ANÁLISE DO USO DE VIDROS SIMPLES E INSULADOS EM JANELAS DE UMA EDIFICAÇÃO CONDICIONADA ARTIFICIALMENTE[1]

KAMIMURA, A. M., Universidade Federal de Uberlândia, e-mail: artur_kamimura@hotmail.com; MOTTA, L. A, Universidade Federal de Uberlândia, e-mail: lacastro@ufu.br

ABSTRACT

The design of a building, especially in what concerns the architectural project, should be attentive to questions such as thermal comfort and energy consumption. Both for design and for execution, it is important to make an analysis in order to optimize the performance of the building and measure the financial gains possible with such design. This work aims to propose constructive solutions that allow an increase of the energy efficiency of the building together with the gain of thermal comfort. In this way, possible constructive variations are considered, which allows, through successive improvements in the exterior envelope and glazed spans, to reduce the final consumption of energy and thus optimize to the maximum the energy performance of the building. Finally, it is possible to conclude that the reduction of energy consumption with window change is significant, so that the exchange of windows is a viable alternative for buildings of this size.

***Keywords**: Insulating glass. Energy efficiency. Constructive solutions.*

1 INTRODUÇÃO

É crescente a discussão de estratégias de redução de impactos ambientais pela ação antrópica. Dentre as principais discussões está a necessidade de otimizar a integração de atividades de desenvolvimento de produtos sob a ótica do impacto e das legislações ambientais (HEPPERLE et al, 2010).

A escolha dos materiais e a adequação da edificação ao clima são fatores de elevada importância em um projeto, tais escolhas podem implicar numa redução significativa no consumo de energia (SANTANA; GUISI,2009). Lamberts *et al* (2004) ao ressaltar que a arquitetura precisa de eficiência energética também indica a necessidade dessa otimização.

O desempenho da envoltória e de seus componentes construtivos é determinante para a indicação dos níveis de sustentabilidade e do conforto ambiental nos edifícios. Em particular devem ser consideradas as janelas, pois as mesmas são responsáveis cerca de 30 a 50% das perdas e ganhos de calor no ambiente (GUSTAVSEN et al., 2011).

Albatici e Passerini (2011) demonstraram que são necessários modelos distintos de janelas para atender às particularidades de cada região. Assim, as janelas, entre outros elementos construtivos, possuem a função determinante de controlar as variações climáticas dentro do ambiente construído e definir condições de conforto adequadas.

[1] KAMIMURA, A. M., MOTTA, L. A. Análise do uso de vidros simples e insulados em janelas de uma edificação condicionada artificialmente. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

Carvalho *et al* (2010) concluíram que a escolha dos tipos de vidros, desde as primeiras etapas de projeto foi um fator determinante na redução do consumo de energia em seus modelos.

O aprimoramento da proteção térmica é a maneira mais econômica para construir ou reabilitar edifícios com um consumo de energia razoável, conforto térmico satisfatório e baixos custos operacionais. As recentes regulamentações europeias relacionadas ao tema tiveram isso em conta e passaram a exigir altos padrões de proteção térmica e uma consequente alta da eficiência energética das edificações. (PAPADOPOULOS, 2004).

Em locais com invernos rigorosos, como os a Europa e os Estados Unidos, uma das estratégias de conforto térmico utilizada é o uso de vidros insulados. Com uma camada de ar ou gás de baixa condutividade térmica entre duas ou mais lâminas de vidro, o vidro insulado tem grande isolamento térmico, sobretudo pela presença da camada de gás. A composição dificulta a entrada do fluxo de calor externo, mas também impede a adequada dissipação da carga interna nas edificações. (HUANG; NIU; CHUNG, 2014)

Besen e Westphal (2012), reiteraram que esse tipo de vidro, muito utilizado em climas com invernos rigorosos, tem sido utilizado sem estudos que comprovem sua eficácia em edificações no Brasil.

Assim, este estudo permitirá analisar a viabilidade do uso de vidros laminados (simples e múltiplos) e insulados considerando uma edificação condicionada artificialmente. Poder-se-á mesurar os resultados de consumo energético, possibilitando uma indicação aos profissionais da área de construção civil das tipologias de janelas mais adequadas para edificações do mesmo porte e situadas em situação climática semelhante.

