

ANÁLISE EXPERIMENTAL DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO EM REVESTIMENTOS ARGAMASSADOS

Lucas Borsatto Schmitz (1), Jakson Fábio Bitencourt Araújo (2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense

(1)lucas.bschmitz@gmail.com, (2)jakson@construtorafontana.com.br

RESUMO

Patologias construtivas relacionadas à perda ou falta de aderência de revestimentos argamassados, vem crescendo de forma considerável na construção civil, preocupando empresas e profissionais do ramo. Uma das principais características no estado endurecido da argamassa de revestimento é a resistência de aderência à tração, que depende da interação das camadas constituintes do revestimento argamassado. O presente trabalho tem como objetivo avaliar em condições reais de utilização, a resistência de aderência à tração de diferentes tipos de argamassas. As variáveis do estudo foram: o tipo de argamassa (argamassa produzida em obra e argamassa estabilizada fornecida por empresa especializada), a variação de preparo do substrato de alvenaria cerâmica (com e sem chapisco) e a idade de cura da argamassa (14 e 28 dias). Foram determinadas as propriedades de aderência à tração conforme recomendação da norma técnica NBR 13528 (2010). Os resultados obtidos indicaram que no geral a argamassa estabilizada (grupo EC e ES) apresentou os melhores valores de aderência, quando comparada com a argamassa produzida em obra (PS e PC). O tipo de ruptura, porém, alertou sobre uma possível manifestação patológica futura nas argamassas estabilizadas dependendo de seu uso, além de apontar para fissuras nas argamassas produzidas em obra. No geral, todas as argamassas analisadas atenderam o desempenho exigido pela NBR 13749 (2013).

Palavras-Chave: Resistência; Aderência à tração; Argamassa de revestimento; Produzida; Estabilizada.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a tecnologia empregada aos materiais e serviços da construção civil vem evoluindo significativamente de forma a aperfeiçoar os processos executivos minimizando os possíveis problemas patológicos e reduzindo custos. Os revestimentos argamassados representam importante parcela no orçamento de um empreendimento imobiliário, segundo Fiorito (2003) cerca de 10% a 30% do gasto total de uma edificação diz respeito aos revestimentos, dependendo do padrão e tipo

da edificação, sendo estes os revestimentos argamassados na maioria dos casos, o com maior parcela de contribuição dos custos mencionados.

De acordo com a NBR 13281 (2001), argamassa é a mistura homogênea de agregado(s), água e aglomerante(s) contendo ou não aditivo(s) com capacidade de endurecimento e aderência podendo esta ser dosada em obra ou instalações próprias (argamassa industrializada).

As principais funções do revestimento de argamassa segundo Carazek (2007) são:

- proteger os elementos de vedação e a estrutura da ação dos agentes agressivos (intemperismo);
- integrar e auxiliar o sistema de vedação contribuindo com funções tais como: estanqueidade a água e aos gases, isolamento térmico e acústico, segurança ao fogo e abalos superficiais;
- regularizar a superfície dos elementos de vedação, servindo como base para a aplicação de outros tipos de revestimentos contribuindo para a estética de edificação.

Uma das principais características no estado endurecido da argamassa de revestimento é a resistência de aderência à tração, que depende da interação das camadas constituintes do revestimento argamassado e de acordo com a NBR 13528 (2010, p.1) pode ser definida como: “propriedade do revestimento de resistir às tensões atuantes na interface com o substrato. A aderência não é uma propriedade da argamassa, sendo a interação entre as camadas constituintes do sistema de revestimento que se pretende avaliar (base, preparo da base e revestimento)”.

É crescente o número de problemas relacionados à perda ou falta de aderência de argamassas, preocupando empresas e profissionais da construção civil. Segundo Kazmierczak, Brezezinski e Collatto (2007) as argamassas comerciais e técnicas executivas utilizadas na maioria dos casos não conseguem atender as condições de exposição dos revestimentos, ocasionados pela baixa rigidez das edificações, da diminuição acentuada no prazo de entrega das construções, da grande altura de empreendimentos aumentando assim a solicitação de aderência das argamassas.

