

# **AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE DESEMPENHO TÉRMICO E ESTRUTURAL DE PAINÉIS DE VEDAÇÃO PARA EDIFICAÇÕES EM ESTRUTURAS METÁLICAS**

**von KRÜGER, Paulo G.(1); SOUZA, Henor A.(2); FREITAS, Arlene M. S. (3)**

(1) Escola de Arquitetura das Faculdades Metodistas Integradas Izabela Hendrix  
Rua da Bahia 2020, Bairro Funcionários -30.160-012 - Belo Horizonte/MG

fax: + 55 (31) 342-1374

(2) Departamento de Técnicas Fundamentais – Escola de Minas - UFOP

(3) Departamento de Engenharia Civil – Escola de Minas - UFOP

Campus Universitário, Morro do Cruzeiro -35.401-000 - Ouro Preto/MG

fax: + 55 (31) 551-1988

e-mail: [henor@em.ufop.br](mailto:henor@em.ufop.br), [arlene@em.ufop.br](mailto:arlene@em.ufop.br)

## **RESUMO**

A construção civil no país, durante boa parte deste século, teve e ainda tem o concreto como principal material para construção de edificações; material este que, aliado a alvenaria tradicional, ainda domina o mercado nacional, sem que haja concorrência significativa. No entanto, uma série de fatores mercadológicos atuais propiciou uma redescoberta da estrutura metálica, a qual já havia sido utilizada no país no final do século XIX e início deste século.

A abertura do mercado nacional permitiu a chegada de novos elementos de vedação utilizando diversos materiais adaptáveis à estrutura metálica, propiciando a substituição da alvenaria tradicional como principal elemento de vedação nas edificações. Por isto, este trabalho tem por finalidade realizar uma análise qualitativa do desempenho térmico e estrutural dos vários tipos de painéis existentes no mercado, criando dados comparativos entre estes painéis quanto à condutividade térmica, resistência térmica e densidade do material para avaliação do desempenho térmico e massa superficial, impacto de corpo mole e impacto de corpo duro para avaliação estrutural dos diversos materiais.

## **ABSTRACT**

During most of this century, civil construction in Brazil have had concrete as the main material for constructing buildings. This material, combined with the traditional plaster, has dominated the Brazilian market for a long time without any meaningful competition. However, a series of present market factors has allowed a rediscover of steel structure, which had already been used in the country at the end of the last century and at the very beginning of this century.

The commercial opening of the Brazilian market has allowed the entrance of new insulation elements using several materials adaptable to steel structures. These new materials have propitiated a substitution of the traditional bricking as the

main insulation element in buildings. Because of that, this paper has the objective of carrying out a qualitative analysis of the thermal and structural performance of the several types of panels that are available in the market. In order to do that, it was created comparative data between the several types of panels related to the thermal conduction, thermal resistance, material density, soft and hard body impact .

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma cultura construtiva bastante difundida para o uso do concreto como material estrutural e da alvenaria cerâmica tradicional como principal componente para vedação interna e externa das edificações. Essa cultura, surgida no início deste século, não sofreu nenhuma concorrência significativa de outro material e técnicas construtivas.

No entanto, próximo à virada do século, este quadro começa a se alterar. Iniciou-se, principalmente na década de 90, um interesse maior na utilização do aço na construção civil. Este interesse se dá por uma série de fatores que, reunidos, possibilitaram um crescimento bastante significativo do uso deste material como sistema estrutural. Podemos aqui enumerar alguns:

- Uma maior estabilidade da economia, propiciando um planejamento a médio e longo prazo mais confiável.
- A abertura do mercado nacional e a criação do Mercosul, possibilitando a entrada de novas tecnologias construtivas e obrigando o mercado a investir em qualidade para se tornar competitivo.
- A criação do código de defesa do consumidor e a crescente valorização e exigência da qualidade por parte dos clientes privados (SOUZA, 1995) que, aliado à abertura do mercado nacional, incentivaram investimentos na qualidade não só do produto final, mas bem como do processo construtivo.
- A privatização de empresas estatais e, mais particularmente, as siderúrgicas, que se viram obrigadas a buscar novos mercados e a certificação de qualidade total para se tornarem competitivas.

