

ESTUDO DO TIPO DE EQUIPAMENTO E TAXA DE CARREGAMENTO NA DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO DE REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA

Eliane B. C. Costa (1); Helena Carasek (2)

(1) Mestre em Engenharia Civil – Bolsista de Desenvolvimento Tecnológico Industrial – CNPQ/CONSITRA – e-mail: elianeбетania@hotmail.com

(2) Professora Doutora da Escola de Engenharia Civil – Universidade de Federal de Goiás, Brasil – e-mail: hcarasek@gmail.com

RESUMO

Inúmeros fatores interferem na aderência do revestimento ao substrato, dentre eles os inerentes ao procedimento de ensaio, os quais podem interferir nos resultados obtidos quando esta propriedade é avaliada. A fim de constatar a influência do tipo de equipamento e da taxa de carregamento nos resultados de resistência de aderência à tração, elaborou-se um trabalho experimental, em laboratório, empregando-se argamassa industrializada aplicada mecanicamente em placas de substrato-padrão. Foram empregados três tipos de equipamento, sendo dois dinamômetros de tração, calibrados antes da realização dos ensaios, e um braço de alavanca. Em relação à taxa de carregamento, adotaram-se duas taxas, máxima (≥ 25 N/s) e mínima (< 25 N/s) em ambos os dinamômetros de tração. Os ensaios de resistência de aderência à tração seguiram as prescrições da NBR 13528 (ABNT, 1995) e foram realizados com os revestimentos apresentando 82 ± 3 dias. Os resultados foram submetidos à análise estatística de variâncias (ANOVA) e demonstraram que o tipo de equipamento empregado interfere nos valores de aderência, assim como a taxa de carregamento. Há uma tendência de aumento da resistência de aderência à medida que se eleva a taxa de carregamento.

Palavras-chave: Aderência, equipamento, taxa de carregamento, argamassa, revestimento.

ABSTRACT

Many factors interfere in bond of rendering on substrate, among them inherent one to the procedure of essays which can interfere in the obtained results when this property is evaluated. An experimental work was elaborated in laboratory to verify the influence of equipment type and loading rate in results of tensile bond strength using industrialized mortars projected by spray equipment propelled in plates of standard substrate. Three equipments types were used two traction dynamometers that were calibrated before the accomplishment of the essays and a traction lever. In relation to loading rate were considered two rates, maxim (≥ 25 N/s) and minimum < 25 N/s), in both dynamometers. The tests of tensile bond strength were accomplished according to the prescriptions of the NBR 13528 (ABNT, 1995) in renderings with 82 ± 3 days. The results were submitted to statistical analysis of variances (ANOVA) and they demonstrated that the type of employed equipment interfere in the values of bond as well as the loading rate. There is a trend of increasing of bond strength with the increment of this rate.

Keywords: Bond, equipment, loading rate, mortar, rendering.

1 INTRODUÇÃO

O principal método de avaliação quantitativa da aderência de revestimentos de argamassa é o ensaio de resistência de aderência à tração, que consiste na imposição de um esforço de tração perpendicular ao plano do revestimento.

No Brasil, a determinação da resistência de aderência à tração de revestimentos de argamassa é realizada mediante as normas ABNT: NBR 13528 (1995) e a ABNT: NBR 15258 (2005). A primeira norma, mais abrangente, prescreve o método de ensaio, tanto para a realização em laboratório como em obra, enquanto a segunda, que trata da resistência potencial, é específica para testes em laboratório e restringe-se a situações particulares, limitando, por exemplo, o tipo de base a um substrato-padrão.

O emprego da NBR 13528, nesses últimos 12 anos, tem mostrado resultados com alta variabilidade para uma mesma situação de ensaio (coeficientes de variação elevados), além de grandes variações de resultados quando laboratórios diferentes realizam o ensaio em um mesmo revestimento. Parte desta variação é atribuída à própria propriedade analisada, uma vez que a aderência é influenciada por diversos fatores¹ e a outra parcela pode ser atribuída à metodologia de ensaio, tendo em vista a padronização insuficiente das etapas de ensaio, permitindo, por exemplo, o uso de corpos-de-prova com diferentes formatos e dimensões e equipamentos com princípios de funcionamento e resoluções distintos.

