de problemas psicológicos.

No que diz respeito à eficiência energética dos sistemas de proteção solar, Cunha (2011) expõe a necessidade constante do controle total do acesso da radiação solar nos ambientes interiores em grande parte do Brasil. No caso do sul do país, onde o clima contempla períodos frios e quentes, o controle seletivo se faz presente e indispensável. Contudo, a função da edificação deve ser considerada nessas análises iniciais, já que, a exemplo de edificações residenciais, em período frio, a radiação solar é bem-vinda no espaço interior.

Nesse contexto, a problemática que se apresenta é quanto à exposição à radiação solar de janelas envidraçadas e superfícies opacas da envoltória dos edifícios, que contribuem para o baixo desempenho térmico das edificações em climas quentes e úmidos. Diante disso, o presente estudo visa analisar o impacto de diferentes tipos de elementos de sombreamento no consumo energético de edificações com ambientes com características típicas do uso de escritório, localizadas na Zona Bioclimática 3, considerando dimensões, formas e orientações distintas.

2. OBJETIVO

O objetivo do presente artigo é analisar, através de simulação computacional, a influência do uso de diferentes tipos de elementos de controle solar no consumo energético em ambientes de uso comercial.

3. MÉTODO

A pesquisa possui o objetivo de compreender a eficiência energética no que tange o uso de elementos de sombreamento de ambientes de uso comercial, identificar as soluções mais eficazes para o bom desempenho térmico de cada fachada e como tais elementos podem atuar na redução do ganho térmico através das aberturas, este estudo adota parâmetros quantitativos de comparação de desempenho de proteções solares.

Para a pesquisa não foi considerado o aproveitamento de iluminação natural e sua possível influência no consumo energético final.

Como procedimentos metodológicos para o desenvolvimento do presente estudo, foram realizadas as seguintes etapas:

1. Caracterização dos modelos;
2. Análise de mascaramento dos elementos propostos;
3. Simulação computacional dos modelos;
4. Análise comparativa do consumo energético.

3.1. Caracterização dos Modelos

A definição dos modelos de proteções solares de pesquisa partiu de estudos realizados previamente a respeito do entendimento do clima, dos conceitos de conforto térmico e das estratégias bioclimáticas, bem como os efeitos destes fatores na arquitetura e em sua eficiência energética. Com isso, o conhecimento da geometria solar se faz fundamental, ao passo que grande parte do território brasileiro apresenta dias de verão quentes e grande quantidade de presença da luz solar ao longo do ano. Assim, o sombreamento consiste em uma das estratégias bioclimáticas mais indicadas.

Sendo assim, a pesquisa engloba o estudo dos três tipos de brise (horizontal, vertical e misto) para cada orientação de fachada, possibilitando a análise de como estas proteções solares se comportam, sua eficiência em sombrear o sol indesejado e permitir a exposição ao sol quando necessário, e sua influência no consumo energético de edificações.

Por se tratar de uma pesquisa que busca o entendimento dos efeitos dos diferentes tipos de proteções solares e sua atuação na perda energética de edifícios, optou-se por expressar apenas suas propriedades geométricas essenciais. Foi elaborado o modelo de um ambiente de escritório, com dimensões 5m x 5m x 3m (Figura 1). Primeiramente o modelo foi simulado com uma janela de 3,3m², conforme Figura 2, e após os primeiros resultados viu-se necessária a análise com aberturas maiores, com 15 m², conforme Figura 3. Sendo que estas foram projetadas de forma a serem protegidas da radiação solar considerada indesejada. Foi escolhida a Zona Bioclimática 3 (ZB3) para fins de estudo, a qual requer, como uma das estratégias recomendadas conforme NBR 15.220:2003, o sombreamento de aberturas no verão e permitir a presença do sol do inverno.

