

# TRL-Tabela (Technology Readiness Level)

(Nível de maturidade Tecnológica)

<b>TRL</b>	<b>Análise de Maturidade Alcançada (TRL)</b>	<b>Sim/Não/Não se aplica</b>
1a	A ideia básica é apoiada por princípios básicos de ciência e tecnologia	Sim
1b	Estudos preliminares foram realizados para apoiar o conceito	Sim
1c	Existem publicações que apóiam os princípios básicos do conceito a ser desenvolvido	Sim
TRL 1 Alcançado	Princípios Básicos Observados	
2a	Componentes e / ou sistemas que farão parte da solução foram identificados	Sim
2b	A aplicação desses componentes e / ou sistemas foi demonstrada em outros ambientes e é viável	Sim
2c	Um projeto preliminar da solução foi feito	Sim
2d	Requisitos preliminares do sistema foram identificados	Sim
2e	As características técnicas dos sistemas e / ou componentes foram parcialmente identificadas	Sim
2f	As previsões foram feitas sobre o desempenho esperado do sistema	Sim
2g	As interdependências do sistema com outros sistemas e / ou componentes foram identificadas	Sim
2h	Estudos analíticos foram realizados para confirmar os princípios técnico / científicos do sistema	Sim
TRL 2 Alcançado	Conceito e / ou aplicação tecnológica formulada	
3a	As especificações dos componentes principais foram validadas	Não se aplica
3b	Simulações ou modelos analíticos foram realizados para testar o conceito e seu desempenho	Sim
3c	Os experimentos realizados verificam a viabilidade do sistema	Sim
3d	Métricas detalhadas de desempenho do sistema foram estabelecidas	Sim
3e	A viabilidade do sistema foi totalmente demonstrada do ponto de vista técnico / científico	Sim
3f	Todos os requisitos básicos do sistema foram definidos	Sim

TRL 3 Alcançado	Prova de conceito experimental	
4a	Os requisitos de qualidade foram estabelecidos para cada componente do sistema	Sim
4b	Desempenho de componente e sistema comprovado	Sim
4c	A arquitetura do sistema está definida	Sim
4d	Os requisitos do usuário final foram identificados	Sim
4e	A compatibilidade entre componentes foi comprovada	Sim
4f	Operação básica do sistema demonstrada em um ambiente simplificado	Sim
4g	As características de desempenho foram demonstradas em laboratório	Sim
4h	A engenharia básica do sistema está completa	Sim
TRL 4 Alcançado	Tecnologia validada em laboratório	
5a	Todas as especificações do sistema foram simuladas e validadas em laboratório	Sim
5b	As funcionalidades individuais de cada sistema foram testadas e verificadas	Sim
5c	Os requisitos de desempenho do sistema são claramente definidos	Sim
5d	O sistema foi testado em um ambiente real	Sim
TRL 5 Alcançado	Tecnologia validada em um ambiente relevante	
6a	O ambiente operacional do sistema foi claramente definido	Sim
6b	O desempenho do sistema foi claramente definido no ambiente operacional relevante	Sim
6c	O sistema foi montado, comissionado e testado em um ambiente relevante	Sim
6d	A confiabilidade do sistema foi comprovada	Sim
TRL 6 Alcançado	Tecnologia comprovada em um ambiente relevante	
7	A confiabilidade do componente foi comprovada sob estresse, condições extremas e anormais	Não se aplica
7	Os testes de operação do sistema foram concluídos em um ambiente relevante	Sim
7	O sistema foi implantado e sua operação é sustentável	Sim

TRL 7 Alcançado	Protótipo de sistema demonstrado em um ambiente operacional	
8	Todos os componentes do sistema demonstraram ser compatíveis com o ambiente e as condições operacionais	Sim
8	Todos os testes de qualidade, confiabilidade e segurança do sistema foram concluídos	Sim
TRL 8 Alcançado	Sistema concluído e certificado por meio de testes e demonstrações	
9	A tecnologia / solução funciona conforme o esperado	Não
9	A tecnologia não sofreu com problemas de confiabilidade, manutenção e operação além das expectativas.	Não
9	O desempenho da tecnologia / solução permaneceu consistente	Não
TRL 9 Alcançado	Sistema testado com sucesso em ambiente real	

## **TRL-Justificativa da Tabela**

### **1 Princípios Básicos Observados**

#### **1a. A ideia básica é apoiada por princípios básicos de ciência e tecnologia**

SIM.

- Os **blocos**:

- . São normalizados conforme norma ABNT NBR 6136
- . Coordenação modular conforme norma ABNT NBR 15873
- . Cotação funcional e tolerâncias dimensionais e geométricas: Engenharia Mecânica

- O **graute** pelo conceito, conforme alguns exemplos abaixo:

- a) "Consistência fluida, devendo ser aplicado em espaços confinados"
- b) "O Graute é usado para não deixar lacunas ou espaços vazios de concreto, que são também chamadas de “bicheiras”. O que o diferencia do concreto ou da argamassa é que o graute tem uma consistência fluida e é justa essa consistência que faz não ser necessário o uso do vibrador."
- c) "Considera-se tanto a fluidez do concreto porque é ela que permite o espalhamento simples da massa pelo vão, sem a necessidade de adensamento. Essa particularidade ainda garante estabilidade volumétrica, com perfeita aderência e o preenchimento completo dos vazios."

#### **1b. Estudos preliminares foram realizados para apoiar o conceito**

SIM.

Conforme pedido de patente BR 10 2021 011034 1:

#### **1c. Existem publicações que apóiam os princípios básicos do conceito a ser desenvolvido**

SIM.

Conforme pedido de patente BR 10 2021 011034 1 publicado na RPI 2683

### **2 Conceito e / ou aplicação tecnológica formulada**

#### **2a. Componentes e / ou sistemas que farão parte da solução foram identificados**

SIM.

- Grupo de blocos;
- Material aderente;
- Sistema de injeção do material aderente;
- Dispositivos para calibrar a saída do ar e do material aderente;

**2b. A aplicação desses componentes e / ou sistemas foi demonstrada em outros ambientes e é viável**

SIM.

- Em ambiente de teste conforme descrito no relatório TRL.

**2c. Um projeto preliminar da solução foi feito**

SIM.

- Conforme pedido de patente BR 10 2021 011034 1;
- Conforme protótipos descritos no relatório TRL.

**2d. Requisitos preliminares do sistema foram identificados**

SIM.

- Grupo de blocos (amarrações, vãos, armaduras, colunas e vigas, etc.);
- Juntas de aderência dos blocos;
- Dimensões modulares dos blocos;
- Tolerâncias dimensionais e geométricas dos blocos;
- Acabamento final da parede;
- Material aderente;
- Pressão de injeção do material aderente;
- Dispositivos para calibrar a saída do ar e do material aderente;
- Processo para montagem do produto;
- Processo para fabricação do produto.

**2e. As características técnicas dos sistemas e / ou componentes foram parcialmente identificadas**

SIM.

- Conforme descrito no relatório TRL.

**2f. As previsões foram feitas sobre o desempenho esperado do sistema**

SIM.

- Conforme pedido de patente BR 10 2021 011034 1;
- Conforme relatório TRL.

**2g. As interdependências do sistema com outros sistemas e / ou componentes foram identificadas**

SIM.

- Conforme pedido de patente BR 10 2021 011034 1, como por exemplo:

- . Interface com a laje;
- . Interface com portas e janelas;
- . Interface com o piso;
- . Interface com armaduras;
- . Etc.

## **2h. Estudos analíticos foram realizados para confirmar os princípios técnico / científicos do sistema**

SIM, referente a resistência da parede, conforme pedido de patente BR 10 2021 011034 1, do parágrafo [371] ao [394] ou conforme relatório TRL.

NÃO, referente ao sistema de injeção do material aderente, a confirmação confirmada com experimentos conforme descrito no relatório TRL.

## **3 Prova de conceito experimental**

### **3a. As especificações dos componentes principais foram validadas**

NÃO SE APLICA:

- O bloco é especificado conforme norma ABNT NBR 6136;
- O material utilizado poderá ser um graute comercial de mercado, em princípio.

### **3b. Simulações ou modelos analíticos foram realizados para testar o conceito e seu desempenho**

SIM

- Referente a resistência da parede, conforme pedido de patente BR 10 2021 011034 1, do parágrafo [371] ao [394] ou conforme relatório TRL.

- Para o sistema de injeção do material aderente, conforme simulação/experimento realizado nos protótipos conforme relatório TRL.

### **3c. Os experimentos realizados verificam a viabilidade do sistema**

SIM.

- Conforme experimento descrito no relatório TRL.

### **3d. Métricas detalhadas de desempenho do sistema foram estabelecidas**

SIM.

- Conforme descrito no relatório TRL.

### **3e. A viabilidade do sistema foi totalmente demonstrada do ponto de vista técnico / científico**

SIM.

- Conforme descrito no relatório TRL.

### **3f. Todos os requisitos básicos do sistema foram definidos**

SIM.

- Conforme descrito no item 2d deste questionário e também conforme descrito no relatório TRL.

## **4 Tecnologia validada em laboratório**

### **4a. Os requisitos de qualidade foram estabelecidos para cada componente do sistema**

SIM.

- Conforme pedido de patente BR 10 2021 011034 1.
- Conforme descrito no relatório TRL.

### **4b. Desempenho de componente e sistema comprovado**

SIM.

- Conforme descrito no relatório TRL.

### **4c. A arquitetura do sistema está definida**

SIM.

- Conforme pedido de patente BR 10 2021 011034 1.
- Conforme descrito no relatório TRL.

### **4d. Os requisitos do usuário final foram identificados**

SIM.

- Conforme pedido de patente BR 10 2021 011034 1, como por exemplo:

- . Pré-montagem dos blocos à seco, sem encaixes;
- . Facilidade de alinhamento, nivelamento e prumo;
- . Qualidade dimensional dos blocos;
- .Aderência em lote através do processo de injeção de material aderente;
- . Eliminação do reboco e pintura das paredes;
- . Aumento da vida útil do reboco, da pintura e dos revestimentos;
- . Redução do tempo de passagem da obra;
- . Etc.

