

RELATÓRIO TÉCNICO

143 015-205

05 de Março de 2015

Saint Gobain - Weber

Quartzolit.

Ensaio de caracterização e de desempenho de argamassa
inorgânica para revestimento de paredes e tetos

CLIENTE

SAINT-GOBAIN do Brasil Produtos Industriais e para Construção
Ltda – Divisão Weber QUARTZOLIT

UNIDADE RESPONSÁVEL

Laboratório de Materiais de Construção Civil
Centro de Tecnologia de Obras de Infraestrutura

CTOBRAS

RESUMO

Este relatório técnico apresenta os resultados dos ensaios de caracterização e de desempenho realizados em uma amostra de argamassa inorgânica industrializada destinada ao revestimento de paredes e tetos, denominada **Piloto Reboco 3x1 RPT 5**.

Por se tratar de um produto considerado inovador, uma vez que dispensa o uso de chapisco na execução de revestimento de paredes, a avaliação do produto foi realizada com o emprego de normalização nacional, normalização estrangeira e de conceitos de avaliação de produto similar estabelecido em Diretriz SINAT vigente.

Os ensaios de desempenho foram realizados somente em protótipos de paredes de blocos de concreto e de blocos cerâmicos. Os resultados obtidos tanto nos ensaios de caracterização quanto nos ensaios de desempenho indicaram que a referida argamassa inorgânica teve desempenho adequado ao uso pretendido, ou seja, para aplicação sobre substratos de alvenaria de blocos de concreto e/ou blocos cerâmicos sem o uso de chapisco. Porém, por se tratar de uma argamassa com função de regularização, requer a aplicação de um revestimento final principalmente com o objetivo de contribuir com a estanqueidade do sistema de vedação externo (paredes de fachada).

Recomenda-se, também, que o cliente disponibilize procedimentos detalhados aos usuários quanto aos cuidados necessários na preparação dos substratos, da argamassa (quantidade de água, controle do tempo de mistura, tempo de vida da argamassa, cuidados no acabamento final), bem como a realização de ensaios de determinação da resistência de aderência em campo como forma de controle sistematizado do serviço realizado, e o registro dos dados de ensaios e acompanhamento dessas obras de forma a se obter um histórico do comportamento do produto ao longo do tempo. E, finalmente estender a avaliação da referida argamassa para outros requisitos de desempenho estabelecidos na ABNT NBR 15575: 2013.

PALAVRAS-CHAVE

Argamassa inorgânica, revestimento de argamassa.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado.

Este documento não dá direito ao uso do nome ou marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório de Ensaio, impresso em papel com o logotipo do IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	2
2.1	RECEPÇÃO DOS MATERIAIS	2
2.2	CARACTERIZAÇÃO DOS BLOCOS DE CONCRETO E CERÂMICO	2
2.3	EXECUÇÃO DE PROTÓTIPOS DE PAREDES	3
2.4	APLICAÇÃO DA ARGAMASSA DE REVESTIMENTO NOS PROTÓTIPOS.....	3
2.5	REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS LABORATORIAIS DE CARACTERIZAÇÃO NO ESTADO FRESCO E NO ESTADO ENDURECIDO.	5
2.6	ENSAIOS DE DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA DO REVESTIMENTO DOS PROTÓTIPOS	7
3	MÉTODOS DE ENSAIOS EMPREGADOS	8
4	RESULTADOS DOS ENSAIOS	9
4.1	ABSORÇÃO INICIAL IRA DOS BLOCOS CERÂMICOS E DE CONCRETO	9
4.2	COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA	10
4.3	RESULTADOS DA ARGAMASSA NO ESTADO FRESCO.....	11
4.4	RESULTADOS DA ARGAMASSA NO ESTADO ENDURECIDO	12
4.5	RESULTADOS DOS ENSAIOS DE DESEMPENHO DO REVESTIMENTO	16
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS / COMENTÁRIOS	17
6	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....	21
ANEXO A - RESULTADOS DOS ENSAIOS DE RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA (25 FLS)		

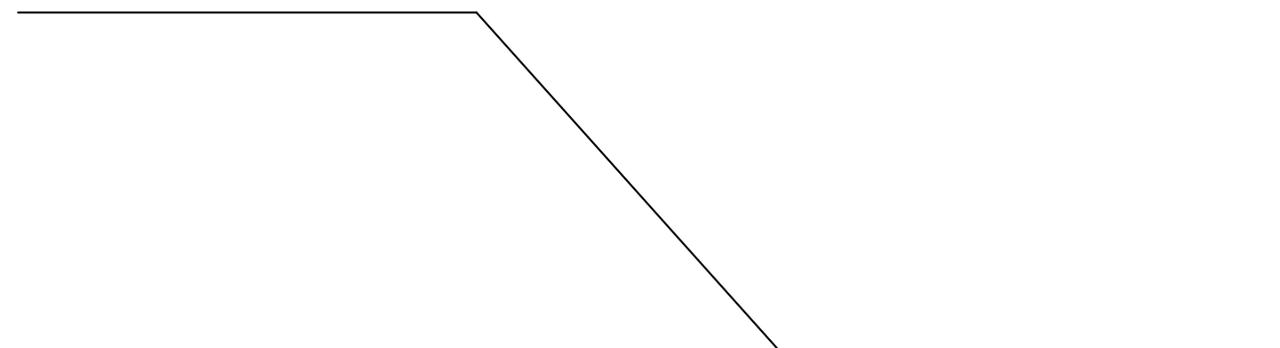
1 INTRODUÇÃO

Atendendo a solicitação de Francisco Augusto Nobrega Lessa, Gerente de Especificações e Projeto / Marketing – Weber Saint Gobain do Brasil – Divisão Weber e conforme o Orçamento CT-OBRAS/LMCC Nº 925400/14-R o Laboratório de Materiais de Construção Civil (LMCC), deste Instituto, executou ensaios de caracterização e de desempenho em uma amostra de argamassa inorgânica industrializada destinada a assentamento e revestimento de paredes e tetos denominada **Piloto Reboco 3x1 RPT 5**.

O trabalho realizado consistiu da caracterização do produto no estado anidro, no estado fresco e no estado endurecido, bem como ensaios de desempenho do revestimento aplicado sobre protótipos de paredes de blocos de concreto e de blocos cerâmicos. Não foram realizados ensaios em paredes de concreto.

De acordo com o cliente trata-se de produto inovador, uma vez que dispensa o uso de chapisco¹, reduzindo uma etapa no processo de execução de um sistema de revestimento de alvenaria com o uso de argamassas inorgânicas. Como no Brasil inexistem normas técnicas específicas para esse tipo de produto, empregou-se no trabalho normalização nacional e estrangeira bem como conceitos de avaliação de desempenho de produto similar estabelecido na Diretriz SINAT nº 006² em vigor desde Julho de 2012.

Este serviço foi identificado no IPT com o código LMCC 3660/14.



¹ Nos sistemas de revestimento o chapisco tem como função criar uma superfície áspera entre a alvenaria (ou o concreto) e o emboço, ou seja, formar uma ponte de aderência para argamassas de revestimento.

² Diretriz SINAT nº 006 - Diretriz para Avaliação Técnica de argamassa inorgânica decorativa para revestimentos monocamada.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado.

Este documento não dá direito ao uso do nome ou marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório de Ensaio, impresso em papel com o logotipo do IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

2 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

O trabalho foi executado seguindo-se as seguintes etapas:

2.1 Recepção dos materiais

Os materiais entregues juntamente com as notas fiscais nº 577161 de 06.11.2014 e 580513 de 17.11.2014, são os seguintes:

- a) Setenta (70) embalagens de argamassa inorgânica para revestimento (30 Kg por embalagem) denominada “Piloto Reboco 3x1 RPT 5”, conforme Foto 1. Esses materiais foram identificados no IPT com o código LMCC 3660/14.
- b) Oitenta (80) blocos cerâmicos de vedação, estruturais, dimensões nominais de 15 cm x 20 cm x 40 cm. Esses materiais foram identificados no IPT com o código LMCC 3665/14.
- c) Oitenta (80) de concreto de vedação, não estruturais, dimensões nominais de 15 cm x 20 cm x 40 cm. Estes materiais foram identificados no IPT com o código LMCC 3667/14.



Foto 1 – Foto de uma das embalagens enviadas

2.2 Caracterização dos blocos de concreto e cerâmico

Os blocos de concreto e blocos cerâmicos foram caracterizados por meio do ensaio de determinação da taxa de sucção inicial – *Initial rate of absorption* (IRA).

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado.

Este documento não dá direito ao uso do nome ou marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório de Ensaio, impresso em papel com o logotipo do IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

2.3 Execução de protótipos de paredes

Para a realização das avaliações de desempenho da argamassa de revestimento o cliente construiu no Laboratório de Materiais de Construção Civil (LMCC) do IPT dois painéis de elementos de alvenaria sendo um (1) painel de alvenaria de blocos de concreto e um (1) painel de alvenaria de blocos cerâmicos, com medidas aproximadas de 1,20 m de largura e 1,80 m altura.

