

## REPORTAGEM

### » Paredes estruturais com painéis de EPS

Por Fernando Benigno da Silva

#### Descrição do sistema

O sistema construtivo Hi-Tech é formado por painéis de EPS, argamassa, tela eletrossoldada, treliça eletrossoldada e grampos de aço galvanizado, que unidos constituem as paredes estruturais internas e externas da edificação. Destina-se, em geral, à construção de casas e sobrados, ou outros tipos de unidades térreas. Sob condições, pode ser utilizado na construção de edifícios multipavimentos. Destina-se, também, à construção de edificações de usos industriais, escolares, comerciais e hospitalares, conforme informações fornecidas pela Hi-Tech.



#### Componentes do sistema

- Telas: de aço eletrossoldadas de 1,20 m de largura pelo pé-direito de projeto, fio de 2,1 mm de diâmetro, galvanizado, CA 50/60, malha de 5 cm x 5 cm.
- Treliças: duas paralelas e uma senoidal, fio de 3,4 mm, galvanizado, CA 50/60, eletrossoldada.
- EPS: reciclado, de 9 a 11 kg/m<sup>3</sup>, em quatro tarugos de 30 cm, ou oito tarugos de 15 cm (para a largura de 1,20 m), com uma treliça entre cada tarugo. Espessura de 8 cm em 90% das obras, considerando casas e sobrados; há ainda a possibilidade de espessuras de 5 cm ou 10 cm.
- Anéis galvanizados: que unem os fios de telas e treliças, aplicados com pistolas pneumáticas, definindo a espessura desejada.
- Argamassa de estruturação e revestimento: argamassa produzida em obra, com cimento, areia e fibra de vidro álcali resistente com 12 mm de comprimento, sendo em geral empregados 400 kg de cimento/m<sup>3</sup> de areia e 120 g de fibras por saco de cimento (50 kg); argamassa industrializada com resistência de 8 MPa, para construções acima de quatro pavimentos. A espessura da argamassa é de 3 cm, em cada face da parede.

O peso do painel industrializado, depois de montado no canteiro de obras com argamassa dos dois lados, fica entre 110 kg/m<sup>2</sup> e 120 kg/m<sup>2</sup>.

## **Etapas de produção e indicadores de prazo**

Para produção de cinco unidades de 35 m<sup>2</sup> de área construída ou uma unidade de 280 m<sup>2</sup>, há necessidade da produção de aproximadamente 400 m<sup>2</sup> a 500 m<sup>2</sup> de painéis estruturais (EPS, telas e treliças), o que pode ser feito em um dia, em galpão de 200 m<sup>2</sup> de área construída. A empresa informa que para a execução de uma unidade de 50 m<sup>2</sup> de área construída é necessária uma equipe com um mestre de obras, dois pedreiros e três ajudantes, pelo período de uma semana; no caso de habitações econômicas, esse prazo pode ser considerado para a montagem da parte estrutural e dos acabamentos.

## **Etapas**

### **Execução da fundação**

Para contrapiso armado, uma semana de prazo entre nivelamento, marcação da obra, pontos de esgoto, água e elétrica e concretagem da área (equivalente ao radier).

### **Montagem dos painéis de EPS, telas de aço e treliças**

Em torno de 50 m<sup>2</sup> de área construída por dia ou 40 m de fechamento por dia; esse tipo de montagem é referente à colocação dos painéis nos locais marcados e ligados entre si com sobretelas.

### **Execução de instalações hidráulicas e eletrodutos**

As instalações são feitas com os materiais sendo presos entre o EPS e as telas, em sulcos produzidos por um soprador de ar quente industrial.

### **Aplicação de argamassa**

A primeira camada, de 1 cm sobre o EPS e até a tela, é aplicada com equipamento de projeção, com a produtividade de 50 m<sup>2</sup>/h. A segunda camada, de 2 cm sobre a tela, é aplicada à razão de 30 m<sup>2</sup>/dia por pedreiro. O período entre a primeira e a segunda camada de argamassa é de 24 a 72 horas, dependendo das condições climáticas locais.

### **Execução de instalações elétricas e complementos de hidráulica**

De acordo com a Hi-Tech, a execução das instalações elétricas e dos complementos de hidráulica é igual para o sistema convencional.

### **Execução dos acabamentos**

De acordo com a empresa, a execução dos acabamentos é executada no mesmo tempo que o sistema convencional, pois são aplicados sobre argamassa.

