

# Simulação do Desempenho Energético de Edifícios de Escritórios em Brasília

## Energy performance simulation of Brasília's office buildings

**Thais Borges Sanches Lima**

Universidade de Brasília - UnB - Brasil  
thaisbslima@gmail.com

**Cláudia Naves David Amorim**

Universidade de Brasília - UnB - Brasil  
clamorim@unb.br

**Giselle Marie Cormier Chaim**

Universidade de Brasília - UnB - Brasil  
gisellecormier@gmail.com

**Abstract.** *This paper presents a parametric analysis where WWR and color glass was varied to determine their influence in the thermal performance of an office building's room. Design Builder tool was used to calculate the thermal load and the internal gains. The WWR variation in different orientations resulted in a significant increase of the thermal load. The reflective glass allowed a better thermal performance of the room. With the use of computer simulation was possible to analyse many constructive and design characteristics of the facade and its influence on the results, when considered together.*

**Key Words:** *Energy performance, office buildings, computer simulation, Design Builder*

## Introdução

As tipologias construtivas atualmente utilizadas por projetistas na cidade de Brasília seguem o padrão internacional, caracterizado pelo uso de cortinas de vidro, que satisfazem às necessidades estéticas do mercado, mas estão afastadas da melhor solução com relação ao conforto ambiental, tanto térmico quanto luminoso.

Estas tipologias apresentam alto percentual de janela na fachada (PJF), sem utilização de dispositivos de proteção e controle solar e, em muitos casos, sem possibilidade de abertura das esquadrias para ventilação. Essas características dificultam o uso de meios passivos de ventilação; permitem altos ganhos de calor e alta incidência de radiação solar direta, aumentando os custos com condicionamento de ar; além de implicar na utilização de sistemas de iluminação artificial durante todo o dia, uma vez que os níveis luminosos são obrigatoriamente reduzidos com o uso de películas de proteção solar e persianas internas instaladas pelos usuários.

As análises feitas por Ghisi e Tinker (2001), evidenciam o quanto as características da envoltória influenciam no consumo de energia dos edifícios. Os autores desenvolveram uma metodologia para a determinação da área ideal de janela em oito cidades, dentre as quais Brasília, de modo a avaliar a relação entre o consumo de energia e o percentual de janela na fachada, utilizando para isso simulações no programa VisualDOE, e analisando somente as quatro orientações principais (Norte, Sul, Leste e Oeste), com utilização de vidros simples transparentes e sem proteção solar.

A cor dos vidros utilizados nas aberturas também tem grande influência energética, já que interfere nos ganhos térmicos dependentes da transmitância do material. Zemouri (2005) destaca que o tipo de vidro especificado tem como consequência mais significativas o aproveitamento da luz natural e a redução do uso de iluminação artificial, mas exige o uso de dispositivos de sombreamento para evitar a incidência direta dos raios solares e aumento dos ganhos de calor.

Devido à grande variedade de parâmetros envolvidos na avaliação do desempenho térmico dos edifícios e à necessidade de análise do comportamento do ambiente frente à interdependência entre as variáveis, como destaca Mendes et al. (2005), o uso de programas

computacionais de simulação torna-se fundamental para o desenvolvimento dessa análise.

Com o advento das tecnologias computacionais, tem sido possível o desenvolvimento de modelos físicos que representem o comportamento térmico e energético de edificações, permitindo a simulação de diferentes alternativas de projeto e conjugando um número maior de variáveis, o que não seria possível com os meios tradicionais de avaliação.

Atualmente, existe uma gama enorme de programas para a simulação do desempenho de edifícios que permitem estimar as condições de conforto, seu consumo energético, custo e o impacto das soluções adotadas no conforto ambiental. Dentre os programas existentes em nível mundial, mais de trezentos estão listados no Building Energy Tools Directory, do Departamento de Energia Americano (DOE, 2006).

Dentre esses programas, pode-se destacar o Design Builder, ferramenta para simulação térmica e energética que utiliza os algoritmos do Energy Plus para o cálculo das trocas térmicas e consumo energético de edifícios, além de possuir uma interface mais amigável, apropriada para o uso por parte de arquitetos.