2.4 Aplicação da argamassa de revestimento nos protótipos

A argamassa inorgânica em estudo foi aplicada sobre esses painéis, sem emprego de chapisco, por dois processos de aplicação distintos: manual e por projeção mecânica. A argamassa por projeção mecânica foi aplicada na parte superior do protótipo e na parte inferior a argamassa foi aplicada manualmente (Figura 1).

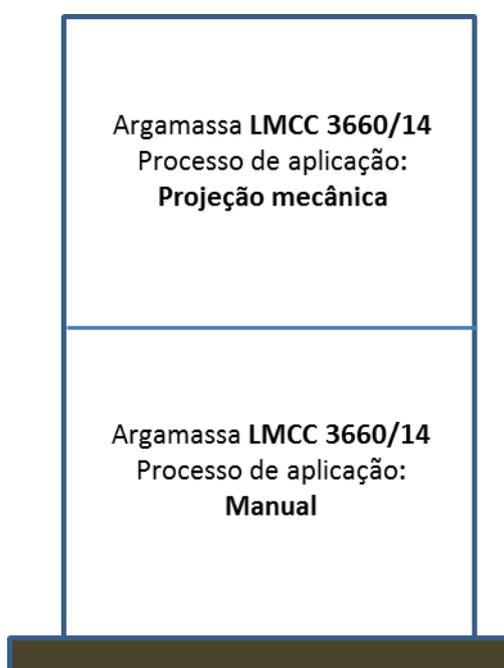


Figura 1: Posição de aplicação da argamassa nos protótipos

Nessa etapa foram determinadas a quantidade de água utilizada na mistura da argamassa e a densidade de massa no estado fresco da argamassa.

2.4.1 Mistura e aplicação da argamassa nos protótipos

A mistura da argamassa foi realizada em um misturador de eixo horizontal de baixa velocidade. A quantidade de água utilizada foi de 4,4 litros por embalagem de 30 kg do produto, ou seja, a relação água / materiais secos foi de 14,7%. O tempo de mistura foi da ordem de 3 minutos. Após a mistura da argamassa técnicos do IPT coletaram uma amostra e determinaram a densidade de massa no estado fresco que foi de $1,74 \text{ g/cm}^3$.

Detalhes importantes da aplicação da argamassa:

- **Projeção mecânica:** aplicação é realizada diretamente sobre a superfície até a obtenção de uma camada com a espessura desejada, que variou de 30 a 35 mm. O acabamento é realizado primeiramente com régua metálica e posteriormente a superfície é regularizada com uma desempenadeira lisa. As fotos 2 a 4 mostram parte do processo de produção do revestimento por projeção mecânica.



Foto 2 – Aplicação da argamassa por projeção mecânica.



Foto 3 – Idem foto 2.



Foto 4 – Etapa de acabamento da superfície do revestimento com desempenadeira lisa.

- Manual: aplicação da argamassa com desempenadeira de aço pressionando-a contra o substrato até a obtenção de uma camada com a espessura desejada, que variou de 30 a 35 mm. O acabamento é realizado primeiramente com régua metálica de alumínio e posteriormente a superfície é regularizada com uma desempenadeira lisa. As fotos 5 a 7 mostram parte do processo de produção do revestimento por aplicação manual.



Foto 5 – Aplicação da argamassa de forma manual



Foto 6 – Idem foto 2.



Foto 7 – Etapa de acabamento da superfície do revestimento

2.5 Realização dos ensaios laboratoriais de caracterização no estado fresco e no estado endurecido.

Os ensaios de caracterização no estado fresco e no estado endurecido foram realizados empregando-se mesma densidade de massa no estado fresco da argamassa aplicada no revestimento dos protótipos. Foram realizados os seguintes ensaios:

- Determinação da retenção de água.
- Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado.
- Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão.
- Determinação da variação dimensional – retração ou expansão linear.
- Determinação da resistência potencial de aderência à tração.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado.

Este documento não dá direito ao uso do nome ou marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório de Ensaio, impresso em papel com o logotipo do IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

- Determinação do módulo dinâmico por onda ultrassônica.
- Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade.
- Determinação da composição granulometria da argamassa.
- Caracterização reológica da argamassa por squeeze-flow e determinação da sensibilidade da mistura.
- Determinação da permeabilidade ao vapor de água.

2.5.1 Mistura da argamassa em laboratório

Em laboratório a amostra LMCC 3659/14 foi preparada na relação 4,4 L de água para 30 kg de argamassa anidra, ou seja, a relação água / materiais secos foi de 14,7%; conforme recomendação da embalagem.

O tempo de mistura da argamassa foi realizado de acordo com o item 5.2.1 da ABNT NBR 13276:2005, de modo que a densidade de massa no estado fresco imediatamente após a mistura fosse de $1,68 \text{ g/cm}^3$, a mesma densidade de massa obtida por ocasião da aplicação nos protótipos.

A mistura foi realizada da seguinte forma:

- Introdução da água na cuba da argamassadeira seguida da argamassa anidra.
- Mistura por 30 segundos em velocidade lenta.
- Escarificação, com espátula, da cuba da argamassadeira.
- Continuidade da mistura em velocidade lenta por mais 30 segundos.

Na aplicação da argamassa o laboratório apresentava temperatura de 25°C e umidade relativa do ar de 58%.

2.6 Ensaios de determinação da resistência de aderência do revestimento dos protótipos

Os ensaios foram realizados depois de decorrido 28 dias da aplicação do revestimento.

Foram realizados os ensaios de determinação da resistência de aderência à tração, bem como determinação da resistência à tração superficial do revestimento.

O ensaio de determinação da resistência de aderência à tração superficial foi realizado de acordo com diretrizes parciais da norma ABNT NBR 13528:2010. O ensaio consiste em fixar a pastilha metálica de ensaio diretamente sobre a superfície do revestimento (sem corte de delimitação da área da pastilha) com emprego de adesivo, e realização do ensaio de forma a medir a tensão de ruptura da superfície do revestimento.

Os ensaios de resistência de aderência à tração e a tração superficial foram realizados novamente após a exposição dos protótipos a dez (10) ciclos de calor e choques térmicos.

2.6.1 Exposição dos protótipos a ciclos de calor e choques térmicos

Antes da exposição dos protótipos aos 10 ciclos de calor e choque térmico, realizou-se a colmatação dos orifícios resultantes dos ensaios de determinação da resistência de aderência a tração com uma argamassa inorgânica produzida com a mesma amostra da argamassa aplicada no painel. Após 3 dias da colmatação dos orifícios o painel foi liberado para o início dos 10 ciclos de calor e choque térmico.

No ensaio de exposição ao calor e choque térmico o revestimento é submetido à radiação proveniente de lâmpadas incandescentes de um painel radiante, de modo que sua temperatura superficial seja elevada até 80° C e mantida nesse patamar por uma hora. A seguir, o revestimento é resfriado bruscamente com água, para que a temperatura superficial recue até a temperatura ambiente. Em cada ensaio são realizados dez ciclos de aquecimento e resfriamento.

2.6.2 Verificação do grau de fissuração do revestimento

Nos intervalos entre ciclos de calor os protótipos foram avaliados quanto ao surgimento de fissuras e/ou outras anomalias no revestimento de argamassa.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado.

Este documento não dá direito ao uso do nome ou marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório de Ensaio, impresso em papel com o logotipo do IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

3 MÉTODOS DE ENSAIOS EMPREGADOS

ABNT NBR NM 248:2003 - Agregados – Determinação da composição granulométrica.

ABNT NBR 13276:2005 - Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. (Procedimento CT-OBRAS-LMCC-R-PE-001).

ABNT NBR 13277:2005 Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da retenção de água (Procedimento CT-OBRAS-LMCC-R-PE-002).

ABNT NBR 13278:2005 Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado (Procedimento CT-OBRAS-LMCC-R-PE-003).

ABNT NBR 15839:2010 Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Caracterização reológica pelo método squeeze-flow (Procedimento CT-OBRAS-LMCC-R-PE-044).

ABNT NBR 13279:2005 Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão (Procedimento CT-OBRAS-LMCC-R-PE-004).

ABNT NBR 13280:2005 Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa no estado endurecido (Procedimento CT-OBRAS-LMCC-R-PE-005).

ABNT NBR 15258: 2005 - Argamassa para revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência potencial de aderência à tração (Procedimento CT-OBRAS-LMCC-R-PE-006).

ABNT NBR 15259: 2005 - Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade (Procedimento CT-OBRAS-LMCC-R-PE-007).

ABNT NBR 15261: 2005 - Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da variação dimensional (retração ou expansão linear) (Procedimento CT-OBRAS-LMCC-R-PE-008).

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado.

Este documento não dá direito ao uso do nome ou marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório de Ensaio, impresso em papel com o logotipo do IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

ABNT NBR 15630:2008 Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do módulo de elasticidade dinâmico através de onda ultrassônica (Procedimento CT-OBRAS-LMCC-R-PE-031).

ABNT NBR 15270-3: 2005 – Componentes cerâmicos – Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de ensaio.

EN ISO 12572: 2001, Hígrothermal Performance of Buildings Materials and Products: Determination of Water Vapour Transmission Properties.

