

Estudo Energético de Caixilhos

1. Objetivo

Avaliar de forma teórica a diferença na carga térmica entre duas janelas de mesmo tamanho, utilizando o mesmo tipo de vidro, porém, montado em dois caixilhos de diferentes materiais, um deles de alumínio com barreiras térmicas e outro composto de policloreto de vinila, ou seja, PVC, especialmente fabricado para esquadilhas.

2. Condições de Contorno

O estudo é válido apenas para as dimensões da janela especificadas abaixo, para o tipo de vidro escolhido e, para as condições climáticas e latitude, da cidade de Duque de Caxias, no Rio de Janeiro.

- Dimensão da Janela: 1.000 x 1.000mm
- Fabricante do Caixilho de PVC: 1ª Linha Ind. Com. Imp. Esquadilhas de PVC
- Composição do PVC:
 - Policloreto de vinila
 - CPE – modificador de impacto
 - Estabilizante térmico
 - Dióxido de titânio
- Fabricante do Caixilho de Alumínio: Não específico - Perfil Padrão com barreiras térmicas (isolamento térmico)
- Fabricante do Vidro: Cebrace
- Tipo do Vidro: PN125
- Especificação do vidro:
 - Espessura: = 8mm
 - Aparência Externa: Prata
 - Transmissão Luminosa (TL) = 24%
 - Transmissão Luminosa (TL) = 24%
 - Reflexão Luminosa Externa (RLe) = 22%
 - Reflexão Luminosa Interna (RLi) = 35%
 - Transmissão Energia (TE) = 20%
 - Reflexão de Energia (RE) = 19%
 - Absorção (Abs%) = 61%
 - Fator Solar (FS%) = 36%
 - Coeficiente de Sombra (CS) = 0,41
 - Valor U Verão W/m²°C = 5,7
 - Índice de Seletividade = 0,67 (*)
- Latitude da Cidade Duque de Caxias: 22° 47' Sul
- Temperaturas de Projeto Máximas de Verão TBS/TBU: ASHRAE
- Temperatura do Ar Interno: 24°C (TBS)
- Orientações Simuladas: Norte/Sul/Leste/Oeste

(*) Para ser considerado um vidro “Verde”, ou seja, que tenha um desempenho ambiental de acordo com o Depto de Energia dos Estados Unidos é necessário que esse valor seja superior a 1,25.

3. Cálculo das Cargas Térmicas

Para o cálculo das cargas térmicas, foram consideradas as condições de contorno acima mencionadas e, ainda, que todo calor transferido ao ambiente interno seria proveniente apenas das janelas.

Para isso, criou-se um ambiente interno hipotético, no qual todas as suas paredes estariam à mesma temperatura do ar interno, pois, desta forma, o modelo de simulação consideraria que não há outra fonte de calor contribuindo com a carga térmica, além da janela.

Além dos dados contidos no item 2, “Condições de Contorno”, foram calculados os valores do Coeficiente de Sombra (CS) e do Coeficiente Global de Transferência de Calor (U), utilizando-se os caixilhos estudados, conforme metodologia estabelecida pela National Fenestration Rating Council – USA (NFRC) e ASHRAE, que considera como padrão de comparação, para esse tipo de estudo, uma janela de dimensões 1.000 x 1.000mm, com vidro incolor de 3mm.

Nessa metodologia o CS é obtido através da razão entre o Solar Heating Gain Coefficient (SHGC), das janelas estudadas e o “SHGC” da janela padrão. O Coeficiente Global de Transferência de Calor (U) e o “SHGC” são obtidos através de um software aberto, utilizado para cálculos de transferência de calor.

Após a obtenção dos coeficientes “U” e “CS” e, em posse das demais condições de simulação, foi possível obter-se as cargas térmicas para a comparação.

4. Resultados dos Cálculos das Cargas Térmicas

Tabela Comparativa das Janelas Estudadas

Alumínio Isolado x PVC

Orientação	Carga Térmica (W) Alumínio Isolado	Carga Térmica (W) PVC	Diferença Carga Térmica (W)	Diferença %
Norte	248	230	18	7,26%
Leste	218	202	16	7,34%
Sul	143	127	16	11,19%
Oeste	266	244	22	8,27%
Média				8,51%

5. Comentários Sobre os Resultados

Observa-se que há um aumento do desempenho energético dos caixilhos de PVC na medida em que a face de sua instalação recebe uma menor radiação solar, e as temperaturas ambientes são maiores. Desta forma, a orientação Sul é aquela, que no hemisfério sul, recebe a menor quantidade de radiação solar, principalmente, em latitudes maiores que 23° Sul, onde ela será nula, durante todo o ano, já a orientação Oeste é aquela que apesar de receber uma radiação solar equivalente à Leste, apresenta um desempenho energético melhor em função das maiores temperaturas do dia no período da tarde, associada à radiação solar.