### **4e. A compatibilidade entre componentes foi comprovada**

SIM.

- Blocos de cimento e graute são compatíveis;
- O teste no protótipo nr. 1 comprovou a aderência entre o graute e o bloco.

#### **4f. Operação básica do sistema demonstrada em um ambiente simplificado**

SIM.

- Conforme descrito no relatório TRL.

#### **4g. As características de desempenho foram demonstradas em laboratório**

- Conforme descrito no relatório TRL.

#### **4h. A engenharia básica do sistema está completa**

SIM.

- O sistema é composto apenas por:

- . Grupo de blocos para serem aderidos em lote;
- . Material aderente;
- . Sistema de injeção de material aderente com pressão testada;
- . Dispositivos para calibrar a saída de ar e de material aderente com diâmetros testados;
- . Juntas de aderência testadas no protótipo nr. 1.

### **5 Tecnologia validada em um ambiente relevante**

#### **5a. Todas as especificações do sistema foram simuladas e validadas em laboratório**

SIM.

- Conforme descrito no relatório TRL.

#### **5b. As funcionalidades individuais de cada sistema foram testadas e verificadas**

SIM.

- Conforme descrito no relatório TRL.

#### **5c. Os requisitos de desempenho do sistema são claramente definidos**

SIM.

- Conforme descrito no relatório TRL.

#### **5d. O sistema foi testado em um ambiente real**

SIM.

- Conforme descrito no relatório TRL.

## **6 Tecnologia comprovada em um ambiente relevante**

### **6a. O ambiente operacional do sistema foi claramente definido**

SIM.

- Conforme descrito no relatório TRL.

### **6b. O desempenho do sistema foi claramente definido no ambiente operacional relevante**

SIM.

- Conforme descrito no relatório TRL.

### **6c. O sistema foi montado, comissionado e testado em um ambiente relevante**

SIM.

- Conforme descrito no relatório TRL.

### **6d. A confiabilidade do sistema foi comprovada**

SIM.

- Conforme descrito no relatório TRL.

## **7 Protótipo de sistema demonstrado em um ambiente operacional**

### **7a. A confiabilidade do componente foi comprovada sob estresse, condições extremas e anormais**

NÃO SE APLICA.

### **7b. Os testes de operação do sistema foram concluídos em um ambiente relevante**

SIM.

- Conforme descrito no relatório TRL.

### **7c. O sistema foi implantado e sua operação é sustentável**

SIM.

- Conforme descrito no relatório TRL.

## **8 Sistema concluído e certificado por meio de testes e demonstrações**

### **8a. Todos os componentes do sistema demonstraram ser compatíveis com o ambiente e as condições operacionais**

SIM.

- Conforme descrito no relatório TRL.

**8b. Todos os testes de qualidade, confiabilidade e segurança do sistema foram concluídos**

SIM.

- Conforme descrito no relatório TRL.

# TRL - Relatório

## 1 - BLOCOS VAZADOS

- [001] Esta invenção é aplicável a todo tipo de bloco ou tijolo, de todo tipo de material que possa ser aderido com o material aderente utilizado para a aderência entre eles. **Porém, neste relatório vamos dar ênfase à família de blocos vazados de concreto porque consideramos ser a melhor opção para aplicação desta invenção**, atendendo inclusive aos requisitos da norma ABNT NBR 6136, conforme será demonstrado adiante.
- [002] Esta invenção também é aplicável a quaisquer outros elementos modulares que possam ser grauteados em lote junto com a parede, como por exemplo portas, janelas, caixas de força, etc.
- [003] Para efeito de facilidade em distinguir os elementos modulares da invenção dos elementos convencionais, vamos denominá-los MEGGs (Modular Elements to be Grouted in batches), ou seja, Elementos Modulares para serem Grauteados em lote.
- [004] Da mesma forma, para distinguir os blocos da invenção dos blocos convencionais, vamos denominá-los **MEGG-blocks**.

## 2 - MÉTRICAS DE DESEMPENHO

### 2.1 - DOS MEGG-blocks

- [005] Os MEGG-blocks deverão ter pelo menos o seguinte desempenho:
- [006] Atender às **dimensões modulares** das normas ABNT NBR 6136-2016 e NBR 15873, identificadas nas “Tabela 1 – Dimensões nominais”, e se possível, melhorá-las;
- [007] A **classe de resistência** mecânica deverá ser equivalente àquela definida pela norma ABNT NBR 6136;
- [008] A "esessura transversal equivalente" útil da parede montada com MEGG-blocks deverá ser equivalente ou superior àquela definida pela norma ABNT NBR 6136;
- [009] A **resistência à compressão** da parede montada deverá ser equivalente ou superior àquela resultante da norma ABNT NBR 6136;
- [010] A **seção vertical** (seção sujeita à compressão) dos MEGG-blocks deverão ser

equivalentes ou superiores àquelas definidas pela norma ABNT NBR 6136;

[011] As **tolerâncias dimensionais e geométricas** dos MEGG-blocks deverão ser melhores àquelas resultantes da norma ABNT NBR 6136;

[012] A **produtividade** (tempo de execução) da parede acabada deverá ser no mínimo 100% melhor do que o da parede assentada, rebocada e pintada conforme o sistema tradicional.

[013] O **custo total** da parede acabada deverá ser no mínimo 100% melhor do que o da parede assentada, rebocada e pintada conforme o sistema tradicional.

## 2.2 - DO MATERIAL ADERENTE

[014] A **resistência à compressão** do material aderente injetado nos MEGG-blocks, depois do tempo de cura, deverá ser equivalente ou superior à da argamassa assentada no sistema convencional.

[015] A **aderência** do material aderente injetado nos MEGG-blocks, depois do tempo de cura, deverá ser equivalente ou superior à da argamassa assentada no sistema convencional.

## 2.3 - DO SISTEMA DE INJEÇÃO

[016] A **estabilidade** no assentamento da parede pré-montada com MEGG-blocks deverá ser superior à estabilidade no assentamento com argamassa.

[017] A **garantia de preenchimento** da área prevista para ser preenchida com material aderente injetado deverá ser equivalente ou superior àquela prevista para ser preenchida com assentamento com argamassa.

[018] A **uniformidade do cordão** injetado deverá ser equivalente ou superior àquela obtida com assentamento com argamassa.

[019] O **sistema de inspeção** do material aderente injetado deverá ser equivalente ou superior àquele realizado no sistema de assentamento com argamassa.

[020] Os **vazios de ar admissíveis** formados dentro dos canais deverão ter as seguintes limitações:

- **Espessuras** menores do que  $di/2$ , onde "di" = diâmetro interno do canal;
- **Larguras** menores do que  $di$ , onde "di" = diâmetro interno do canal;

- **Comprimentos** de todos os vazios com dimensões **acima de 1/4"x1/2"** (6,35 x 12,7 mm) na espessura e na largura, respectivamente, somados, devem ser menores do que **10%** da soma dos comprimentos dos canais.

[021] O **vazamento** de ar (desejável) em princípio, deverá ter seu desempenho avaliado pelos vazios de ar, definidos no parágrafo-[020] -.

[022] O **vazamento** de material aderente deverá ser controlado conforme os seguintes requisitos:

- a. Deverá vazar no máximo até 100 ml/m<sup>2</sup> de parede montada;
- b. Não poderá vazar a ponto de comprometer o processo de injeção, cujo desempenho será avaliado pelos vazios de ar definidos no parágrafo-[020] -.

### **3 - CÁLCULO DE RESISTÊNCIA MECÂNICA**

#### **3.1 - INTRODUÇÃO**

[023] Antes de definir as localizações, seções e dimensões dos canais, é preciso estudar as espessuras das paredes dos MEGG-blocks que irão acomodar estes canais.

[024] As paredes são referenciadas a todo instante, porém há dois tipos de paredes, as paredes das edificações e as paredes dos blocos vazados. Normalmente, no contexto da frase dá para entender de qual parede está se referindo, porém, é preciso ficar sempre atento sobre este detalhe.

[025] Para os blocos vazados define-se as paredes longitudinais e transversais dos blocos, referindo-se à posição de montagem na parede, sendo que as transversais ainda podem ser externas ou internas, estas últimas também denominada de septo centrais.