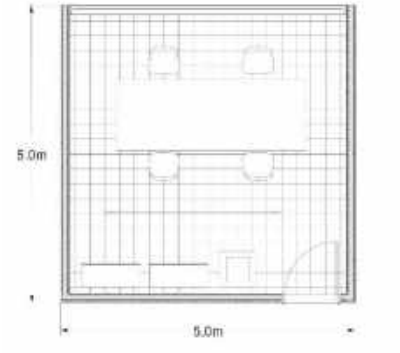


Figura 1: Planta do Modelo

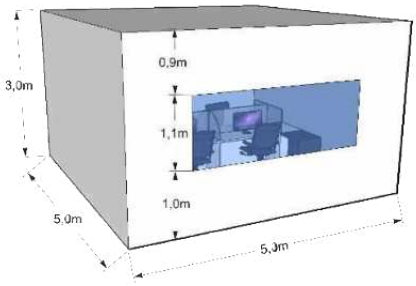


Figura 2: Ambiente com Janela menor

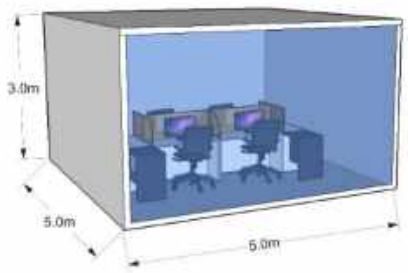


Figura 3: Ambiente com Janela maior

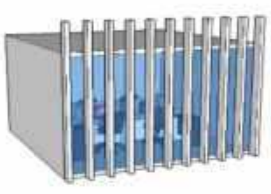
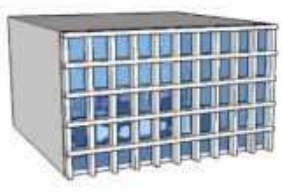
3.2. Análise de mascaramento dos elementos propostos

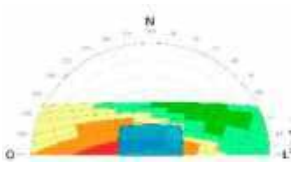
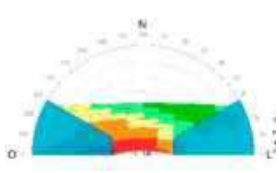
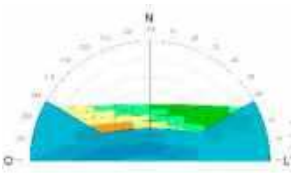
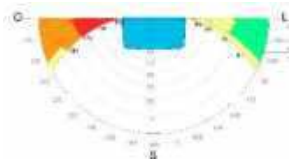
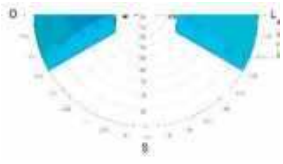
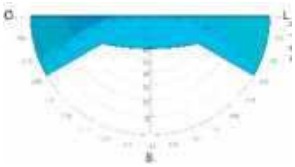
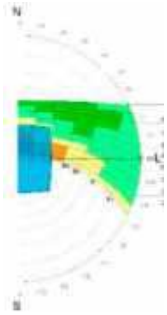
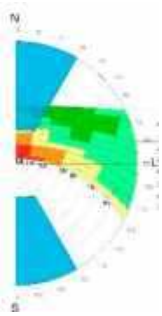
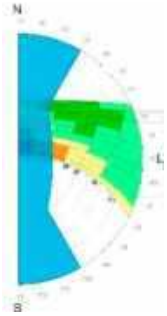
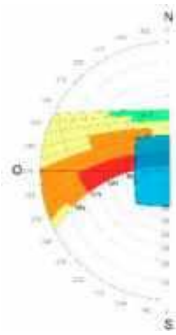
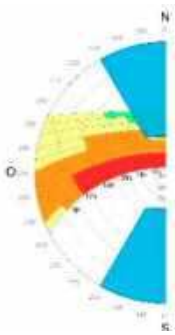
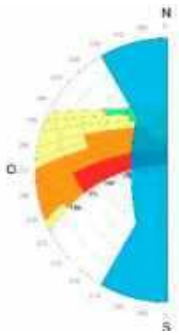
Nesta etapa, foram adotadas informações relevantes para as simulações, como dimensões e orientação solar das janelas e geometria das proteções solares. O local de análise foi a cidade de Balneário Camboriú, situada na Zona Bioclimática 3, com latitude de 26º 59' 26" S. Com a cidade definida, pôde-se observar a NBR 15.220:2003, onde apresentam recomendações a serem incorporadas em edificações. Desta forma, os elementos de sombreamento foram dimensionados para permitir parte da radiação solar (inverno) e bloquear em alguns períodos (verão), assim os ângulos foram padronizados para os dois modelos (janela menor e maior).

Os brises horizontais foram dimensionados considerando o ângulo de $\alpha = 60°$, e o limite dos ângulos $\gamma = 60°$; enquanto que para os brises verticais foi definido $\beta = 30°$, e o limite dos ângulos $\gamma = 60°$; no modelo que utiliza brises mistos, os ângulos adotados foram de $\alpha = 60°$ e $\beta = 30°$. O mascaramento foi desenhado utilizando como base Bittencourt (2004) e Frota e Schiffer (2001).

