Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções
CBPAT2016

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

AVALIAÇÃO DA DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO DE ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO EM ENSAIOS LABORATORIAIS

P. VALENTINI
Mestranda, Eng. Civil
UNISINOS
Rio Grande do Sul; Brasil
paolavalentinieng@gmail.com

C. KAZMIERCZAK
Professor, Dr., Eng. Civil
UNISINOS
Rio Grande do Sul; Brasil
claudiok@unisinos.br

M. SCHAFER
Mestre, Eng. Civil
UNISINOS
Rio Grande do Sul; Brasil
mauschafer@gmail.com

RESUMO

A aderência da argamassa ao substrato é a principal propriedade mecânica que influencia no desempenho dos sistemas de revestimentos. Não obstante a complexidade do fenômeno de aderência, o método de ensaio normalizado no Brasil para determinação da resistência de aderência à tração de argamassas de revestimento possui elevada variabilidade nos resultados. Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a resistência de aderência de duas metodologias de ensaio, uma realizada de acordo com o estipulado pela NBR 13528 (ABNT, 2010) e outra através de uma nova forma de moldagem do sistema de revestimento. O estudo foi realizado em argamassas com dois diferentes tipos de consistência, aplicados sobre blocos cerâmicos chapiscados, através das duas metodologias citadas, nas condições ambientais de laboratório, dispondo de um total de dezesseis conjuntos realizados através da composição dos fatores de controle. A avaliação da resistência de aderência à tração dos conjuntos foi realizada aos 28 dias de cura, sendo que em cada conjunto foram realizados seis arrancamentos, totalizando noventa e seis ao final dos ensaios. Os resultados obtidos foram submetidos à análises das formas de ruptura e análise estatística de variância (ANOVA) para verificar a significância do efeito dos fatores de controle sobre os valores de resistência de aderência à tração dos conjuntos. Verificou-se que o método alternativo para ensaios em laboratório apresenta menor variabilidade e resultados superiores ao método especificado em norma.
Palavras-chave: argamassa, revestimento, aderência, variabilidade.

ABSTRACT

The adhesion of the mortar to the substrate is the main mechanical property that influences the performance of coating systems. Despite the complexity of the binding phenomenon, the standardized test method in Brazil to determine the adhesion tensile strength of mortar coating has high variability in results. The objective of this research was to evaluate the strength of adhesion of two methodologies, one performed in accordance with the stipulated by NBR 13528 (ABNT, 2010) and another through a new way. The study was conducted in two mortars with different consistency, applied to ceramic block, using the two methods mentioned, in laboratory conditions, providing a total of sixteen sets performed via the composition of the control factors. The evaluation of the tensile bond strength of the joint was performed after 28 days of curing, and in each joint were conducted six pull-outs totaling ninety-six at the end of the tests. The results were submitted to analysis of types of failure and statistical analysis of variance (ANOVA) to test the significance of the effect of the control factors on the bond strength values of tensile set. The new method results in lower variability and higher strength values.
Keywords: mortar, coating adhesion, variability.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

1. INTRODUÇÃO

Quando a construção deixa de desempenhar as funções que foram determinadas na fase de projeto, dentro do período previsto para sua vida útil, se diz, de acordo com a NBR 15575-1 [1], que a durabilidade desta está extinta, e então surgem as manifestações patológicas.

A aderência da argamassa endurecida ao substrato é um fenômeno essencialmente mecânico, em virtude, principalmente, da penetração da pasta aglomerante ou da própria argamassa nos poros ou ainda entre as rugosidades da base de aplicação, sendo que os materiais integrantes das argamassas, tanto em sua natureza como em suas proporções, exercem grande influência na aderência [2].

A análise da resistência de aderência à tração da interface entre a argamassa e o substrato, através de ensaios, é um dos principais parâmetros para avaliar o desempenho do sistema de revestimento de argamassa, sendo este preconizado por diferentes normas, em âmbito nacional e internacional. No Brasil, esta avaliação da resistência de aderência à tração, também conhecida como resistência ao arrancamento, está prevista na NBR 13528 [3]. A forma de ruptura dos corpos de prova também deve ser considerada. De acordo com Carasek [2], este dado pode ser mais importante que o valor encontrado na própria resistência de aderência. Os tipos de ruptura possíveis de acontecer nos revestimentos com utilização de argamassas, de acordo com a NBR 13528 [3], são: no substrato, na interface substrato/chapisco, no chapisco, na interface chapisco/argamassa, na argamassa, na interface argamassa/cola e na interface cola/pastilha. É importante ressaltar que estas rupturas demonstram processos diferentes, como exemplo: rupturas adesivas (localizadas na interface substrato/chapisco e chapisco/argamassa) possuem maior tendência para manifestações patológicas; rupturas coesivas (no interior do substrato, chapisco ou argamassa) são menos preocupantes (com exceção se os valores de aderência se apresentam muito baixos); enquanto que as demais rupturas são consideradas como falha de colagem e/ou que os valores obtidos no ensaio são inadequados [4].

A extensão de aderência também é um fenômeno que influencia na resistência à tração, sendo este a razão entre a área de contato efetivo e a área total possível de ser conectada, ou seja, é o nível de contato entre a argamassa e a base. Sendo assim, pode-se dizer que a extensão de aderência avalia indiretamente a quantidade de defeitos presentes na região da interface, considerando-se que a falha na aderência ocorre em virtude da falta de contato [5].