#### **3.2 – ESPESSURAS: NBR 6136 X MEGG-blocks**

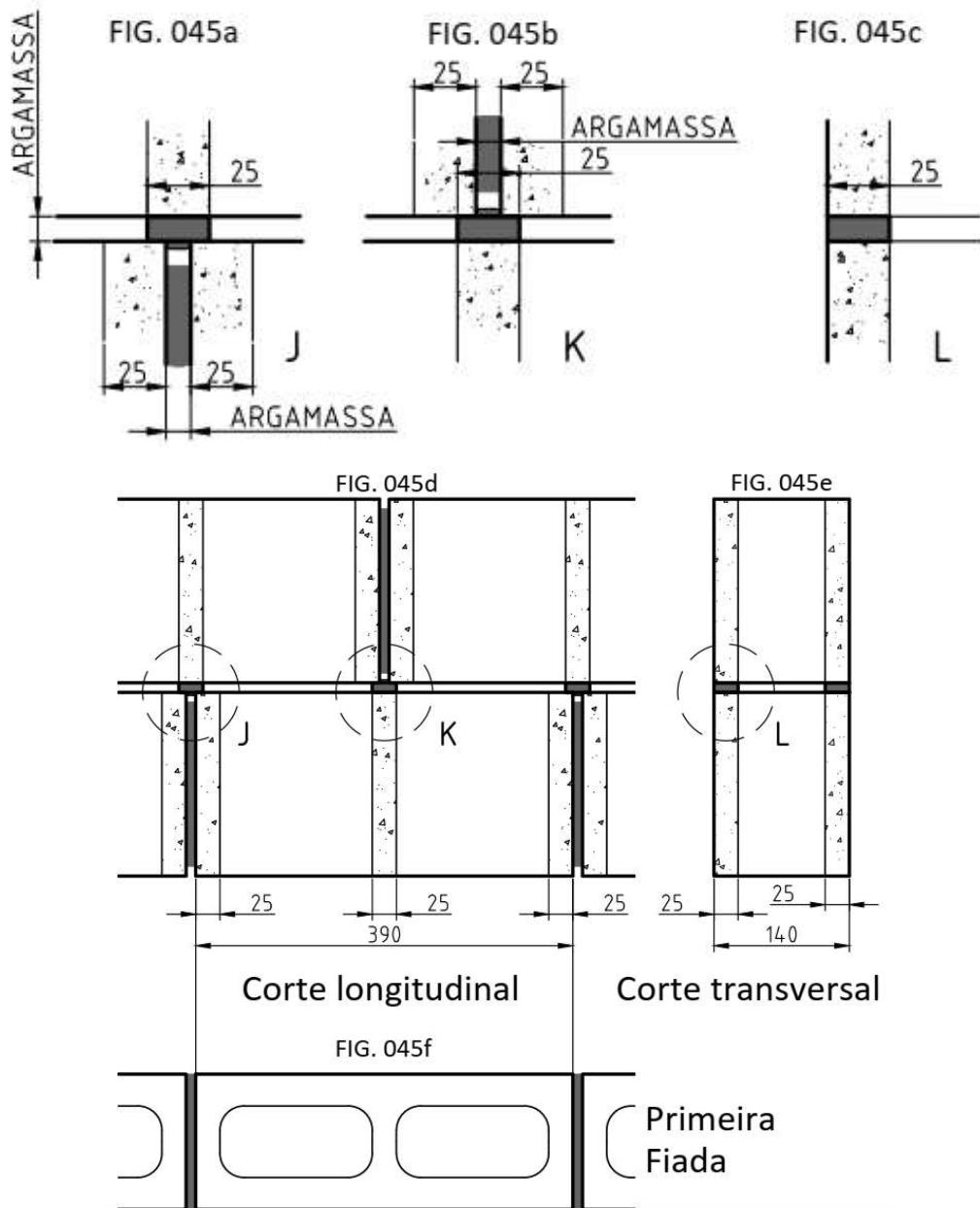
##### **3.2.1 – Espessuras dos blocos NBR 6136**

[026] Como estudo preliminar para averiguação da "espessura transversal equivalente" dos blocos na parede montada, foram utilizados os blocos da Tabela 2 da norma ABNT NBR 6136, classe (A), que têm paredes transversais dos blocos de 25 mm, espessuras transversais equivalentes de 188 mm/m. Quanto às espessuras das paredes

longitudinais, o bloco M-15 tem 25 mm e o bloco M-20 tem 32 mm.

[027] A Fig. 045 mostra os cortes longitudinal e transversal da parede formada pelos blocos ABNT NBR 6136 montados (no caso foi desenhado o bloco M-15).

## FIG. 045



[028] Pode-se notar que, nas paredes transversais dos blocos, sempre uma parede de 25 mm apoia-se sobre 2x25 mm ou vice-versa, sendo que as larguras de contato, o seja, da argamassa, são sempre de 25 mm, que correspondem às espessuras transversais das paredes dos blocos. Isto pode ser observado nos detalhes "J" e "K" da

referida figura. Para facilidade de identificação, vamos denominar as espessuras sem apoio de "**espessura morta**".

[029] Além disso, como há uma junta de espessura nominal de 10 mm para argamassa entre as paredes transversais externas, o apoio das paredes sobre paredes fica menor ainda, 15 mm nominal, mesmo existindo uma dupla parede, pois na prática esta junta não é preenchida nas faces transversais onde normalmente há somente um cordão vertical nas extremidades para vedação das bordas, ficando um vazio de ar, como pode ser observado nos detalhes "J" e "K" da referida figura. Para facilidade de identificação, vamos denominar esta espessura de "**espessura vazia**".

[030] Aparentemente dá uma impressão de desperdício de espessura de parede nos blocos, sendo que, uma justificativa poderia ser o fato de que, mesmo com desvios dimensionais altos, seria garantido uma parede mínima efetiva de 25 mm de sobreposição, além da facilidade de se ter paredes iguais, etc.

[031] Porém, convém lembrar que, na escala gigantesca em que a construção civil precisa ser empregada e industrializada pelo mundo, dificuldades de qualidade não podem ser justificativa para a não otimização do produto.

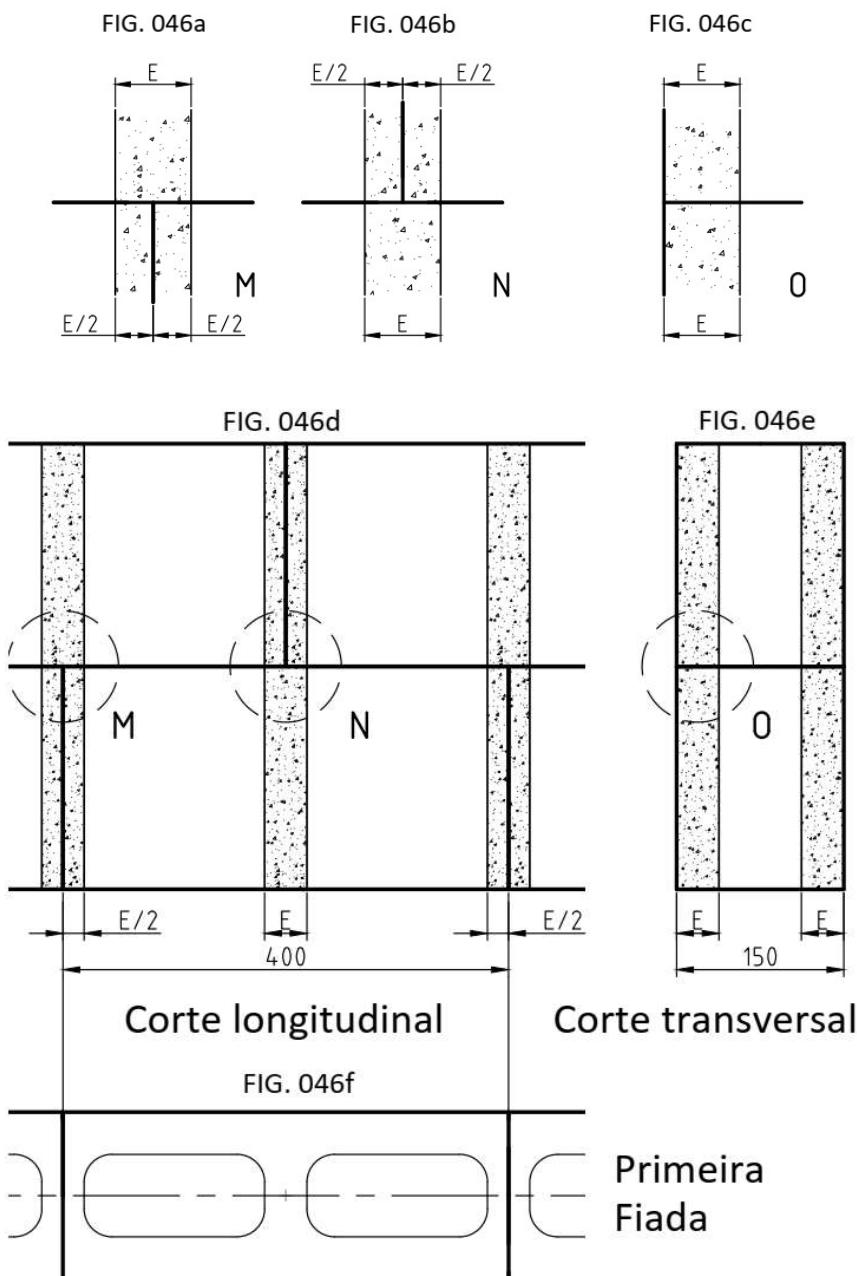
### **Conclusão**

[032] Embora a norma ABNT NBR 6136 considere a "espessura transversal equivalente" de 188 mm/m, que corresponde a  $3 \times 25 \text{ mm} / 400 \text{ mm} = 188 \text{ mm} / 1000 \text{ mm} = 188 \text{ mm/m}$ , na verdade, as espessuras que realmente trabalham apoiadas são:  $2 \times 15 \text{ mm} / 400 \text{ mm} = 30 \text{ mm} / 400 \text{ mm} = \underline{\underline{75 \text{ mm/m}}}$ , que será denominada de "espessura transversal equivalente" **útil**, considerando que o restante da espessura transversal do bloco é "espessura morta" ou "espessura vazia".

#### **3.2.2 – Espessuras dos MEGG-blocks**

[033] A Fig. 046 mostra os cortes longitudinal e transversal da parede formada com os MEGG-blocks montados, com o objetivo de se definir a relação entre as espessuras das paredes transversais dos MEGG-blocks.

## FIG. 046



**[034]** Pode-se notar que os MEGG-blocks resolvem o “desperdício” das paredes de 25 mm dos blocos apoiadas sobre paredes de 2x25 mm e vice-versa, lembrando que as tolerâncias mais apertadas, definidas para os MEGG-blocks, resolvem o problema do possível desalinhamento das paredes transversais. Além disso, a folga nominal de 10 mm entre as faces transversais dos MEGG-blocks também foi eliminada, otimizando as áreas de apoio.

**[035]** Existe também um artigo técnico com título "Tipologia de blocos cerâmicos

estruturais: influência da geometria dos blocos no comportamento mecânico da alvenaria", que mostra as vantagens do design "septo central duplo" e, depois, na ABNT NBR 15270-2. Portanto, tudo isso já está muito bem suportado pelo estado da técnica, sendo que a única diferença está na eliminação da espessura da argamassa nas faces transversais, que otimiza mais ainda este design proposto nos MEGG-blocks.

**[036]** De modo geral, quando os blocos se juntam para formar a parede da edificação, as suas respectivas paredes de junção se juntam e dobram de espessura, por isso tem sentido que todas as paredes transversais externas dos blocos tenham metade da espessura.

