

# **AVALIAÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA DA EDIFICAÇÃO EM FUNÇÃO DOS MATERIAIS DE FACHADA - ESTUDO DE CASO NO RIO DE JANEIRO**

**SOUZA, Cristina G. (1); GRIMME, Friedrich W. (2); LAAR, M. (3)**

(1) Arquiteta, M.Sc. em Engenharia de Produção, Professora do CEFET/RJ

Rua Uberaba 03/905 - 20561-240 - Rio de Janeiro, RJ - [oncosenza@openlink.com.br](mailto:oncosenza@openlink.com.br)

(2) Dr.- Ing., Vice Diretor do ITT - Universidade de Ciências Aplicadas de Colônia  
Betzdorfer Straße 2 - 50679 - Cologne/Germany - [Friedrich.Grimme@fh-koeln.de](mailto:Friedrich.Grimme@fh-koeln.de)

(3) Arquiteto e Eng., M.Sc., ITT - Universidade de Ciências Aplicadas de Colônia  
Betzdorfer Straße 2 - 50679 - Cologne/Germany - [michael\\_laar@hotmail.com](mailto:michael_laar@hotmail.com)

## **RESUMO**

Existe hoje grande preocupação com o uso eficiente de energia, o que envolve, entre outros fatores, a eficiência energética das edificações. Como o desempenho energético de uma edificação pode ser melhorado pela especificação e uso adequado de materiais capazes de contribuir para o conforto ambiental e consequente redução de utilização de equipamentos mecânicos, faz-se necessário maiores estudos na área.

O objetivo do artigo é apresentar os resultados de uma pesquisa realizada no Rio de Janeiro para medir o consumo de energia utilizando-se na fachada diferentes tipos de tijolos e vidros. Para tanto, foi utilizado um programa de simulação suíço mostrando o consumo de energia em KWh/m<sup>2</sup> ao longo de um período de um ano.

Esse trabalho faz parte de uma pesquisa que vem sendo desenvolvida pelo CEFET/RJ em parceria com o ITT - Instituto de Tecnologia para os Trópicos da Universidade de Ciências Aplicadas de Colônia, na Alemanha.

## **ABSTRACT**

There is a great preoccupation with energetic questions today. This subject involves the energetic efficiency of the edifications. As the energetic performance of an edification can be improved with adequate specification and use of materials, it's necessary more studies in this area.

The objective of this work is to present the results of a research developed in Rio de Janeiro to measure the energy saving using different kinds of bricks and glasses in the front of the edifications. A swiss simulation program was used to measure the energy consumption (KWh/m<sup>2</sup>) for one year.

This paper is part of a research that is being done by CEFET/RJ and ITT - Tecnology Institute of Tropics of the Applied Sciences University of Cologne, in Germany.

## 1. INTRODUÇÃO

Existe hoje grande preocupação com os aspectos energéticos, não só no que tange ao processo de produção, como também ao consumo de energia necessário à uma melhor qualidade de vida da população, o que envolve, entre outros fatores, a eficiência energética das edificações.

Enquanto países desenvolvidos conseguiram atingir índices de desempenho térmico-energéticos - que estabelecem limites para as perdas e ganhos térmicos e para o consumo de energia - que levaram a diminuição de consumo de energia em até 80%, nas edificações brasileiras, ao contrário, tem se verificado um consumo crescente de energia.

Como o desempenho energético global de uma edificação pode ser melhorado, entre outros fatores, pela especificação e uso adequado de materiais capazes de contribuir para o conforto ambiental e consequente redução de utilização de equipamentos mecânicos, existe hoje uma demanda por conhecimento nessa área.

A cerâmica vermelha, especificamente o tijolo estrutural de alta porosidade, que tem em sua composição materiais como serragem, casca de arroz ou outros elementos orgânicos e inorgânicos, apresenta uma redução tanto da condutância térmica como da energia necessária em seu processo de produção. Essa tecnologia, que tem como uma de suas principais características a conservação de energia, contribuindo para a melhoria dos índices de desempenho térmico-energéticos e consequentemente do conforto ambiental, tem seu estado da arte na Alemanha.