2 METODOLOGIA

Para alcançar os resultados e objetivos pretendidos, é proposta a simulação computacional de um modelo sob as condições climáticas da cidade de Uberlândia-MG, com as duas especificações de vidros: simples e insulado. Para tanto, utilizou-se o software de simulação computacional EnergyPlus. A modelagem geométrica do edifício foi realizada com o uso do plug-in OpenStudio para Sketchup 3D.

2.1 Modelo Geométrico

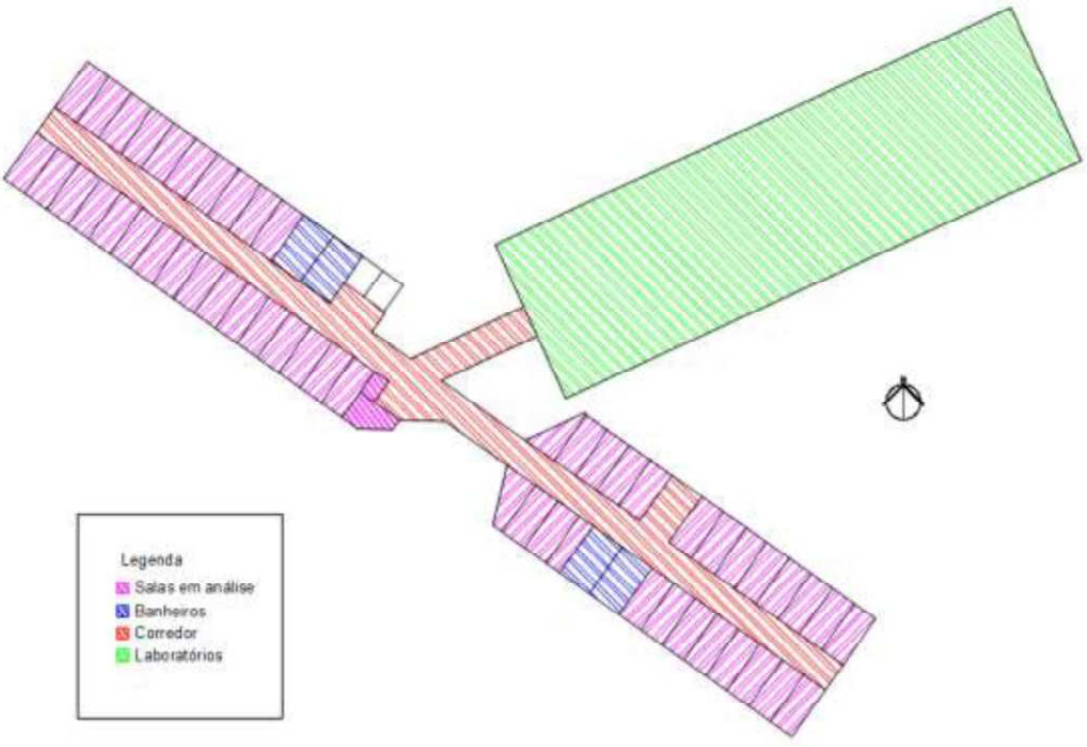
O edifício objeto de estudo será construído no campus de uma Universidade Federal. O edifício em questão será sede da faculdade de engenharia civil, cujo andar estudado será o segundo, onde estão as salas de professores, locais cujo uso de ar condicionado será mais expressivo. O projeto é de autoria do arquiteto Adoniran Tristão em parceria com a arquiteta Alexandra S. B. Liberal. A Figura 1 apresenta uma vista 3D da edificação. Já a Figura 2 apresenta a planta baixa do pavimento estudado e a Figura 3 mostra a modelagem 3D do mesmo pavimento.