Todos estes fatores, aliados a uma nova mentalidade dos profissionais da área da construção civil, possibilitaram um movimento crescente em busca da industrialização do processo construtivo e o uso do aço como o sistema estrutural que traduzia esta nova mentalidade.

No entanto, não se pode propor uma inovação tecnológica sem propor uma inovação no sistema construtivo completo, o que inclui os painéis e elementos de vedação. A estrutura metálica esbarra em dois problemas básicos: o alto custo inicial e as características físicas do material. O primeiro problema já começa a ser solucionado devido ao custo-benefício vantajoso de uma construção mais rápida, precisa, industrial e sem os desperdícios de uma obra tradicional. O segundo problema já necessita de maiores cuidados, pois a alta capacidade elástica do material em questão e grande esbeltez de seus perfis permite maior "movimentação" da estrutura, exigindo painéis sem vínculo estrutural com o mesmo.

Desta forma, os profissionais se viram obrigados a buscar vedações mais compatíveis com a estrutura metálica. Vários tipos chegaram no mercado, sendo que alguns deles foram prontamente utilizados. No entanto, tais materiais foram

importados de países cujo clima e cultura diferem de nosso país e começaram a apresentar problemas, tanto construtivos quanto de conforto aos usuários. Sendo assim, este trabalho tem por finalidade fazer uma análise comparativa quanto ao desempenho térmico e estrutural dos painéis de vedação mais utilizados no mercado, parâmetros estes bastante importantes para um país cujo clima e cultura construtiva diferem muito dos países de origem de tais painéis.

Para tal, foram realizadas avaliações qualitativas considerando a condutividade térmica, resistência térmica, densidade, resistência ao impacto de corpo mole e corpo duro do material, com base em dados fornecidos pelos fabricantes através de testes realizados por órgãos de competência reconhecida ou através de bibliografia. Com base nestes dados, é feita uma comparação que propicia uma visão global do desempenho térmico e estrutural dos painéis, possibilitando ao projetista ou construtor informações necessárias a uma correta escolha do material que poderá melhor atendê-lo e ao mercado que pretende atingir.

## **2. CARACTERÍSTICAS TERMOFÍSICAS E ESTRUTURAIS DOS PAINÉIS**

Para realizar a análise comparativa dos painéis, optou-se em classificar os mesmos quanto à matéria prima ou material predominante, obtendo assim quatro tipos básicos: painéis de gesso acartonado, concreto celular autoclavado, poliestireno expandido (EPS) e pré- moldados de concreto. Não serão analisados outros painéis, tais como os de gesso ou cimento reforçado com fibra de vidro e os de solo-cimento, pois ainda não são largamente comercializados, sendo ainda objeto de pesquisas da Escola Politécnica da USP e do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Ouro Preto, respectivamente. Outro painel que não será analisado neste trabalho é a placa cimentícia (possui técnica construtiva similar às placas de gesso acartonado), pois ainda não está sendo largamente comercializado.

### **2.1 Composição básica dos painéis**

#### **2.1.1 Painele de Gesso Acartonado**

O painel de gesso acartonado começou a ser empregado em larga escala nos países da Europa, principalmente na França, a partir da 2ª Guerra Mundial, com o intuito de atender a uma alta demanda habitacional, onde havia a necessidade de uma técnica construtiva rápida e repetitiva. Os painéis são compostos de placas de gesso revestidos com folhas de papelão em ambos os lados, sendo que estes conferem às placas de gesso estrutura necessária a resistência à tração/flexão, trabalhando comparativamente ao concreto armado, onde o papelão garante resistência à tração (similar ao aço) e o gesso possibilita resistência à compressão (concreto). Para a fixação destes painéis, são usados guias e montantes tanto em madeira quanto em aço, com tratamento superficial em alumínio ou zinco, sendo este último mais utilizado (Mitidieri, 1997). Este sistema permite derivações de acordo com as necessidades de resistência à umidade e ao fogo, isolamento acústico ou fixação em vãos. No Brasil, os painéis foram experimentados inicialmente em alguns conjuntos habitacionais na década de 60, não logrando

êxito devido à inadequada avaliação deste sistema após seu uso, tendo retornado atualmente ao mercado graças a fatores já mencionados anteriormente.