Este estudo visa avaliar, em condições reais de utilização, a resistência de aderência à tração de diferentes tipos de argamassas de revestimentos aplicadas sobre alvenaria cerâmica de vedação interna (pintura ou base para reboco) com substrato preparado com e sem aplicação de chapisco.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

No presente trabalho, avaliaram-se os valores referentes à aderência de tração de diferentes tipos de argamassas de revestimento aplicadas sobre substratos de alvenaria cerâmica preparada ou não com chapisco. As variáveis do estudo foram: o tipo de argamassa (argamassa produzida em obra e argamassa estabilizada fornecida por empresa especializada e pronta para aplicação), a variação de preparo do substrato de alvenaria cerâmica (com e sem chapisco) e a idade de cura da argamassa (14 e 28 dias). A Tabela 1 apresenta os tipos de argamassas utilizadas, assim como os preparos da base e os tempos de cura para execução dos ensaios.

Tabela 1: Argamassas utilizadas.

Argamassa	Tipo de Argamassa	Tempo de Cura	Preparo da Base
PS14 PC14	Produzida	14 dias	S/ chapisco C/ chapisco
PS28 PC28		28 dias	S/ chapisco C/ chapisco
ES14 EC14	Estabilizada	14 dias	S/ chapisco C/ chapisco
ES28 EC28		28 dias	S/ chapisco C/ chapisco

Fonte: Do Autor, 2014.

Foram confeccionadas duas paredes para cada tipo de revestimento argamassado, que posteriormente seriam utilizadas como paredes reais da edificação, com aproximadamente 2,50x2,50 m, sendo que duas sendo preparadas com chapisco e duas sem, totalizando assim quatro paredes experimentais.

Na confecção das paredes utilizou-se blocos cerâmicos com dimensões 11,5x19x19 cm respeitando espaçamento entre os mesmos de aproximadamente 1,5cm utilizando argamassa de assentamento com traço 8:1 de areia pré-misturada com cal e cimento em volume. O chapisco foi produzido com traço 3:1 de areia média lavada e cimento em volume e sua aplicação aconteceu de forma manual, dando cobertura à base para posterior aplicação da argamassa conforme Figura 1.

Figura 1: Parede com chapisco.



Fonte: Do Autor, 2014.

A argamassa produzida em obra teve traço convencional 5:1 de areia pré-misturada com cal e cimento em volume. O cimento utilizado nas misturas foi o CP II-Z-32. O revestimento argamassado estabilizado, foi produzido por empresa especializada com traço de 5:1:0,1 de areia fina, cimento CP IV-32 RS e cal hidratada em volume, além de possuir 0,42% de aditivo incorporador de ar e 0,96% de aditivo estabilizante de acordo com dados fornecidos pelo fabricante.

A aplicação das argamassas de revestimento sobre a alvenaria com e sem chapisco foi realizada respeitando o tempo mínimo necessário conforme NBR 7200 (1998). Após esta etapa, as paredes foram limpas superficialmente com pincel trincha e então foram aplicados os dois tipos de revestimentos argamassados atendendo aos requisitos necessários para paredes internas conforme NBR 13749 (2013), sendo que as bases sem chapisco receberam a argamassa na mesma data, conforme Figura 2. A argamassa estabilizada foi aplicada com até duas horas após a mistura da mesma na central, considerando que segundo o fabricante a aplicação pode ser feita com até 36 horas de tempo em aberto.

Figura 2: Aplicação de argamassa em parede sem chapisco.



Fonte: Do Autor, 2014.

Foram determinadas as propriedades de aderência à tração conforme recomendação da norma técnica NBR 13528 (2010). Os ensaios foram realizados aos 14 e 28 dias de cura. Para cada amostra do teste de prova de aderência à tração foram ensaiados 12 corpos de prova, respeitando o espaçamento de 50 mm no mínimo, como apresentado na Figura 3. Analisou-se também o tipo de ruptura e espessura do revestimento de acordo com a NBR 13528 (2010) e NBR 13749 (2013) como ilustrado na Figura 4.

Figura 3: Espaçamento entre pastilhas.



Fonte: Do Autor, 2014.

