

RELATÓRIO DE ENSAIO ECC/107.871/05

SISTEMA CONSTRUTIVO “TIJOL-ECO”

ENSAIOS DIVERSOS

Interessado: **ARTIGOS DE SOLO CIMENTO TIJOL-ECO**
Avenida São Pedro, 204.
13520 - 000 – São Pedro – SP.

Ensaios: (45.150)

1. MATERIAL ENSAIADO:

Parede de dimensão nominal igual a (2400 x 2400 x 150) mm, construída utilizando os seguintes materiais:

- tijolos de solo-cimento de dimensões nominais iguais a (150 x 75 x 300) mm;
- cimento Portland, terra, areia, pedrisco, resina PVA, resina acrílica, silicone
- Barras de aço de diâmetros iguais a $\varnothing 3/8"$ e $\varnothing 5/16"$;

O processo construtivo da parede baseou-se, segundo o fabricante, nas seguintes etapas:

- 1 – A primeira fiada de tijolos de solo-cimento foram assentadas com argamassa e nela são fixados os arranques dos grouts – barras de aço de diâmetro de $3/8"$;
- 2 – A estrutura de sustentação foi construída com grouts e cintas;
- 3 – Cada grout levou uma barra de aço de diâmetro de $3/8"$ e foi preenchido com concreto. A distância entre os grouts foi de
- 4 – As cintas foram construídas com tijolos do tipo canaleta e receberam uma barra de aço de diâmetro de $5/16"$ e concreto em toda a sua extensão. As cintas foram montadas nas alturas de 1,20m e 2,40m
- 5 – A primeira fiada acima de cada cinta foi fixada com resina tipo PVA;
- 6 – Após a construção da parede, esta é rejuntada com uma mistura de terra e cimento;
- 7 – Após o rejuntamento, foi aplicada uma impermeabilização com resina acrílica ou silicone.

2. ENSAIOS REALIZADOS - METODOLOGIAS:

2.1 - Ensaio de impermeabilidade em Alvenaria, conforme adaptação da NBR 6486/00 e Projeto de Norma 02:136.01.004:2002.

Foi aplicada uma vazão de 3l/min/m², correspondente a 18 l/min (sistema de 2,4 x 2,4)m, com pressão de 50Pa durante 7 horas consecutivas.

2.2 - Resistência ao impacto de corpo duro, conforme Projeto de Norma 02:136.01.004:2002.

2.3 - Resistência ao impacto de corpo duro, conforme Projeto de Norma 02:136.01.004:2002.

3. RESULTADOS OBTIDOS:

3.1 - Ensaio de Estanqueidade a Água:

	OCORRÊNCIAS
1h	Nenhuma Ocorrência
1h30'	Nenhuma Ocorrência
2h	Nenhuma Ocorrência
2h30'	Nenhuma Ocorrência
3h	Nenhuma Ocorrência
3h30'	Nenhuma Ocorrência
4h	Nenhuma Ocorrência
4h30'	Nenhuma Ocorrência
5h	Nenhuma Ocorrência
5h30'	Manchamento no ponto localizado a 1,00 metro de baixo para cima e 1,20 metros da esquerda para a direita com aproximadamente 12,5 cm ² (0,02%)
6h	Manchamento no ponto localizado a 1,00 metro de baixo para cima e 1,20 metros da esquerda para a direita com aproximadamente 31,5 cm ² (0,05%)
6h30'	Manchamento no ponto localizado a 1,00 metro de cima para baixo e 1,20 metros da esquerda para a direita com aproximadamente 53,5 cm ² (0,09%)
7h	Manchamento no ponto localizado a 1,00 metro de cima para baixo e 1,20 metros da esquerda para a direita com aproximadamente 78,6 cm ² (0,14%)

Data da execução do ensaio: 05/09/05.

3.2 - Resistência a impactos de corpo duro .

Os impactos foram realizados na face externa em 40 pontos distribuídos pelo protótipo. Os impactos se deram através da elevação de duas esferas de aço (massa da esfera utilizada para impactos de utilização: 500g e massa da esfera utilizada para impactos de segurança: 1000g) à alturas descritas nas Tabelas 2 a 5.