## Método

O trabalho foi desenvolvido a partir da simulação paramétrica de um ambiente de escritórios, sem considerar o uso da ventilação natural ou mecânica, em que foram modificados dados de PJF, cor do vidro e orientação da fachada, de modo a avaliar quais combinações desses parâmetros seriam mais adequadas para melhorar o desempenho térmico do ambiente. O método utilizado constou de três fases principais, destacadas a seguir:

### 1. Modelagem do ambiente no programa Design Builder

O ambiente analisado possui largura de 3,42 m, profundidade de 5,13 m e pé-direito de 2,80 m, com uma única fachada voltada para o exterior, inserido em um edifício de escritórios de 10 pavimentos, situado na cidade de Brasília – DF (Figura 1).

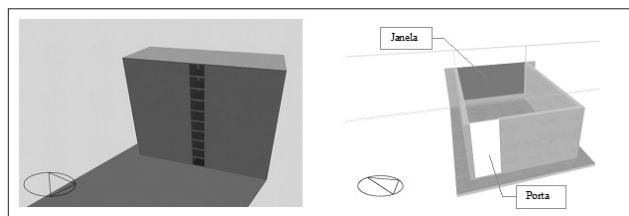


Figura 1. Modelo do edifício e do ambiente simulado

As paredes são de tijolos cerâmicos furados rebocados com 15 cm de espessura, piso e laje em concreto com 10 cm de espessura, a porta é em madeira com uma bandeira com venezianas e a janela com fechamento em vidro simples de 6 mm.

As propriedades dos materiais utilizados foram definidas de acordo com a norma NBR 15220 (ABNT, 2005) e são descritas na Tabela 1.

## 2. Configuração dos parâmetros a serem simulados

Dentre as características do ambiente, foram escolhidos o PJJ, a cor do vidro e a orientação de fachada para sofrerem variação por se entender que tais parâmetros influenciam diretamente no desempenho térmico do ambiente.

Uma peculiaridade importante a ser destacada é que, devido ao projeto do Plano Piloto e à divisão em setores, a maioria dos grandes edifícios de escritórios, em Brasília, fica situada na zona central da cidade e no Eixo Monumental, possuindo orientações específicas que devem ser destacadas por serem representativas para qualquer análise de desempenho dos edifícios situados nessa área da cidade.

As orientações simuladas foram 18°, 108°, 198° e 288°, que correspondem às orientações da maioria das edificações de escritórios, conforme levantamento realizado por Lima e Amorim (2007).

Para o percentual de área de janela na fachada foram escolhidas as variações de 10%, 30%, 50%, 70% e 90%.

Para a cor dos vidros, foram escolhidos os vidros incolor, azul e refletivo, já existentes no banco de dados do programa Design Builder, por caracterizarem as cores predominantes nas edificações existentes (LIMA E AMORIM, 2007).

Para todos os vidros foram utilizados modelos genéricos, com espessura de 6mm, dimensões variando de acordo com o PJJ especificado para cada modelo analisado e características luminosas, próprias de cada cor de vidro, especificadas conforme a Tabela 2.

## 3. Simulação de alternativas de projeto

As simulações foram realizadas variando cada um dos parâmetros, resultando em um total de 120 simulações com a combinação dessas variáveis, calculadas para todo o ano, com dados horários.

Foi utilizado o arquivo climático da cidade de Brasília, disponível no próprio site do Energy Plus.

Para esse estudo foi desconsiderado o uso de qualquer tipo de resfriamento (passivo ou ativo) na melhoria do desempenho térmico do ambiente, sendo considerada apenas a taxa de infiltração de ar.

Tabela 2. Características dos vidro

Características do Vidro	Vidro Refletivo	Vidro Azul	Vidro Incolor
Transmissão Solar Total	29,5%	60,2%	81,5%
Transmissão Solar Direta	16,0%	48,0%	77,5%
Transmissão Luminosa	20,1%	57,0%	88,1%
Transmitância Térmica	5,379 W/m <sup>2</sup> K	6,144 W/m <sup>2</sup> K	6,144 W/m <sup>2</sup> K

## Análise dos resultados

Os resultados foram divididos considerando as orientações principais das fachadas, destacando as melhores opções de configuração de PJJ e cor do vidro para melhorar o desempenho térmico do ambiente.