Costa (2007) por meio de um levantamento nos anais dos principais congressos nacionais (ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído e SBTA – Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas) constatou que a descrição deste método de ensaio é realizada de modo simplificado, com poucas informações a respeito do equipamento (princípio de funcionamento, modelo, marca, velocidade de aplicação da carga), tipo de cola, geometria e dimensão dos corpos-de-prova e procedimento de corte.

No que tange ao equipamento, a autora notou basicamente o uso de dois tipos, com princípios de funcionamento diferentes. O primeiro consiste em sistemas hidráulicos, dinamômetros de tração, que permitem a aplicação do esforço de arrancamento por meio de um manômetro calibrado, fornecendo numericamente o esforço em kgf ou MPA, conforme o dispositivo de leitura. O outro tipo baseia-se no princípio do braço de alavanca, desenvolvido primeiramente pelo convênio EPUSP/ENCOL no final da década de 80, cuja resistência é obtida por meio de equações matemáticas conforme as dimensões e geometria do equipamento.

De acordo com Bonaldo, Barros e Lourenço (2005) é difícil estabelecer uma relação entre os valores de resistência de aderência quando empregados equipamentos diferentes para a realização do ensaio. Os autores salientam que medidas feitas por único equipamento proporcionam alta variabilidade. Isto porque ao realizarem ensaios com um dinamômetro de tração (Dyna Z 15) verificaram que em uma mesma situação o equipamento ora apresentava valores elevados ora valores baixos.

Segundo Link (2000) a incerteza oriunda do instrumento de medição é gerada, por exemplo, pela falta de calibração do mesmo e a velocidade de aplicação da carga. Gil e Rodriguez (2006) salientam que os instrumentos possuem uma precisão finita, ou seja, sempre existe uma variação mínima da magnitude a ser detectada.

Sendo assim, o presente artigo pretende investigar a influência do emprego de equipamentos distintos e taxas de carregamento na determinação da resistência de aderência à tração, tendo em vista ajustes que poderão servir como base para a revisão da ABNT NBR 13528 (1995). Este estudo faz parte de um trabalho mais amplo desenvolvido pelo CONSITRA – Consórcio Setorial para Inovação Tecnológica em Revestimentos de argamassa que visa desenvolver um método mais confiável e com menor variabilidade para a determinação da resistência à tração.

¹ A aderência está diretamente relacionada com a trabalhabilidade (ou reologia) da argamassa, com a energia de impacto (processo de execução), com as características e propriedades dos substratos (porosidade, absorção de água e rugosidade) e o seu preparo (limpeza e tratamentos superficiais, como o chapisco), além dos fatores externos (condições climáticas durante a aplicação do revestimento, bem como durante a realização do ensaio).

2 PROGRAMA EXPERIMENTAL – MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Variáveis experimentais

2.1.1 Tipo de equipamento

Foram testados três equipamentos com princípios de funcionamento, resolução e escalas diferentes (Figuras 1a, b e c), cujas principais características estão apresentadas na Tabela 1.