3.2.1 - Ensaio de impacto de corpo duro realizado na face externa – 2,5 J (altura de lançamento de 0,50 m da esfera com massa de 500 g)

(2,5 J)	Mossa (mm)	Ocorrências
01	0,50	Amassamento da região impactada.
02	0,45	Amassamento da região impactada.
03	0,55	Amassamento da região impactada.
04	0,65	Amassamento da região impactada.
05	0,75	Amassamento da região impactada.
06	0,80	Amassamento da região impactada.
07	0,60	Amassamento da região impactada.
08	0,85	Amassamento da região impactada.
09	0,85	Amassamento da região impactada.
10	0,80	Amassamento da região impactada.

3.2.2 - Ensaio de impacto de corpo duro realizado na face externa – 3,75 J (altura de lançamento de 0,75 m da esfera com massa de 500 g)

(3,75 J)	Mossa (mm)	Ocorrências
11	0,85	Amassamento da região impactada.
12	0,75	Amassamento da região impactada.
13	0,60	Amassamento da região impactada.
14	0,90	Amassamento da região impactada.
15	0,65	Amassamento da região impactada.
16	0,80	Amassamento da região impactada.
17	1,15	Amassamento da região impactada.
18	0,85	Amassamento da região impactada.
19	1,05	Amassamento da região impactada.
20	0,60	Amassamento da região impactada.

**3.2.3 - Ensaio de impacto de corpo duro realizado na face externa – 10,00 J
(altura de lançamento de 1,00 m da esfera com massa de 1000 g)**

(10,00 J)	Mossa (mm)	Ocorrências
21	1,45	Amassamento e fissura na região impactada e na região oposta ao impacto.
22	1,65	Amassamento e fissura na região impactada e leve destacamentos da face superficial do tijolo na região oposta ao impacto.
23	1,35	Amassamento e fissura na região impactada e na região oposta ao impacto.
24	2,45	Amassamento e fissura na região impactada e na região oposta ao impacto no rejunte.
25	1,35	Amassamento e fissura na região impactada e na região oposta ao impacto no rejunte e na face do tijolo.
26	1,15	Amassamento e fissuras acima da região impactada e varias fissuras na região oposta ao impacto.
27	1,95	Amassamento e fissura na região impactada e na região oposta ao impacto.
28	1,25	Amassamento e fissura na região impactada e na região oposta ao impacto no rejunte e na face do tijolo.
29	1,85	Amassamento e fissuras abaixo da região impactada e fissuras no rejunte na região oposta ao impacto.
30	2,00	Amassamento e fissura na região impactada e na região oposta ao impacto.

**3.2.4 - Ensaio de impacto de corpo duro realizado na face externa – 20,00 J
(altura de lançamento de 2,00 m da esfera com massa de 1000 g)**

(20,00 J)	Mossa (mm)	Ocorrências
31	2,70	Amassamento na região impactada.
32	2,15	Amassamento e fissuras na região impactada e na região oposta ao impacto.
33	3,00	Amassamento e fissuras na região impactada e na região oposta ao impacto.
34	3,85	Amassamento e fissuras na região impactada e na região oposta ao impacto.
35	3,85	Amassamento e fissuras na região impactada e na região oposta ao impacto no rejunte.
36	1,90	Amassamento e fissuras na região impactada e na região oposta ao impacto no rejunte com destacamento da face superficial do tijolo.
37	2,10	Amassamento na região impactada.
38	2,65	Amassamento e fissuras na região impactada e na região oposta ao impacto no rejunte
39	2,45	Amassamento e fissuras na região impactada e na região oposta ao impacto.
40	3,45	Amassamento e fissuras na região impactada e na região oposta ao impacto no rejunte com destacamento da face superficial do tijolo.

3.3 - Resistência a impactos de corpo mole.

Os impactos foram realizados na face externa, na região central do protótipo, em um dos vãos centrais entre montantes metálicos.