**[037]** Resumindo, a invenção propõe que as espessuras das paredes transversais externas dos MEGG-blocks sejam a metade, ou seja, "E/2" da espessura "E" das outras paredes, incluindo as longitudinais, sendo que estas referidas paredes de espessuras "E/2" são denominadas de "meia-parede".

**[038]** Esta padronização da espessura "E" das outras paredes, incluindo as longitudinais, vai permitir que se tenha uma uniformização do tamanho da largura dos canais para injeção de material aderente em todas as paredes dos MEGG-blocks, como será visto mais adiante.

**[039]** Mantendo-se aproximadamente a mesma seção vertical (seção sujeita à compressão) do bloco ABNT NBR 6136 para os MEGG-blocks, o resultado será conforme indicado a seguir:

**Tabela-201**

ABNT NBR 6136									
			Parede			Espessura transversal equivalente (mm/m)			
Bloco	B	L	Transversal int.	Transversal ext.	Longitudinal	Total (mm2)	Útil+morta+vazia	Útil+vazia	Útil
M-15	140	390	25,00	25,00	25,00	26250	188	125	75
M-20	190	390	25,00	25,00	32,00	35460	188	125	75
MEG-Blocks									
			Parede			Espessura transversal equivalente (mm/m)			
Bloco	B	L	Transversal int.	Transversal ext.	Longitudinal	Total (mm2)	Útil+morta+vazia	Útil+vazia	Útil
M-15	150	400	26,40	13,20	26,40	26250	132	132	132
M-20	200	400	33,23	16,62	33,23	35460	166	166	166

### Conclusão

**[040]** Mantendo-se para os MEGG-blocks a mesma seção vertical **Total** (seção sujeita à compressão) do bloco ABNT NBR 6136 (e consequentemente o mesmo peso),

a "espessura transversal equivalente" útil (que realmente trabalha) dos MEGG-blocks aumentou consideravelmente, em **80%** e **225%** para os tipos M-15 e M-20, respectivamente.

### 3.3 - ASSENTAMENTO: NBR 6136 X MEGG-blocks

[041] A fig. 045 (vide detalhes "J", "K" e "L") mostra os cortes longitudinal e transversal da parede montada conforme norma ABNT NBR 6136 enquanto que a Fig. 047 (vide detalhes "P", "Q" e "R") mostra os mesmos cortes para a parede montada com MEGG-blocks.

[042] Observar que as paredes dos blocos superiores (da norma ABNT NBR 6136) estão apoiadas somente na argamassa assentada na espessura da parede plana dos blocos inferiores, enquanto que as paredes dos MEGG-blocks superiores estão apoiadas sobre as paredes dos MEGG-blocks inferiores, mesmo existindo um canal na espessura de apoio, e mesmo antes da injeção do material aderente. Esta afirmação pode ser justificada pela condição 3, apresentada adiante.

[043] Conforme exposto no parágrafo-[042], conclui-se que no sistema convencional as paredes só têm estabilidade depois da cura enquanto que nos MEGG-blocks as paredes já têm estabilidade no sentido vertical antes da injeção do material aderente. Porém, isto é só uma informação adicional, não é relevante para o cálculo mecânico.

[044] Observar também que os canais das paredes dos MEGG-blocks, depois do processo de injeção, estão completamente preenchidos pelo material aderente injetado. Esta afirmação pode ser justificada pela condição 4, apresentada adiante.

**FIG. 047**

FIG. 047a

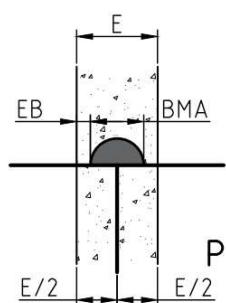


FIG. 047b

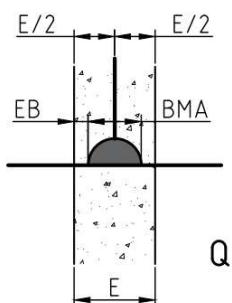
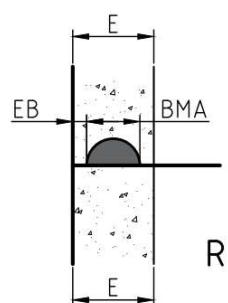
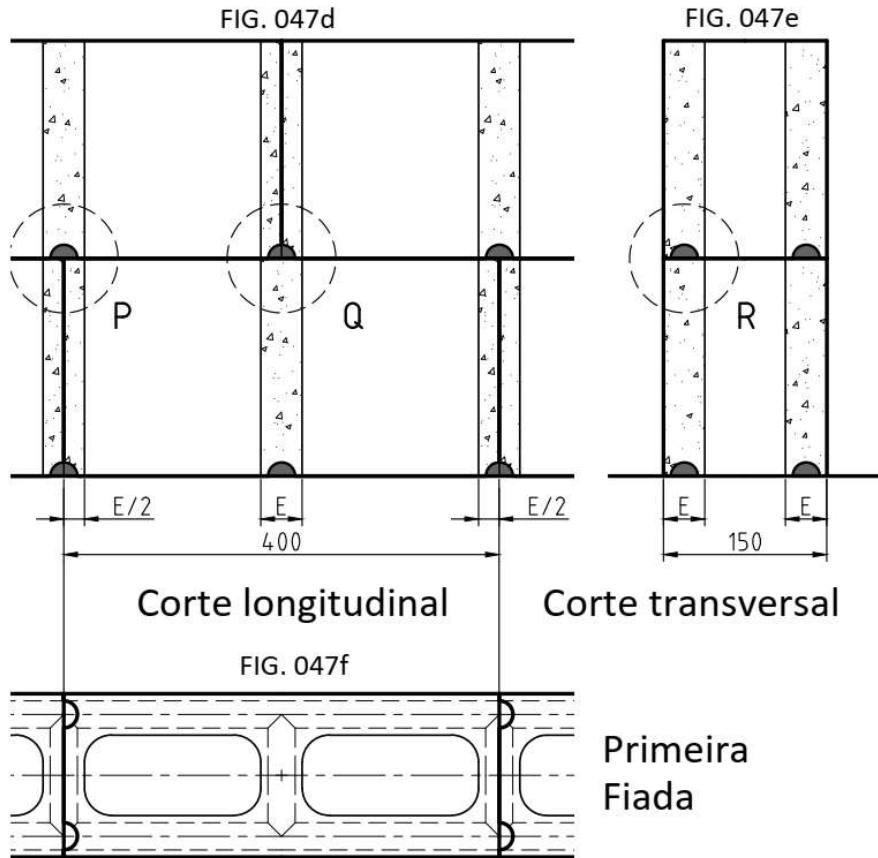


FIG. 047c





- [045] Vamos definir as seguintes **condições relevantes**:
- [046] Condição 01: A seção vertical total (seção sujeita à compressão) do MEGG-block deverá ser  $\geq$  a seção vertical total do bloco da norma ABNT NBR 6136.
- [047] Condição 02: A "espessura transversal equivalente" útil do MEGG-block deverá ser  $\geq$  a "espessura transversal equivalente" útil do bloco da norma ABNT NBR 6136.
- [048] Condição 03: As tolerâncias dimensionais e geométricas dos MEGG-blocks, conforme pedido de patente, foram definidas de modo a garantir superfícies de apoio planas e confiáveis e, portanto, não dependem da argamassa para garantir apoio entre as paredes dos MEGG-blocks **nestas regiões** (vide detalhes "P", "Q" e "R"). Blocos convencionais montados à seco só podem contar com esta condição, mesmo não apresentando tolerâncias dimensionais e geométricas bem definidas. Esta condição é mais realista e controlável se comparada com as incertezas existentes no processo tradicional com argamassa, conforme descrito no parágrafo-[052] -.
- [049] Condição 04: O sistema de injeção nos canais garante largura e

comprimento total (uniforme) do cordão de material aderente aplicado, pois depende somente da disposição física destes canais manufaturados pelo processo industrial, garantindo que nenhuma superfície da seção vertical da parede de MEGG-blocks fique sem material aderente **nestas regiões** (vide detalhes "P", "Q" e "R"), muito diferente do sistema atual que tem muitas falhas, conforme exposto nos parágrafos-[028] -[029] , assim como no parágrafo-[052] -. Além disso, no sistema de injeção é possível definir pontos para inspecionar a saída de material aderente injetado, garantindo que o material chegou aos pontos estratégicos. Também pode-se controlar o volume do material injetado e verificar se coincide com o volume dos canais a serem preenchidos. Trata-se de um processo, cujas etapas podem ser padronizadas e testadas e validades com maior grau de confiabilidade do que no processo artesanal de assentamento.

**[050]** Condição 05: O material aderente comum de mercado tem propriedades muito melhores do que da argamassa preparada no sistema tradicional, ou seja, resistência, expansão, fadiga, elasticidade, etc. Além disso, o material aderente também tem valores de resistência muito maiores do que os blocos estruturais, que conforme ABNT NBR 6136 são classificados de 4.5 a 16 MPa. Por exemplo, o SikaGrout-250, assim como o Supergraute Quartzolit, têm valores de 50 MPa aos 28 dias, mais de **200%** do valor do bloco de maior resistência (16 MPa).

**[051]** Conforme exposto no parágrafo-[050] , conclui-se que no sistema convencional as paredes dos blocos estão apoiadas somente na argamassa, que podem ter resistência à compressão maior, menor ou igual à resistência do bloco, enquanto que, nos MEGG-blocks as paredes estão, uma parte, apoiada nos MEGG-blocks de mesma resistência mecânica e, outra parte, apoiada no material aderente de maior resistência mecânica. Além disso, no sistema convencional, a inexistência de argamassa em uma determinada região de assentamento, como nas paredes transversais dos blocos, por exemplo, acarreta 100% de falta de apoio nesta região, enquanto que nos MEGG-blocks, sendo previsto ou não canais nesta região, não teria este tipo de problema, além de que o processo de injeção aumenta a confiabilidade na inexistência de vazios de material aderente conforme descrito no parágrafo-[049] -.