Foram analisados os mascaramentos dos modelos considerando as 4 orientações solares: Norte, Sul, Leste e Oeste. O projeto do elemento de sombreamento e seu respectivo mascaramento são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Diretrizes de sombreamento realizadas para cada orientação de fachada com janela

BRISE HORIZONTAL (BH)	BRISE VERTICAL (BV)	BRISE MISTO (BM)
		

ORIENTAÇÃO	MASCARAMENTO		
NORTE			
SUL			
LESTE			
OESTE			
LEGENDA	Muito Desejável	Desejável	Neutro	Indesejável	Muito Indesejável	Sombreamento

3.3. Simulação computacional dos modelos

As geometrias foram modeladas no programa SketchUp Pro 2018 com auxílio do plugin Euclid versão 0.9.3. e as simulações termo energéticas foram desenvolvidas no programa EnergyPlus 8.5.0.

A geometria possui as dimensões de 5m x 5m com pé-direito de 3m. Os modelos não possuem abertura zenital e apenas uma abertura lateral, onde foi adotado duas variações (janela menor e janela maior, conforme Tabela 2).

Tabela 2: Caracterização das áreas de janela

	ÁREA	%	CARACTERIZAÇÃO
Janela	3,3 m²	5,50% da área total	JANELA MENOR
Fachada	60 m²	100%	
Janela	15 m²	25% da área total	JANELA MAIOR
Fachada	60 m²	100%	

Os modelos de simulação apresentam ocupação com quatro pessoas por metro quadrado, iluminação de 12W/m² e equipamentos de 15W/m². O sistema de condicionamento de ar foi definido como Ideal Load (Carga Ideal) capaz de definir a carga térmica necessária no ambiente sem que os momentos de pico sejam superiores à capacidade de um sistema estabelecido isoladamente. O setpoint de resfriamento adotado foi de 24°C e o de aquecimento foi de 20°C.

3.4. Análise comparativa do consumo energético

Após as simulações computacionais, os modelos foram comparados com relação ao seu consumo energético em função da área envidraçada, orientação solar e os elementos de sombreamento. Em um primeiro momento, foi proposto uma área de janela de 3,3m² (janela menor), entretanto os resultados não foram satisfatórios, resultando em uma nova proposta considerando uma fachada envidraçada (janela maior).

4. RESULTADOS

Os resultados foram obtidos a partir do tratamento dos dados de saída dos gráficos, através dos quais pode-se demonstrar o consumo energético do modelo base e dos modelos compostos de elementos de proteção solar de cada orientação estudada. Para uma melhor análise, partiu-se das simulações da janela menor para verificação do consumo por uso final do modelo pela iluminação, equipamentos, aquecimento e resfriamento do ambiente. O consumo referente à iluminação artificial e equipamentos não mudou, visto que foram determinados pela área do ambiente e este não sofreu alteração.

Em seguida, após a constatação de resultados não satisfatórios, foram realizadas simulações considerando maior área de janela (15 m²) utilizando os mesmos parâmetros das simulações anteriores.

As Tabelas 3, 4, 5 e 6 e as Figuras 4, 5, 6 e 7 apresentam dados relativos ao consumo energético mensal por uso final de energia elétrica, separado em iluminação artificial, equipamentos, condicionamento de ar para aquecimento e condicionamento de ar para resfriamento, considerando **janela menor** com abertura voltada para a orientação Norte, Sul, Leste e Oeste, respectivamente.

Tabela 3: Consumo energético por uso final, em modelo com janela menor voltada para orientação Norte.

Modelo NORTE	Iluminação [kWh/ano]	Equipamento [kWh/ano]	Aquecimento [kWh/ano]	Resfriamento [kWh/ano]	Cons. total [kWh/ano]	Cons. total [kWh/mês]	Diferença [%]
Mod Base-N	630,50	780,00	404,93	1.513,65	3.329,08	277,42	
Mod BH-N	630,50	780,00	421,41	1.359,90	3.191,81	265,98	96%
Mod BV-N	630,50	780,00	424,20	1.379,30	3.214,00	267,83	97%
Mod BM-N	630,50	780,00	433,88	1.307,67	3.152,05	262,67	95%