ABNT NBR 13528:2010 - revestimento de paredes de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência a tração.

ABNT NBR 15575-4: 2013 - Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho – Parte 4: Sistemas de vedações verticais externas e internas: Anexo E: Verificação do comportamento de SVVE exposição à ação do calor e choque térmico.

4 RESULTADOS DOS ENSAIOS

4.1 Absorção Inicial IRA dos blocos cerâmicos e de concreto

Os resultados obtidos estão apresentados nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Resultados IRA blocos de concreto – Amostra LMCC 3667/14

CP	Dimensões		Peso seco (g)	Peso úmido (g)	Ganho de massa (g)	AAI (%) ^(a)
	C (cm)	L (cm)				
1	18,5	39	11930	12113	183	49,09
2	18,5	39	11923	12115	192	51,51
3	18,5	39	11904	12010	106	28,44
4	18,5	39	12061	12211	150	40,24
5	18,5	39	11700	11860	160	42,92
Data do ensaio: 02.03.2015					Média	42,4

(a) Absorção de Água Inicial, AAI, conforme a norma NBR 15270-3 ou IRA, segundo a ASTM.

Tabela 2 – Resultados IRA blocos cerâmicos – Amostra LMCC 3665/14

CP	Dimensões		Peso seco (g)	Peso úmido (g)	Ganho de massa (g)	AAI (%) ^(a)
	C (cm)	L (cm)				
1	18,5	39	7209	7277	68	18,24
2	18,5	39	7215	7282	67	17,97
3	18,5	39	7180	7245	65	17,44
4	18,5	39	7190	7255	65	17,44
5	18,5	39	7266	7329	63	16,90
Data do ensaio: 02.03.2015					Média	17,6

(a) Absorção de Água Inicial, AAI, conforme a norma NBR 15270-3 ou IRA, segundo a ASTM.

4.2 Composição granulométrica

A composição granulométrica da amostra LMCC 3660/14 está apresentada na tabela 3 e representada graficamente na figura 2.

Tabela 3 – Composição granulométrica

Peneira ABNT	Abertura (mm)	Retida Simples (%)	Retida Acumulada (%)	Módulo de finura	Dimensão máxima característica (mm)
4*	4,800	0,0	0,0	1,34	1,18
8*	2,400	0,0	0,0		
16*	1,180	2,7	2,7		
20	0,850	6,3	9,0		
30*	0,600	7,0	15,9		
40	0,425	14,5	30,4		
50*	0,300	16,1	46,5		
70	0,212	11,3	57,9		
100*	0,150	10,7	68,5		
140	0,106	3,8	72,4		
200*	0,075	2,0	74,3		
<200	<0,075	25,6	100		

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado.

Este documento não dá direito ao uso do nome ou marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório de Ensaio, impresso em papel com o logotipo do IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

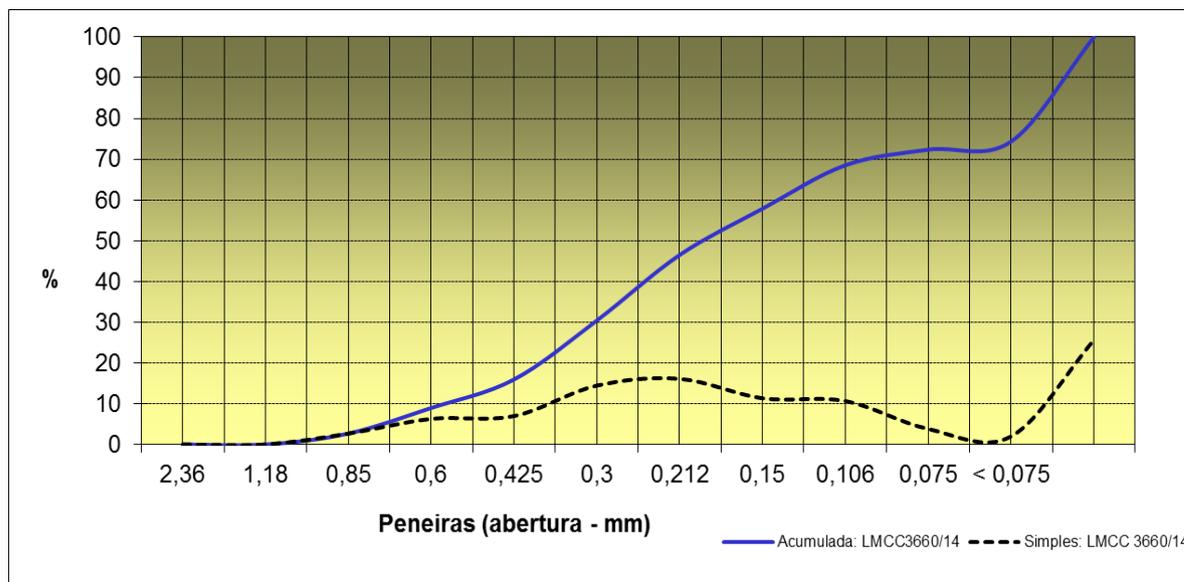


Figura 2 - Distribuição granulométrica da amostra LMCC-3659

4.3 Resultados da argamassa no estado fresco

Os resultados obtidos estão apresentados nas tabelas 4 e 5.

Tabela 4 - Características da argamassa no estado fresco

Característica	Resultado
Retenção de água (%)	89
Densidade de massa (kg/m ³)	1681
Teor de ar incorporado (%)	24

Data do ensaio: 13.11.2014.

Tabela 5 - Sensibilidade ao processo de mistura + squeeze-flow

Condição de ensaio	Densidade de massa, em kg/m ³
Inicial	1638
Após 25 min sem remistura	1758
Após 30 min + remistura por 30 s	1659
Após 55 min sem remistura	1710
Após 60 min + remistura por 30 s	1632

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado.

Este documento não dá direito ao uso do nome ou marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório de Ensaio, impresso em papel com o logotipo do IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

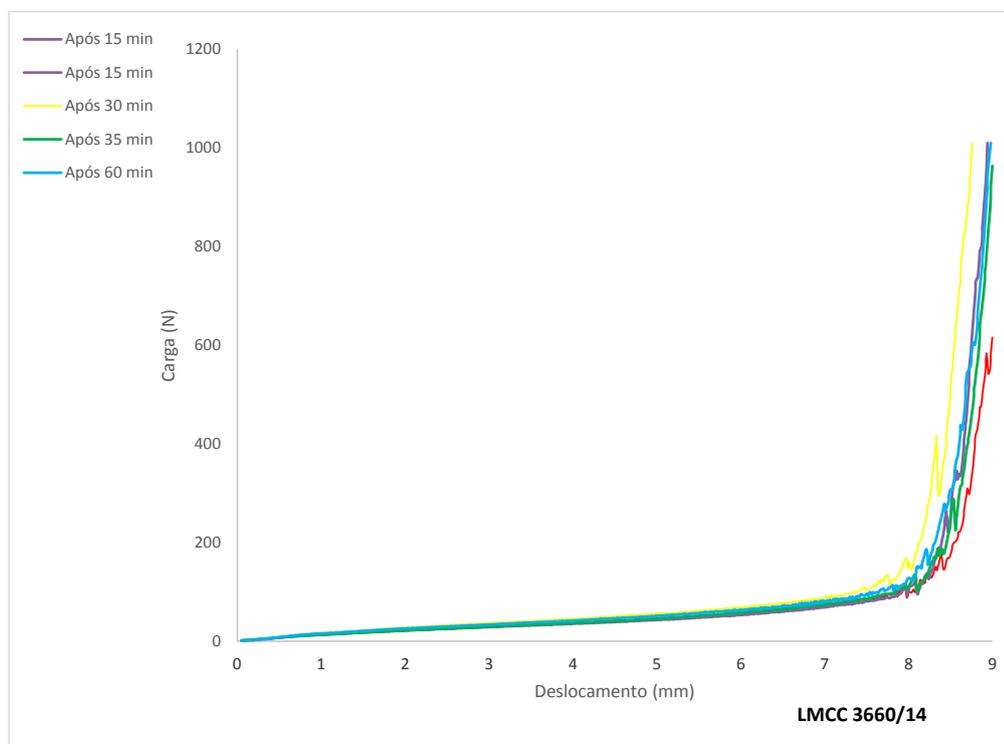


Figura 03: Gráfico do ensaio de squeeze-flow

Data do ensaio: 14.11.2014.

4.4 Resultados da argamassa no estado endurecido

4.4.1 Resistência à tração na flexão e à compressão

Os resultados obtidos estão apresentados nas tabelas 6 e 7.

Tabela 6 - Resultados de resistência à tração na flexão

Idade (dias)	Resistência à tração na flexão, em MPa			
	CP 1	CP 2	CP 3	Média
28	1,74	1,52	1,85	1,7

Data do ensaio: 10.12.14.

Tabela 7 - Resultados de resistência à compressão

Idade (dias)	Resistência à compressão, em MPa						
	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4	CP 5	CP 6	Média
28	4,32	4,35	4,48	4,54	4,91	4,39	4,5

Data do ensaio: 10.12.2014.