Figura 1 – Vista 3D da edificação estudada



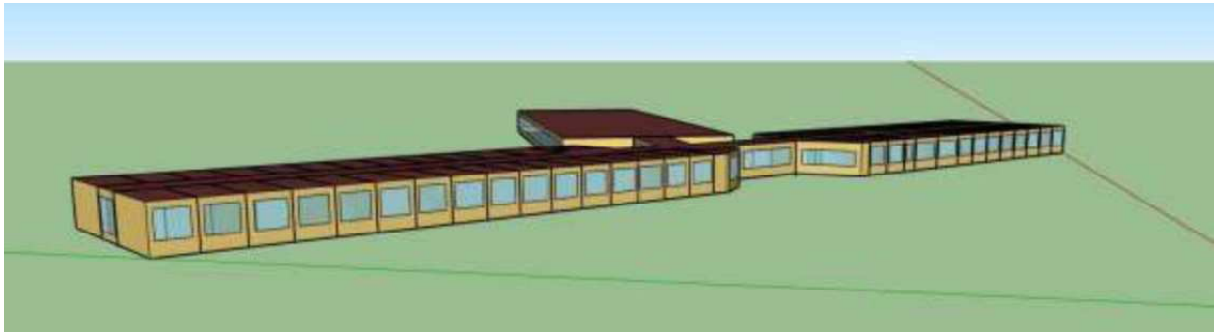
Fonte: Autor, adaptado de TRISTÃO e LIBERAL (2017).

Figura 2 – Edifício analisado em planta



Fonte: Autor, adaptado de TRISTÃO e LIBERAL (2017).

Figura 3 – Modelo 3D da edificação estudada



Fonte: Autor, adaptado de TRISTÃO e LIBERAL (2017).

2.2 Características dos elementos construtivos

Para o presente estudo, foram escolhidas duas especificações de vidro: um vidro laminado simples (única camada) com condutividade térmica adotada de 0,9 W/ (m.k) e um insulado, composto por duas camadas de vidro espaçadas e com de gás em seu interior, com condutividade térmica adotada de 0,013 W/ (m.k). A Tabela 1 apresenta as características dos demais materiais utilizados na edificação; os valores foram considerados conforme ABNT NBR 15520: 2005.

Tabela 1 – Características dos materiais utilizados

Material	ρ (kg/m³)	λ (W/(m.K))	Espessura (cm)
Revestimento Argamassado	1800	1,15	2
Bloco cerâmico	1300	0,9	9
Laje de concreto	2500	1,75	10
Revestimento cerâmico	2500	2,9	2
Gesso	1100	0,5	2
Madeira das portas	608	0,15	2,6

Fonte: Autor (2017), adaptado de ABNT NBR 15520: 2005

2.3 Execução das simulações computacionais

Para todas essas soluções alguns parâmetros comuns também foram definidos, como: quantidade de pessoas por m², características da iluminação, características dos equipamentos utilizados, infiltração de ar e todas as soluções foram calculadas considerando cargas térmicas ideais. As características utilizadas estão apresentadas na Tabela 2 e foram divididas conforme o tipo de espaço (salas, corredores, banheiros e laboratórios). Os valores descritos na mesma foram adotados pelo autor.

Tabela 2 – Características gerais para simulação

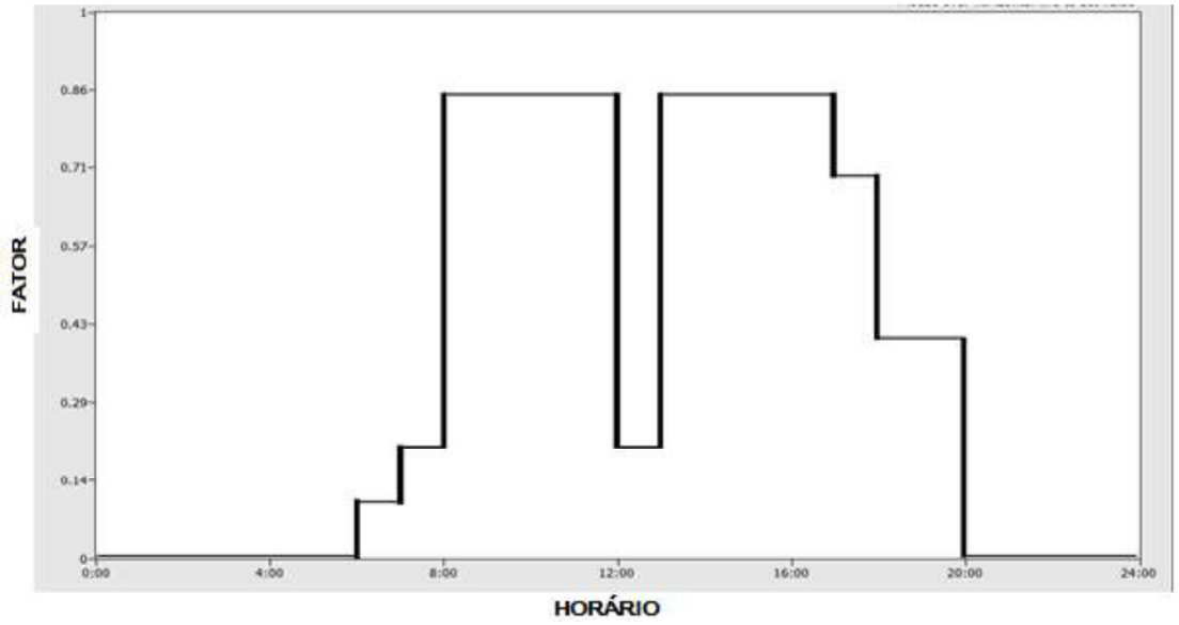
Características gerais para simulação				
Ambiente	**Quantidade de pessoas / m²**	**Consumo dos equipamentos (w/m²)**	**Consumo da iluminação (w/m²)**	**Ventilação**
Salas de professores	0,051	6,9	10,65	0,0094 m³/s.pessoa
Laboratórios	0,053	7,65	10,65	0,0094 m³/s.pessoa
Banheiros	0,107	0,75	8,7	0,00487 m³/s.m²
Corredor	0,0107	1,72	4,9	0,00025 m³/s.m²