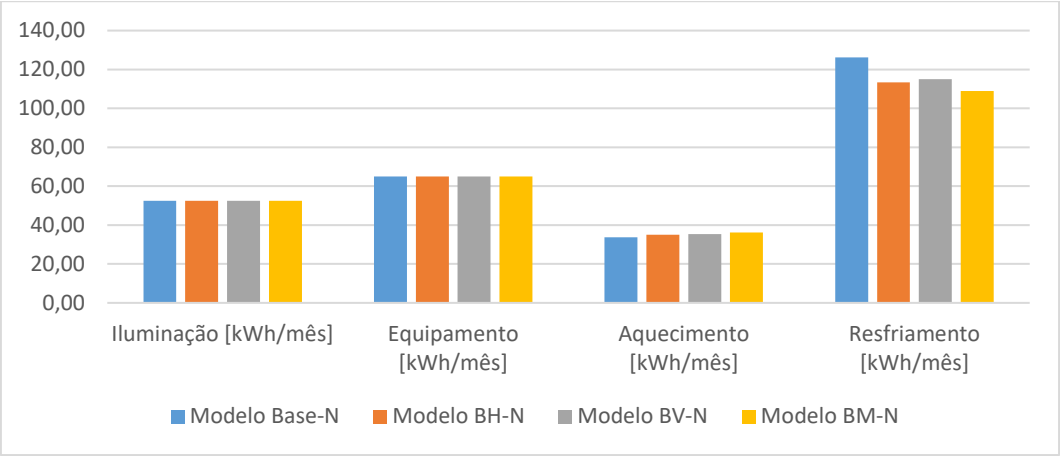


Figura 4: Gráfico de consumo mensal por uso final de energia elétrica, em modelo com janela menor voltada para orientação Norte.

Tabela 4: Consumo energético por uso final, em modelo com janela menor voltada para orientação Sul.

Modelo SUL	Iluminação [kWh/ano]	Equipamento [kWh/ano]	Aquecimento [kWh/ano]	Resfriamento [kWh/ano]	Cons. total [kWh/ano]	Cons. total [kWh/mês]	Diferença [%]
Mod Base-S	630,50	780,00	428,92	1.409,77	3.249,19	270,77	
Mod BH-S	630,50	780,00	426,86	1.382,60	3.219,96	268,33	99%
Mod BV-S	630,50	780,00	426,00	1.370,11	3.206,61	267,22	99%
Mod BM-S	630,50	780,00	424,52	1.366,14	3.201,16	266,76	99%

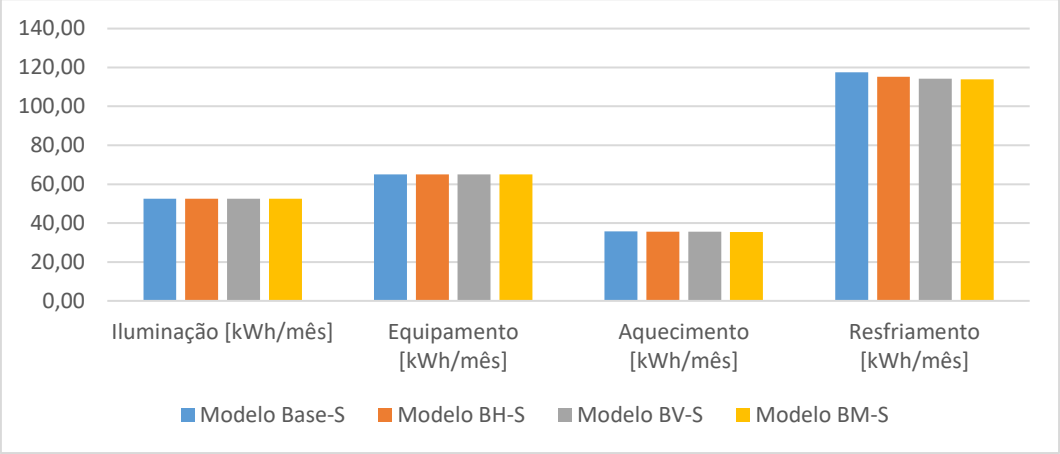


Figura 5: Gráfico de consumo mensal por uso final de energia elétrica, em modelo com janela menor voltada para orientação Sul

Tabela 5: Percentual de consumo energético por uso final, em modelo com janela menor voltada para orientação Leste.

Modelo LESTE	Iluminação [kWh/ano]	Equipamento [kWh/ano]	Aquecimento [kWh/ano]	Resfriamento [kWh/ano]	Cons. total [kWh/ano]	Cons. total [kWh/mês]	Diferença [%]
Mod Base-L	630,50	780,00	412,27	1.515,24	3.338,01	278,17	
Mod BH-L	630,50	780,00	419,67	1.387,77	3.217,94	268,16	96%
Mod BV-L	630,50	780,00	419,67	1.387,77	3.217,94	268,16	96%
Mod BM-L	630,50	780,00	421,06	1.384,45	3.216,01	268,00	96%