Com a finalidade de realizar um estudo da viabilidade sócio-econômica e ambiental da utilização desse material nas edificações do Estado do Rio de Janeiro, foi estabelecida uma parceria entre o Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ e o Instituto de Tecnologia para os Trópicos - ITT, da Universidade de Ciências Aplicadas de Colônia, na Alemanha. O projeto em questão conta com o apoio da CAPES e do DAAD para a concretização do intercâmbio entre os dois países.

O objetivo do artigo é apresentar os primeiros resultados dessa pesquisa mostrando a variação do consumo de energia em função da utilização na fachada de diferentes materiais. Primeiramente foi feita uma comparação entre o desempenho de vários tijolos (bloco de concreto de 25 cm, tijolo de alta porosidade de 25 cm, e tijolo de alta porosidade de 36,5 cm adotado como padrão na Alemanha) e vidros (Float incolor, refletidos, vidros simples e duplos). Em etapa posterior foi acrescentado uma avaliação do tijolo comum de 20 cm, do bloco de concreto de 14 cm, e de um tijolo especial de 20 cm (tipo "Superdaemmziegel" da "unipor ziegelystem" da Alemanha).

Esse estudo baseou-se na utilização de um programa de simulação suíço, mostrando o consumo de energia em KWh/m<sup>2</sup> ao longo de um período de um ano, com medições de hora em hora. Para tanto foi considerada uma edificação - no caso, um centro empresarial - na Cidade do Rio de Janeiro, tendo sido escolhida a orientação norte por ser a fachada mais exposta à radiação solar.

## 2. DESCRIÇÃO DOS PARÂMETROS DA PESQUISA

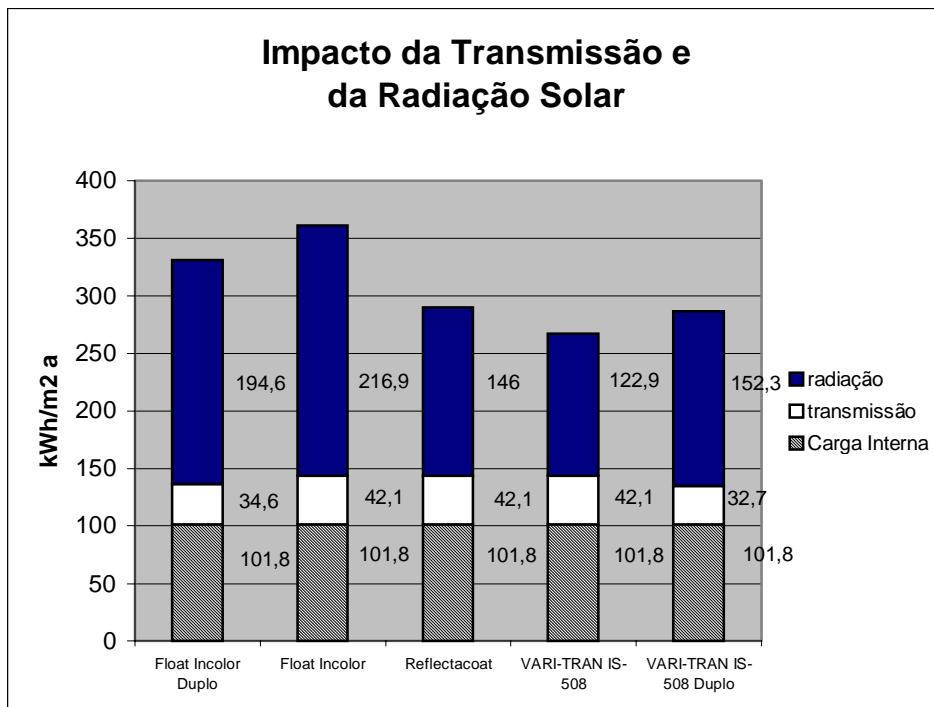
A simulação com a utilização dos diversos materiais foi feita com base nos seguintes parâmetros:

- uma parcela de 25% de um pavimento de um centro empresarial localizado na Cidade do Rio de Janeiro;
- orientação: Norte - por ser a fachada mais exposta à radiação solar;
- área útil: 351,6 m<sup>2</sup>;
- superfície de fachada: 112,5 m<sup>2</sup>;
- pé direito: 3,0 m
- paredes internas compostas de duas placas de gesso com uma camada de lã de vidro por dentro com espessura total de 10,0 cm;
- superfície total de paredes internas: 159,9 m<sup>2</sup>;
- volume: 1054.80 m<sup>3</sup>, sendo este volume de ar trocado pelo ar condicionado a uma freqüência de 1,5 vezes por hora;
- temperatura a ser mantida durante todo o dia: 23º Celsius.