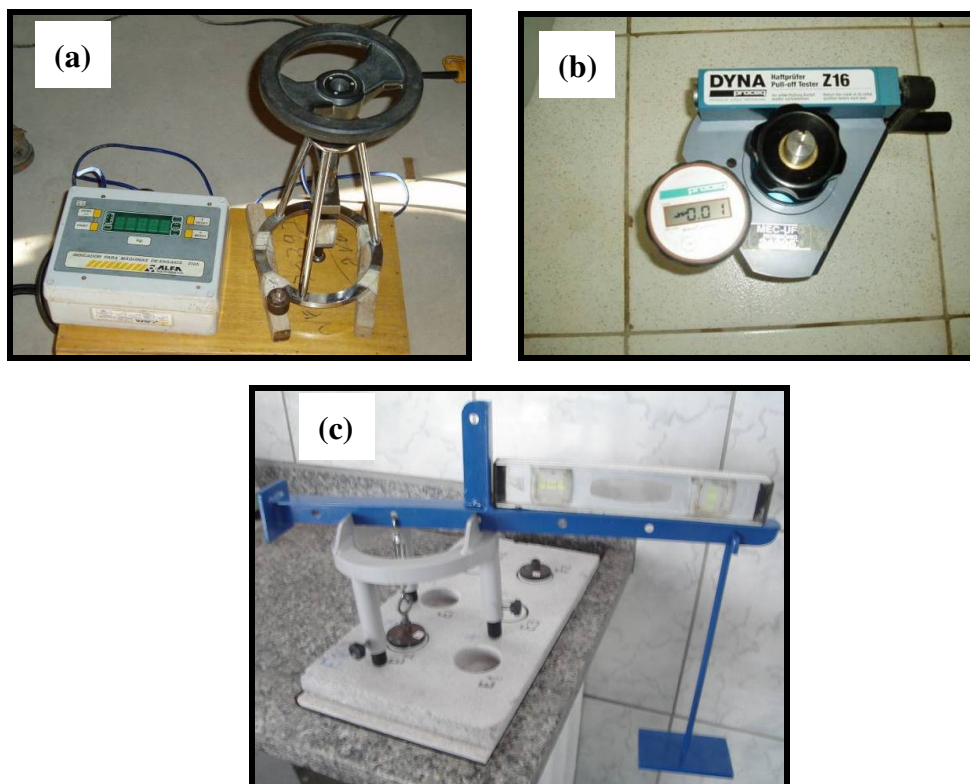


Figura 1 – Equipamentos empregados na realização do ensaio de resistência de aderência à tração (a) Dinamômetro de tração – montado pela empresa CONSULTARE com célula de carga e indicador de pesagem do fabricante Alfa instrumentos (b) Dinamômetro de tração – Dyna Proceq e (c) Braço de Alavanca – adaptado do modelo EPUSP/ENCOL.

Tabela 1 – Características dos equipamentos utilizados.

Características	Equipamento		
	A	B	C
Princípio de funcionamento	Hidráulico-manual	Hidráulico-manual	Braço de alavanca
Capacidade de carga	1 kN	6 kN	Variável
Escala	Digital	Digital	-
Resolução	0,05 kgf	0,01 N/mm ²	0,38 kg
Fabricante	Consultare	Proceq	Dinâmica industrial
Modelo	CONSULTARE	DYNA Z6	Adaptado EPUSP/Encol
Peso	3,5 + 1,9 ¹	3,5 kg	2,3 kg ²

¹ Conjunto célula de carga e apoio + dispositivo de leitura.

² Exceto placas de implementação da carga.

2.1.2 Taxa de carregamento

Esta variável foi adotada porque algumas normas recomendam a constância na aplicação da carga (NBR 15258: 2005; NBN 813-05:1969) e outras especificam taxas distintas para cada faixa de

resistência (DIN 18555:1987; EM 1015-12:2000, NBR 13528:1995), por isto decidiu-se avaliar duas taxas de carregamento, classificadas como mínima ($\leq 25\text{N/s}$) e máxima ($> 25\text{N/s}$). Para esta análise foram utilizados os dinamômetros de tração, equipamentos A e B, descritos no item anterior.

Vale ressaltar que os equipamentos utilizados não possuíam dispositivo para medir e controlar a velocidade, sendo esta realizada de forma precária com auxílio de um cronômetro, necessitando de duas pessoas para a execução do ensaio.

2.2 Condições Fixas

Com o objetivo de minimizar a variabilidade dos resultados, a pesquisa foi desenvolvida em laboratório, controlando os seguintes parâmetros:

- Base de aplicação do revestimento: placas de substrato-padrão, confeccionadas e ensaiadas em acordo com os procedimentos da NBR 14082 (ABNT, 2004);
- Argamassa industrializada para uso em revestimentos externos e internos;
- Processo de aplicação da argamassa: mecânico, por meio de um projetor por spray a ar comprimido;
- Espessura do revestimento: $25 \pm 2\text{ mm}$.
- Procedimento de cura: cura úmida.
- Idade de avaliação dos revestimentos: $82 \pm 3\text{ dias}$.
- Corte do revestimento: realizado com água.