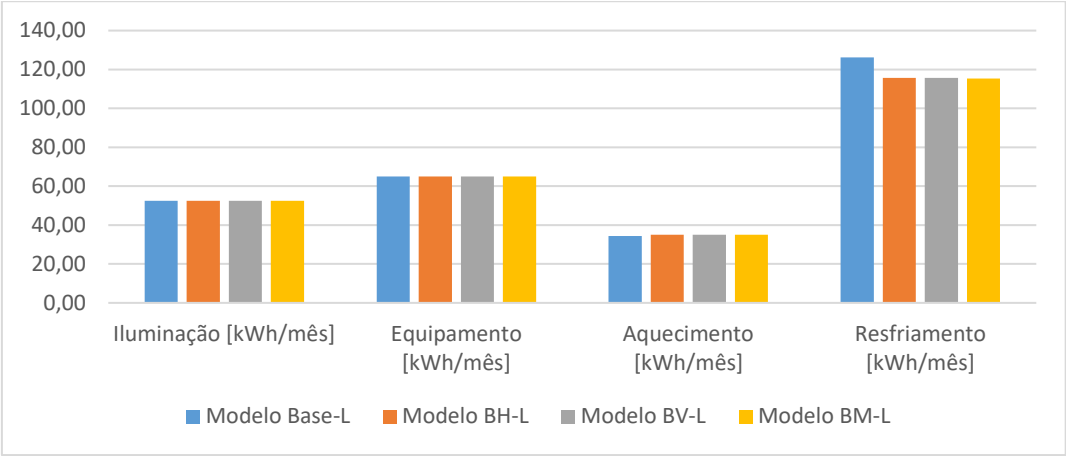


Figura 6: Gráfico de consumo mensal por uso final de energia elétrica, em modelo com janela menor voltada para orientação Leste.

Tabela 6: Percentual de consumo energético por uso final, em modelo com janela menor voltada para orientação Oeste.

Modelo OESTE	Iluminação [kWh/ano]	Equipamento [kWh/ano]	Aquecimento [kWh/ano]	Resfriamento [kWh/ano]	Cons. total [kWh/ano]	Cons. total [kWh/mês]	Diferença [%]
Mod Base-O	630,50	780,00	422,35	1.561,14	3.393,99	282,83	
Mod BH-O	630,50	780,00	428,25	1.415,74	3.254,49	271,21	96%
Mod BV-O	630,50	780,00	428,78	1.459,31	3.298,59	274,88	97%
Mod BM-O	630,50	780,00	412,50	1.522,18	3.345,18	278,77	99%

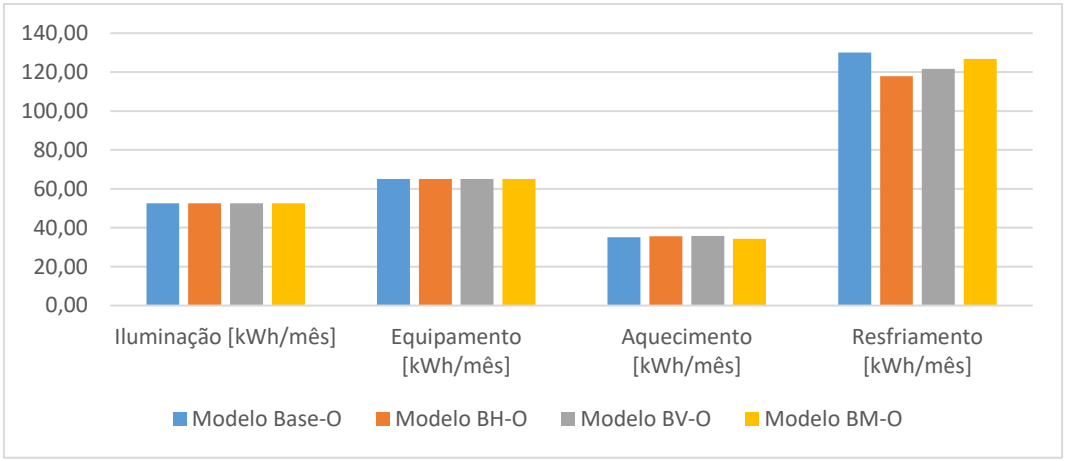


Figura 7: Gráfico de consumo mensal por uso final de energia elétrica, em modelo com janela menor voltada para orientação Oeste.

As Tabelas 7, 8, 9 e 10 e as Figuras 8, 9, 10 e 11 apresentam dados relativos ao consumo energético mensal por uso final de energia elétrica, separado em iluminação artificial, equipamentos, condicionamento de ar para aquecimento e condicionamento de ar para resfriamento, considerando **janela maior** com abertura voltada para a orientação Norte, Sul, Leste e Oeste, respectivamente.