Os impactos se deram através da elevação de um saco de couro com areia, de massa igual a 40kg, às alturas descritas na Tabela 1.

Impacto (em J)	Altura de levantamento do saco (em cm)	Deformação Instantânea na face oposta ao impacto (em mm)	Deformação Residual na face oposta ao impacto (em mm)	Ocorrências
60	15	0,35	-0,10	Nenhuma Ocorrência.
120	30	1,10	-0,05	Nenhuma Ocorrência.
180	45	1,80	0,25	Destacamento do rejunte na região oposta ao impacto.
240	60	3,10	0,70	Destacamento do rejunte e do tijolo na região oposta ao impacto.
360	90	4,15	1,45	Destacamento do rejunte e varias fissuras no encontro nos tijolos e no encontro dos mesmos.
480	120	7,15	2,30	Destacamento do rejunte e varias fissuras no encontro nos tijolos e no encontro dos mesmos.
720(*)	180	7,65	3,75	Destacamentos do rejunte e fissuras em ambos os lados e destacamentos de partes do tijolos no lado oposto ao impacto.
960(*)	240	20,50	12,75	Destacamentos do rejunte e fissuras em ambos os lados e aumento dos destacamentos de partes do tijolos no lado oposto ao impacto, causando abaulamento da parede na face impactada..

(*) Estes impactos foram feitos abaixo do centro da parede devido ao excesso de altura do saco de couro.

4. OBSERVAÇÕES:

4.1 – Segundo o projeto de norma 02:136.01.004:2002, revisão de julho de 2004, para o ensaio de Estanqueidade à Água, os níveis de desempenho para paredes de fachada, avaliadas segundo o método proposto, podem ser definidos segundo a Tabela abaixo:

Tipo de Edificações	Tempo de ensaio (h)	Percentual máximo da soma das áreas das manchas de umidade na face oposta à incidência de água, em relação à área total do corpo-de-prova submetido à aspersão de água, ao final do ensaio.	Nível de desempenho
Térrea	7	10%	M
		Sem manchas	I
Com mais de 1 pavimento	7	5%	M
		Sem manchas	I

O nível de desempenho M, equivale-se, segundo o projeto de norma 02:136.01.001:2002, ao nível mínimo de desempenho, que devem ser obrigatoriamente atendidos. Segundo este mesmo projeto de norma, o nível de desempenho I, equivale-se o nível intermediário. O protótipo **atendeu** o nível de desempenho **M**, conforme projeto de norma 02:136.01.004:2002.

Quanto ao ensaio de impacto de corpo duro de desempenho para paredes de fachada, avaliadas segundo o método proposto, podem ser definidos segundo a Tabelas abaixo:

Paredes externas (Fachadas)

Componente	Impactos	Energia de impacto de corpo duro (J)	Critérios de desempenho	Nível de desempenho	
Parede com ou sem função estrutural	Impactos Externos (acesso ao público)	3,75	Não ocorrência de falhas.	M	
		20	Não ocorrência de ruptura e transpassamento.		
	Impactos Externos (acesso ao público)	3,75	Não ocorrência de falhas. Profundidade da mocha $p \leq 2,0$ mm	I	
		20	Não ocorrência de ruptura e transpassamento.		
	Impactos Internos (todos pavimentos)	Impactos Internos (todos pavimentos)	2,5	Não ocorrência de falhas.	M
			10	Não ocorrência de ruptura e transpassamento.	
		Impactos Internos (todos pavimentos)	2,5	Não ocorrência de falhas. Profundidade da mocha $p \leq 2,0$ mm	I
			10	Não ocorrência de ruptura e transpassamento.	

Paredes Internas.

Componente	Energia de impacto de corpo duro (J)	Critérios de desempenho	Nível de desempenho
Parede com ou sem função estrutural	2,5	Não ocorrência de falhas.	M
	10	Não ocorrência de ruptura e transpassamento.	
Parede com ou sem função estrutural	2,5	Não ocorrência de falhas. Profundidade da mocha $p \leq 2,0$ mm	I
	10	Não ocorrência de ruptura e transpassamento.	