2.3 Metodologia

- *Preparo dos revestimentos de argamassa*

As argamassas foram preparadas em betoneira de eixo inclinado, pré-umedecida, com capacidade de 120 litros, sendo cada mistura efetuada com dois sacos de argamassa empregando-se 15,2 litros de água, com tempo de mistura entre 8 min e 10 min.

- *Caracterização das argamassas*

Foram realizados ensaios no estado fresco e endurecido, os métodos de ensaios e os resultados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Caracterização das argamassas no estado fresco e endurecido.

	<i>Característica determinada</i>		<i>Método de ensaio</i>	<i>n</i>	<i>Resultados médios</i>
<i>Estado fresco</i>	Densidade de massa		NBR 13278/1995	15	1,69 g/cm³
	Consistência – penetração do cone		ASTM C-780/1996	15	40 mm
	Teor de ar método pressométrico		NBR 11686/1990	12	20%
<i>Estado endurecido</i>	Resistência à compressão	7 dias	NBR 13279/1995	4	3,0 MPa
		28 dias			3,6 MPa
		90 dias			4,4 MPa

Previamente a aplicação da argamassa foi feita uma limpeza superficial nos substratos para a retirada de poeira e outros materiais que pudessem prejudicar a aderência argamassa-substrato. Após este procedimento, os substratos eram colocados na vertical e procedia-se o lançamento das argamassas.

- *Aplicação da argamassa*

Para minimizar a variabilidade devido à forma de lançamento da argamassa, optou-se pela utilização de um sistema de projeção mecânico por spray a ar comprimido (Figura 2). A projeção foi feita com pressão igual a 100 psi, na forma de filetes contínuos de baixo para cima, guardando uma distância de 30 cm das placas a serem revestidas.



Figura 2 – Aplicação dos revestimentos de argamassa.

A espessura do revestimento foi fixada em 25 ± 2 mm e controlada com auxílio de uma guia metálica fixada sobre o painel. Após a aplicação da argamassa, aguardava-se o ponto de sarrafeamento do revestimento. Decorrido este tempo de espera, o pedreiro cortava a argamassa excedente por meio de uma régua de alumínio. Posteriormente, executava-se o desempeno da superfície com uma desempenadeira de madeira, o acabamento final era realizado com uma espuma umedecida e então com cuidado as placas eram separadas por meio de um corte superficial com espátula.

Após 24 horas da aplicação da argamassa, as placas revestidas eram cuidadosamente transportadas para um tanque de água, onde permaneceram durante o período de cura.

- *Cura dos revestimentos*

Os revestimentos foram curados em tanque de água, durante catorze dias. Ao serem retiradas do tanque, as placas revestidas eram mantidas em ambiente de laboratório até a data de realização do ensaio.

- *Determinação da resistência de aderência à tração:*

Para cada variável analisada foram preparados trinta corpos-de-prova, circular com diâmetro de 50 mm, distribuídos de forma aleatória (seis em cada painel), mantendo-se um espaço de 50 mm entre si e pelo menos 20 mm das bordas com o intuito de neutralizar a variabilidade associada aos materiais e a confecção dos revestimentos.

Os cortes foram realizados previamente à colagem das pastilhas na posição horizontal, com auxílio de um serra-copo acoplado a uma furadeira de coluna, executado com água para evitar vibrações durante a realização deste procedimento.

Após o corte, as placas permaneciam ao ar por 24 horas para posterior colagem dos corpos-de-prova. Em seguida as pastilhas metálicas eram coladas empregando-se cola de base poliéster e era aguardado no mínimo 1h para a secagem da cola para posterior realização do ensaio.

Para reduzir a variabilidade de operação, alguns cuidados foram considerados: os dinamômetros de tração foram calibrados, o ensaio foi realizado com a placa do revestimento na posição horizontal, mantendo sempre o eixo de aplicação da carga perpendicular ao plano do revestimento; evitaram-se trepidações do equipamento enquanto estivesse conectado à pastilha; os ensaios foram feitos por um único equipamento, sem controle da taxa de carregamento, exceto quando estas eram as variáveis de estudo. Após a ruptura, anotou-se, para cada corpo-de-prova ensaiado, a carga e a porcentagem do tipo de ruptura.