A carga interna considerada foi composta pela emissão térmica de 44 pessoas (8m<sup>2</sup> / pessoa), da emissão térmica dos computadores e outros equipamentos, e da emissão térmica da iluminação artificial de 10 W/m<sup>2</sup> no horário de 08:00 às 18:00 horas. Dessa forma tem-se um total de 12.500 W, o que significa uma carga interna de 35,6 W/m<sup>2</sup>.

## 3. EFEITO DA CONDUTIBILIDADE TÉRMICA DA FACHADA

### 3.1 Fachada Envidraçada



Fonte: LAAR,M. ITT, 1999

Gráfico 01

Conforme observado no Gráfico 01, a transmissão participa com 10 a 16% no total (vidros sem sombreamento) da energia elétrica consumida pelo ar condicionado. Entretanto, a diferença entre vidro duplo e vidro simples é relativamente pequena. No primeiro caso (float incolor 6 mm/ float incolor duplo 6 / 13 /6) observa-se uma economia de 12% pelo uso de vidro duplo em comparação com o vidro simples, considerando exclusivamente os fatores climáticos, e 8%, considerando também a carga interna.

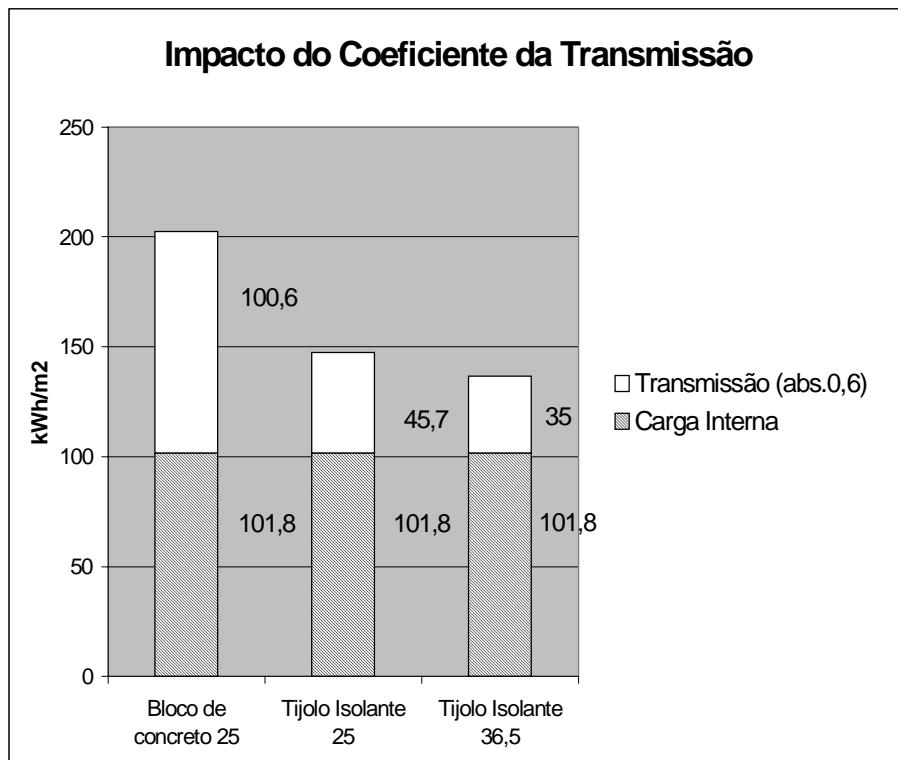
No segundo caso (Vari-Tran IS-508 6mm, Sterling-Silver on Blue /13 mm/ float incolor 6 mm) economiza-se, respectivamente, 11% e 7% (apenas na transmissão).