[052] Um problema encontrado no estado da técnica, que favorece as condições apresentadas anteriormente, é que, para o caso dos blocos vazados, principalmente os de função estrutural, além dos problemas de assentamento dos blocos em geral citados no pedido de patente, há uma dificuldade no controle da espessura da argamassa sobre a parede fina do bloco, principalmente nas paredes transversais dos blocos porque não podem ser inspecionadas visualmente e que muitas vezes o assentador nem põe argamassa para não perder tempo, fato que pode ser evidenciado numa pesquisa de imagens na internet (pesquisar por "imagens assentamento bloco estrutural"), que não foram incluídas para não violar os direitos autorais. A falta da argamassa nestas paredes reduz a superfície de apoio sujeita à compressão e que, provavelmente, não foi considerada no cálculo estrutural. Em outras palavras, enquanto o sistema convencional está dependendo totalmente do processo humano, o sistema proposto está dependendo mais do processo técnico (máquinas de injeção, sistemas de controle, inspeções visuais do material escorrido, etc.).

### Conclusão

[053] Embasado nos parágrafos apresentados anteriormente, conclui-se que os MEGG-blocks atendem aos requisitos na norma ABNT NBR 6136 e que a resistência mecânica da parede assentada com MEGG-blocks é superior ao da parede assentada resultante da referida norma.

## 4 - PROTÓTIPO NR. 1

### Conceito Preliminar dos MEGG-blocks

**Fig. 143**



#### **Síntese do protótipo nr. 1**

**[054]** Os canais foram realizados nas faces longitudinais dos blocos, contrárias às de montagem pelo fato de que as faces superior/inferior não tinham qualidade de planicidade, assim como tinham uma espessura de parede muito fina para acomodar os canais de 15 mm de largura. Assim foi criado o primeiro protótipo rudimentar do MEGG-block.

**[055]** A parede foi pré-montada com 3 fiadas de MEGG-blocks, com 1 MEGG-block e 1/2 de comprimento, no sistema de amarração de 1/2 MEGG-block deslocado entre uma fiada e outra. A parede também tinha um bloco em pé de cada lado (posicionado verticalmente), simulando uma coluna de cada lado para tamponar os canais longitudinais.

**[056]** O material aderente utilizado foi o graute comum de mercado, com adição de corante vermelho e adição de 10% à mais na quantidade de água, sendo que a recomendada pelos fabricantes é de 5 a 7%.

**[057]** A pressão de injeção do material aderente foi aproximadamente de 10 a 15 cm (de coluna de material aderente).

### Resultado da experiência:

- [058] Ocorreu um pouco de vazamento nas juntas de aderência.
- [059] Ficou 5 cm de canal sem preenchimento de material aderente.
- [060] A parede ficou compacta e bem grauteada.
- [061] O material aderente aderiu muito bem os MEGG-blocks a serem aderidos.
- [062] O material aderente, exceto nos 5 cm mencionados anteriormente, não demonstrou vazios de ar, nem falhas de aderência, nem retração de volume e nenhum outro aspecto negativo.
- [063] No impacto para descolar as juntas de aderência, as paredes dos MEGG-blocks quebraram fora das emendas das juntas, nos dois lados das juntas.

### Conclusão:

- [064] **Sobre o parágrafo-[058] :-**
- [065] a) Era esperado, visto que as faces dos MEGG-blocks eram muito brutas e não tinham nenhuma qualidade de planeza nem de controle de tolerâncias de fabricação.
- [066] b) Os aspectos positivos encontrados foram:
- [067] b1) O vazamento foi localizado, ou seja, teve muitos pontos sem vazamento, mesmo considerando a utilização de juntas de aderência brutas.
- [068] b2) O vazamento foi não prejudicou a injeção de material aderente e nem deixou vazios de ar nos canais;
- [069] b3) O vazamento foi considerado pequeno e deu a impressão que teve um efeito tipo "coagulante", ou seja, de "auto-vedação".
- [070] **Sobre o parágrafo-[059] :-**
- [071] a) A pressão da coluna de material aderente foi muito pequena. No protótipo nr. 2, conforme demonstrado adiante, foi ajustado para 0,50 a 0,70 m de coluna de material aderente;
- [072] b) Pelo fato do material do MEGG-block ser de baixa resistência (~ 6 MPa), ou seja, alta porosidade, o material aderente foi sendo desidratado durante o caminhamento até perder a viscosidade necessária para manter a fluidez até o final

dos canais.

[073] **Sobre os parágrafos-[061] -[062] :-**

[074] O material aderente, na região em que conseguir alcançar, cumpriu muito bem a sua função.

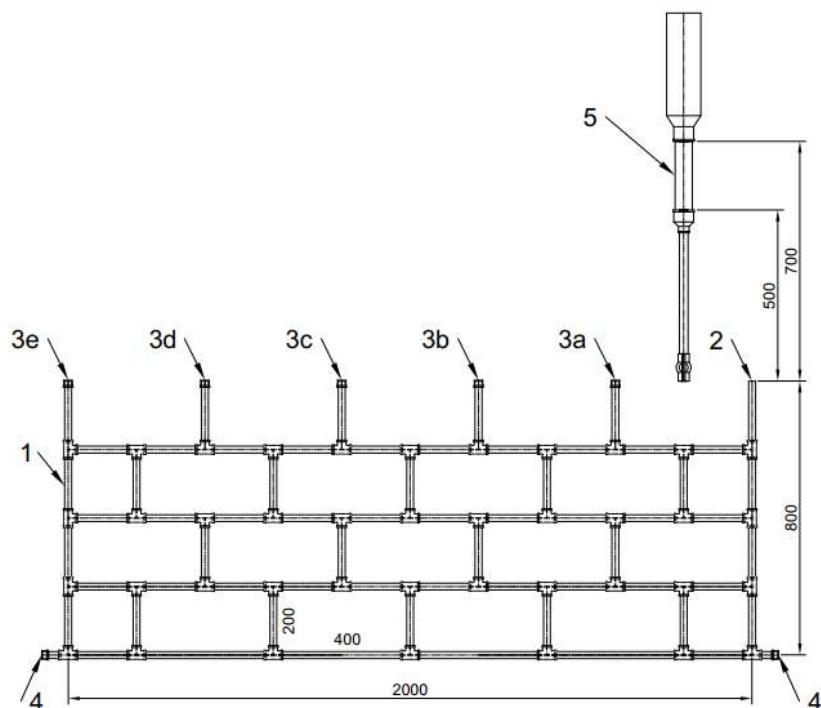
[075] **Sobre o parágrafo-[063] :-**

[076] Ficou comprovado que a resistência mecânica do graute (26 MPa a 24 h) é muito maior que a do MEGG-block (~6 MPa).

## 5 - PROTÓTIPO NR. 2

**Simulação de 4 Fiadas com 5 MEGG-blocks/Fiada**

**Fig. 144**



1. Tubulação marrom de água de 17 mm de diâmetro interno;
2. Canal para injeção de material aderente;
3. Canais para saída de ar e de material aderente, com plugs para inspeção e saída de ar e de material aderente, com furos calibrados (3a...3e) de 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0 mm de diâmetro, respectivamente;
4. Plug para inspeção da saída de material aderente, com furo calibrado de 4,0 mm de diâmetro;

5. Funil para lançamento do material aderente, com capacidade de 0,70 m de coluna de material aderente, sem considerar a boca do funil acoplada.

### Síntese do protótipo nr. 2

[077] O **objetivo** da experiência é isolar e estudar o sistema de canais para injeção de material aderente, para verificar se o material injetado escoa e preenche os canais conforme esperado.

[078] Considerando um MEGG-block de 20 cm x 40 cm (altura x comprimento), foi simulada uma parede de 4x5, ou seja, 4 fiadas de MEGG-blocks por 5 MEGG-blocks por fiada, com dimensões de 0,80 m de altura por 2,00 m de comprimento.

[079] O sistema de amarração dos MEGG-blocks é o convencional, ou seja, de  $\frac{1}{2}$  MEGG-block deslocado de uma fiada para a outra.

[080] O canal da extremidade direita (2) foi escolhido como canal de entrada, enquanto que os outros canais (3) foram escolhidos como canais de saída.

[081] **As condições desta experiência são:**

[082] **1a condição:** Pressão de injeção do material aderente:

- Deverá ser somente por gravidade, de aproximadamente 0,50 a 0,70 m de coluna de material aderente (sem considerar a boca do funil acoplada), e como a densidade do material é o dobro da água, equivale de 1,00 a 1,40 mca.

[083] **2a condição:** Distância de lançamento do material aderente:

- O material vai ser lançado somente por 1 ponto, na extremidade direita e a expectativa é que ele preencha todos os canais numa distância de 2,00 m na horizontal e 0,80 m na vertical.

[084] **3a condição:** Dispositivos para calibrar a saída de ar e do material aderente:

- Utilização de tampões com furos de 3; 3,5; 4; 4,5 e 5 mm de diâmetro para saída de ar e para inspeção do material aderente;
- O último canal (3e) deverá ficar aberto até o enchimento do nível da penúltima fiada de MEGG-blocks para manter a mesma seção de entrada do material injetado. Desta forma, até este nível, a vazão de lançamento do material aderente terá uma saída totalmente aberta.
- Somente no nível da última fiada é que a vazão do material aderente será reduzida devido aos orifícios calibrados.

[085] **Modelo:**

[086] Foi feito em escala real, com tubulação marrom de 17 mm diâmetro interno.