Cabe destacar que tal desempenho foi avaliado considerando as temperaturas de conforto, definidas por Givoni (1992), como sendo entre 18°C e 29°C e não foram consideradas as umidades relativas.

Os resultados no programa são disponibilizados em gráficos, tabelas ou grids com informações tais como: temperatura do ar, PMV Fanger, temperatura de bulbo seco externa, temperatura radiante, umidade relativa, taxa de renovação de ar, ganhos internos e dados do local.

Para as orientações simuladas, quanto maior o percentual de janela na fachada (PJJ), maior a temperatura interna do ar. Com relação à cor do vidro, o vidro incolor permite maior transmissão de radiação para o interior do ambiente e com isso há um maior aumento da temperatura interna. O vidro refletivo permite a obtenção de menores temperaturas internas e uma menor diferença de temperatura durante o ano, o que permite um maior controle, já que a solução a ser adotada para melhorar as condições térmicas poderá ser utilizada durante todo o ano nas mesmas condições.

Para a orientação 18°, somente a configuração de PJJ de 10% atingiu temperaturas dentro da faixa de conforto (Figura 2). As maiores temperaturas encontradas foram entre o mês de maio e setembro, época seca em Brasília, quando a quantidade de radiação direta é maior. Para esse caso, podemos comprovar que o vidro refletivo seria uma solução a ser adotada para controlar os efeitos de tal incidência.

Na orientação 108°, com o uso do vidro transparente (Figura 3) há um aumento da temperatura interna no verão, com destaque para o mês de setembro, considerado o mês mais quente na cidade. Para esta orientação há a necessidade de um cuidado maior na determinação do PJJ, visto que o projeto de elementos de sombreamento é mais complicado devido à inclinação dos raios incidentes. Uma solução seria o uso do vidro refletivo, pois conforme pode ser visto na figura 4, permitiu uma redução significativa dos ganhos térmicos.

Tabela 1. Características dos materiais

Material	Condutividade térmica [W/m.K]	Densidade [kg/m <sup>3</sup> ]	Calor específico [J/kg.K]	Absortância
Tijolo cerâmico furado, com argamassa de assentamento	0,62	1700	800	0,90
Argamassa reboco	0,88	2800	896	0,90
Concreto maciço	1,40	2100	840	0,90
Madeira para porta	0,19	700	2390	0,90