É difícil definir a solução perfeita pela complexidade das diferentes variáveis. Um aspecto não pode ser visto isolado – dependendo do tipo de vidro, pode ser melhor o duplo ou o simples. A Tabela 01 mostra os Coeficientes Global de Transmissão K [W/m<sup>2</sup> °C]:

Vidro Float Incolor 6 mm	5,714
Vidro Float Incolor Duplo 6/13/6 mm	2.873
Vidro Reflectacoat 6 mm	5.714
Vari-Tran IS-508 6 mm	5.714
Vari-Tran IS-508 Duplo 6/13/6 mm	2.174

Tabela 01

### 3.2 Fachada Opaca



Fonte: LAAR, M. ITT, 1999

Gráfico 02

Nesse ensaio foram comparados três tipos de vedações: o bloco concreto de 25 cm com 6 furos, o tijolo isolante de 25 cm e o tijolo isolante de 36,5 cm, este último utilizado como padrão na Alemanha.

O fator de absorção é de 0.6, que significa uma cor semi-clara, tal como um cinza médio por exemplo.

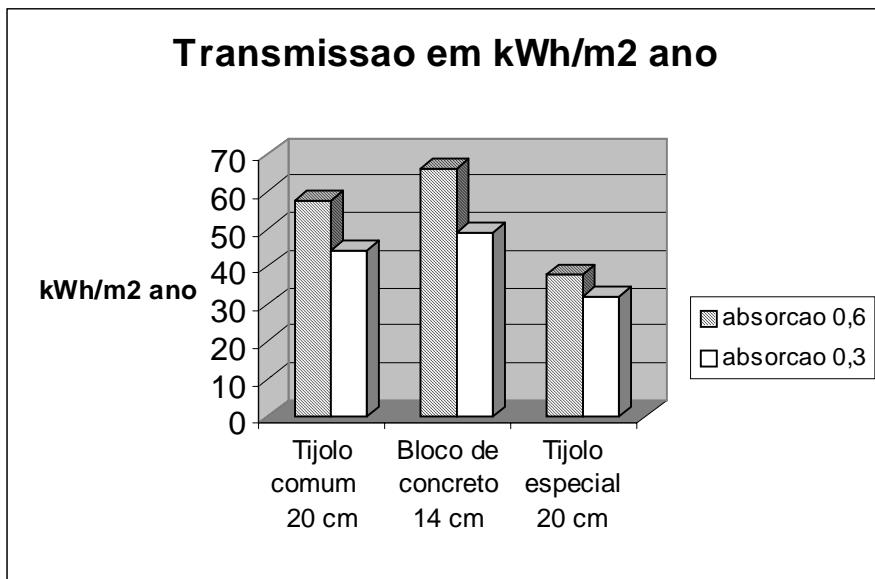
Usando o tijolo isolante de 25 cm realiza-se uma economia de 55% na transmissão de calor em relação ao bloco de concreto. Aumentando-se a espessura desse tijolo para 36,5 cm ganha-se mais 10% .

Coeficientes Global de Transmissão K [W/m<sup>2</sup> °C]:

Bloco de Concreto	2.830
Tijolo Isolante de Alta porosidade 25 cm	1.638
Tijolo Isolante de Alta porosidade 36.5 cm	0.623

Tabela 02

Em etapa posterior foi feita nova simulação envolvendo os seguintes materiais: tijolo comum de 20 cm, bloco de concreto de 14 cm, e um tijolo especial de 20 cm tipo "Superdaemmziegel" da "unipor ziegelystem"/Alemanha. O resultado pode ser observado no Gráfico 03.