### **Relação de consumo de painéis na obra**

A relação de consumo de painéis pré-fabricados por área construída de uma unidade habitacional é, em média, de 2,8 m<sup>2</sup> de painéis/m<sup>2</sup> de área construída, considerando casas de pequenas dimensões, como as de 35 m<sup>2</sup>, com vários ambientes de pequenas dimensões. Para casas maiores, onde os ambientes são maiores, como a citada de 280 m<sup>2</sup>, pode ser considerado o consumo de 1,7 m<sup>2</sup> de painéis/m<sup>2</sup> de área construída.

## Características técnicas

### Resistência da argamassa

Os resultados de resistência mecânica da argamassa, de acordo com o relatório de ensaio 33112 realizado pela USFM (Universidade Federal de Santa Maria), em maio de 2006, são apresentados na tabela 1.

### Resistência à compressão da parede

Considerando-se uma argamassa de 8 MPa ou de 15 MPa, e 3 cm de espessura, em cada face, um painel de altura variando de 2,10 m a 2,50 m, com EPS de 8 cm de espessura, tela de aço com malha de 5 cm x 5 cm, fio de 2,7 mm, em cada face, e treliças metálicas a cada 15 cm para painéis estruturais, fio de 3,4 mm, a carga de ruptura média à compressão axial da parede varia de 16 a 27 tf/m.

### Desempenho térmico

Conforme o relatório de ensaio 32906 realizado pela UFSM em maio de 2006 as características térmicas da parede de 14 cm de espessura, com miolo de 8 cm de EPS e duas camadas de argamassa de 3 cm, cada uma, são apresentadas na tabela 2.

### Isolação sonora

De acordo com o relatório de ensaio 32911 realizado pela UFSM em maio de 2006 a isolação sonora é de  $R_w = 37,0$  dB, para a parede de 14 cm de espessura, com miolo de 8 cm de EPS e duas camadas de argamassa de 3 cm cada.

Tabela 1 – RESISTÊNCIA À TRAÇÃO NA FLEXÃO E RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DA ARGAMASSA

Exemplar	Resistência à tração na flexão (MPa)	Exemplar	Resistência à compressão (MPa)	Resistências médias calculadas (MPa)	
				Tração na flexão	Compressão
1	3,40	1	16,5	3,1	15,8
		2	16,1		
2	2,60	3	13,6		
		4	15,3		
3	3,20	5	16,8		
		6	16,2		

Tabela 2 – DESEMPENHO TÉRMICO

Rt (m <sup>2</sup> .K/W)	U (W/m <sup>2</sup> .K)	Ct (kJ/m <sup>2</sup> .K)
2,9569	0,47	128

### Impacto de corpo duro

Conforme o relatório de ensaio 33110 realizado pela UFSM em maio de 2006 o resultado é apresentado na tabela 3.

### Impacto de corpo mole

Conforme o relatório de ensaio 835.642 realizado pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo) em abril de 1996 o resultado é apresentado na tabela 4.

### Permeabilidade à água

De acordo com o relatório de ensaio 33113 realizado pela UFSM em maio de

2006, considerando o ensaio de permeabilidade in situ, com caixa de água acoplada ao painel, o resultado é apresentado na tabela 5.

### **Durabilidade**

O relatório 33115 da UFSM traz informações fundamentalmente quanto à proteção das armaduras. Considerando ambientes de baixa agressividade, a tela de aço galvanizado e o revestimento de 2 cm dado por uma argamassa de elevado consumo de cimento, da ordem de 400 kg/m<sup>3</sup>, a proteção contra corrosão é suficiente.

### **Resistência ao fogo**

De acordo com o relatório de ensaio 836187 do IPT, de 1996, têm-se os seguintes resultados:

Resistência mecânica: perda da capacidade portante aos 50 minutos.

Estanqueidade: aos 25 minutos houve desenvolvimento de fumaça e aos 50 minutos chamejamento junto à lateral.

Isolamento térmico: aos 41 minutos foi ultrapassado o limite de elevação da temperatura na face exposta ao fogo.

Resistência ao fogo: 40 minutos.

### **Indicações de locais de construção e unidades construídas**

Para informações sobre locais de construção, número de unidades construídas e agentes financeiros, consultar a Hi-Tech.