Tabela 7: Percentual de consumo energético por uso final, em modelo com janela maior voltada para orientação Norte.

Modelo NORTE	Iluminação [kWh/ano]	Equipamento [kWh/ano]	Aquecimento [kWh/ano]	Resfriamento [kWh/ano]	Cons. total [kWh/ano]	Cons. total [kWh/mês]	Diferença [%]
Mod Base-N	630,50	780,00	423,39	2.550,24	4.384,13	365,34	
Mod BH-N	630,50	780,00	454,92	1.834,69	3.700,11	308,34	84%
Mod BV-N	630,50	780,00	495,15	1.616,84	3.522,49	293,54	80%
Mod BM-N	630,50	780,00	508,03	1.501,55	3.420,08	285,01	78%

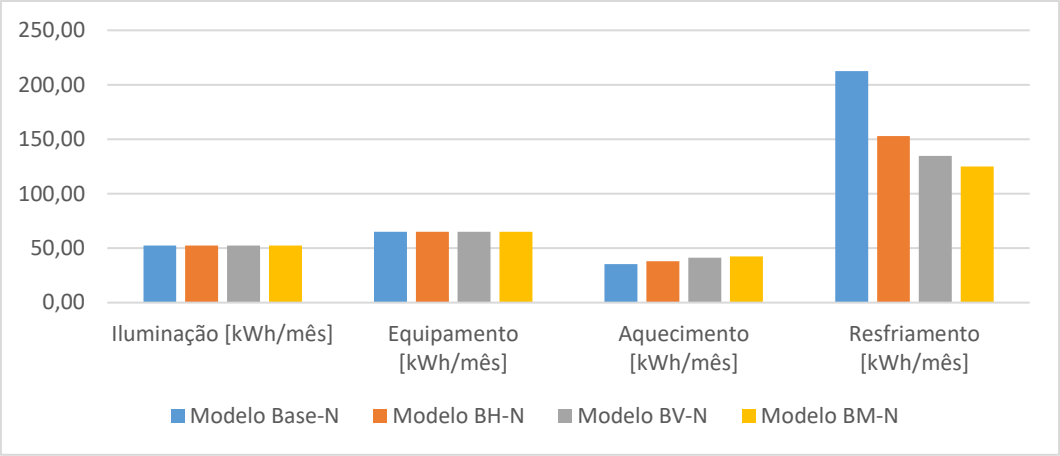


Figura 8: Gráfico de consumo mensal por uso final de energia elétrica, em modelo com janela maior voltada para orientação Norte.

Tabela 8: Percentual de consumo energético por uso final, em modelo com janela maior voltada para orientação Sul.

Modelo SUL	Iluminação [kWh/ano]	Equipamento [kWh/ano]	Aquecimento [kWh/ano]	Resfriamento [kWh/ano]	Cons. total [kWh/ano]	Cons. total [kWh/mês]	Diferença [%]
Mod Base-S	630,50	780,00	489,52	1.997,04	3.897,06	324,76	
Mod BH-S	630,50	780,00	483,58	1.774,48	3.668,56	305,71	94%
Mod BV-S	630,50	780,00	481,52	1.602,89	3.494,91	291,24	90%
Mod BM-S	630,50	780,00	482,56	1.562,08	3.455,14	287,93	89%

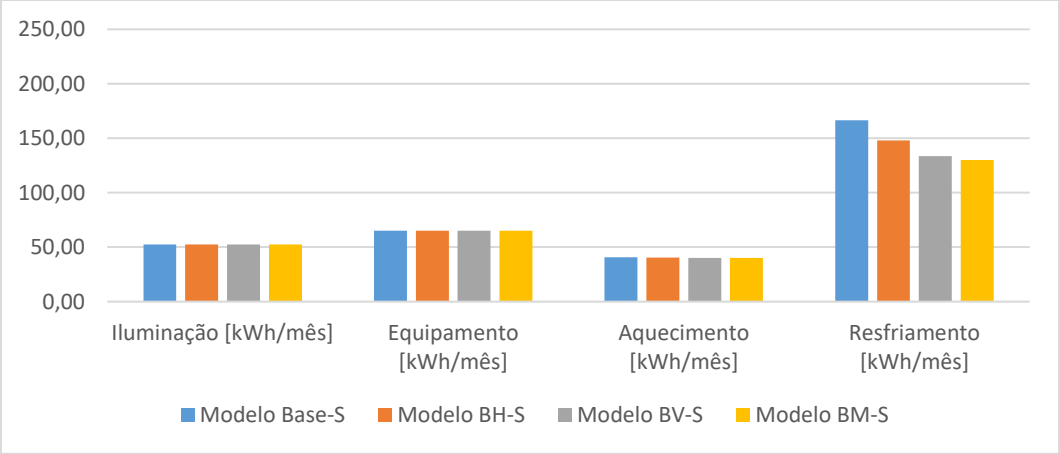


Figura 9: Gráfico de consumo mensal por uso final de energia elétrica, em modelo com janela maior voltada para orientação Sul.