4.4.2 Resistência potencial de aderência à tração

Os resultados obtidos estão apresentados na tabela 8.

Tabela 8- Resultados de resistência potencial de aderência à tração

Determin.	Tensão de Ruptura (MPa)	Tipos de ruptura (%)			
		Descolamento na interface		Ruptura da camada	
		Substrato / argamassa de revestimento		Substrato	Argamassa de revestimento
1	0,42	-	-	-	100
2	0,51	-	-	-	100
3	0,53	-	-	-	100
4	0,48	-	-	-	100
5	0,57	-	-	-	100
6	0,43	-	-	-	100
7	0,56	-	-	-	100
8	0,34	-	-	-	100
9	0,46	-	-	-	100
10	0,38	-	-	-	100
Media	0,47				

Data do ensaio: 12.12.2014

4.4.3 Densidade de massa no estado endurecido

Os resultados obtidos estão apresentados na tabela 9.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado.

Este documento não dá direito ao uso do nome ou marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório de Ensaio, impresso em papel com o logotipo do IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

Tabela 9 – Densidade de massa no estado endurecido

Densidade de massa, em kg/m³			
CP 1	CP 2	CP 3	Média
1501,0	1518,0	1549,0	1523

Data do ensaio: 10.12.2014.

4.4.4 Módulo de elasticidade dinâmico

Os resultados obtidos estão apresentados na tabela 10.

Tabela 10 – Módulo de elasticidade dinâmico

Módulo dinâmico, em MPa			
CP 1	CP 2	CP 3	Média
5800	5900	6000	5900

Data do ensaio: 10.12.2014.

4.4.5 Variação dimensional

Os resultados obtidos estão apresentados nas tabelas 11 e 12.

Tabela 11 – Variação dimensional - Retração

Idade (dias)	Variação dimensional (mm/m)				
	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4	Média
1	-0,34	-0,37	-0,12	-0,11	-0,23
7	-0,51	-0,65	-0,49	-0,49	-0,54
28	-0,64	-0,78	-0,63	-0,65	-0,67

Realização do ensaio de 12.11.2014 a 10.12.2014.

Tabela 12 – Variação de massa

Idade (dias)	Variação de massa (g)				
	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4	Média
1	-7,80	-7,20	-6,60	-6,70	-7,1
7	-7,90	-7,80	-7,80	-8,00	-7,9
28	-7,50	-7,40	-7,40	-7,60	-7,5

Realização do ensaio de 12.11.2014 a 10.12.2014.

4.4.6 Absorção de água por capilaridade

Os resultados obtidos estão apresentados na tabela 13.

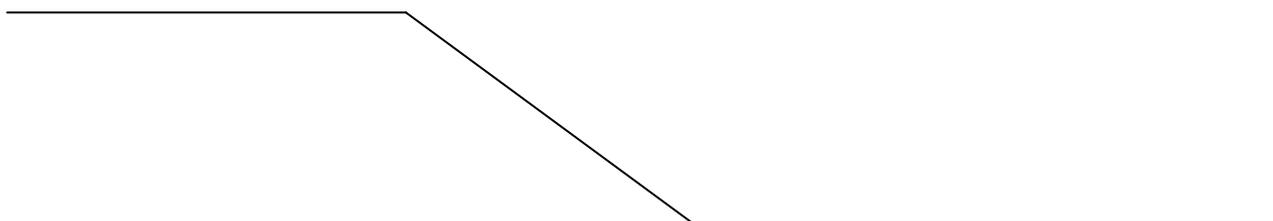
Tabela 13 – Absorção de água por capilaridade e coeficiente de capilaridade

CP	Absorção de água (g/cm ²)		Coeficiente de capilaridade (g/dm ² .min. ^{1/2})
	10 min	90 min	
1	0,20	0,43	4,0
2	0,20	0,43	3,8
3	0,18	0,40	3,7
Média	0,19	0,42	3,8

Data do ensaio: 11.12.2014

4.4.7 Determinação de propriedades de transmissão de vapor de água

Os resultados médios de permeância (W) e da camada de ar equivalente (Sd) e do coeficiente de resistência a difusão de vapor (μ) estão apresentados na tabela 14.



Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado.

Este documento não dá direito ao uso do nome ou marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório de Ensaio, impresso em papel com o logotipo do IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

Tabela 14 – Resultados de propriedades de transmissão de vapor

CP	Permeância (kg/(m ² .s.Pa))	Camada de ar equivalente Sd (m)	Coef. de resistência à difusão de vapor (μ)
1	1,34E-09	0,16	10
2	1,37E-09	0,16	10
3	1,58E-09	0,14	9
4	1,41E-09	0,15	10
5	1,25E-09	0,17	11
Média	1,39E-09	0,15	10

Data do ensaio: 11 a 19.12.2014

4.5 Resultados dos ensaios de desempenho do revestimento

4.5.1 Resistência de aderência

As resistências de aderência médias obtidas bem como os valores válidos são apresentadas nas tabelas 15 e 16. Os resultados completos de todos os ensaios, com a indicação dos tipos de rupturas de cada determinação, estão apresentados no **Anexo A**. Os valores de resistência de aderência foram analisados considerando critérios de desempenho estabelecidos na Diretriz SINAT nº 006 - Diretriz para Avaliação Técnica de argamassa inorgânica decorativa para revestimentos monocamada, uma vez que não existe critério normatizado para esse requisito (vide considerações item 5).

Tabela 15 – Resultados de resistência de aderência

Condição de aplicação	Protótipo: Blocos de concreto					
	Antes dos choques térmicos			Após choques térmicos		
	Ensaio	Valor médio (MPa)	Valores válidos (≥ 0,3 MPa)	Ensaio	Valor médio (MPa)	Valores válidos (≥ 0,25 MPa)
Projeção mecânica	E1	0,77	12	E9	0,76	12
Projeção manual	E2	0,55	12	E10	0,38	10

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado.

Este documento não dá direito ao uso do nome ou marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório de Ensaio, impresso em papel com o logotipo do IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

Tabela 16 – Resultados de resistência de aderência

Condição de aplicação	Protótipo: Blocos cerâmicos					
	Antes dos choques térmicos			Após choques térmicos		
	Ensaio	Valor médio (MPa)	Valores válidos ($\geq 0,3$ MPa)	Ensaio	Valor médio (MPa)	Valores válidos ($\geq 0,25$ MPa)
Projeção mecânica	E3	0,62	12	E11	0,43	12
Projeção manual	E4	0,39	10	E12	0,33	11

4.5.2 Verificação do grau de fissuração

Não foram observadas fissuras ao final dos ciclos de calor e de choque térmico, bem como não foi constatada presença de som cavo.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS / COMENTÁRIOS

De acordo com a norma ABNT NBR 13281:2005 - Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos, as argamassas destinadas ao assentamento de paredes ou ao revestimento de paredes e tetos devem cumprir com os requisitos estabelecidos nessa norma, sendo classificadas conforme as características e propriedades que apresentam determinadas pelos métodos de ensaios nela especificados. A tabela 17 apresenta os requisitos estabelecidos, os resultados obtidos e a classificação da argamassa ensaiada.

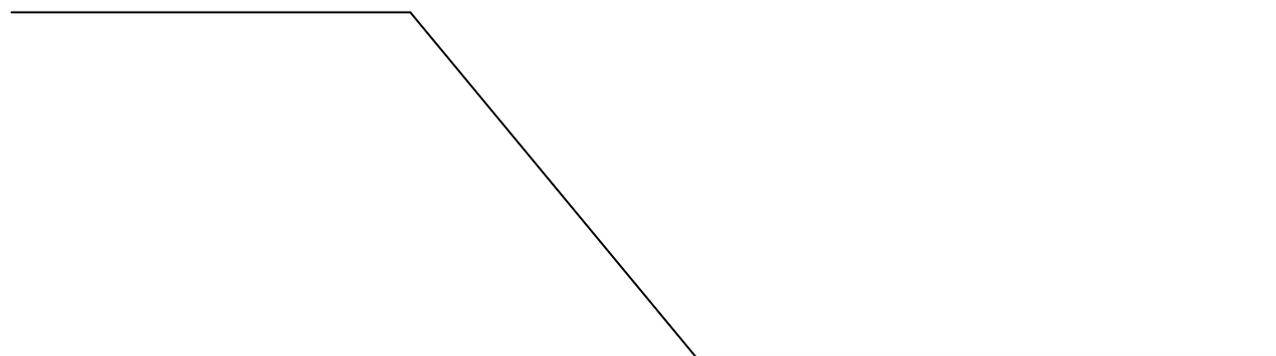


Tabela 17 – Classificação segundo as normas NBR 13.281:2005

Ensaio	Resultados dos ensaios ^(a)	Classificação segundo a NBR 13281
Densidade de massa no estado fresco, em kg/m ³	1681	D4
Retenção de água, em %	89	U4
Resistência à tração na flexão, em MPa	1,7	R3
Resistência à compressão, em MPa	4,5	P4
Densidade de massa no estado endurecido, em kg/m ³	1523	M4
Resistência potencial de aderência à tração, em MPa	0,47	A3
Coefficiente de capilaridade, em g/dm ² .min. ^{1/2}	3,8	C4

(a) Resultados dos ensaios conforme as tabelas 4 e 6 a 13.