O nível de desempenho M, equivale-se, segundo o projeto de norma 02:136.01.001:2002, ao nível mínimo de desempenho, que devem ser obrigatoriamente atendidos. Segundo este mesmo projeto de norma, o nível de desempenho I, equivale-se o nível intermediário. O protótipo **atendeu** o nível de desempenho **I**, conforme projeto de norma 02:136.01.004:2002.

Quanto ao ensaio de impacto de corpo duro de desempenho para paredes de fachada, avaliadas segundo o método proposto, podem ser definidos segundo a Tabela abaixo:

Componente	Impactos	Energia de impacto de corpo mole(J)	Crêterios de desempenho	Nível de desempenho
Parede sem fun�o estrutural	Impactos Externos (acesso ao público)	720	Não ocorrência de ruínas.	I
		480		
		360	Não ocorrência de falhas.	
		240	Não ocorrência de falhas. $D_h \leq h/125$ e $D_{hr} \leq h/625$	
		180	Não ocorrência de falhas.	
		120		
	Impactos Internos	480	Não ocorrência de ruínas.	M
		360		
		240	Não ocorrência de falhas. $D_h \leq h/125$ e $D_{hr} \leq h/625$	
		180	Não ocorrência de falhas.	
		120		
		360	Não ocorrência de ruínas e transpasse da parede pelo impactor.	
	180			
12,0	Não ocorrência de falhas. $D_h \leq h/125$ e $D_{hr} \leq h/625$			

O nível de desempenho M, equivale-se, segundo o projeto de norma 02:136.01.001:2002, ao nível mínimo de desempenho, que devem ser obrigatoriamente atendidos. Segundo este mesmo projeto de norma, o nível de desempenho I, equivale-se o nível intermediário. O protótipo **atendeu** o nível de desempenho I, conforme projeto de norma 02:136.01.004:2002.

4.2 - Anexo documenta o fotográfica (fotos nós 01 a 12) e descritivo do sistema construtivo "Tijol-Eco".

4.3 - Pedido de Ensaio - PE 107.871.

4.4 - Ensaios finalizados em setembro de 2.005.

Ref.: ECC/107.871/05

Fl.: 10/16

Anexos

- Documentação Fotográfica (fotos de 01 a 12).

Ref.: ECC/107.871/05

Fl.: 11/16



Foto 01

Detalhe da execução da primeira fiada.



Foto 02

Vista geral da cinta antes da concretagem.



Foto 03

Detalhe da cinta após a concretagem.



Foto 04

Aparecimento de mancha de umidade após 5h30' do ensaio de estanqueidade no dia 05/09/05.

Ref.: ECC/107.871/05

Fl.: 13/16



Foto 05

Mancha de umidade após 7 horas de ensaio de estanqueidade no dia 05/09/05.



Foto 06

Visualização do 1º impacto de 2,5 J do ensaio de Impacto de corpo duro.



Foto 07

Visualização do 1º impacto de 3,75 J do ensaio de Impacto de corpo duro.



Foto 08

Visualização do 1º impacto de 20 J do ensaio de Impacto de corpo duro.



Foto 09

Visualização do deflectômetro de medição da deformação da parede.



Foto 10

Visualização do preparo para ensaio de Impacto de corpo mole.



Foto 11

Visualização da execução do ensaio de Impacto de corpo mole.



Foto 12

Visualização do deflectômetro de medição da deformação da parede.

São Paulo, 16 de setembro de 2.005.

L.A. FALCÃO BAUER LTDA
Centro Tecnológico de Controle da Qualidade

L.A. FALCÃO BAUER LTDA
Centro Tecnológico de Controle da Qualidade

ORIGINAL ASSINADO

ORIGINAL ASSINADO

LEANDRO AUGUSTO
Tecnólogo em Edifícios

MAURICIO MARQUES RESENDE
Eng^o Civil - CREA nº 5061903562

MMR/la.