### **2.1.2 Painele de Concreto Celular Autoclavado**

O painel de concreto celular autoclavado é constituído por aglomerante (cimento e/ou cal), material rico em sílica, agente formador de gás (ou agente espumoso) e água. Originário de países escandinavos, teve seu processo de fabricação mais popular (e até hoje o mais utilizado) desenvolvido em 1924 pelo arquiteto sueco Axel Eriksson (Costa, 1995). Até a Segunda Guerra Mundial, este material era utilizado basicamente nos países escandinavos, sendo que sua utilização em outros países passou a ser mais difundida entre 1945 e 1967. É nesta época que se instala (década de 60) a primeira fábrica de concreto celular autoclavado no país. Este painel apresentou desempenho inicial insatisfatório, pois não tinha sido adaptado ao clima e cultura construtiva brasileira (Costa, 1995). Este quadro mudou graças aos fatores já mencionados anteriormente e aos exaustivos investimentos das empresas para adaptar tal painel ao mercado nacional.

### **2.1.3 Painéis de Poliestireno Expandido (EPS)**

O Poliestireno Expandido ou Expansível é um produto desenvolvido por dois químicos, Fritz Srastry e Karl Buchholz em 1949, quando trabalhavam nos laboratórios da Basf na Alemanha. Este produto, caracterizado internacionalmente pela sigla EPS (padronização da ISO - International Organization for Standardization) é um derivado do petróleo, sendo monômero polimerizado em meio aquoso recebendo uma adição de gás pentano, que é o agente expensor (M. Souza, 1992, 1995).

O uso do EPS na construção civil já é bastante difundido na Europa, representando 65% do consumo do material, mas no Brasil, o EPS é pouco utilizado neste seguimento, representando apenas 4% da produção do mesmo e limitado ao uso em juntas de concretagem e caixão perdido em peças de concreto. Somente nos últimos anos é que o potencial dos painéis de EPS está sendo mais utilizado no país, através de crescente atuação de empresas especializadas.

Basicamente, os painéis de EPS consistem de uma alma composta de placa de poliestireno com espessura que varia, dependendo da técnica utilizada, de 55mm a 100 mm, entre duas malhas de tela de aço soldadas, revestidas com argamassa projetada. Este material permite que o conjunto parede/laje trabalhe como um todo, formando uma estrutura monolítica auto-portante, resistindo até mesmo a abalos sísmicos (Mammimi, 1998).

### **2.1.4 Painel Pré-moldado de Concreto**

O painel pré-moldado de concreto, por ser composto basicamente de concreto armado, não possui limites dimensionais, possibilitando variedades plásticas bastante significativas, ficando apenas condicionado à disposição e características da fôrma (metálica ou de madeira). Estes painéis podem ser previamente revestidos com cerâmica, pastilhas, terem auto-relevos ou até mesmo pré-fixação de esquadrias, podendo usar pigmentos ou variadas texturas (Lopes, 1989).

A instalação dos painéis na fachada depende de equipamentos de içamento, tais como guias ou guindastes. A fixação dos mesmos à estrutura é feita através de argamassa ou parafusamento, tanto direto quanto através de elementos de fixação (inserts) dos painéis à estrutura (Kiss, 1999).

Podem ser divididos em três tipos básicos: painéis - cortina, de vedação e portantes. Os dois primeiros diferem entre si apenas pelo fato da estrutura ser aparente para os painéis de vedação. Já o terceiro tipo refere-se a painéis auto-portantes, não havendo necessidade de estrutura auxiliar (Lopes, 1989).