[087] Considerando que os tubos são mais perfeitos do que seriam os canais moldados nos MEGGG-blocks, os canais são considerados ideais, ou seja, **sem vazamentos, com baixa rugosidade e baixa variação de diâmetro interno.**

**Fig. 145**

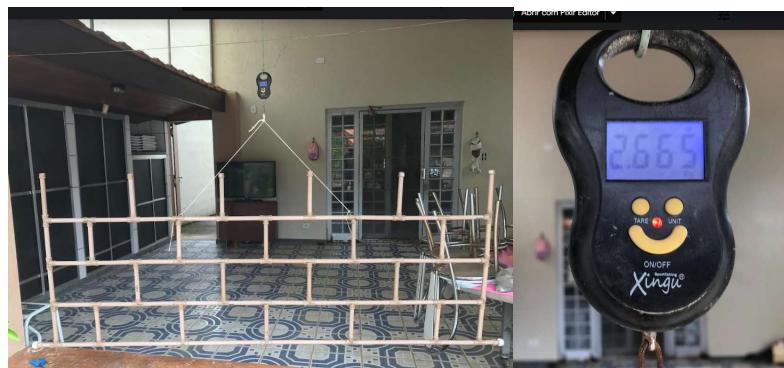


**Dados da experiência**

[088] Descrição das massas (M) envolvidas:

- **M 1:** Cordinha para içamento para pesagem = **25 g**;
- Tubulação montada (vazia) + M1 = **2665 g**

**Fig. 146**



- **M2:** Tubulação montada (vazia) = **2665 - 25 = 2640 g**
- Tubulação montada + Massa da água da tubulação + M1 = **5610 g**

**Fig. 147**

- **M3:** Massa da água da tubulação =  $5610 - 2650 - 25 = 2935$  g
- **M4:** Balde preto vazio = **460** g

**Fig. 148**

- Balde preto vazio + Massa do graute = **7460** g

**Fig. 149**

- **M5:** Massa do graute =  $7460 - 460 = 7000$  g
- **M6:** Balde branco vazio = **540** g

**Fig. 150**

- Balde branco vazio + Massa da água do graute = 1380 g

**Fig. 151**

- **M7:** Massa da água do graute =  $1380 - 540 = 840$  g
- Massa da tubulação grauteada + M1 = 9360 g
- **M8:** Massa do graute da tubulação =  $9360 - M1 - M2 = 9360 - 25 - 2640 = 6695$  g

[089] Outros dados:

- O material aderente utilizado é um graute comercial de mercado
- A quantidade de água na mistura do graute respeitou as quantidades recomendadas pelo fabricante, ou seja,  $0,12 \text{ l/kg} \pm 5\%$ .

#### **Resultado da experiência**

[090] Densidade resultante do graute dentro da tubulação =  $6695/2935 = 2,28$  g/ml.

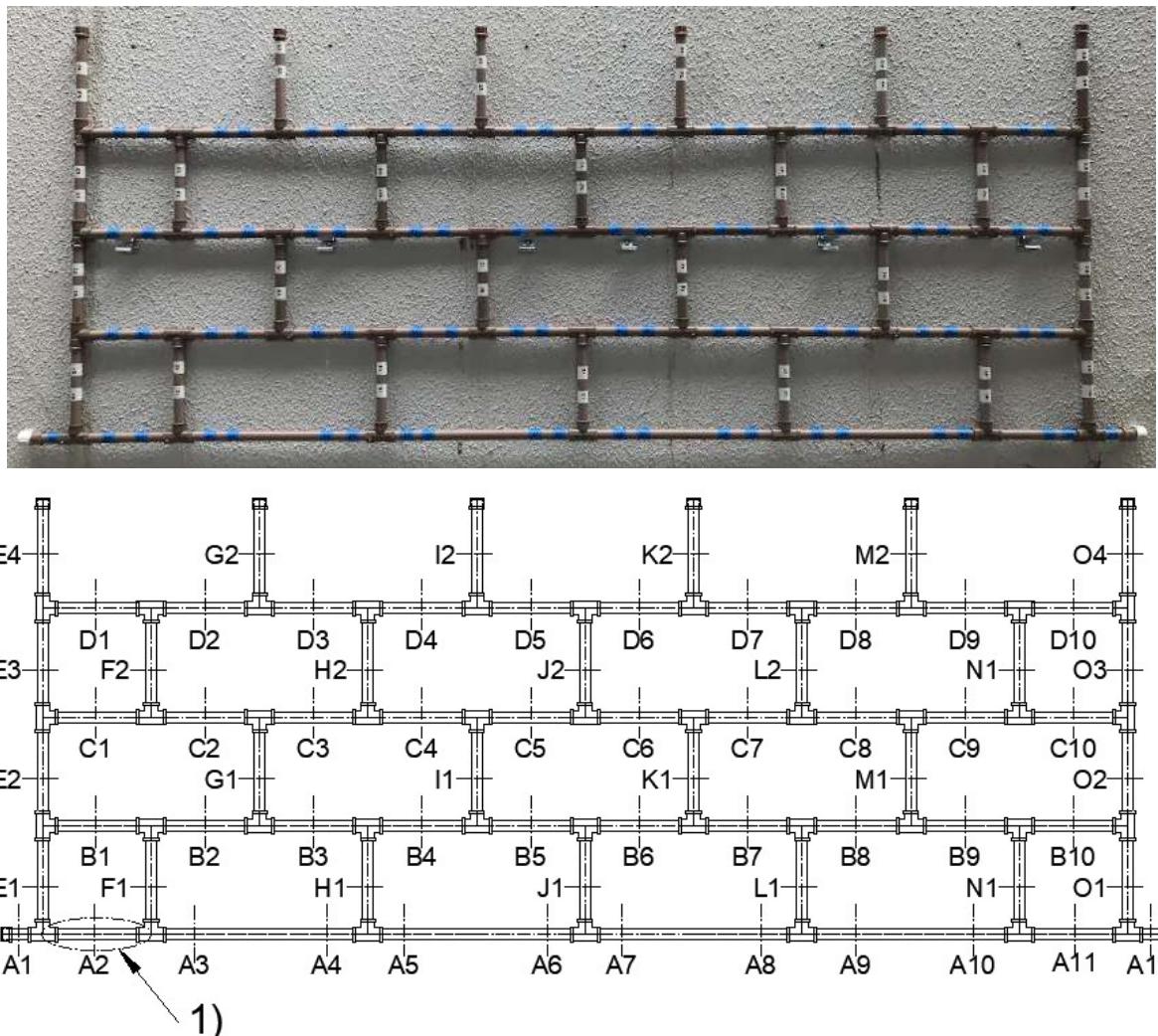
[091] Na inspeção visual, no momento do lançamento do material aderente,

todos os pontos (3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 4) para inspeção do material aderente tiveram escorramento, ou seja, foram alcançados. Os Furos calibrados dos dispositivos de saída ar/material aderente "funcionaram".

[092] Após a inspeção dos escorrimientos mencionados no parágrafo anterior, foi verificado que a coluna da sobra de material aderente foi de aproximadamente **0,5 m**.

[093] Para inspeção interna dos canais, foram definidas as seções para corte na tubulação conforme indicado na Fig. 152.

**Fig. 152**



[094] A tubulação foi cortada em 62 segmentos conforme Fig. 152 e não foram encontrados vazios de ar, nem retração de volume e nenhum outro aspecto negativo, **exceto no corte A2** realizado no segmento horizontal localizado na maior distância ao lançamento, ou seja, a 0,80 m de profundidade e a 2,00 m de distância, conforme

indicado na referência 1) da Fig. 152.

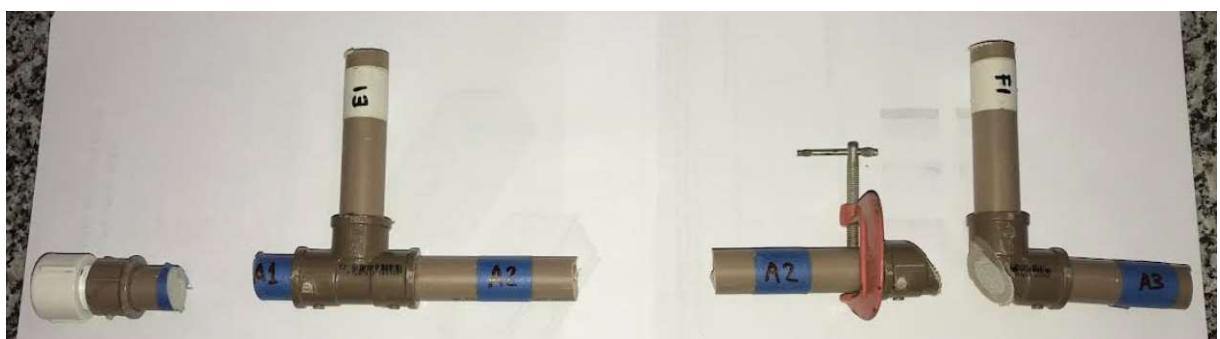
- [095] Na Fig. 153 foram separados todos os segmentos que **não** tiveram problemas.

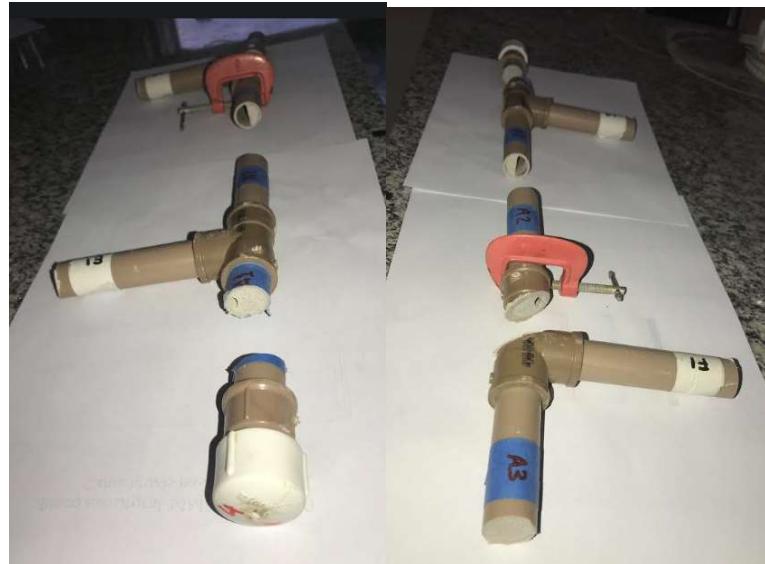
**Fig. 153**



- [096] Na Fig. 154 foi separado o segmento que teve um problema de vazio (bolha de ar).