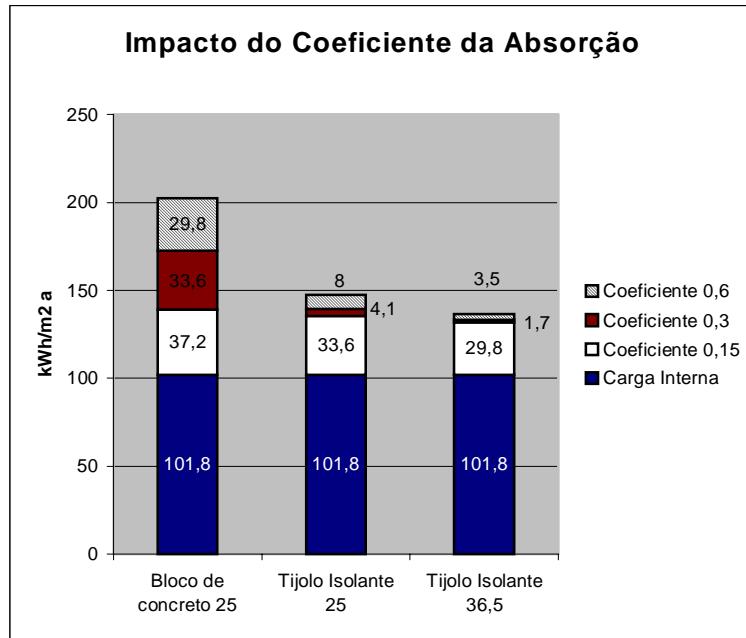
Fonte: LAAR, M. ITT,1999

Gráfico 03

	Tijolo comum 20 cm	Bloco de concreto 14 cm	Tijolo especial 20 cm
Absorcao 0,6	57,8	66,2	37,8
Absorcao 0,3	44,3	49,2	32,2

Tabela 03

## 4. EFEITO DO COEFICIENTE DE ABSORÇÃO



Fonte: LAAR, M. ITT, 1999  
Gráfico 04

Outro fator importante na eficiência energética de uma fachada é o fator de absorção, que também conforme a cor utilizada. A Tabela 04 mostra vários exemplos de Coeficientes de Absorção.

Concreto	0.55 – 0.65
Reboco branco	0.21
Reboco marrom claro	0.64
Reboco marrom escuro	0.83
Alumínio com verniz incolor	0.33

Tabela 04

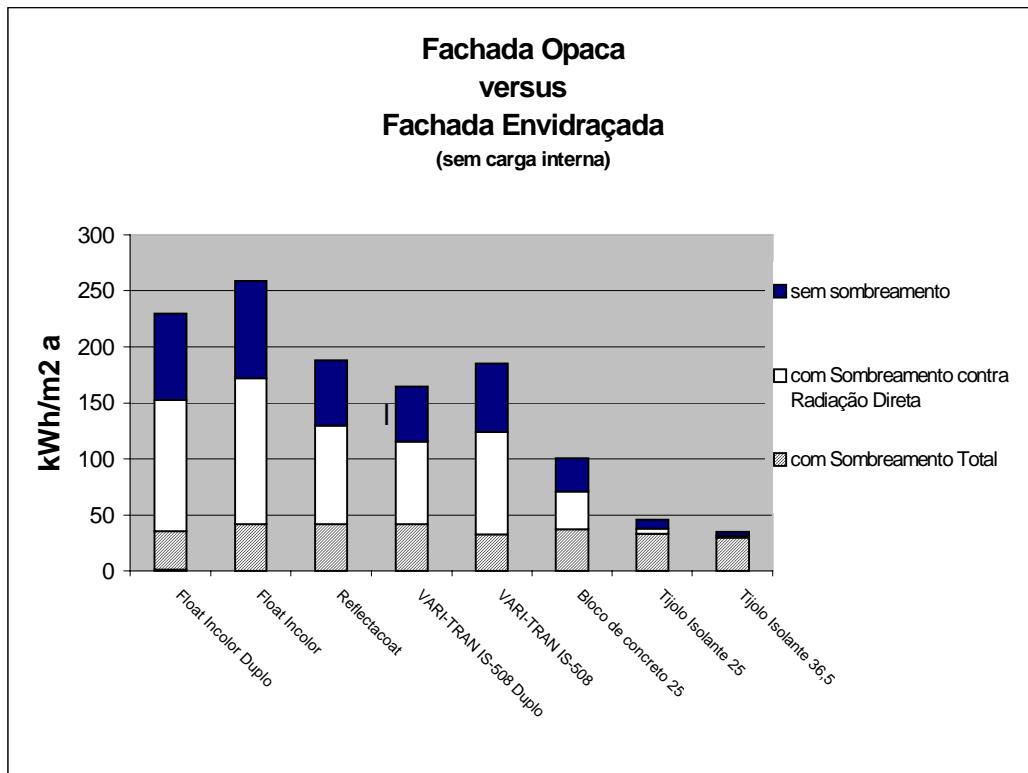
Esse estudo foi feito considerando os três materiais de vedação mencionados no item anterior (bloco de concreto de 20 cm, e tijolos isolantes de alta porosidade de 25 e 36,5 cm). Como coeficientes de absorção foram escolhidos: 0.6; 0.3; e 0.15 .