### **Ferramentas e equipamentos necessários para a execução do serviço**

- Máquina montadora de painéis
- Compressor de ar
- Pistola pneumática
- Soprador de ar quente
- Aprumadores/alinhadores
- Suporte de emenda
- Mordedor de tela, para corte

Para a produção dos painéis de EPS armados é necessário um galpão com área construída mínima de 200 m<sup>2</sup>.

A máquina montadora de painéis ocupa uma largura de 3 m e um comprimento de 15 m, sendo movimentada por um compressor de ar e três pistões na fase de prensagem e união das telas; é desmontável e pode ser levada ao canteiro de obras, para pedidos acima de 2.000 m<sup>2</sup>, eliminando a etapa de transporte dos painéis armados (frete), para uma produção de 400 m<sup>2</sup> de painéis industrializados por dia.

Os três estágios de produção da máquina são:

- União das treliças e do EPS.
- Prensagem e união das telas nas laterais, com pistolas pneumáticas.
- Finalização e união de todo o corpo do painel, com pistolas pneumáticas.

O espaço relativo às matérias-primas, EPS, telas e treliças é maior que aquele destinado à máquina montadora de painéis, sendo abrigado pela área total de

200 m<sup>2</sup> do galpão, considerando a produção de 400 m<sup>2</sup> de painel por dia, o que é equivalente à montagem de cinco casas de 35 m<sup>2</sup> de área construída ou uma casa de 280 m<sup>2</sup> de área construída.

No canteiro de obra, a montagem, ou seja, a "costura" entre os painéis, é feita manualmente, levantando-se dois a dois os painéis, costurando-os com uma pistola pneumática, uma sobretela para efetivar o transpasse do aço e apuradores até o argamassamento total das paredes.

**Tabela 3 – IMPACTO DE CORPO DURO**

Energia de impacto		Observações após dez impactos
Altura (cm)	Joules	
75	3,75	Sem alterações. Não ocorreram fissuras, escamações ou afundamentos
400	20	Sem alterações. Afundamentos praticamente imperceptíveis

**Tabela 4 – IMPACTO DE CORPO MOLE**

Impactos no Ponto A			
Energia (J)	Deslocamentos (mm)		Ocorrências
	Instantâneo	Residual	
120	3,0	0,0	Nada a relatar
240	4,0	0,0	Nada a acrescentar
240	5,0	0,0	Aparecimento de fissuras localizadas na face oposta à de impacto
240	6,0	1,5	Nada a acrescentar
360	7,0	1,5	Nada a acrescentar
480	8,0	2,5	Aparecimento de fissuras na face de impacto Aparecimento de fissuras generalizadas na face oposta à de impacto
720	10,0	3,0	Aparecimento de fissuras na face de impacto Aparecimento de fissuras generalizadas na face oposta à de impacto
960	11,5	3,5	Aumento das fissuras existentes Aparecimento de fissuras generalizadas em ambas as faces
Impactos no Ponto B			
Energia (J)	Deslocamentos (mm)		Ocorrências
	Instantâneo	Residual	
120	3,0	1,0	Nada a relatar
240	5,0	1,0	Nada a acrescentar
240	6,5	2,0	Aparecimento de fissuras localizadas em ambas as faces
240	7,0	2,0	Aparecimento de fissuras localizadas na face oposta à de impacto
360	9,0	2,0	Aparecimento de fissuras localizadas na face oposta à de impacto
480	12,0	2,5	Aparecimento de fissuras generalizadas em ambas as faces
720	13,5	3,0	Aumento das fissuras existentes Aparecimento de fissuras generalizadas em ambas as faces
960	20,0	5,0	Aumento das fissuras existentes Aparecimento de fissuras generalizadas em ambas as faces Destacamento da argamassa na parte superior esquerda do vão de porta

## Segurança

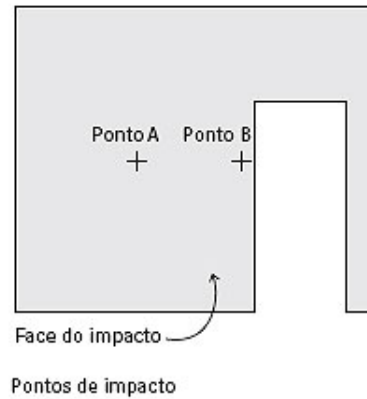
O uso de EPI's faz-se necessário quando da execução do sistema construtivo, bem como de serviços complementares.