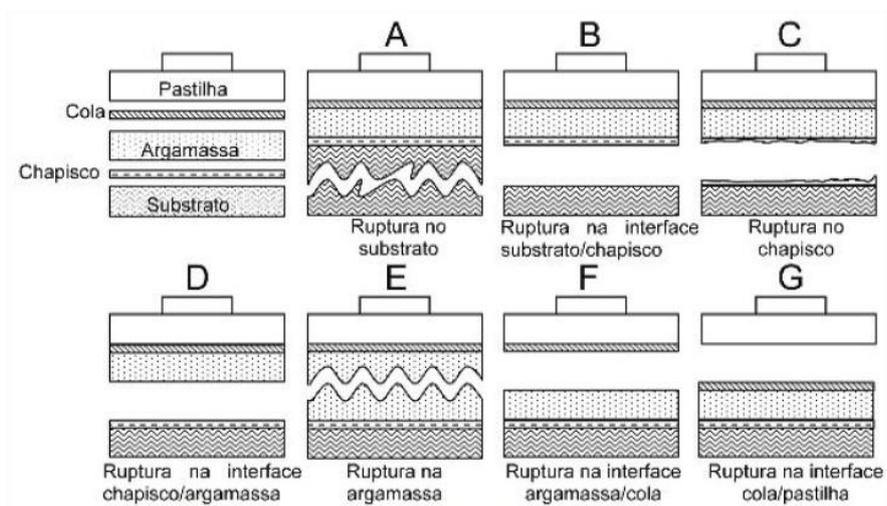
Figura 4: Espessura do revestimento.



Fonte: Do Autor, 2014.

Na Figura 5 estão apresentadas as formas de ruptura para o sistema de revestimento com chapisco.

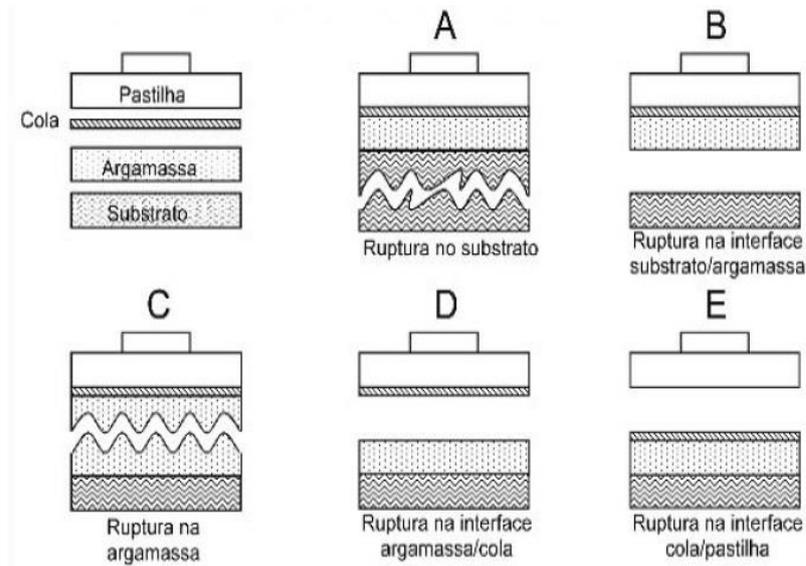
Figura 5: Formas de ruptura no ensaio de aderência a tração para um sistema de revestimento com chapisco.



Fonte: NBR 13528, 2010, p. 10.

A Figura 6 ilustra as possíveis formas de ruptura para revestimentos argamassados sem aplicação de chapisco na base.

Figura 6: Formas de ruptura no ensaio de aderência a tração para um sistema de revestimento sem chapisco.



Fonte: NBR 13528, 2010, p. 9.

A tensão de ruptura do revestimento argamassado, Ra é obtida pela seguinte expressão:

$$Ra = \frac{F}{A} \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

Ra é a resistência de aderência à tração (MPa);

F é a força de ruptura (N);

A é a área do corpo de prova (mm²).

2.1 MATERIAIS

2.1.1 Caracterização do agregado miúdo

A caracterização dos agregados miúdos foi realizada de acordo com a NBR NM 248 (2003). Na Tabela 2 podem ser observados os resultados da areia utilizada na argamassa produzida em obra com traço de 5:1 de areia pré-misturada com cal e cimento em volume. Os resultados da areia utilizada na argamassa estabilizada com traço de 5:1:0,1 de areia fina, cimento e cal hidratada em volume, estão expostos na Tabela 3.

Tabela 2: Caracterização do agregado miúdo da argamassa produzida em obra.

COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA NBR-NM 248/2003 – NBR 7211/1983							
PENEIRAS		1ºDeterminação		2ºDeterminação		Média (%)	% Média Retida Acumulada
Nº	mm	Peso Retido (g)	% Retida	Peso Retido (g)	% Retida		
1"	25	-	-	-	-	-	-
¾"	19	-	-	-	-	-	-
½"	12,5	-	-	-	-	-	-
3/8"	9,5	-	-	-	-	-	-
¼"	6,3	-	-	-	-	-	-
4	4,8	0	0	0	0	0	0
8	2,4	0	0	0	0	0	0
16	1,2	0,3	0	0,3	0	0	0
30	0,6	2,5	1	2,6	1	1	1
50	0,3	81,7	16	88,6	18	17	18
100	0,15	392,3	79	388,6	78	78	96
Fundo	< 0,15	22,9	5	19,5	4	4	-
TOTAL		500	100	500	100	100	1,14
Dimensão Máxima: 0,3 mm				Módulo de Finura: 1,14			

Fonte: Do Autor, 2014.

Tabela 3: Caracterização do agregado miúdo da argamassa estabilizada.

COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA NBR-NM 248/2003 – NBR 7211/1983							
PENEIRAS		1ºDeterminação		2ºDeterminação		Média (%)	% Média Retida Acumulada
Nº	mm	Peso Retido (g)	% Retida	Peso Retido (g)	% Retida		
1"	25	-	-	-	-	-	-
¾"	19	-	-	-	-	-	-
½"	12,5	-	-	-	-	-	-
3/8"	9,5	-	-	-	-	-	-
¼"	6,3	-	-	-	-	-	-
4	4,8	0	0	0	0	0	0
8	2,4	2	0,3	1	0,2	0	0
16	1,2	21	3,5	21	3,5	4	4
30	0,6	110	18,3	113	18,8	19	22
50	0,3	222	37	226	37,7	37	60
100	0,15	196	32,7	189	31,5	32	92
Fundo	< 0,15	49	8,1	50	8,4	9	-
TOTAL		600	100	600	100	100	1,78
Dimensão Máxima: 1,2 mm				Módulo de Finura: 1,78			

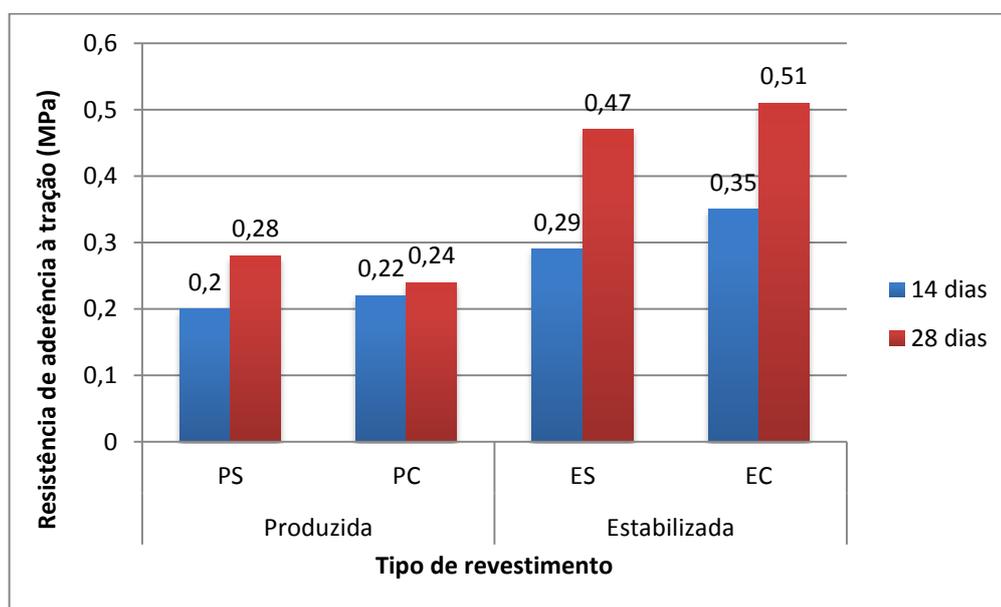
Fonte: Dados fornecidos pelo fabricante.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O principal critério de aceitação e análise de um revestimento argamassado no seu estado endurecido é a aderência à tração. Este critério influi diretamente na resistência ao descolamento, resistência à fissuração e aumento da durabilidade, tornando-se indispensável para averiguação e controle de qualidade, evitando assim, possíveis manifestações patológicas.