## 2.2 Análise comparativa dos painéis

As Figuras 1, 2, 3 e 4 ilustram alguns painéis analisados neste trabalho. Na Tabela 1, mostra-se as propriedades termofísicas destes painéis, que serão também comparados à alvenaria tradicional (Incropera, 1992; IPT, 1995; IPT, 1998). As características dos painéis analisados são:

- Alvenaria comum - tijolo maciço com espessura de 100 mm e revestido com argamassa de 25 mm nas duas faces;
- Painéis de gesso acartonado - espessura total de 100 mm, composta por uma chapa de gesso em cada face da parede e interior preenchido com lã de vidro;
- Painéis de concreto celular autoclavado - comprimento igual a 3000 mm, largura de 400 mm e espessura de 100 mm, sem revestimento;
- Painéis de EPS - espessura total igual a 100 mm, sendo a alma composta do mesmo material com 55 mm de espessura, entre duas malhas metálicas revestidas com argamassa projetada;
- Painéis de concreto pré-moldado, com espessura total de 100 mm, sem revestimento. Para os testes de massa superficial, impacto de corpo mole e duro foram considerados painéis de concreto pré-moldado com miolo composto de EPS

**Tabela 1 - Comparação entre os vários tipos de painéis(\*).**

Painéis	Características					
	k (W/m.k)	R (m <sup>2</sup> .k/W)	ρ (kg/m <sup>3</sup> )	M (kg/m <sup>2</sup> )	ICM	ICD
Alvenaria Comum	Argamassa-0,72 Tijolo-0,72	0,21	Argamassa-1.860 Tijolo-1 920	240	-	-
Gesso Acartonado	Gesso-0,17 Lã de vidro-0.038	2,23	Gesso- 800 Lã de vidro-28	22	S	S
Concreto Celular Autoclavado	0,19	0,53	750	75	PS	S
EPS	EPS-0,40 Argamassa-0,72	0,20	EPS-16 Cimento-1.860	120	S	S
Pré- moldados de Concreto	1,4	0,07	2 300	205	S	S

(\*) k = Condutividade térmica; ρ = Densidade; M = Massa superficial; R = Resistência térmica por unidade de área; ICM = Impacto de corpo mole; ICD = Impacto de corpo duro; PS = Parcialmente satisfatório; S = Satisfatório.



Figura1 – Painéis de concreto armado.



Figura 2 - Paineis de EPS(Foto cedida pela Hi-Tech).

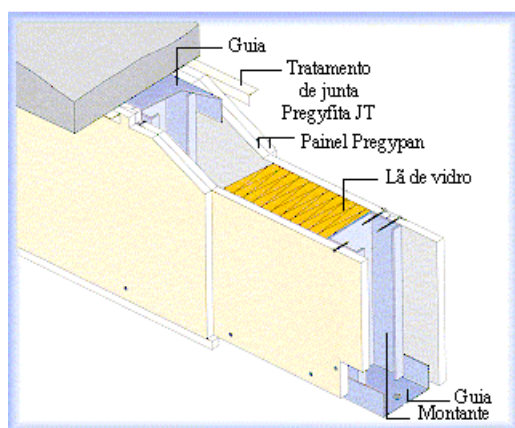


Figura 3 – Paineis de gesso acartonado (Catálogo da Lafarge,1998)

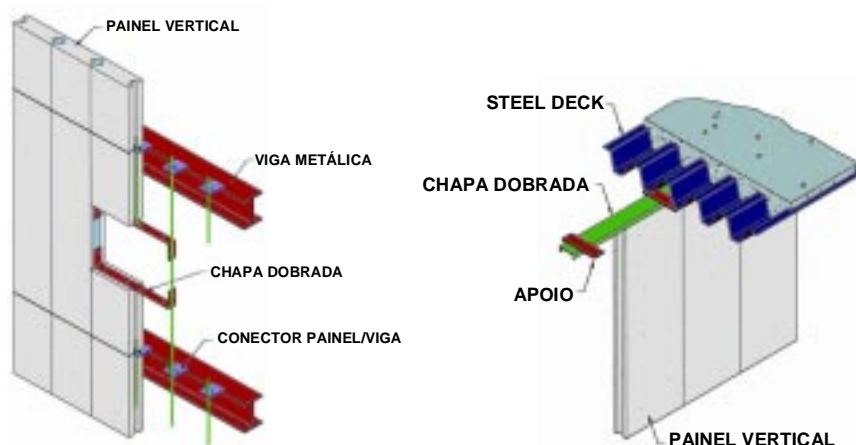


Figura 4 – Painel de concreto celular autoclavado (Catálogo SICAL, 1999).