Nos trabalhos em alturas superiores a 2,00 m é necessário o uso do cinturão de segurança tipo paraquedista.

Abaixo a relação dos EPI's necessários:

- Bota de segurança com bico de aço
- Capacete de segurança
- Luva de proteção (vinílica, de raspa)
- Óculos de segurança

Na produção, as telas de aço, as treliças e os painéis de EPS já são adquiridos pré-cortados, o que reduz o risco de acidentes de trabalho.



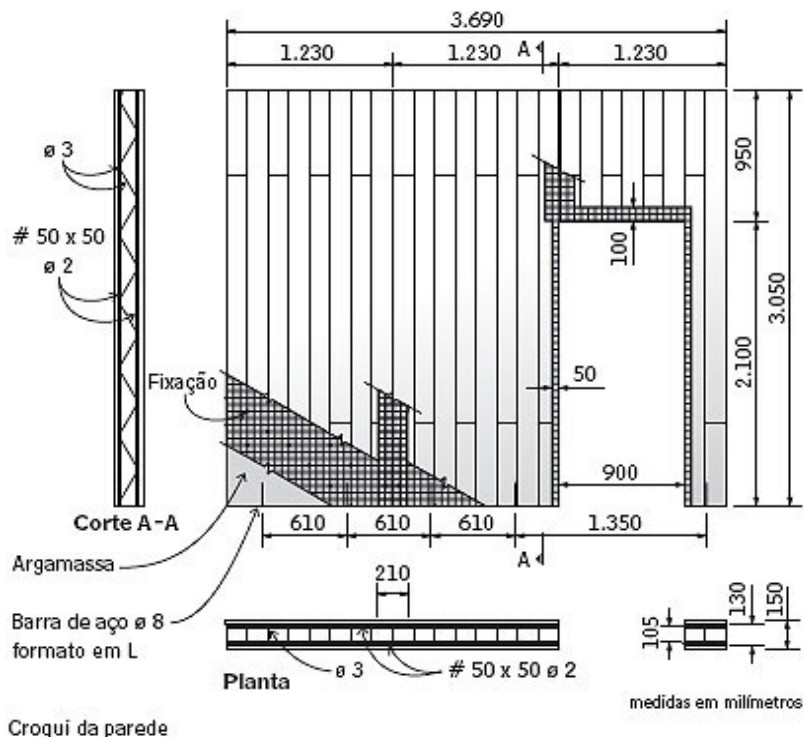
### Controle da qualidade

No caso do aço não é exercido nenhum controle específico de recebimento. Considera-se que o fornecedor de aço seja pré-qualificado, garantindo a qualidade do material expresso na nota fiscal do lote fornecido; em geral são definidos fornecedores tradicionais do mercado, com qualidade assegurada.

No caso do EPS podem ser verificadas as dimensões solicitadas e a densidade especificada, para cada lote de fornecimento.

De acordo com a informação da Hi-Tech o controle da qualidade para os painéis industrializados é visual e durante a montagem no canteiro de obras é feito pelo licenciado, de acordo com o projeto.

O controle da qualidade para argamassa produzida em obra requer um valor máximo de 11 MPa para a argamassa, sendo desejada a resistência à compressão de 8 MPa.



### Avaliações técnicas

O sistema tem avaliações que foram realizadas no Laboratório de Materiais de Construção Civil da Universidade Federal de Santa Maria e no IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo).



## Manutenção

Como as paredes são estruturais, não podem ser feitas aberturas pelo usuário, salvo com expressa autorização do projetista ou do construtor. Caso necessário são previstos reforços estruturais, como vigas e pilaretes.

Quando da abertura da parede para conserto de vazamentos de instalações hidráulicas ou de manutenção da instalação elétrica, é necessária a recolocação da tela de aço galvanizado e a recolocação da argamassa.

Observar ao longo do tempo a necessidade eventual de reparar a argamassa e a tela em razão de eventuais pontos de corrosão da armadura.

Tabela 5 – ESTANQUEIDADE

Tempo	Volume infiltrado (cm <sup>3</sup> )	Obs.:
30 min	29,6	Sem mancha na face oposta
1 hora	52,8	
2 horas	90,6	
4 horas	139,0	
6 horas	181,0	
24 horas	319,6	

## Vida útil de projeto e prazos de garantia (NBR 15575-1:2008)

Conforme a NBR 15575-1:2008, a vida útil é uma indicação do tempo de vida ou da durabilidade de um edifício e suas partes. A vida útil de projeto (VUP) é definida no projeto do edifício e de suas partes, como uma aproximação da durabilidade desejada pelo usuário, representando uma expressão de caráter econômico de uma exigência do usuário, contemplando custos iniciais, custos de operação e de manutenção ao longo do tempo.