O coeficiente 0.6 representa cores claras, o coeficiente 0.3 representa cor branca e cinza clara, e o coeficiente 0.15 representa um “escudo anti-radiação”, tal como placa de alumínio ou de outro material fixado numa distância de 4 a 8 cm da fachada.

O maior impacto é verificado no bloco de concreto de 25 cm. Usando um "escudo anti-radiação" é possível diminuir a transmissão em aproximadamente 64%, obtendo-se assim um resultado muito próximo dos tijolos isolantes.

O impacto sobre os tijolos isolantes é irrelevante, não excedendo 21% no caso do tipo 25 cm, e 14% no caso do tipo 36,5 cm.

## 5. FACHADAS OPACAS VERSUS FACHADAS ENVIDRAÇADAS



Fonte: LAAR, M. ITT, 1999

Gráfico 05

O Gráfico 05 compara o desempenho de 8 tipos de fachadas frente ao desafio climático. São 5 fachadas de vidro e 3 de tijolos/bloco. Como pode ser observado, as diferenças são significantes.

Termicamente a pior solução é o vidro float incolor de 6 mm. Ele cria uma demanda de ar condicionado quase 8 vezes maior se comparada com a melhor solução que é o tijolo isolante de 36,5 cm.

Mesmo na pior solução da fachada opaca, o bloco de concreto de 25 cm, com um coeficiente de absorção de 0.6, demanda somente a metade do ar condicionado se comparado à melhor solução transparente (sem sombreamento), o VARI-TRAN IS-508 da Interpane.

Para o uso de vidro duplo foram pesquisadas duas opções: primeiro, o uso de float incolor duplo (6/13/6), e segundo, o uso de VARI-TRAN IS-508 combinado com float incolor (6/13/6).

No primeiro caso observa-se uma economia de 12% pelo uso de vidro duplo, considerando exclusivamente os fatores climáticos, e 8%, considerando também a carga interna. No segundo caso economiza-se 11% e 7%, respectivamente.

## **6. CONCLUSÃO**

Este trabalho mostra claramente a grande influência do projeto e da especificação dos materiais na eficiência energética das edificações. Assim sendo, faz-se necessário uma maior conscientização dos arquitetos sobre a importância da escolha de materiais mais adequados às condições climáticas de cada local, de modo a se ter conforto ambiental com menor consumo de energia.

Conforme os resultados apresentados, o tijolo de alta porosidade padrão alemão mostrou melhor desempenho que os demais materiais analisados. Com base nessas informações, pretende-se ampliar os estudos relativos a esse material, fazendo um estudo da viabilidade técnica-econômica e ambiental de sua produção e utilização no Estado do Rio de Janeiro. Esse projeto de pesquisa vem sendo executado pelo CEFET/RJ em parceria com o Instituto de Tecnologia para os Trópicos da Universidade de Ciências Aplicadas de Colônia, na Alemanha.

De qualquer forma, a adequada utilização de materiais nas edificações demanda ainda muitos estudos, constituindo-se em vasto campo de pesquisa a ser explorado, não só em função dos diferentes materiais existentes no mercado, como também, em função dos diversos projetos arquitetônicos e das condições climáticas de cada local.

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- GOULART, S., LAMBERTS, R. e FIRMINO, S. *Dados Climáticos para Projeto e Avaliação Energética de Edificações para 14 Cidades Brasileiras*. PROCEL, 1998.
- GRIMME, F. et al. *Uma Abordagem Interdisciplinar na Área de Inovação Tecnológica: Estudo da Indústria da Cerâmica Vermelha*. Programa CAPES/CEFET/DAAD/FH, 1999