O Gráfico 1 apresenta os valores de aderência à tração para argamassa produzida em obra e para estabilizada. Estas amostras foram aplicadas diretamente na alvenaria cerâmica e com substrato preparado com chapisco, ensaiadas nas idades de 14 e 28 dias (Grupos PS, PC, ES e EC, respectivamente). Cada valor corresponde a média de 12 amostras realizadas.

Gráfico 1: Resistência de aderência à tração das argamassas.



Fonte: Do Autor, 2014.

Considerando os resultados de resistência de aderência à tração, observa-se no Gráfico 1 que a argamassa produzida em obra foi a que obteve os menores valores, enquanto a argamassa estabilizada apresentou os maiores valores entre as situações analisadas. A argamassa que apresentou maior capacidade de aderência

à tração foi a EC28, já a argamassa PS14 apresentou o menor resultado entre todas analisadas, ficando no limite do mínimo exigido pela norma.

Todas as argamassas analisadas atingiram valor satisfatório de aderência à tração conforme o mínimo especificado pela NBR 13749 (2013) para parede interna com acabamento de pintura ou base para reboco de acordo com a Tabela 4. Caso o acabamento interno fosse para cerâmica ou laminado apenas as argamassas EC14, ES28 e EC28 estariam de acordo com a NBR 13749 (2013).

Tabela 4: Limites de resistência de aderência á tração (Ra).

Local		Acabamento	Ra (Mpa)
Parede	Interna	Pintura ou base pare reboco	≥0,20
		Cerâmica ou laminado	≥0,30
	Externa	Pintura ou base pare reboco	≥0,30
		Cerâmica	≥0,30
Teto			≥0,20

Fonte: NBR 13749, 2013.

Entre os revestimentos argamassados produzidos em obra, o PS28 apresentou melhores valores para aderência à tração, sendo este 16% superior ao PS14, 12% superior ao PC14, 8% superior ao PC28 e 16% superior ao mínimo exigido pela norma, conforme comparativo de resistência média e desvio padrão, apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Médias dos ensaios de aderência à tração.

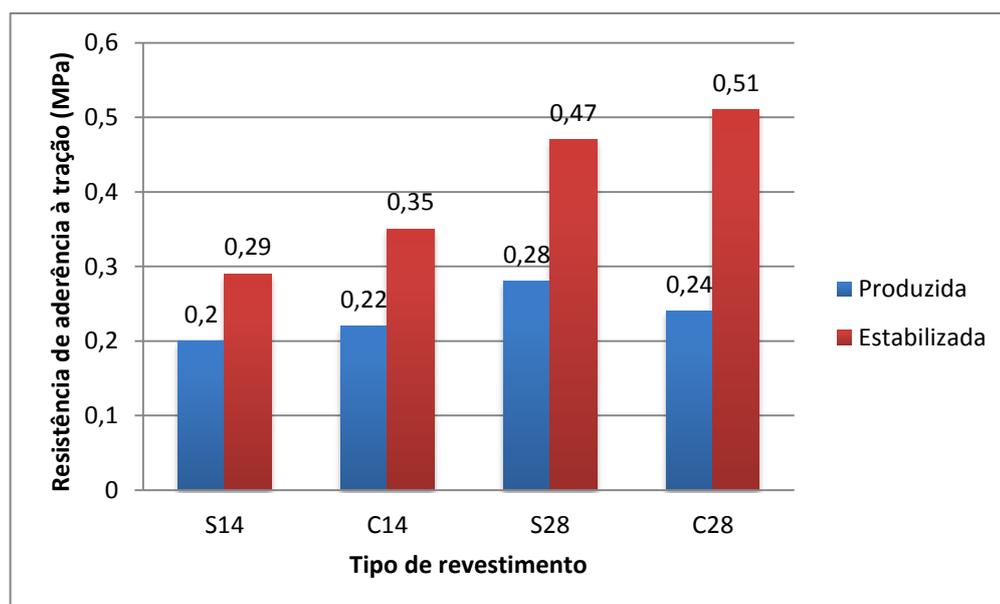
Argamassa	Resistência Média (Mpa)	Resistência Média (%)	Desvio Padrão
PS14	0,20	39	0,09
PC14	0,22	43	0,07
PS28	0,28	55	0,11
PC28	0,24	47	0,04
ES14	0,29	57	0,18
EC14	0,35	68	0,16
ES28	0,47	92	0,05
EC28	0,51	100	0,19

Fonte: Do Autor, 2014.