3 ANÁLISE DE RESULTADOS

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variâncias (ANOVA) empregando-se o programa Statistica para determinação dos fatores associados ao tipo de equipamento e a taxa de carregamento. Após esta análise foi realizada uma comparação múltipla de médias (testes estatísticos de Duncan) para as variáveis com mais de dois tratamentos, com o objetivo de agrupar as médias que diferiam significativamente entre si. A separação dos grupos sob o ponto de vista da estatística será indicada por linhas verticais tracejadas.

3.1 Influência do tipo de equipamento

A análise estatística mostra que o tipo de equipamento constitui-se numa fonte de variabilidade dos resultados de aderência, exercendo influência significativa sobre estes valores, conforme pode ser visualizado na Tabela 3.

Tabela 3 – Análise de variância do efeito do tipo de equipamento empregado na realização do ensaio de resistência de aderência à tração.

<i>Efeito</i>	<i>SQ</i>	<i>GL</i>	<i>MQ</i>	<i>F_{cal}</i>	<i>F_{tab}</i>	<i>Resultado</i>
<i>Entre Grupos</i>	0,29	2	0,14	6,94	3,11	Significativo
<i>Dentro Grupos (Resíduos)</i>	1,64	79	0,02	-	-	-
<i>Total</i>	1,92	81	-	-	-	-

Legenda:

SQ = soma dos quadrados;

GL = graus de liberdade;

MQ = média dos quadrados;

F = parâmetro de Fisher para o teste de significância dos efeitos;

O teste de Duncan indicou a formação de dois grupos distintos: um representado pelo braço de alavanca e outro pelos dinamômetros de tração (Gráfico 1). O braço de alavanca apresentou menor resistência de aderência, 33% e 37% em relação aos equipamentos A e B, respectivamente, e o menor coeficiente de variação.

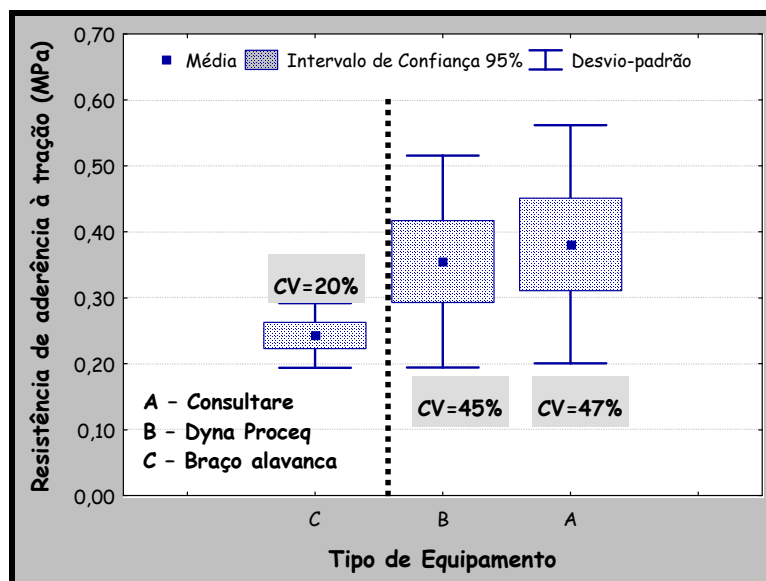


Gráfico 1 – Valores médios de resistência de aderência à tração, aos 82±3 dias, observando o comportamento de três equipamentos distintos.

No que diz respeito aos valores de resistência de aderência, o comportamento do braço de alavanca não correspondeu aos resultados encontrados por Collantes (1998) e Costa, Duarte e Carasek (2006).