6. Avaliações Complementares

Abaixo seguem tabelas nas quais são feitas comparações entre diversos tipos de janelas e sua influência quando instaladas nas quatro orientações em um quarto de dimensões padrão hoteleiro.

As janelas abaixo mencionadas e intituladas de “padrão” são aquelas em conformidades com a descrita no item 3, as demais utilizam caixilho especificado e vidro PN125 de 8mm .

Quarto Padrão (Ibis Sertãozinho)

Especificação	
Área (m ²)	16,7
Pé Direito (m)	2,5
Ocupação (nº de pessoas)	2
Parede Ensolarada (m ²)	7,25
Parede do Corredor (m ²)	7,25
Pot. dos Equipamentos Instalados (W)	300
Pot. de Iluminação (W/m ²)	11
Janela Real (m)	1,60 x 1,20

Carga Térmica Global para o Quarto Padrão (Watt)

Orientação	Janela Padrão	Janela Al. Não Isolado	Janela Al. Isolado	Janela PVC
N (Total)	1597	1411	1392	1358
L (Total)	1477	1329	1306	1271
S (Total)	1268	1174	1153	1122
O (Total)	1644	1453	1427	1385

Diferença de Carga Térmica com Relação à de PVC (Watt)

Orientação	Janela Padrão	Diferença (%)
N (Total)	239	15,0%
L (Total)	206	13,9%
S (Total)	146	11,5%
O (Total)	259	15,8%
	média	14,0%

Observa-se que a diferenças percentuais na carga térmica global, devido ao uso de caixilhos de PVC, crescem com o aumento não só da radiação solar, como também, das temperaturas ambientes externas.

Diferença de Carga Térmica com Relação à de PVC (Watt)

Orientação	Alumínio sem Isolamento	Diferença (%)
N (Total)	53	3,3%
L (Total)	58	3,9%
S (Total)	52	4,1%
O (Total)	68	4,1%
	média	3,9%

Observa-se na tabela acima, que diferentemente da comparação com a janela padrão, o percentual de diferença entre os diferentes caixilhos com o mesmo vidro (PN125), para o quarto com orientação Sul, apresenta o mesmo percentual de redução da carga térmica que o orientado para o Oeste, porém, em menor valor absoluto. Isso se deve ao tipo de vidro utilizado que impede a passagem de uma maior carga térmica, fazendo com que o ganho de calor através do caixilho se faça mais sensível. Isso pode de maneira inversa ser observado na tabela abaixo, na qual o melhor isolamento do caixilho reduz a parcela de condução térmica, fazendo com que a diferença percentual da face Oeste passe a ser maior que a da face Sul.

Diferença de Carga Térmica com Relação à de PVC (Watt)

Orientação	Alumínio com Isolamento	Diferença (%)
N (Total)	34	2,4%
L (Total)	35	2,7%
S (Total)	31	2,7%
O (Total)	42	2,9%
	média	2,7%

Contribuição da Janela no Total da Carga Térmica do Quarto

Orientação	Janela Padrão		Janela Al. não Isolado		Janela Al. Isolado		Janela PVC	
	Watt	%	Watt	%	Watt	%	Watt	%
N	687	43,02	496	35,15	482	34,63	447	32,92
L	600	40,62	404	30,40	380	29,10	345	27,14
S	391	30,84	298	25,38	276	23,94	246	21,93
O	728	44,28	538	37,03	511	35,81	467	33,72

A partir dessas tabelas é possível se fazer um cálculo do custo evitado em energia elétrica para os sistemas de ar condicionado e, a partir dele, verificar a viabilidade econômica de sua instalação.

Observamos em nossos estudos que o caixilho de PVC contribui em percentuais cada vez maiores em relação aos demais aqui avaliados, na redução da carga térmica à medida que o vidro se torna mais eficiente energeticamente.

Campinas, 30 de março de 2012

Engº Gilberto de Mello
CREA-SP: 0600811107