**Fig. 154**

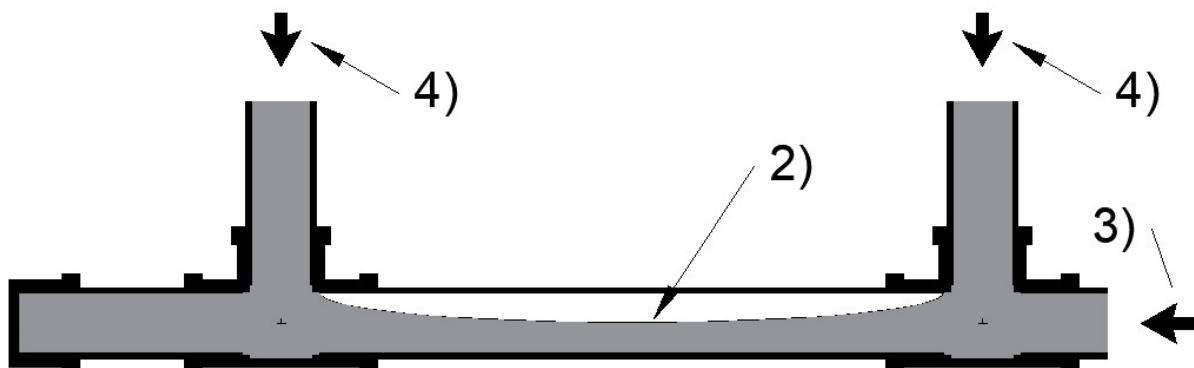




Obs.: O sargento em miniatura (vermelho) da Fig. 154 está sendo usado somente para apoiar o tubo na posição desejada para a foto, porque o vazio de ar deslocou o centro de gravidade do tubo.

[097] Para estudar melhor o fenômeno, foi realizado um desenho em corte longitudinal, onde o vazio de ar está identificado pela referência 2).

**Fig. 155**



#### Conclusão

[098] Sobre os parágrafos-[091] -[092] -:

[099] Utilizando somente a gravidade, com uma pressão de 0,5 a 0,7 m de coluna de material aderente, a injeção de material aderente num sistema **ideal** de canais interligados consegue penetrar uma parede com 4 fiadas de MEGG-blocks por 2,00 m de comprimento, utilizando apenas um ponto para entrada e o restante para saída. A partir desta conclusão abre-se um leque de definições ou de oportunidades:

[100] a) No caso de se pensar numa máquina de injeção de material aderente, a pressão deve ser de pelo menos 2,0 mca.

[101] b) Com um funil de 1 m de altura já é possível injetar material aderente, pelo menos para realizar experiências, sem depender de uma máquina apropriada para bombear.

[102] c) Numa parede de 4 fiadas por 4,00 m, pode-se pensar na possibilidade de injetar o material pelo centro da parede e esperar um resultado espelhado, ou seja, dobrar o comprimento do alcance para 8,00 m.

[103] d) Como a resistência do graute comercial é de 40 a 50 MPa, e dos MEGG-blocks de 6 a 16 MPa, tem muita folga para aumentar a diluição do graute e conseguir muito mais fuidade, o suficiente para compensar as dificuldades que serão encontradas no ambiente real.

[104] **Sobre os parágrafos-[094] -[095] -[096] -[097]** existe duas causas que poderiam ter causado o problema apresentado:

[105] a) **Causa nr. 1:** Como o problema ocorreu na extremidade mais distante do lançamento do material aderente, poderia ser que o material não conseguiu atingir a distância de lançamento esperada. Acredito que esta não foi a causa do problema, mas se fosse, teria as seguintes soluções:

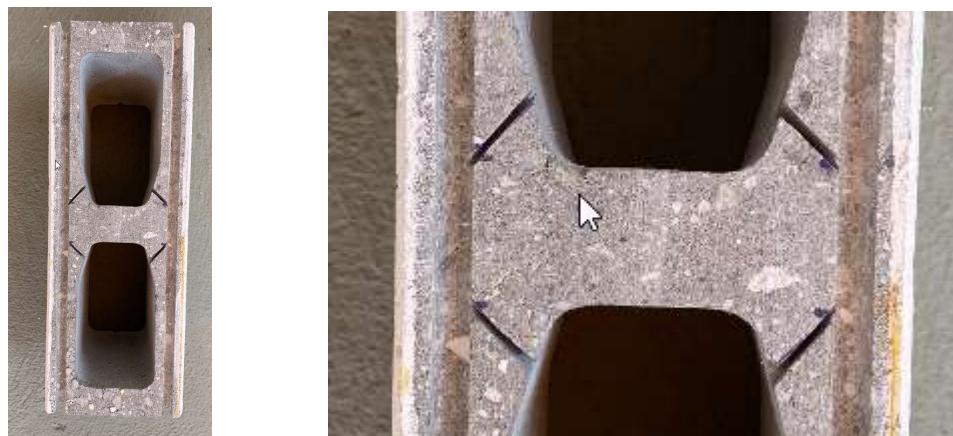
[106] **Solução a:** Limitar a distância de lançamento do material aderente em no máximo 1,80 m, pois até esta distância não teve formação de vazios;

[107] **Solução b:** Diminuir a viscosidade de material aderente para que ele possa aumentar a distância de penetração na parede.

[108] b) **Causa nr. 2:** Por algum motivo, o material aderente atropelou o caminho esperado indicado pela seta 3) na Fig. 155 e obstruiu os canais de saída de ar acima, indicado pela seta 4), chegando antes do material indicado pela seta 3) que expulsaria o ar para cima, motivo pelo qual se formou uma bolsa de ar somente naquela região. Acho que esta é a causa mais provável, mesmo porque o graute curado não teve uma forma irregular como ocorre nos escorrimientos, ou seja, ele foi moldado como uma bolha de ar conforme demonstrado no desenho. Neste caso, a solução seria:

[109] **Solução:** Na montagem do produto real sempre vai existir folgas nas juntas de aderência, sendo que a preocupação da invenção não é de aumentar as folgas nas juntas de aderência para o ar sair, mais sim manter as folgas controladas para que o material injetado, muito mais viscoso que o ar, não vaze, ou vaze somente o suficiente de modo a não atrapalhar o sistema de injeção. Porém, para os canais horizontais, como nesta variante (design) os canais estão localizados nas faces inferiores, e como a bolha de ar tende a ficar na região superior do canal, será necessário executar um ou mais rasgos na região superior central do canal, com a saída do ar voltado para o lado interno do MEGG-block, para evitar escorramento de material aderente na face acabada do MEGG-block, conforme indicado na Fig. 156.

**Fig. 156**

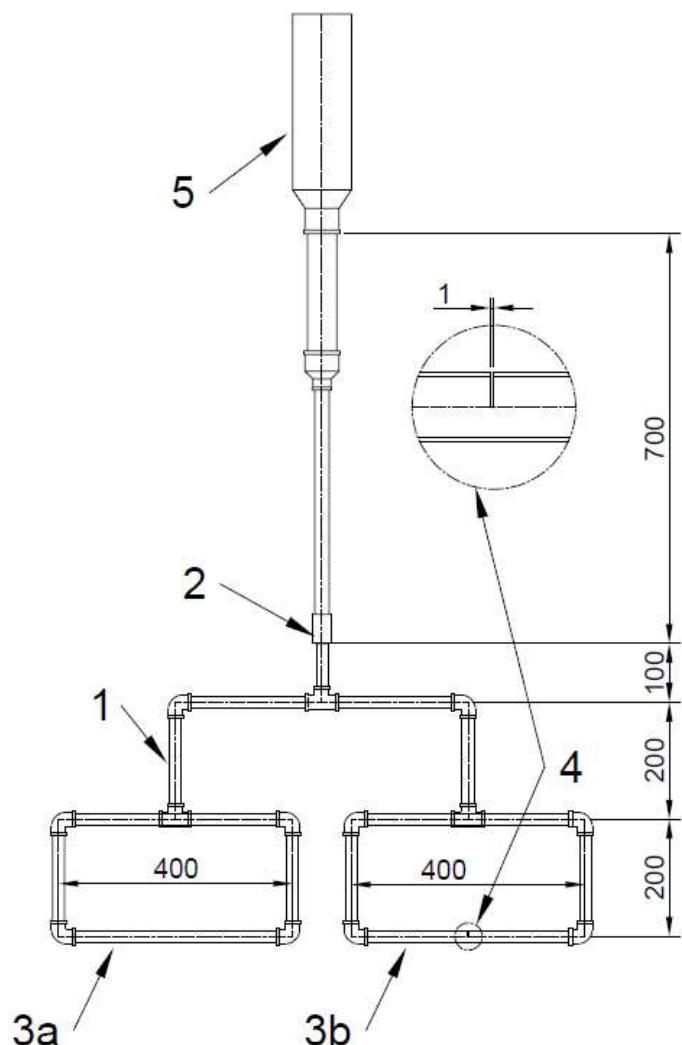


A Figura acima mostra o MEGG-block visto por baixo.

## 6 - PROTÓTIPO NR. 3

**Causa e Solução da bolha de ar**

**Fig. 157**



1. Tubulação marrom de água de 17 mm de diâmetro interno;
2. Canal para injeção de material aderente;
3. Segmentos de tubulação marrom de água de 17 mm de diâmetro interno  
simulando o comprimento de 1 MEGG-block inteiro cada um.  
3a: Segmento sem saída para ar;  
3b: Segmento com um recorte para saída de ar;
4. Recorte para saída de ar;

5. Funil para lançamento do material aderente, com capacidade de 0,50 a 70,0 m de coluna de material aderente, sem considerar a boca do funil acoplada.

### Síntese do protótipo nr. 3

[110] O **objetivo** da experiência é isolar e estudar a bolha de ar formada na experiência do protótipo nr. 2, testando a causa mais provável (causa nr. 2) descrita no parágrafo-[108] -.

[111] **Foram mantidos os mesmos dados característicos utilizados no protótipo nr. 2, salvo outras indicações especificadas no protótipo nr. 3.**

[112] **As condições desta experiência são:**

[113] **1a condição:** Material aderente e pressão de injeção do material aderente igual ao do protótipo nr. 2.