Pode-se verificar que entre os valores obtidos para argamassa estabilizada, a EC28 mostrou-se superior a todos os demais, sendo esta 43% acima da ES14, 32% superior quando comparado a EC14 e 8% mais eficiente aos esforços de aderência à tração quando confrontada com a ES28, atingindo a maior média entre todos os revestimentos argamassados analisados.

Na comparação geral, observa-se que a argamassa estabilizada obteve os melhores resultados na resistência de aderência à tração, mesmo quando analisadas possuindo as mesmas variantes de ensaio (preparo da base e idade do revestimento) com a argamassa produzida em obra, conforme apresentado no Gráfico 2.

Gráfico 2: Comparativo de resistência de aderência à tração de argamassas com mesmas variantes de ensaio.



Fonte: Do Autor, 2014.

A argamassa ES14 apresentou 18% de acréscimo em relação à PS14, assim como a EC14, ES28 e EC28 mostraram-se 25%, 37% e 53% superiores à PC14, PS28 e PC28, respectivamente. Tal fato deve-se ao tempo de aplicação da argamassa estabilizada. O aditivo estabilizante que é utilizado neste tipo de argamassa tem como principal objetivo inibir a hidratação do cimento, a fim de aumentar o tempo de espera para aplicação do produto. De acordo com o fabricante, a argamassa estabilizada pode ser aplicada até 36 horas após sua produção, garantindo o

desempenho mínimo aceitável. Para este estudo a argamassa foi aplicada com até 2 horas de espera, ou seja, apenas 5% aproximadamente do seu tempo total possível de aplicação. Desta forma a redução de desempenho causada na argamassa pelo tempo de espera da aplicação é mínima, fazendo com que a mesma atinja altos índices de aderência à tração.

Observa-se que o preparo da base mostrou-se influente nos resultados, sendo que a maioria dos revestimentos argamassados apresentou acréscimo nos valores de aderência à tração quando aplicados com base chapiscada em comparação ao substrato sem chapisco, com exceção da PC28 que apresentou valor inferior à PS28. Este fato pode ser analisado quando observamos os tipos de rupturas das argamassas e suas respectivas espessuras como ilustrado na Tabela 6 e de acordo com a classificação apresentada anteriormente nas Figuras 5 e 6.

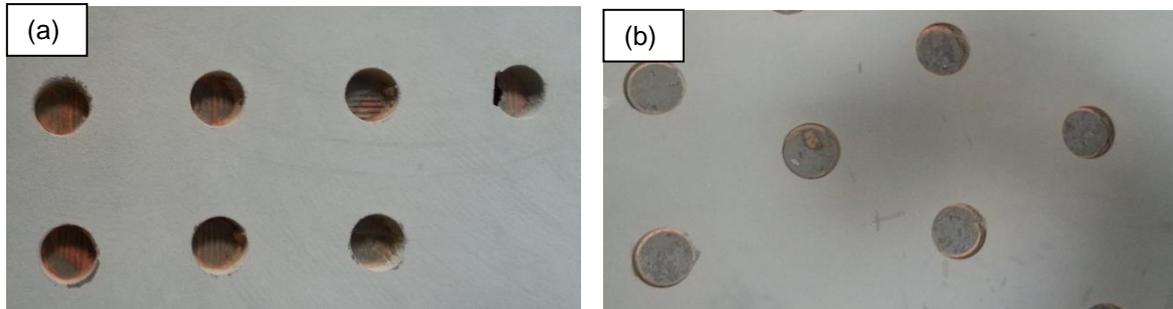
Tabela 6: Formas de rupturas.

Argamassa	Tipo de Ruptura	Espessura (mm)
PS14	C	22
PC14	E	21
PS28	B	26
PC28	E	22
ES14	B	26
EC14	D	31
ES28	B	27
EC28	D	29

Fonte: Do Autor, 2014.