Considerando os requisitos e critérios dessa normalização a referida argamassa é classificada como **P4, M4, R3, C4, D4, U4, A3** podendo ser empregada na execução de revestimentos de paredes e tetos, desde que seja empregado o chapisco como ponte de aderência entre a argamassa e o substrato. Essa consideração visa atender aos critérios da norma ABNT NBR 13749: 1996 - Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação, que fixa as condições exigíveis para o recebimento de revestimento de argamassas inorgânicas aplicadas sobre paredes e tetos de edificações. Essa norma é válida somente para os sistemas de revestimento constituídos por argamassas inorgânicas e chapisco.

Porém, como o objetivo do cliente para esse produto é o sua utilização como revestimento de paredes e tetos sem o emprego de chapisco, e não se dispõe de normalização nacional específica para esse tipo de condição, toma-se como referência o critério de desempenho estabelecido para esse requisito na Diretriz SINAT nº 006 – “Argamassa inorgânica decorativa para revestimentos monocamada”, para subsidiar a análise dos resultados de resistência de aderência à tração, obtidos nos protótipos. De acordo com a referida Diretriz os revestimentos de argamassa monocamada devem apresentar resistência de aderência de no mínimo 0,3 MPa para duas de cada três determinações de resistência de aderência, ou seja, em 12 determinações pelo menos 8 devem apresentar resistência igual ou superior a 0,3 MPa.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado.

Este documento não dá direito ao uso do nome ou marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório de Ensaio, impresso em papel com o logotipo do IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

As Figuras 4 e 5 mostram graficamente o desempenho da argamassa avaliada quanto ao requisito de resistência de aderência à tração, antes e após ciclos de calor e choques térmicos, para ambas os painéis de alvenaria ensaiados (blocos cerâmicos e de concreto).

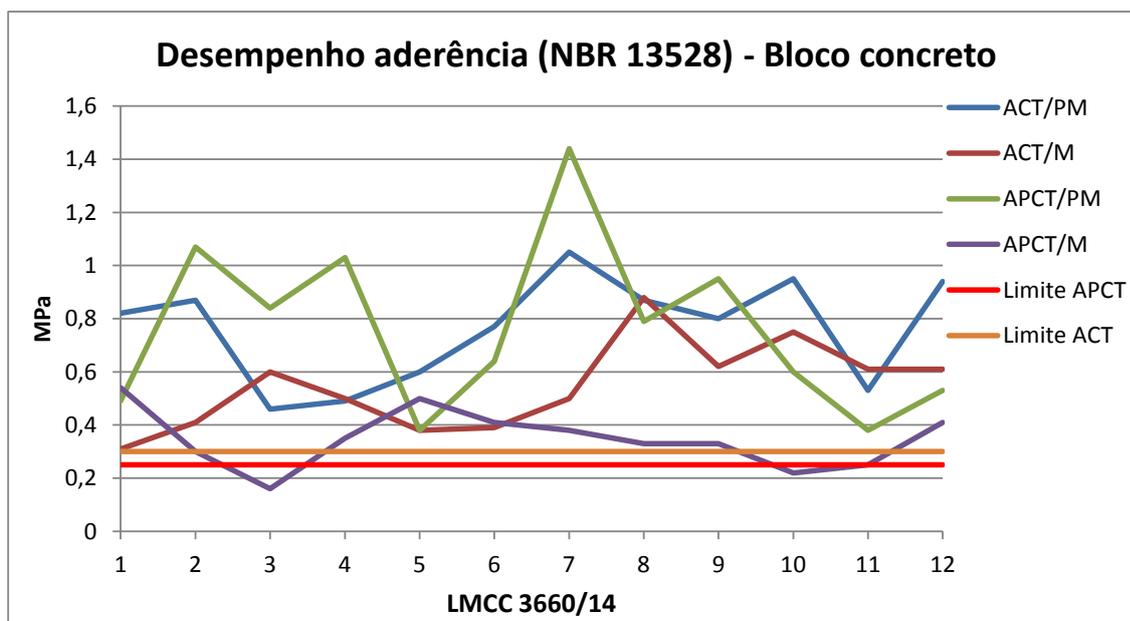


Figura 4 – Gráfico de desempenho da argamassa no bloco de concreto. **Legenda:** ACT- antes dos ciclos de calor e choques térmicos; APCT: após os ciclos de calor e choques térmicos; PM: projeção mecânica; M: aplicação manual.

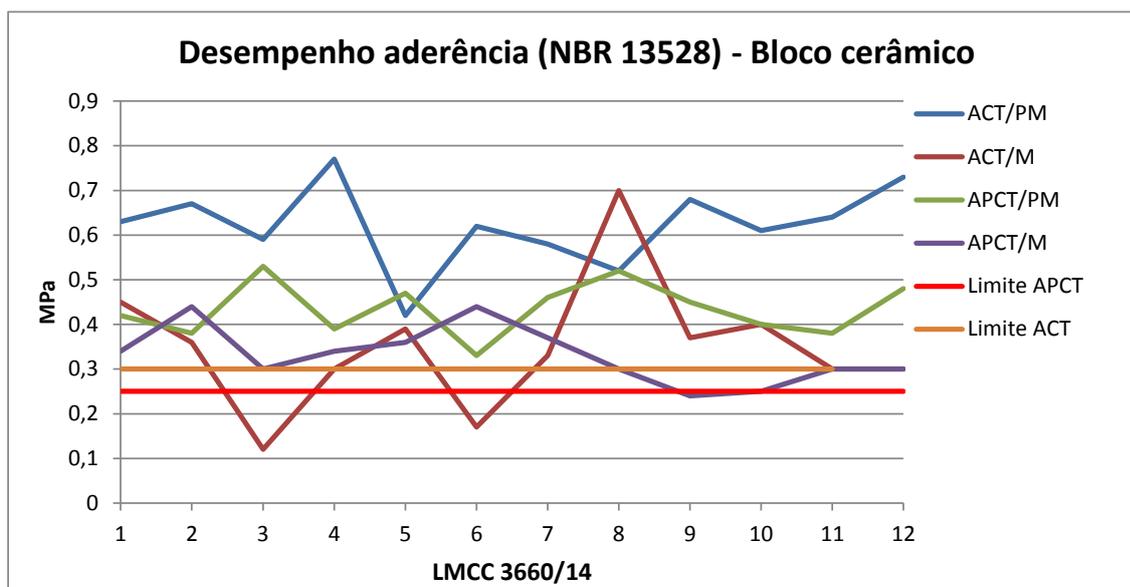


Figura 5 – Gráfico de desempenho da argamassa no bloco cerâmico. **Legenda:** ACT- antes dos ciclos de calor e choques térmicos; APCT: após os ciclos de calor e choques térmicos; PM: projeção mecânica; M: aplicação manual.

Como mostram os gráficos em ambos os tipos de protótipos de alvenaria, tanto blocos cerâmicos quanto blocos de concreto, bem como para ambos os tipos de aplicação (manual e por projeção mecânica), o critério mínimo de desempenho para o requisito de resistência de aderência foi atendido. Pode se observar um desempenho melhor de resistência de aderência nas aplicações realizadas por projeção mecânica.

Quanto aos resultados de resistência de aderência superficial (**Anexo A**), não são conhecidos valores mínimos normatizados para esse requisito. Todavia, a título de referência apresenta-se na tabela 18 os valores considerados adequados pelo meio técnico quando se trata de revestimento de argamassa destinado ao assentamento de placas cerâmicas e/ou porcelanatos. Para revestimentos aderidos constituídos por pinturas base acrílicas e/ou minerais entende-se que esses valores podem ser um pouco menores, todavia o revestimento deve apresentar resistência superficial e coesão adequadas a aderência desses produtos.

Tabela 18 – Valores de referencia para resistência de aderência à tração superficial

Ensaio	Valores para emboço destinado ao assentamento de porcelanato aderido	Valores para emboço destinado ao assentamento de grês ³ aderido	Observação
Resistencia de aderência à tração superficial (aos 28 dias)	0,80 MPa – valor médio necessário 0,60 MPa – valor mínimo necessário	0,70 MPa – valor médio necessário 0,50 MPa – valor mínimo necessário	Determinar em obra sob condições reais de uso. Ensaio de acordo com a ABNT NBR 13528, sem corte do emboço.

Com relação à verificação do grau de fissuração do revestimento cabe ressaltar que ao final dos dez (10) ciclos de choques térmicos não foram observadas a presença de som cavo ou fissuras em ambos os painéis ensaiados (blocos de concreto e de blocos cerâmicos).

³ GRÊS s.m. Corpo cerâmico de absorção inferior a 3%, obtido a partir de uma massa composta de argila plástica, refratária, densa, com baixo teor de óxido de ferro, o que lhe confere uma cor mais clara após a queima. A temperatura de queima é normalmente superior aos 1.200°C, produzindo um revestimento cerâmico duro, compacto, semivitrificado e impermeável. Também referido como grês cerâmico. Fonte: Glossários de Revestimento Cerâmico. 1ed. São Paulo: FFLCH-USP, 2011, v. 04, p. 03-56.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado.