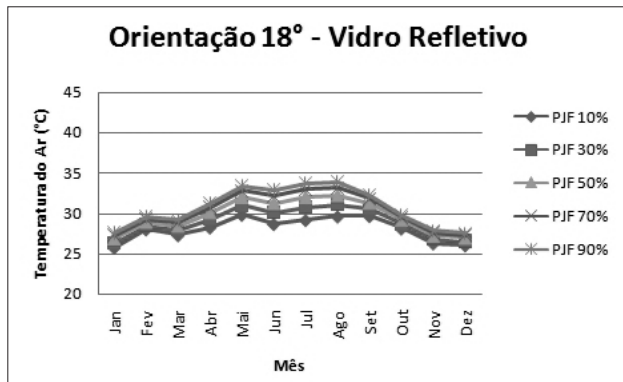


Figura 2. Temperatura do ar - vidro refletivo

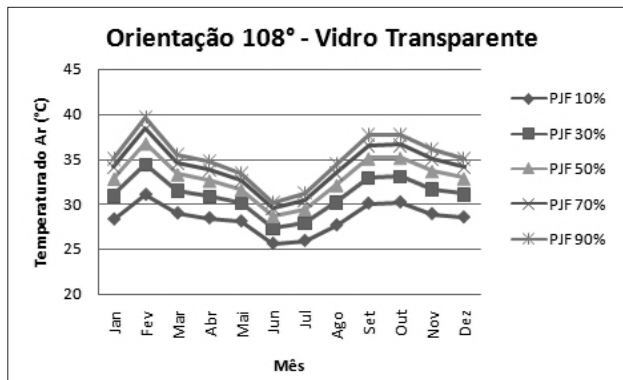


Figura 3. Temperatura do ar - vidro transparente

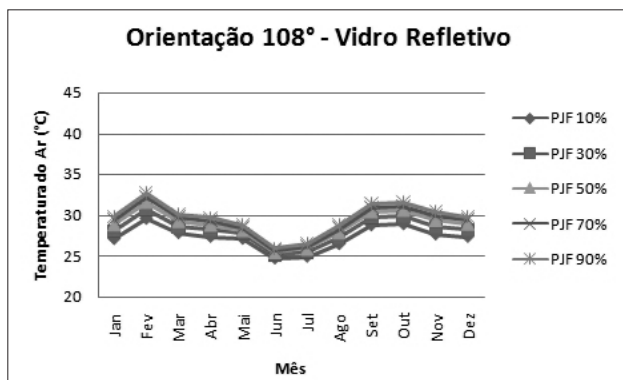


Figura 4. Temperatura do ar - vidro refletivo

Para a fachada sul (198°), cuja maior incidência de radiação solar ocorre no verão, há um decréscimo das temperaturas no período de inverno. Nesse caso, o uso do vidro refletivo auxilia não só a redução das temperaturas internas, como também permite que as mesmas atinjam o intervalo de conforto grande parte do ano.

Para a orientação 288°, qualquer que seja a cor do vidro, somente o PJF de 10% permite temperaturas dentro do intervalo de conforto.

## Conclusões

O vidro refletivo, segundo as simulações, é a melhor opção dentre os vidros analisados por reduzir consideravelmente as temperaturas internas, porém cabe destacar sua influência no espaço urbano com relação ao ofuscamento gerado no entorno imediato, além dos problemas relativos à redução da iluminação natural no espaço interno.

Os vidros coloridos têm um melhor desempenho térmico que o vidro transparente, porém, nas condições simuladas, só atingem temperaturas dentro da zona de conforto para um PJF baixo (entre 10 e 30%), característica que não é comum nos edifícios de escritórios em Brasília.

Analisando as temperaturas encontradas podemos concluir que, para o caso de projetos de edifícios de escritórios com PJF baixo, apesar de não ser comum em Brasília, o uso de vidros especiais em fachadas, em qualquer orientação, poderia amenizar os problemas de conforto térmico.

A partir dos resultados obtidos foi possível comprovar que a tipologia mais utilizada em Brasília atualmente, com uso de cortinas de vidro (PJF alto), somente as modificações na cor do vidro não possibilitam condições de temperatura adequadas para os ambientes de trabalho. Para isso seria necessário o uso de outros recursos, como por exemplo, elementos de sombreamento e resfriamento para atingir o conforto esperado.

## Referências

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.
- DOE – U. S. DEPARTMENT OF ENERGY. Building Energy Software Tools Directory. Disponível em: <[http://www.eere.energy.gov/buildings/tools\\_directory/alpha\\_list.cfm](http://www.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/alpha_list.cfm)>. Acesso em: 05 fev. 2006.
- GHISI, Eneid; TINKER, John.. Optimising energy consumption in offices as a function of window area and room size. In: SEVENTH INTERNATIONAL IBPSA CONFERENCE – INTERNATIONAL BUILDING PERFORMANCE SIMULATION ASSOCIATION, 2001. Rio de Janeiro. Proceedings... v2. p. 1307-1314.
- GIVONI, B. Comfort Climate Analysis and Building Design Guidelines. Energy and Buildings, Lausanne, v. 18, n. 1, p. 11-23, 1992.
- LIMA, Thais B. S., AMORIM, C. N. D. Levantamento das características tipológicas de edifícios de escritórios em Brasília. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2007. Ouro Preto. Anais... Ouro Preto: Antac, 2007.
- MENDES, N.; WESTPHAL, F. S.; LAMBERTS, R.; NETO, J. A. B. C. Uso de Instrumentos Computacionais para Análise do Desempenho Térmico e Energético de Edificações no Brasil. Ambiente Construído, Porto Alegre, v.5, n.4, p. 47-68, out./dez. 2005.
- ZEMMOURI, Nouredine; SCHILER, Marc E. Modelling Energy Efficient Windows in hot arid zones. In: THE 22ND CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE - PLEA, 2005. Beirut - Lebanon. Proceedings... p. 301-305.