Verifica-se que a maioria dos revestimentos (PS28, ES14, EC14, ES28, EC28) apresentou como forma predominante de ruptura o tipo argamassa/substrato (a) ou chapisco/argamassa (b), conforme Figura 7, determinadas como ruptura do tipo adesiva. Neste caso o valor de resistência à tração é o mesmo que obtido no ensaio e devem ser obrigatoriamente superiores aos demais tipos de ruptura, pois apresentam a possibilidade de manifestações patológicas por descolamento da argamassa. Este tipo de ruptura acontece pela falta de homogeneidade no sistema argamassa/substrato ou chapisco/argamassa, ocasionada pela diferença no comportamento reológico da argamassa em relação à sua energia de lançamento.

Figura 7: Tipos de ruptura.



Fonte: Do Autor, 2014.

O segundo tipo de ruptura verificado foi o da argamassa, determinada como ruptura coesiva. Para esta ocasião o valor encontrado no ensaio não mede o valor real da resistência de aderência à tração, sendo esta superior ao encontrado no experimento, portanto as argamassas PS14, PC14 e PC28 possuem valor acima do apresentado indicando uma boa relação de aderência entre argamassa/substrato e chapisco/substrato. Obteve-se esta ruptura devido às fissuras na argamassa, enfraquecendo-a como apresentado na Figura 8. As espessuras ficaram dentro dos limites aceitáveis para utilização neste caso específico.

Figura 8: Ruptura da argamassa PC28 com fissuras.



Fonte: Do Autor, 2014.

4. CONCLUSÕES

Os sistemas de revestimentos argamassados são diretamente responsáveis pela proteção da construção, além de proporcionar sua valorização. Desta forma é necessário um controle periódico em seu processo de fabricação e aplicação a fim de atender as solicitações previstas e garantir seu desempenho e durabilidade.

De uma forma geral, todos os sistemas analisados atingiram o desempenho mínimo requisitado para os mesmos, destacando-se o fato de que a aplicação das argamassas diretamente sobre o bloco cerâmico, dispensando o uso de chapisco, mostrou-se dentro dos padrões de aceitação para argamassas de revestimento interno para pintura ou base para reboco. Caso o acabamento interno fosse para cerâmica ou laminado apenas as argamassas EC14, ES28 e EC28 estariam de acordo com a NBR 13749 (2013).

Contudo, as argamassas aplicadas sobre base chapiscada, em sua maioria, apresentaram desempenho superior às argamassas aplicadas diretamente sobre a base cerâmica. Entre as argamassas analisadas, a estabilizada (grupos ES e EC) apresentou os maiores valores de aderência à tração, mostrando-se na média 72% superior quando comparada isoladamente a argamassa produzida em obra (grupos PS e PC) e 102% superior ao exigido pela NBR 13749 (2013). A argamassa produzida em obra mostrou-se em média 17% superior à norma.

O tipo de ruptura do revestimento indica o ponto mais fraco do sistema, neste caso observou-se que a argamassa estabilizada, apresentou ruptura adesiva, apontando certa tendência a futuras manifestações patológicas de acordo com seu uso. No caso da argamassa produzida em obra, o tipo predominante de ruptura encontrado indicou que os valores obtidos nos ensaios são abaixo do real existente no local, fato este ocasionado pela fissuração da argamassa.

Sugere-se para futuras análises a fim de complementar o presente trabalho, o estudo dos custos, o comportamento reológico das argamassas caracterizando-as em seu estado fresco e a diversificação do tempo de aplicação da argamassa estabilizada até seu limite de tempo em aberto para uso, com o objetivo de comparar sua resistência.

5. REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248**: Agregados – Determinação da Composição Granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7200**: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos. Rio de Janeiro, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13528**: Revestimentos de paredes de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13749**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação. Rio de Janeiro, 2013.
- CARASEK, Helena. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo, IBRACON, 2007.
- FIORITO, Antônio J. S. I. **Manual de Argamassas e Revestimentos**. 1ª Ed. São Paulo, PINI, 2003.
- KAZMIERCZAK, C. S. BREZEZINSKI, D. E. COLLATTO, D. **Influência do Substrato na Resistência de Aderência à Tração e na Distribuição de Poros de uma Argamassa**. Estudos tecnológicos, Rio Grande do Sul, v. 3, p. 47-58, jun. 2007.