Este documento não dá direito ao uso do nome ou marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório de Ensaio, impresso em papel com o logotipo do IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

6 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos indicaram que a argamassa inorgânica **Piloto Reboco 3x1 RPT 5** teve desempenho adequado ao uso pretendido, ou seja, para aplicação sobre substratos de alvenaria de blocos de concreto e/ou blocos cerâmicos sem o uso de chapisco. Porém, por se tratar de uma argamassa com função de regularização, requer a aplicação de um revestimento final com o objetivo de contribuir com a estanqueidade do sistema de vedação externo (paredes de fachada), uma vez que os resultados dos ensaios de determinação do coeficiente de capilaridade ($3,8 \text{ g/dm}^2 \cdot \text{min}^{1/2}$) e do coeficiente de resistência à difusão de vapor ($\mu = 10$) mostraram que a argamassa isoladamente não pode cumprir totalmente as funções de regularização e de acabamento final.

Por outro lado, considerando que as avaliações realizadas não abrangeram todos os requisitos de desempenho estabelecidos na ABNT NBR 15575-4: 2013, e que os ensaios ficaram restritos a escala laboratorial, faz-se as seguintes recomendações ao cliente:

- Viabilizar os demais ensaios estabelecidos na norma ABNT NBR 15575-4: 2013 considerando da argamassa analisada como parte de sistemas de vedações verticais externas e internas.
- Elaboração de procedimentos detalhados quanto aos cuidados no preparo dos substratos, o passo a passo a ser seguido na aplicação da argamassa de forma a evitar a supressão de etapas cruciais, bem como as etapas de cura do revestimento considerando o acabamento final a ser aplicado (tinta, textura, placas cerâmicas, etc.).
- Treinamento de mão de obra quanto ao preparo da argamassa, no que diz respeito ao controle da quantidade de água, controle do tempo de mistura, tempo de vida da argamassa (*pot life*), etc.
- Realização de ensaios de determinação da resistência de aderência do revestimento nas obras em execução como forma de controle sistematizado do serviço realizado. Recomenda-se, também, o registro dos dados de ensaios bem como o acompanhamento dessas obras ao longo do tempo de forma a obter um histórico do comportamento do produto ao longo do tempo.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado.

Este documento não dá direito ao uso do nome ou marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório de Ensaio, impresso em papel com o logotipo do IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

- Indicar ao usuário se há limitações de uso, as técnicas para reforço da argamassa nos casos em que a espessura exceder determinados limites para correção de prumo (uso de telas).
- Recomendações gerais para eventuais manutenções preventivas e/ou corretivas.

Essas recomendações visam ampliar o escopo da avaliação bem como orientar o usuário final quanto aos procedimentos corretos de aplicação, cura, manutenção, etc. de forma a se obter o desempenho previsto do revestimento ao longo do tempo.

São Paulo, 05 de Março de 2015.

**CENTRO DE TECNOLOGIA DE OBRAS DE
INFRAESTRUTURA**
Laboratório de Materiais de Construção Civil

Quím. Dr. Valdecir Angelo Quarcioni
Responsável pelo Laboratório
CRQ nº 04212772 - RE. nº 6741.3

**CENTRO DE TECNOLOGIA DE OBRAS DE
INFRAESTRUTURA**
Laboratório de Materiais de Construção Civil

Tecgº Me. Osmar Hamilton Becere
Pesquisador
CREA nº 5060985826- RE. nº 8738.7

**CENTRO DE TECNOLOGIA DE OBRAS DE
INFRAESTRUTURA**

Eng. Dr. José Maria de Camargo Barros
Diretor do Centro
CREA nº 0600565064 - NRE nº 3010.6

EQUIPE TÉCNICA

- Tecgº Osmar Hamilton Becere – IPT
- Engº Civil Alexandre C. dos Santos – IPT
- Tec Guilherme Pereira Marques – BK Consultoria e Serviços Ltda.
- Estag. Evelyn de Aguiar Candido – IPT

Os resultados apresentados no presente documento têm significação restrita e se aplicam somente ao material em questão.

Os resultados deste documento não podem ser usados para fins promocionais.

A reprodução do documento para outros fins só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado.

Este documento não dá direito ao uso do nome ou marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório de Ensaio, impresso em papel com o logotipo do IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

RELATÓRIO TÉCNICO Nº 143 005-205

ANEXO A

Resultados de resistência de aderência em protótipo

1 RESULTADOS DOS ENSAIOS

1.1 Determinação da resistência à tração

Os resultados obtidos antes e após a exposição ao choque térmico para ambas as condições de aplicação estão apresentados nas tabelas 1 a 16. Os valores que estão em vermelho foram excluídos da média.

Tabela 1 – Resistência de aderência à tração

<i>Ensaio: E1 – ABNT NBR 13.528</i>		<i>Condição: Antes do choque térmico</i>		
<i>Substrato: Bloco de concreto</i>		<i>Tipo de aplicação: Projeção mecânica</i>		<i>Idade: > 28 dias</i>
Determ.	Tensão de Ruptura (MPa)	Tipo de ruptura		
		Descolamento na interface (%)	Ruptura da camada (%)	
			Substrato/ emboço	Substrato
1	0,82	25	-	75
2	0,87	75	-	25
3	0,46	75	-	25
4	0,49	80	-	20
5	0,60	75	-	25
6	0,77	100	-	-
7	1,05	95	-	5
8	0,87	80	-	20
9	0,80	80	-	20
10	0,95	30	-	70
11	0,53	85	-	15
12	0,94	50	-	50
Média (MPa)	0,77			

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado.
 Este documento não dá direito ao uso do nome ou marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
 A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.
 Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório de Ensaio, impresso em papel com o logotipo do IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.



Foto 1 – Determinação E1-1



Foto 2 – Determinação E1-2



Foto 3 – Determinação E1-3



Foto 4 – Determinação E1-4



Foto 5 – Determinação E1-5



Foto 6 – Determinação E1-6



Foto 7 – Determinação E1-7



Foto 8 – Determinação E1-8

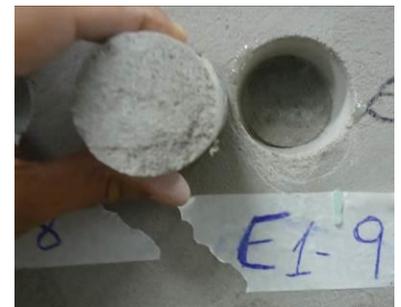


Foto 9 – Determinação E1-9



Foto 10 – Determinação E1-10



Foto 11 – Determinação E1-11



Foto 12 – Determinação E1-12

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado.

Este documento não dá direito ao uso do nome ou marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório de Ensaio, impresso em papel com o logotipo do IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

Tabela 2 – Resistência de aderência à tração

Ensaio: E1 – Aderência superficial		Condição: Antes do choque térmico		
Substrato: Bloco de concreto		Tipo de aplicação: Projeção Mecânica		Idade: > 28 dias
Determ.	Tensão de Ruptura (MPa)	Tipo de ruptura		
		Descolamento na interface (%)	Ruptura da camada (%)	
			Substrato/ emboço	Substrato
13	0,93	-	-	-
14	1,47	-	-	-
15	0,59	-	-	-
16	1,68	-	-	-
17	0,83	-	-	-
18	1,11	-	SUPERFICIAL	-
19	0,95	-		-
20	1,54	-		-
21	0,53	-	-	-
22	1,53	-	-	-
23	0,66	-	-	-
24	0,53	-	-	-
Média (MPa)	1,03			

Tabela 3 – Resistência de aderência à tração

Ensaio: E2 – ABNT NBR 13.528		Condição: Antes do choque térmico		
Substrato: Bloco de concreto		Tipo de aplicação: Manual		Idade: > 28 dias
Determ.	Tensão de Ruptura (MPa)	Tipo de ruptura		
		Descolamento na interface (%)	Ruptura da camada (%)	
			Substrato/ emboço	Substrato
1	0,31	20	-	80
2	0,41	-	-	100
3	0,60	-	-	100
4	0,50	-	-	100
5	0,38	-	-	100
6	0,39	-	-	100
7	0,50	-	-	100
8	0,88	-	-	100
9	0,62	25	-	75
10	0,75	60	-	40
11	0,61	-	-	100
12	0,61	-	-	100
Média (MPa)	0,55			