Tabela 9: Percentual de consumo energético por uso final, em modelo com janela maior voltada para orientação Leste.

Modelo LESTE	Iluminação [kWh/ano]	Equipamento [kWh/ano]	Aquecimento [kWh/ano]	Resfriamento [kWh/ano]	Cons. total [kWh/ano]	Cons. total [kWh/mês]	Diferença [%]
Mod Base-L	630,50	780,00	440,63	2.518,65	4.369,78	364,15	
Mod BH-L	630,50	780,00	449,54	1.937,94	3.797,98	316,50	87%
Mod BV-L	630,50	780,00	484,85	1.809,68	3.705,03	308,75	85%
Mod BM-L	630,50	780,00	487,38	1.612,17	3.510,05	292,50	80%

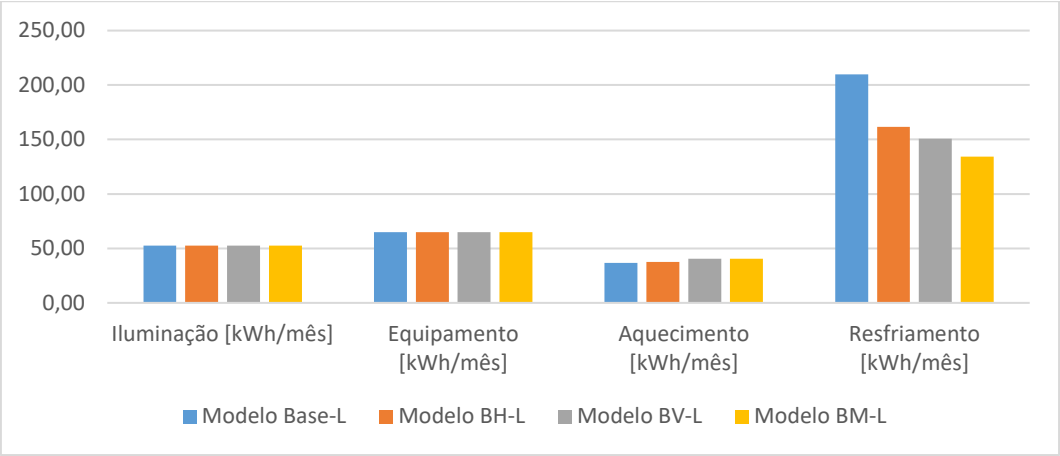


Figura 10: Gráfico de consumo mensal por uso final de energia elétrica, em modelo com janela maior voltada para orientação Leste.

Tabela 10: Percentual de consumo energético por uso final, em modelo com janela maior voltada para orientação Oeste.

Modelo LESTE	Iluminação [kWh/ano]	Equipamento [kWh/ano]	Aquecimento [kWh/ano]	Resfriamento [kWh/ano]	Cons. total [kWh/ano]	Cons. total [kWh/mês]	Diferença [%]
Mod Base-L	630,50	780,00	461,87	2.684,83	4.557,20	379,77	
Mod BH-L	630,50	780,00	473,25	2.057,62	3.941,37	328,45	86%
Mod BV-L	630,50	780,00	497,61	1.883,45	3.791,56	315,96	83%
Mod BM-L	630,50	780,00	500,38	1.668,06	3.578,94	298,25	79%