Esses autores ao comparar o braço de alavanca com dinamômetro de tração obtiveram as maiores médias para o primeiro. Provavelmente, essa diferenciação de resultados ocorreu porque nesta pesquisa os ensaios foram realizados na posição horizontal, sempre em uma mesma altura, diferente dos trabalhos citados.

Em relação à variabilidade, apesar do braço de alavanca apresentar menor coeficiente de variação é um equipamento obsoleto, dificilmente utilizado para controle tecnológico. Isso foi evidenciado no levantamento de campo, em que nenhum laboratório apontou o uso deste equipamento.

Uma forma de reduzir a variabilidade intrínseca dos equipamentos é calibrá-los antes da execução dos ensaios e verificar a técnica correta de utilização. Para isso, devem-se observar alguns fatores:

- Se há flutuação do instrumento, ou seja, o dispositivo de leitura não inicia no zero ou não fixa o valor após a ruptura, mesmo com a existência do pico.
- A peça de encaixe do equipamento à pastilha pode induzir tensões laterais no corpo-de-prova antes da execução do ensaio ou a excentricidade da carga durante a realização do ensaio (Figuras 3 a e b).
- Observar se a manivela do equipamento está funcionando corretamente, porque algumas vezes esta trava, tendo que reiniciar a medição. Com isso, se o corpo-de-prova não for desprezado romperá por fadiga, não mensurando o verdadeiro valor de aderência.

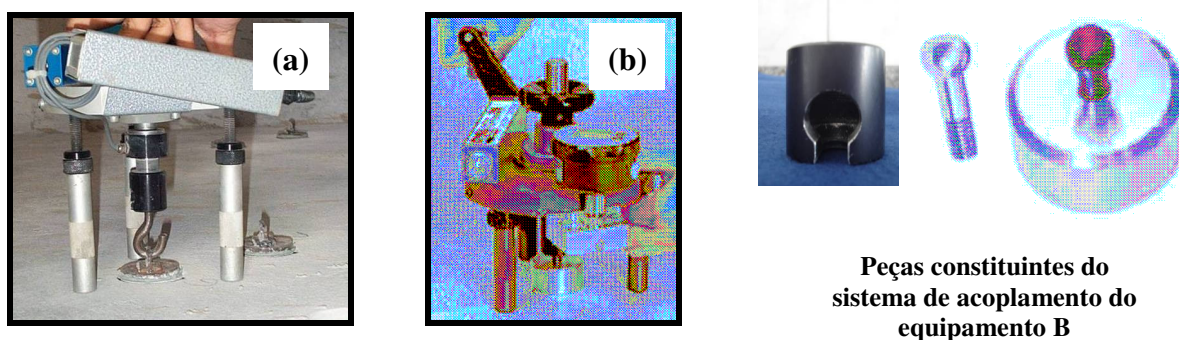


Figura 3 – Diferentes formas de encaixe entre equipamento e pastilha. (a) Este sistema de acoplamento não deve ser utilizado, uma vez que o gancho permite o deslizamento do equipamento em relação ao eixo central da pastilha e (b) Este sistema é menos propício a ocorrência de carga excêntrica, desde que o parafuso se encaixe perfeitamente tanto ao equipamento quanto à pastilha e com cuidado para não introduzir tensões laterais antes da execução do ensaio.

3.2 Influência da taxa de carregamento

Conforme mencionado anteriormente, a análise da taxa de carregamento foi feita uma classificação das taxas em máxima ($>25\text{N/s}$) e mínima ($\leq 25\text{N/s}$), para os dois dinamômetros de tração utilizados (A e B). A Tabela 4 expõe os resultados da análise de variâncias obtidos para este modelo estudado.

Tabela 4 – Resultados da análise de variância realizada com os valores de resistência de aderência à tração, considerando o tipo de equipamento e a taxa de carregamento.