Foto 13 – Determinação E2-1

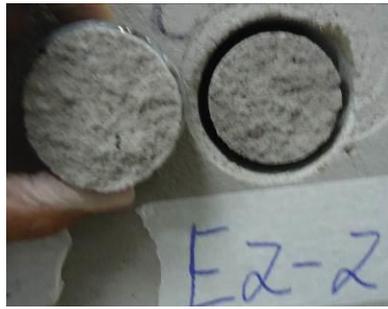


Foto 14 – Determinação E2-2

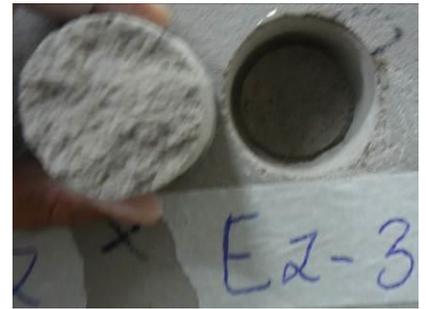


Foto 15 – Determinação E2-3

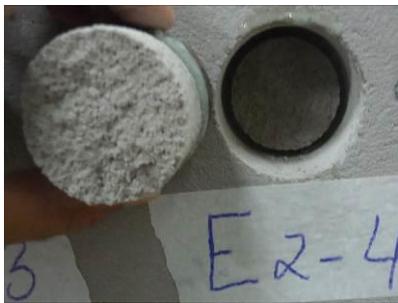


Foto 16 – Determinação E2-4



Foto 17 – Determinação E2-5



Foto 18 – Determinação E2-6



Foto 19 – Determinação E2-7

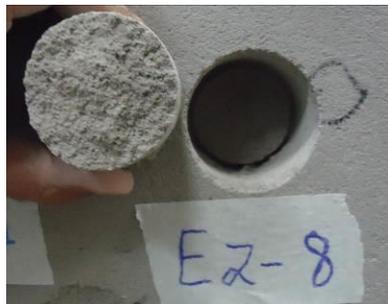


Foto 20 – Determinação E2-8



Foto 21 – Determinação E2-9



Foto 22 – Determinação E2-10

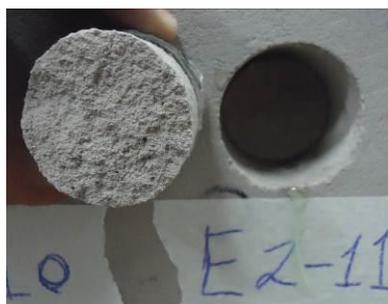


Foto 23 – Determinação E2-11



Foto 24 – Determinação E2-12

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado.

Este documento não dá direito ao uso do nome ou marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório de Ensaio, impresso em papel com o logotipo do IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

Tabela 4 – Resistência de aderência à tração

Ensaio: E2 – Aderência superficial		Condição: Antes do choque térmico		
Substrato: Bloco de concreto		Tipo de aplicação: Manual		Idade: > 28 dias
Determ.	Tensão de Ruptura (MPa)	Tipo de ruptura		
		Descolamento na interface (%)	Ruptura da camada (%)	
			Substrato/ emboço	Substrato
13	0,60	-	-	-
14	0,58	-	-	-
15	0,34	-	-	-
16	0,63	-	-	-
17	0,79	-	-	-
18	0,67	-	SUPERFICIAL	
19	0,55	-	-	-
20	0,61	-	-	-
21	0,78	-	-	-
22	0,43	-	-	-
23	0,78	-	-	-
24	0,77	-	-	-
Média (MPa)	0,63			

Tabela 5 – Resistência de aderência à tração

Ensaio: E3 – ABNT NBR 13.528		Condição: Antes do choque térmico		
Substrato: Bloco cerâmico		Tipo de aplicação: Projeção mecânica		Idade: > 28 dias
Determ.	Tensão de Ruptura (MPa)	Tipo de ruptura		
		Descolamento na interface (%)	Ruptura da camada (%)	
			Substrato/ emboço	Substrato
1	0,63	90	-	10
2	0,67	90	-	10
3	0,59	90	-	10
4	0,77	85	-	15
5	0,42	85	-	15
6	0,62	85	-	15
7	0,58	95	-	5
8	0,52	95	-	5
9	0,68	95	-	5
10	0,61	95	-	5
11	0,64	95	-	5
12	0,73	95	-	5
Média (MPa)	0,62			



Foto 25 – Determinação E3-1



Foto 26 – Determinação E3-2



Foto 27 – Determinação E3-3



Foto 28 – Determinação E3-4



Foto 29 – Determinação E3-5



Foto 30 – Determinação E3-6



Foto 31 – Determinação E3-7



Foto 32 – Determinação E3-8



Foto 33 – Determinação E3-9



Foto 34 – Determinação E3-10



Foto 35 – Determinação E3-11



Foto 36 – Determinação E3-12

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado.

Este documento não dá direito ao uso do nome ou marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório de Ensaio, impresso em papel com o logotipo do IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

Tabela 6 – Resistência de aderência à tração

Ensaio: E3 – Aderência superficial		Condição: Antes do choque térmico			
Substrato: Bloco cerâmico		Tipo de aplicação: Projeção mecânica		Idade: > 28 dias	
Determ.	Tensão de Ruptura (MPa)	Tipo de ruptura			
		Descolamento na interface (%)	Ruptura da camada (%)		
			Substrato/ emboço	Substrato	Emboço
13	1,24	-	-	-	
14	1,19	-	-	-	
15	1,21	-	-	-	
16	1,48	-	-	-	
17	2,09	-	-	-	
18	1,70	-	SUPERFICIAL		-
19	1,10	-	-	-	
20	0,89	-	-	-	
21	1,81	-	-	-	
22	1,94	-	-	-	
23	1,47	-	-	-	
24	1,94	-	-	-	
Média (MPa)	1,51				

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado.
 Este documento não dá direito ao uso do nome ou marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
 A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.
 Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório de Ensaio, impresso em papel com o logotipo do IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

Tabela 7 – Resistência de aderência à tração

Ensaio: E4 – ABNT NBR 13.528		Condição: Antes do choque térmico		
Substrato: Bloco cerâmico		Tipo de aplicação: Manual		Idade: > 28 dias
Determ.	Tensão de Ruptura (MPa)	Tipo de ruptura		
		Descolamento na interface (%)	Ruptura da camada (%)	
			Substrato/ emboço	Substrato
1	0,45	-	-	100
2	0,36	95	-	5
3	0,12 (*)	-	-	100
4	0,30	-	-	100
5	0,39	25	-	75
6	0,17 (*)	60	-	40
7	0,33	75	-	25
8	0,70	70	-	30
9	0,37	-	-	100
10	0,40	85	-	15
11	0,28	95	-	5
12	0,30	95	-	5
Média (MPa)	0,39	(*) Valores excluídos da média, conforme item 3.2.1 da Diretriz SINAT nº 006.		



Foto 37– Determinação E4-1



Foto 38 – Determinação E4-2



Foto 39 – Determinação E4-3

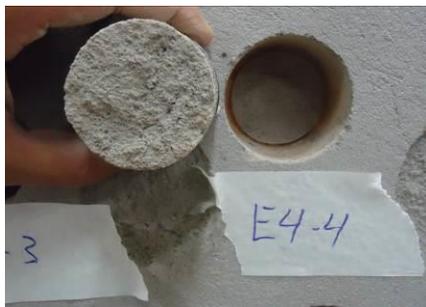


Foto 40– Determinação E4-4



Foto 41– Determinação E4-5



Foto 42– Determinação E4-6

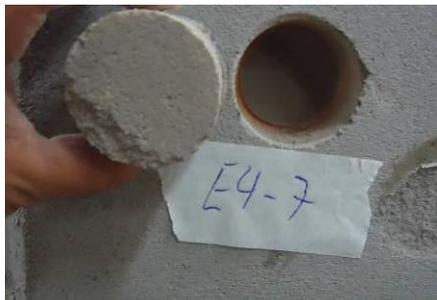


Foto 43 – Determinação E4-7



Foto 44– Determinação E4-8



Foto 45 – Determinação E4-9



Foto 46– Determinação E4-10



Foto 47– Determinação E4-11



Foto 48– Determinação E4-12

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado.

Este documento não dá direito ao uso do nome ou marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório de Ensaio, impresso em papel com o logotipo do IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

Tabela 8 – Resistência de aderência à tração

Ensaio: E4 – Aderência superficial		Condição: Antes do choque térmico			
Substrato: Bloco cerâmico		Tipo de aplicação: Manual		Idade: > 28 dias	
Determ.	Tensão de Ruptura (MPa)	Tipo de ruptura			
		Descolamento na interface (%)	Ruptura da camada (%)		
			Substrato/ emboço	Substrato	Emboço
13	0,82	-	-	-	
14	1,20	-	-	-	
15	1,19	-	-	-	
16	0,71	-	-	-	
17	1,35	-	-	-	
18	1,11	-	SUPERFICIAL		-
19	1,39	-	-	-	
20	0,80	-	-	-	
21	0,92	-	-	-	
22	0,26	-	-	-	
23	0,67	-	-	-	
24	0,84	-	-	-	
Média (MPa)	0,94				

Tabela 9 – Resistência de aderência à tração

Ensaio: E9 – ABNT NBR 13.528		Condição: Após choque térmico		
Substrato: Bloco de concreto		Tipo de aplicação: Projeção mecânica		Idade: > 28 dias
Determ.	Tensão de Ruptura (MPa)	Tipo de ruptura		
		Descolamento na interface (%)	Ruptura da camada (%)	
			Substrato/ emboço	Substrato
1	0,49	75	-	25
2	1,07	70	-	30
3	0,84	-	-	100
4	1,03	-	-	100
5	0,38	25	-	75
6	0,64	25	75	-
7	1,44	30	-	70
8	0,79	-	-	100
9	0,95	15	-	85
10	0,60	5	-	95
11	0,38	-	100	-
12	0,53	-	100	-
Média (MPa)	0,76			



Foto 49– Determinação E9-1



Foto 50 – Determinação E9-2



Foto 51 – Determinação E9-3



Foto 52– Determinação E9-4



Foto 53– Determinação E9-5



Foto 54– Determinação E9-6



Foto 55 – Determinação E9-7



Foto 56– Determinação E9-8



Foto 57 – Determinação E9-9



Foto 58– Determinação E9-10



Foto 59– Determinação E9-11



Foto 60– Determinação E9-12

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado.