Fonte: Autor (2017)

Para as análises apenas as salas de professores foram consideradas como condicionadas artificialmente, por serem os ambientes com maiores quantidades de janelas e também com maior ocupação, e o período de atividade de todos os ambientes adotado foi das 6h00min às 20h00min de segunda a sexta-feira com ocupação variável, estimada conforme análise da ocupação da atual edificação utilizada pelos professores da Engenharia civil. A ocupação está detalhada na Figura 4.

O sistema de condicionamento de ar (que nesse estudo é do tipo *Split*), em todo o período de ocupação, foi considerado ligado sempre que a temperatura do ar superar os 24°C, para resfriamento como indicado pelo RTQ-R (INMETRO, 2012).

Figura 4 – Fator horário de ocupação da edificação



Fonte: Autor (2017).

2.4 Método de avaliação dos resultados

O desempenho térmico da edificação foi avaliado pela eficiência energética (mensurando-se o consumo em kWh).

A solução com vidro simples foi chamada de solução 1 e a com vidro duplo solução 2.

3 RESULTADOS

Para efeito de análise das soluções, tomou-se o valor de energia primária consumida. Uma fonte de energia primária é toda a forma de energia disponível na natureza antes de ser convertida ou transformada. Consiste na energia contida nos combustíveis crus, a energia solar, a eólica, a geotérmica e outras formas de energia que constituem uma entrada ao sistema. Segundo CURSINO et al. (2009), o valor encontrado para o fator de conversão brasileiro foi de 1,15 para o ano de 2009, o qual foi então fator de multiplicação usado para conversão de energia final em primária.

3.1 Solução 1

A solução 1 é aquela que apresenta maior consumo de energia dentre as situações simuladas computacionalmente. Isso é dado pelo fato de o sistema construtivo não ser aquele termicamente mais eficiente. Os resultados do consumo, em kWh ep/ (m².ano) estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3– Resultados da simulação da solução 1

Solução 1			
Área da edificação (m²)	**558,73**	**Forma de consumo**	**Consumo de eletricidade (kWh ep /m²/ano)**
		Aquecimento	0,00
		Climatização	117,78
		Equipamentos	37,16
		Iluminação	39,52
Consumo da edificação (kWh ep/m2/ano)			**194,46**

Fonte: Autor (2017).

3.2 Solução 2

A solução 2 apresentou um ganho energético significativo em relação à solução 1. A Tabela 4 expõe os resultados dessa simulação.

Tabela 4 – Resultados da simulação da solução 2

Solução 2			
Área da edificação	**558,73**	**Forma de consumo**	**Consumo de eletricidade (kWh ep /m²/ano)**
		Aquecimento	0,00
		Climatização	97,03
		Equipamentos	37,16
		Iluminação	39,52
Consumo da edificação (kWh ep/m2/ano)			**173,72**

Fonte: Autor (2017).