<i>Efeito</i>	<i>SQ</i>	<i>GL</i>	<i>MQ</i>	<i>F_{cal}</i>	<i>F_{tab}</i>	<i>Resultado</i>
<i>Modelo</i>	0,07	3	0,02	5,30	2,85	Significativo
<i>(1) Equipamento</i>	0,00	1	0,85	1,21	4,08	Não-significativo
<i>(2) Taxa de carregamento</i>	0,07	1	0,07	15,32	4,08	Significativo
<i>(1)*(2)</i>	0,00	1	0,00	0,93	4,08	Não-significativo
<i>Erro (resíduo)</i>	0,16	38	0,00	-	-	-
<i>Total</i>	0,17	42	-	-	-	-

A análise mostra que a velocidade de carregamento exerce influência na resistência de aderência, e confirma o resultado da análise do tipo de equipamento, que não há diferenças significativas entre os dinamômetros de tração empregados. Nota-se também que não houve interação entre o tipo de equipamento e a taxa de carregamento adotada.

Os resultados indicaram que a taxa de carregamento máxima proporciona maior resistência de aderência em relação à taxa mínima adotada (Gráfico 2). Isso, provavelmente ocorre porque ao transmitir uma carga gradual e lenta há aumento de deformações no sistema. Se a carga for transmitida rapidamente, a ruptura é instantânea, com deformações muito menores.

Bonaldo, Barros e Lourenço (2005) verificaram a influência da taxa de carregamento (0,02 MPa/s e 0,15 MPa/s) na resistência de aderência entre dois substratos de concreto. Os resultados indicaram uma tendência de aumento da resistência de aderência com o acréscimo da taxa de carregamento. Os autores citam que esta tendência também foi observada por Austin, Robins e Pan (1995).

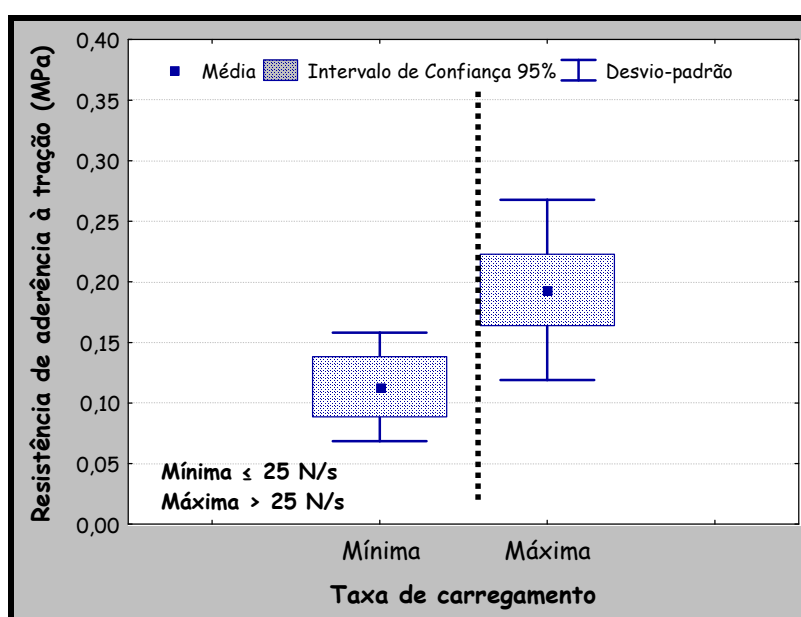


Gráfico 2 – Valores médios de resistência de aderência à tração e coeficientes de variação para as velocidades de carregamento adotadas para a realização do ensaio aos 82±3 dias.

Os coeficientes de variação não foram alterados com a taxa de carregamento, e sim com o tipo de equipamento empregado, conforme exibe a Tabela 5.

Tabela 5 – Coeficientes de variação dos resultados de aderência em função do tipo de equipamento e taxa de carregamento.

Equipamento	Taxa de carregamento	
	Máxima (> 25 N/s)	Mínima (≤ 25 N/s)
EA - Consultare	30%	30%
EB - Dyna Proceq	47%	47%

No que diz respeito à forma de ruptura, ambos os equipamentos e taxas de carregamento obtiveram ruptura predominante na interface argamassa/substrato.

4 CONCLUSÕES

- **Quanto ao tipo de equipamento**

Por meio do teste de comparação múltipla de médias constatou-se que os equipamentos estão separados em dois grupos distintos com relação aos valores médios de resistência de aderência. O menor valor aderência e coeficiente de variação foram obtidos para o braço de alavanca. Não houve diferença significativa entre os dinamômetros de tração analisados, tanto nos valores de aderência como nos coeficientes de variação.