Este documento não dá direito ao uso do nome ou marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório de Ensaio, impresso em papel com o logotipo do IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

Tabela 10 – Resistência de aderência à tração

Ensaio: E9 – Aderência superficial		Condição: Após choque térmico			
Substrato: Bloco de concreto		Tipo de aplicação: Projeção mecânica		Idade: > 28 dias	
Determ.	Tensão de Ruptura (MPa)	Tipo de ruptura			
		Descolamento na interface (%)	Ruptura da camada (%)		
			Substrato/ emboço	Substrato	Emboço
13	1,44	-	-	-	
14	1,06	-	-	-	
15	1,84	-	-	-	
16	1,50	-	-	-	
17	1,66	-	-	-	
18	1,79	-	SUPERFICIAL		-
19	1,44	-	-	-	
20	1,78	-	-	-	
21	1,74	-	-	-	
22	1,79	-	-	-	
23	1,84	-	-	-	
24	1,72	-	-	-	
Média (MPa)	1,63				

Tabela 11 – Resistência de aderência à tração

Ensaio: E10 – ABNT NBR 13.528		Condição: Após choque térmico		
Substrato: Bloco de concreto		Tipo de aplicação: Manual		Idade: > 28 dias
Determ.	Tensão de Ruptura (MPa)	Tipo de ruptura		
		Descolamento na interface (%)	Ruptura da camada (%)	
			Substrato/ emboço	Substrato
1	0,54	-	-	100
2	0,29	-	-	100
3	0,16 (*)	-	-	100
4	0,35	-	-	100
5	0,50	-	-	100
6	0,41	-	-	100
7	0,38	-	-	100
8	0,33	-	-	100
9	0,33	-	-	100
10	0,22 (*)	-	-	100
11	0,25	-	-	100
12	0,41	-	-	100
Média (MPa)	0,38	(*) Valores excluídos da média, conforme item 3.6.2 da Diretriz SINAT nº 006.		



Foto 61– Determinação E10-1



Foto 62– Determinação E10-2



Foto 63 – Determinação E10-3



Foto 64– Determinação E10-4



Foto 65– Determinação E10-5



Foto 66– Determinação E10-6



Foto 67 – Determinação E10-7



Foto 68– Determinação E10-8



Foto 69– Determinação E10-9



Foto 70– Determinação E10-10



Foto 71– Determinação E10-11



Foto 72– Determinação E10-12

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado.

Este documento não dá direito ao uso do nome ou marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório de Ensaio, impresso em papel com o logotipo do IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

Tabela 12– Resistência de aderência à tração

Ensaio: E10 – Aderência superficial		Condição: Após choque térmico			
Substrato: Bloco de concreto		Tipo de aplicação: Manual		Idade: > 28 dias	
Determ.	Tensão de Ruptura (MPa)	Tipo de ruptura			
		Descolamento na interface (%)	Ruptura da camada (%)		
			Substrato/ emboço	Substrato	Emboço
13	1,15	-	-	-	
14	0,97	-	-	-	
15	0,91	-	-	-	
16	0,83	-	-	-	
17	0,83	-	-	-	
18	0,75	-	SUPERFICIAL		-
19	0,68	-	-	-	
20	1,06	-	-	-	
21	1,25	-	-	-	
22	0,95	-	-	-	
23	1,03	-	-	-	
24	1,19	-	-	-	
Média (MPa)	0,97				

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado.
 Este documento não dá direito ao uso do nome ou marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
 A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.
 Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório de Ensaio, impresso em papel com o logotipo do IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

Tabela 13 – Resistência de aderência à tração

Ensaio: E11 – ABNT NBR 13.528		Condição: Após choque térmico		
Substrato: Bloco cerâmico		Tipo de aplicação: Projeção mecânica		Idade: > 28 dias
Determ.	Tensão de Ruptura (MPa)	Tipo de ruptura		
		Descolamento na interface (%)	Ruptura da camada (%)	
			Substrato/ emboço	Substrato
1	0,42	80	-	20
2	0,38	70	-	30
3	0,53	85	-	15
4	0,39	90	-	10
5	0,47	85	-	15
6	0,33	90	-	10
7	0,46	10	-	90
8	0,52	90	-	10
9	0,45	75	-	25
10	0,40	85	-	15
11	0,38	90	-	10
12	0,48	95	-	5
Média (MPa)	0,43			



Foto 73– Determinação E11-1



Foto 74 – Determinação E11-2



Foto 75– Determinação E11-3



Foto 76– Determinação E11-4



Foto 77– Determinação E11-5



Foto 78– Determinação E11-6



Foto 79– Determinação E11-7



Foto 80– Determinação E11-8



Foto 81– Determinação E11-9



Foto 82– Determinação E11-10



Foto 83– Determinação E11-11



Foto 84– Determinação E11-12

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado.

Este documento não dá direito ao uso do nome ou marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório de Ensaio, impresso em papel com o logotipo do IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

Tabela 14 – Resistência de aderência à tração

Ensaio: E11 – Aderência superficial		Condição: Após choque térmico		
Substrato: Bloco cerâmico		Tipo de aplicação: Projeção mecânica		Idade: > 28 dias
Determ.	Tensão de Ruptura (MPa)	Tipo de ruptura		
		Descolamento na interface (%)	Ruptura da camada (%)	
			Substrato/ emboço	Substrato
13	1,87	-	-	-
14	1,58	-	-	-
15	1,52	-	-	-
16	1,62	-	-	-
17	1,68	-	-	-
18	1,13	-	SUPERFICIAL	
19	1,31	-		
20	1,98	-	-	-
21	1,64	-	-	-
22	1,49	-	-	-
23	2,20	-	-	-
24	1,75	-	-	-
Média (MPa)	1,65			

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado.
 Este documento não dá direito ao uso do nome ou marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
 A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.
 Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório de Ensaio, impresso em papel com o logotipo do IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

Tabela 15 – Resistência de aderência à tração

Ensaio: E12 – ABNT NBR 13.528		Condição: Após choque térmico		
Substrato: Bloco cerâmico		Tipo de aplicação: Manual		Idade: > 28 dias
Determ.	Tensão de Ruptura (MPa)	Tipo de ruptura		
		Descolamento na interface (%)	Ruptura da camada (%)	
			Substrato/ emboço	Substrato
1	0,34	25	-	75
2	0,44	50	-	50
3	0,27	90	-	10
4	0,34	85	-	15
5	0,36	85	-	15
6	0,44	10	-	90
7	0,37	60	-	40
8	0,25	20	-	80
9	0,24 (*)	-	-	100
10	0,25	95	-	5
11	0,29	-	-	100
12	0,30	85	-	15
Média (MPa)	0,33	(*) Valores excluídos da média, conforme item 3.6.2 da Diretriz SINAT nº 006.		



Foto 85 – Determinação E12-1



Foto 86 – Determinação E12-2



Foto 87 – Determinação E12-3



Foto 88 – Determinação E12-4



Foto 89 – Determinação E12-5



Foto 90 – Determinação E12-6



Foto 91 – Determinação E12-7



Foto 92 – Determinação E12-8



Foto 93 – Determinação E12-9



Foto 94 – Determin. E12-10



Foto 95 – Determin. E12-11



Foto 96 – Determin. E12-12

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado.

Este documento não dá direito ao uso do nome ou marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.

A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório de Ensaio, impresso em papel com o logotipo do IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.

Tabela 16 – Resistência de aderência à tração

Ensaio: E12 – Aderência superficial		Condição: Após choque térmico			
Substrato: Bloco cerâmico		Tipo de aplicação: Manual		Idade: > 28 dias	
Determ.	Tensão de Ruptura (MPa)	Tipo de ruptura			
		Descolamento na interface (%)	Ruptura da camada (%)		
			Substrato/ emboço	Substrato	Emboço
13	0,96	-	-	-	
14	0,91	-	-	-	
15	0,67	-	-	-	
16	0,87	-	-	-	
17	1,47	-	-	-	
18	1,03	SUPERFICIAL			-
19	1,13	-	-	-	
20	0,88	-	-	-	
21	0,66	-	-	-	
22	1,44	-	-	-	
23	1,08	-	-	-	
24	1,23	-	-	-	
Média (MPa)	1,03				

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado.
 Este documento não dá direito ao uso do nome ou marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.
 A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.
 Atenção: Este é um arquivo digital para consulta. O original deste Relatório de Ensaio, impresso em papel com o logotipo do IPT e devidamente assinado, é o único documento que possui validade legal.