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos dados obtidos dos diversos tipos de painéis analisados, as seguintes considerações são feitas:

a – Quanto ao isolamento em relação ao ambiente externo, visando uma menor troca de calor, observa-se que os painéis em gesso acartonado, concreto celular autoclavado e o EPS são mais adequados às condições climáticas nacionais.

b – As mesmas considerações podem ser feitas com relação à resistência térmica por unidade de área.

c – Com relação à densidade, observa-se que os painéis de gesso acartonado e concreto celular autoclavado possuem maior leveza em relação aos demais.

d – Um outro ponto importante a ser considerado é o procedimento de montagem e/ou construção dos painéis. Sob o ponto de vista da cultura construtiva nacional, em que a técnica de moldagem in loco e do uso da alvenaria tradicional é bastante difundida, o painel EPS é o que melhor se adequa sob este aspecto.

e – Por se tratarem de materiais diversos que trabalham de maneira diferenciada uma da outra (alguns painéis são exigidos apenas à flexão e outros à compressão), optou-se por não analisar comparativamente os painéis quanto à resistência à flexão e resistência à compressão, ficando limitados à comparação destes painéis quanto à massa superficial, impacto de corpo mole e corpo duro, como mostrado na Tabela 1.

f – Os testes de impacto de corpo mole e de corpo duro foram considerados satisfatórios para a maioria dos painéis, excetuando o teste de impacto de corpo mole para os painéis de concreto celular autoclavado, que apresentaram desempenho parcialmente satisfatórios.

g – Não foram considerados os testes de impacto de corpo mole e de corpo duro para a alvenaria comum devido a sua grande diversificação no mercado.

h – A menor massa superficial encontrada é a dos painéis de gesso acartonado. Isto significa que esta característica reafirma a utilização deste tipo de painel

como divisória interna de ambientes articuláveis, pois seu baixo peso permite mobilidade sem comprometer a estrutura.

#### 4. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à USIMINAS, PRECON, LAFARGE, SICAL, STAMP e Hi-Tech Materiais de Construção pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, M. R. M. M. (1995): **Métodos Contrutivos de Alvenaria de Vedação de Blocos de Concreto Celular Autoclavados**, Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

CSR HEBEL (1991): Technical Manual.

INCROPERA, F. P. (1992): **Fundamentos de Transferência de Calor e Massa**, Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, Tradução Horácio Macedo.

IPT (1995): Relatórios de Ensaio n.º 826971.

IPT (1988): Tecnologia de edificações / Projeto de Divulgação Tecnológica – Construtora Lix da Cunha, Pini, São Paulo.

KISS, P. (1999): Recepção a novos hóspedes – Utilização de Painéis Pré-moldados, **Téchne**, n.º 38 (março/ abril), p. 21.

LAFARGE (1999): Catálogo de produtos.

LOPES, N. J. (1989) **Aspectos técnicos – painéis de concreto pré - fabricados e suas vantagens**, cópia do original datilografado de consultoria (gentileza do autor).

MAMMINI, O. (1998): O processo Monolite de construção com painéis de EPS, **Téchne**, n.º 37 (novembro/ dezembro), pp.53 – 55.

MITIDIERI FILHO, C. V. (1997): Paredes em chapas de gesso acartonados, **Téchne**, n.º 30 (setembro/outubro), pp. 65 - 70.

SICAL (1999): Catálogo de produtos.

SOUZA, A. L. R. (1995): Projeto e Inovação Tecnológica na Construção de Edifícios: Implantação no Processo Tradicional e em Processos Inovadores, Boletim Técnico da Escola Politécnica das USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo.

SOUZA, M. (1992): A magia da expansão, **Téchne**, n.º 1 (novembro/ dezembro), pp. 14 – 16.

SOUZA, M. (1995): “O argumento da leveza”. **Téchne**, 19, (novembro/ dezembro), pp.24 - 27.