No Brasil, para os **edifícios habitacionais**, foi adotado, em caráter informativo, o período de 40 anos como vida útil de projeto mínima ( $VUP_{mínima}$ ) e o período de 60 anos como vida útil de projeto superior ( $VUP_{superior}$ ), sendo que a escolha de um ou outro período cabe aos intervenientes no processo de construção. Para que a vida útil de projeto seja atingida é necessário o emprego de produtos com qualidade compatível, a adoção de processos e técnicas que possibilitem a obtenção da VUP, o cumprimento, por parte do usuário e do condomínio, dos programas de manutenção e das condições de uso previstas. Os aspectos fundamentais de uso e manutenção do edifício e de suas partes normalmente são informados no manual de uso, operação e manutenção do edifício, ou em manuais de fabricantes, sendo que a NBR 5674 é uma referência para definição e realização de programas de manutenção nos edifícios.

Associado à VUP está o prazo de garantia, contado a partir da expedição do "Auto de Conclusão" ou "Habite-se" do edifício.

Considerando-se, portanto, os prazos de vida útil mínimo e superior para o edifício habitacional, de 40 e 60 anos, respectivamente, a NBR 15575-1 traz, em caráter informativo, os prazos de VUP e de garantia para pré-moldados estruturais apontados na tabela 6.

## Manutenção do sistema

Toda abertura em paredes deve ser feita com análise estrutural prévia, sob consulta à Hi-Tech ou ao construtor, verificando-se como foi feito o apoio das lajes, pois a parede pode fazer parte da estrutura principal da edificação (as lajes são apoiadas diretamente sobre as paredes). Em algumas situações

haverá necessidade de reforços na parede, para execução de uma abertura, ou uma verga reforçada.

Quando houver necessidade de abrir a parede para consertar um vazamento de água ou uma instalação elétrica, deve-se reconstituir a tela de aço galvanizado e recobrir novamente o local com argamassa, dando o acabamento necessário.

Tabela 6 – VIDA ÚTIL E PRAZOS DE GARANTIA

Elemento construtivo	VUP (anos)		Prazos de garantia (anos)	
	Mínimo	Superior	Mínimo	Superior
Elementos e paredes estruturais	≥40	≥60	5	7,5

Segurança e estabilidade global, estanqueidade de fundações e contenções

Nota: para o nível superior, o prazo de garantia foi acrescido de 50% em relação ao mínimo.

### Indicadores de preços e formas de comercialização

- Venda do painel: R\$ 84,63/m<sup>2</sup> de painel, preço FOB - SP, para o painel mais utilizado P15 I - painel intermediário com treliças a cada 15 cm (espessura do EPS de 80 mm).
- Transferência de tecnologia: R\$ 30,00/m<sup>2</sup> de área construída (em São Paulo); a equipe é instruída no canteiro de obras.
- Para ser um franqueado Hi-Tech: R\$ 250.000,00 pelo período de dez anos, num determinado Estado, com outros detalhes comerciais de formação de preço local e comissionamentos.

As condições comerciais devem ser tratadas com a Hi-Tech, considerando as questões relativas à sua patente.

### Indicadores ambientais

**Classificação do resíduo:** conforme resolução Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente) 307 de 05 de julho de 2002, os resíduos podem ser considerados de classe A (argamassa) e de classe B (metais e EPS).

Destinação do resíduo:

os itens de classe A são destinados a aterros de resíduos da construção civil, ou são reciclados como agregados, enquanto que os de classe B devem ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário para futuro uso ou reciclagem.

### Serviço

Hi-Tech Materiais de Construção Ltda.

Rua Ministro Nelson Hungria, 460 - Chácara Quiriri, 06341-000 - Carapicuíba (SP)

Tels.: (11) 3721-9586/4186-1458/8463-4443

Home page: [www.casadeisopor.com.br](http://www.casadeisopor.com.br) e e-mail: [casaepts@attglobal.net](mailto:casaepts@attglobal.net) e [mono\\_usa@hotmail.com](mailto:mono_usa@hotmail.com)