[114] **2a condição:** Simulação de folgas nas juntas de aderência das tubulações acima dos segmentos de tubos 3a e 3b (através de furos de 2,5 mm de diâmetro) para garantir que o material aderente alcance os segmentos 3a e 3b pelos dois lados de acesso.

#### **Modelo:**

[115] Foi feito em escala real, utilizando as mesmas hipóteses e materiais usados no protótipo nr. 2.

[116] Do lado esquerdo do modelo foi simulado uma situação conforme descrita no parágrafo-[108] , enquanto no lado direito foi repetido a mesma simulação, porém com acréscimo de um rasgo para saída de ar, conforme indicado na referência 4) da Fig. 157, assim como na foto da Fig. 159.

**Fig. 158**



**Fig. 159**



**Resultado da experiência**

[117] Após a injeção e estabilização da coluna de material aderente, foi verificado que a coluna da sobra foi de aproximadamente maior do que **0,7 m**.

[118] Para executar a inspeção interna dos canais, os tubos foram cortados conforme demonstrado na Fig. 160.

**Fig. 160**



[119] Na Fig. 160 dá para perceber que na seção do corte o material aderente tinha chegado até naquela seção.

**Fig. 161**



Segmento 3a já cortado no meio



Segmento 3b já cortado no meio

[120] Na Fig. 161, no segmento 3a, do lado esquerdo, dá para perceber que o corte, por coincidência, atingiu a seção em que teve o início da bolha de ar

### Fig. 162



Segmento 3a

Segmento 3b



Segmento 3a

Segmento 3b

[121] A Fig. 162 mostra os cortes bem no meio dos segmentos 3a e 3b,

constatando que o primeiro está completamente vazio e o segundo completamente cheio de material aderente.

### Conclusão

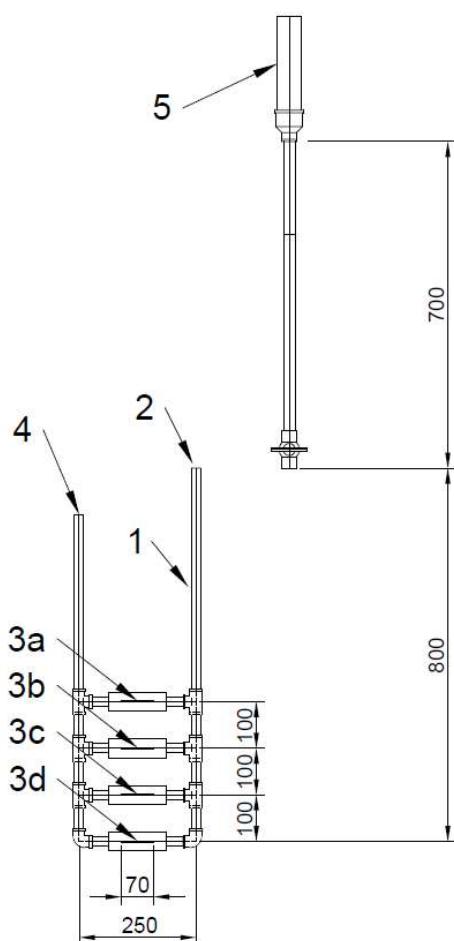
[122] O teste realizado no segmento 3a demonstrou que a "**causa nr. 2**" descrita no parágrafo-[108] está correta.

[123] O teste realizado no segmento 3b demonstrou que a "**solução**" descrita no parágrafo-[109] resolve o problema.

### 7 - PROTÓTIPO NR. 4

**Definição das folgas nas juntas de aderência**

**Fig. 163**



1. Tubulação marrom de água de 17 mm de diâmetro interno;
2. Canal para injeção de material aderente;

3. Dispositivo de madeira, com canal de 17 mm de diâmetro interno, rasgo de 70 mm de comprimento em ambos os lados, com objetivo de simular as diversas folgas nas juntas de aderência, conforme indicado na Tabela-203.
4. Plug;
5. Funil para lançamento do material aderente, com capacidade de 0,70 m de coluna de material aderente, sem considerar a boca do funil acoplada.

**TABELA-203**

<b>FOLGA NAS JUNTAS DE ADERÊNCIA</b>							
<b>Protótipo - 1a Etapa</b>			<b>Protótipo - 2a Etapa</b>				
Segmento	Folga unilateral (mm)	Vazamento (ml) (ml/m)	Segmento	Folga unilateral (mm)	Vazamento (ml) (ml/m)		
<b>3a</b>	0,50	0 0	<b>3a</b>	2,00	2 29		
<b>3b</b>	0,75	0 0	<b>3b</b>	2,50	3 43		
<b>3c</b>	1,00	0 0	<b>3c</b>	2,75	4 57		
<b>3d</b>	1,50	0 0	<b>3d</b>	3,00	40 571		

**Síntese do protótipo nr. 4**

[124] O **objetivo** da experiência é isolar e definir os valores mínimos e máximos das folgas nas juntas de aderência.

[125] Foram mantidos os mesmos dados característicos utilizados no protótipo nr. 2, salvo outras indicações especificadas no protótipo nr. 4.

[126] As condições desta experiência são:

[127] **1a condição:** Material aderente e pressão de injeção do material aderente igual ao do protótipo nr. 2.

[128] **2a condição:** Simulação de juntas de aderência em duas etapas, com simulação de 4 dimensões de folgas para cada etapa, conforme indicado na Tabela-203.

**Modelo:**

[129] Foi feito em escala real, utilizando as mesmas hipóteses e materiais usados no protótipo nr. 2, porém as juntas de aderência foram simuladas através

de madeira conforme demonstrado na Fig. 164.

**Fig. 164**



### **Resultado da experiência**

#### **Etapa-1**

[130] Após a injeção e estabilização da coluna de material aderente, foi verificado que a coluna da sobra foi de aproximadamente **0,7 m**. Em seguida, o conjunto do funil foi removido.

[131] A observação dos vazamentos nas juntas de aderência está demonstrada na Fig. 165.

**Fig. 165**

Fotos de ambas as faces das juntas de aderência e  
foto do material aderente dentro dos canais

#### **Conclusão da Etapa-1**

- [132] Não houve vazamento do material aderente em nenhuma das juntas de aderência.
- [133] Não houve vazios de ar significativos, ou seja, tudo dentro da especificação do parágrafo-[020] -.

#### **Etapa-2**

- [134] Nesta etapa foi acrescentada uma base de azulejo para cada junta de aderência de forma a reter o material aderente escorrido.
- [135] Após a injeção e estabilização da coluna de material aderente, foi verificado que a coluna da sobra foi de aproximadamente **0,7 m**. Em seguida, o conjunto do funil foi removido.
- [136] A observação dos vazamentos nas juntas de aderência está demonstrada nas Figs. 166 e 167.

Fig. 166



Fotos de ambas as faces das juntas de aderência



Fotos de ambas as faces das juntas de aderência



Fotos de ambas as faces das juntas de aderência



Fotos de ambas as faces das juntas de aderência



Fotos de ambas as faces das juntas de aderência

**Fig. 167**





Fotos do material aderente escorrido

#### **Conclusão da Etapa-2**

[137] Houve muito vazamento do material aderente em todas juntas de aderência.

#### **Conclusão das folgas**

[138] Como o material utilizado foi madeira ao invés de blocos de cimento, novos testes deverão ser realizados para calibrar as folgas mínimas de trabalho, na ocasião do teste do MVP.

[139] Porém, em princípio, as folgas nas juntas de aderência poderão estar no MÁXIMO entre 1,5 a 2,0 mm.

[140] Considerando que, quanto menor a folga, menor será o risco de

escorrimento do material aderente injetado e melhor será a qualidade da parede montada, seria interessante alcançar uma folga tendendo a zero.

**[141]** Folgas "zero" são admissíveis porque:

- Nos canais verticais sempre existirá um caminho para cima e/ou para baixo, para a saída de ar;
- Nos canais horizontais deverão ser executados canais para saída de ar conforme exemplificado na Fig. 156.

## 8 - MVP

### Produto Mínimo Viável

**Fig. 168**



Foto do MVP de uma esquadria, um bloco inteiro e um meio-bloco

**Fig. 169**



Foto da pré-montagem do MVP (Vista frontal)

**Fig. 170**



Foto da aderência em grupo do MVP (Vista traseira)

**Fig. 171**



Foto da seção cortada da parede grauteada

#### Inpeção no MVP

- [142] Na Fig. 168 os MVPs foram controlados e as tolerâncias geométricas e dimensionais nas faces de aderência.
- [143] Na Fig. 169 foram inspecionadas as folgas nas juntas entre os MEGGs.
- [144] Na Fig. 170 foram inspecionadas a penetração do material aderente nos canais interligados da parede grauteada, assim como o escorramento nas juntas.

[145] Na Fig. 171 foi inspecionado a situação do material aderente dentro dos canais.

#### **Conclusão dos testes no MVP**

[146] As tolerâncias geométricas e dimensionais nas faces de aderência dos MEGGs ficaram abaixo de 1 mm.

[147] Na parede pré-montada, as folgas nas juntas de aderência ficaram abaixo de 0,5 mm na grande maioria. Alguns pontos que ficaram maior do que 0,5 mm foram vedados com silicone, de modo a não prejudicar o teste de escorramento.

[148] No processo de injeção de material aderente, a penetração do graute dentro dos canais foi verificado em todos os pontos de inspeção, tanto nas extremidades dos canais (mangueiras transparentes) quanto nos visores instalados em 7 pontos da parede. Também foi conseguido adequar a fluidez do graute para se obter um escorramento quase zero, além de que foi possível testar com sucesso a limpeza do material escorrido com jato de água.

[149] Na inspeção do graute injetado (cor vermelha na primeira injeção e cinza na segunda injeção) foi verificado que o material não sofreu retração, não teve pontos vazios, deve muito boa aderência e muito boa resistência mecânica, ou seja, em todos os sentidos ficou muito superior se comparado com a argamassa assentada no método tradicional.

[150] Resumindo o MVP foi validado até o nível TRL 8.