Os resultados desta simulação apresentam uma redução de 20,74 kWh ep / (m².ano), ou aproximadamente 11% a menos em relação à solução 1. Essa redução é significativa, porém esperada, já que as janelas na situação 1 tinham resistência térmica baixa, e na solução 2 esse fator foi muito melhorado. Isso indica que as janelas eram, na solução 1, grandes responsáveis pelo ganho de calor (já que suas resistências eram baixas), gerando aquecimento do ambiente interno.

4 CONCLUSÃO

Diversos estudos têm sido realizados com a finalidade de obter novas técnicas e comprovar como alterações de soluções para otimizar o desempenho térmico podem ser benéficas para a redução do consumo de energia. É a partir do avanço tecnológico dos materiais e de métodos construtivos, que são criados sistemas diferentes e mais eficazes e, obter soluções que aliem conforto e economia é essencial para a realidade atual do país e do mundo, já que o Estado necessita de economias e soluções ambientalmente eficazes são obrigatórias para um futuro saudável do ambiente e das pessoas.

Notou-se que para este estudo de caso, a troca de janelas foi o fator que acarretou maiores economias, fato explicável por sua baixa resistência térmica inicial. Elas representaram economias superiores a 10% em relação à solução onde a troca não foi realizada.

Para futuros estudos sugere-se a análise completa da edificação, visto que a análise de apenas um andar tende a apresentar discrepâncias com a realidade, e a utilização de energias renováveis (como a fotovoltaica) para o estudo da viabilidade econômica.

REFERÊNCIAS

ALBATICI, R.; PASSERINI, F. Bioclimatic design of buildings considering heating requirements in Italian climatic conditions. A simplified approach. **Building and Environment**, v. 46, p. 1624-1631, 2011.
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 15220 –** Desempenho Térmico de Edificações **–** Parte 1. Rio de Janeiro, 2005.

BESEN, Priscila; WESTPHAL, Fernando Simon. Uso De Vidro Duplo E Vidro Laminado No Brasil: Avaliação Do Desempenho Energético E Conforto Térmico Por Meio De Simulação Computacional. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14, 2012, Juiz de Fora, Mg. **Anais**. Juiz de Fora, Mg: Antac, 2012. p.2820 - 2826.

CARVALHO, M.m.q.; LAROVERE, E.l.; GONÇALVES, A.c.m.. Analysis of variables that influence electric energy consumption in commercial buildings in Brazil**. Renewable And Sustainable Energy Reviews**, [s.l.], v.14, n.9, p.3199-3205, dez.2010.

CURSINO, A. H. S.; FAGÁ, M. ; SANTOS, E. M. . **ANÁLISE DAS REGULAMENTAÇÕES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA EDIFICAÇÕES E A CONTRIBUIÇÃO DOS GASES COMBUSTÍVEIS**. In: 6o Congresso Brasileiro de Pesquisa & Desenvolvimento em Petróleo e Gás, 2011, Florianópolis. Anais do 6o Congresso Brasileiro de Pesquisa & Desenvolvimento em Petróleo e Gás. Florianópolis, 2011. v. 1.

HEPPERLE C. *et al*. **Calculating lifecycle interdependencies based on eco-design strategies, IEEE.** International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management. 2010, pp. 743-747.

GUSTAVSEN, A.; GRYNNING, S.; ARASTEH D.; JELLE, B. P.; GOUDEY, O. Key Elements of and Materials Performance Targets for Highly Insulating Window Frames. **Energy and Buildings**, 2011.

HUANG, Yu; NIU, Jian-lei; CHUNG, Tse-ming. Comprehensive analysis on thermal and daylighting performance of glazing and shading designs on office building envelope in cooling-dominant climates. **Applied Energy**, [s.l.], v.134, p.215-228, dez.2014.

INMETRO - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R).** Portaria n. 18. Eletrobrás, Rio de Janeiro, RJ, 2012.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 2ª edição. São Paulo: ProLivros, 2004.

PAPADOPOULOS, A.M**.** State of the art in thermal insulation materials and aims for future developments**. Energy and Buildings**, v.37, 2005. P. 77- 86.

SANTANA, M. V.; GHISI, E. Influência de parâmetros construtivos relacionados ao envelope no consumo de energia em edifícios de escritório da cidade de Florianópolis. ENCAC. **Anais**...Natal, RN: ENCAC, 2009