Uma forma de reduzir a variabilidade intrínseca do equipamento é calibrá-los antes da execução dos ensaios e verificar a técnica correta de utilização.

- **Quanto à taxa de carregamento**

Observou-se uma tendência de aumento da resistência de aderência com o acréscimo da taxa de carregamento, independente do tipo de equipamento analisado. No que diz respeito à variabilidade dos resultados, não houve diferenças entre as taxas analisadas, mínima (≥ 25 N/s) e máxima (> 25 N/s). Esta característica está associada ao tipo de equipamento.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM. Standard test method for preconstruction and construction evaluation of mortars for plain and reinforced unit masonry . A1. Consistency by cone penetration test method – C 780 . 1996. **Annual Book of ASTM Standard**, p.420-421, Philadelphia, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7200. Revestimentos de paredes e tetos com argamassa: materiais, preparo, aplicação e materiais. Rio de Janeiro, 1982.

_____. NBR 11686. Concreto fresco – Determinação do teor de ar pelo método pressométrico – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1990.

_____. NBR 13277. Argamassa para assentamento de paredes e revestimentos de paredes e tetos – Determinação da retenção de água. Rio de Janeiro, 1995.

_____. NBR 13278. Argamassa para assentamento de paredes e revestimentos de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, 1995.

_____. NBR 13279. Argamassa para assentamento de paredes e revestimentos de paredes e tetos – Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1995.

_____. NBR 13528. Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 1995.

_____. NBR 13529. Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: Terminologia. Rio de Janeiro, 1995.

_____. NBR 13749. Revestimentos de paredes de paredes e tetos em argamassas inorgânicas: especificação. Rio de Janeiro, 1996.

_____. NBR 15258. Argamassa para revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência potencial de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2005.

_____. NBR 15270. Componentes cerâmicos: Parte 1 – Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

AUSTIN, S.; ROBINS, P.; PAN, V. Tensile bond testing of concrete repairs. **RILEM, Materials and Structures**, n. 38, p. 47-56, 1995.

BONALDO, E.; BARROS, J.; LOURENÇO, P. Bond characterization between concrete substrate and repairing SFRC using pull-off testing. **International Journal of Adhesion & Adhesives**, v. 25, p. 463-474, 2005.

COLLANTES, M. C. **Contribuição ao estudo das técnicas de preparo da base no desempenho dos revestimentos de argamassa**. São Paulo: USP, 1998. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

COSTA, E. **Investigação do método de ensaio de determinação da resistência de aderência de revestimentos de argamassa**. 2007. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2007. 205p.

COSTA, E.; DUARTE, R.; CARASEK, H. Análise da influência do tipo de equipamento e do operador nos resultados de resistência de aderência dos revestimentos de argamassa. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11, 2006. Florianópolis. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2006. p. 4061-4072.

GIL, S.; RODRÍGUEZ, E. Teoría de errores – Incertezas de medición. [S.d.]: **Notas de aula: Física re-Creativa**. Disponível em: < www.fisicarecreativa.com/guias/capitulo1.pdf >. Acesso em 12.nov.2006.

LINK, W. **Tópicos avançados da metrologia mecânica: confiabilidade metrológica e suas aplicações**. 1ed. Rio de Janeiro, 2000.

6 AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio financeiro à pesquisa, a empresa CARLOS CAMPOS CONSULTORIA E CONSTRUÇÕES LTDA (Sr. Carlos Campos e funcionários), a ABAI (Votorantim Cimentos LTDA – Votomassa) e a IMPERCIA S.A pelos materiais utilizados na pesquisa, ao DEPARTAMENTO DE METROLOGIA DE FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A, pela calibração dos equipamentos utilizados na pesquisa, aos alunos de iniciação científica DAYANA, GABRIEL, GUSTAVO E NIKAELE e a Eng^a. DEYSE MACEDO pelo auxílio no desenvolvimento da etapa experimental.