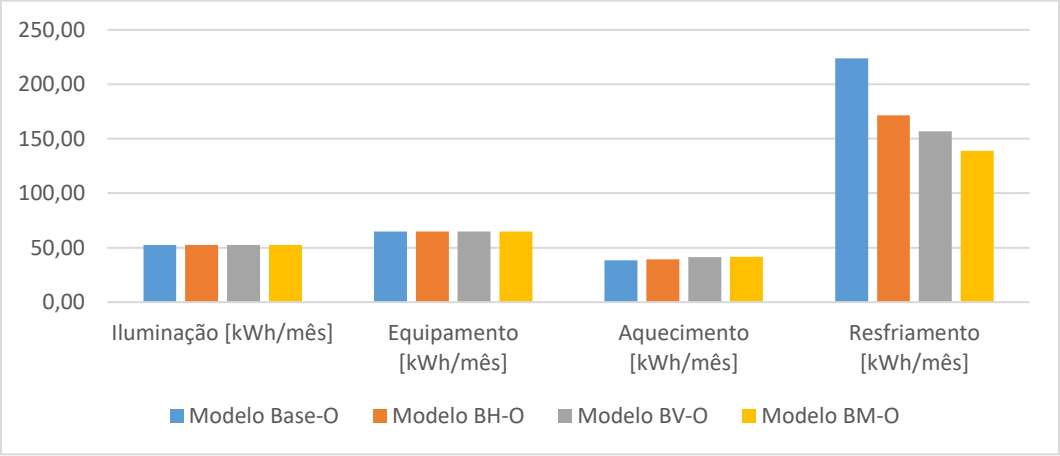


Figura 11: Gráfico de consumo mensal por uso final de energia elétrica, em modelo com janela maior voltada para orientação Oeste.

Através das tabelas e figuras apresentadas acima pôde-se observar que ao aplicar os elementos de sombreamento em aberturas com pequena área a redução no consumo energético total alcançou a sua maior influência quanto utilizados brises mistos orientados para Norte, com 95% do consumo total de energia do modelo base. Ao analisar a influência de elementos de sombreamento em janelas de grandes dimensões, a maior diferença de consumo foi registrada ao aplicar elementos de sombreamento mistos na fachada orientada para Norte, com 78% do consumo total de energia do modelo base. As respostas quanto à orientação e tipo de elemento de sombreamento foi coincidente, entretanto, a percentagem de influência foi maior com a maior janela.

5. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos com a pesquisa, observou-se que a definição dos elementos da envoltória é fundamental e significativa no desempenho térmico das edificações. Contudo, os resultados demonstram que para uma área envidraçada pequena, o uso de elemento de sombreamento apresentou pouca influência no consumo energético da edificação, enquanto que em grandes superfícies envidraçadas, a utilização de brises contribui para a redução do consumo energético nos ambientes.

Destaca-se também, a versatilidade e importância do uso de programas de simulação termo energética durante o processo projetual, auxiliando na avaliação do desempenho das edificações variando seus elementos construtivos, e assim, definir a melhor solução a ser aplicada, buscando aperfeiçoar o conforto térmico dentro dos ambientes.

O estudo ilustrou a diferença entre áreas envidraçadas menores e maiores, aqui tratadas como janela menor e janela maior, em função do uso de elementos de sombreamento como mecanismo de atenuação do consumo de energia. Os gráficos demonstraram que, para a análise da janela menor, o modelo base e os modelos compostos por elementos de sombreamento são pouco distintos no que tange o consumo energético das variáveis (iluminação, equipamento e condicionamento de ar, ressaltando que a iluminação artificial e equipamentos foram definidos conforme área do ambiente, portanto não se alteram nas simulações). Já os resultados expressos nos gráficos do modelo com janela maior, revelam uma diferença mais significativa entre a não utilização de brises e o seu uso, principalmente na variável de resfriamento.

Desta forma, constatou-se que, para uma grande superfície envidraçada, a entrada de radiação solar é muito mais abrangente, aumentando o consumo energético através do uso de condicionamento do ar para resfriamento dos ambientes. Com isso, a necessidade do uso de elementos de proteção solar se faz presente e indispensável para garantir maior conforto térmico no interior dos edifícios.

Junto a isso, observou-se a importância em se determinar critérios construtivos de acordo com a realidade climática de uma determinada edificação, pois a desconsideração de certos aspectos pode constituir um baixo desempenho térmico do edifício.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220:2003 Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2003.

BITTENCOURT, Leonardo. (2004) Uso das cartas solares: diretrizes para arquitetos. 4. Edição. Maceió: EDUFAL, 2004

CUNHA, Eduardo Grala Da. (2011) Brise-soleil: da estética à eficiência energética. Vitruvius, 131.07, ano 11, abr. 2011.

EnergyPlus. Versão 8.5.0. Disponível em: https://www.energy.gov.

Euclid versão 0.9.3.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. (2001) Manual de conforto térmico. 5. Edição. São Paulo: Studio Nobel, 2001

LAMBERTS, Roberto et al. (2014) Eficiência energética na arquitetura. 3. Edição. São Paulo: ELETROBRAS/PROCEL, 2014.

OLGYAY, Victor. (1998) Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. 1. Edição. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A., 1998.

SketchUp Pro 2018.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à UNIVALI pelos recursos disponibilizados que permitiram o desenvolvimento da pesquisa que originou este artigo.