Apesar de aceito no meio técnico, o método normalizado na NBR 13528 [3] tem como característica a elevada variabilidade dos resultados. Antunes [6] relata que os mecanismos que controlam a aderência dos revestimentos no estado endurecido não são completamente entendidos, nem existem ensaios adequadamente padronizados para que se possa avaliar a resistência de aderência em razão dos inúmeros fatores constituintes sobre a aderência, dificultando o real comportamento da resistência de aderência dos revestimentos.

Diante do exposto, este estudo se propõe a avaliar a eficiência de um novo método de moldagem de exemplares para ensaios de resistência de aderência em laboratório. O trabalho foi realizado com uma argamassa, cuja quantidade de água foi adequada de forma a resultar em duas consistências (uma recomendada pela norma brasileira e outra um pouco mais plástica), aplicadas sobre blocos cerâmicos chapiscados através de duas metodologias de ensaio (uma realizada de acordo com o estipulado pela NBR 13528 [3] e outra através de uma nova forma de moldagem), nas condições ambientais de laboratório. Para tanto, foram executados 16 conjuntos visando avaliar a resistência de aderência à tração destes aos 28 dias de cura, através da submissão de análise estatística de variância (ANOVA) para verificar a significância do efeito dos fatores de controle sobre as variáveis dependentes, bem como análise dos tipos de ruptura e extensão de aderência.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

2.1.1 Aglomerantes

Os aglomerantes utilizados na pesquisa foram o cimento Portland CP II-F-32 e a cal hidratada CH-I, adquiridos de um único lote.

A partir de ensaios realizados de acordo com as recomendações da NBR NM 23 [7], o cimento apresentou uma massa específica de 2,91 kg/dm³. A Tabela 1 apresenta a caracterização granulométrica dos grãos do CP II-F-32, obtida por granulometria laser.

Tabela 1 – Caracterização dos grãos do CP II-F-32

Grãos passantes (%)	10	50	90
Tamanho máximo (μm)	7,88	22,06	49,10

Para a composição das argamassas optou-se pela cal hidratada CH-I, em função de sua pureza. Esta foi adquirida em sacos de 20 kg, todos do mesmo lote, sendo que a sua caracterização encontra-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Caracterização da cal hidratada CH-I

Característica	Resultado
PF (%)	21,00
RI + SiO_2 (%)	3,20
MgO (%)	30,30
H_2O combinada (%)	17,00
CO_2 (%)	4,00
CO_3 residual (%)	9,09
(CaO + MgO) não hidratada (%)	21,17
CaO disponível (%)	35,80
# 200 (0,075mm) (%)	2,60
Densidade aparente (g/cm³)	0,523

A cal foi utilizada na forma de pasta misturada com água com no mínimo 24 horas de antecedência à sua utilização na produção das argamassas. Esse processo tem como objetivo garantir a adsorção de água pela cal e também que a quantidade de água para a mistura se mantenha a mesma ao longo de todas as produções de pasta. Na sequência, está apresentada a caracterização granulométrica da cal (Tabela 3).

Tabela 3 – Caracterização dos grãos da cal hidratada CH-I

Grãos passantes (%)	10	50	90
Tamanho máximo (μm)	2,87	18,97	50,55

2.1.2 Agregado

O agregado miúdo empregado foi uma areia natural de rio, de origem quarzosa, proveniente do rio Jacuí, na região de Porto Alegre/RS. A caracterização do agregado miúdo natural foi realizada conforme as normas brasileiras: NBR NM 45 [8] (massa unitária), NBR NM 52 [9] (massa específica) e NBR NM 248 [8] (distribuição granulométrica). A massa unitária encontrada foi de 1,56 g/cm³ e a massa específica 2,59 g/cm³. A Tabela 4 apresenta a caracterização granulométrica.

Tabela 4 – Composição granulométrica do agregado miúdo

Peneira (mm)	Retida (%)	Acumulada (%)
4,8	0	0
2,4	8	8
1,2	17	25
0,6	19	44
0,3	33	77
0,15	21	98
< 0,15	2	100
Total	100	-
Dimensão máxima característica		4,8 mm
Módulo de finura		2,53

2.1.3 Água

A água utilizada para a preparação da cal e das argamassas é a fornecida através do Serviço Municipal de Água e Esgotos da cidade de São Leopoldo (SEMAE), localizado no estado do Rio Grande do Sul.

2.1.4 Bloco cerâmico

Os blocos cerâmicos foram adquiridos de uma olaria da região que fornece produtos normatizados para o mercado. Estes possuem dimensões de 140 x 190 x 290 mm e foram submetidos aos ensaios de caracterização de acordo com as normas específicas para componentes cerâmicos, sendo estas: NBR 15270-1, 15270-2 e 15270-3 [11][12][13]. Os resultados encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5 – Caracterização dos blocos cerâmicos

Características Geométricas						Características Físicas		Característica Mecânica
Comprimento (mm)	Largura (mm)	Altura (mm)	Área da face (mm²)	Desvio em relação ao esquadro (mm)	Planeza da face (mm)	Massa seca (g)	Índice de absorção de água ((g/193,55cm²)/min)	Resistência à compressão (MPa)
287	139	191	40109	1,96	2,19	7085,87	11,7	12,9

2.2 Método

2.2.1 Chapisco

Os substratos cerâmicos foram chapiscados em uma única camada de aproximadamente 5 mm, com o traço 1:3. Para a produção do chapisco foi utilizada uma relação a/c = 1,75, determinada por um mestre pedreiro oficial, com o objetivo de garantir a trabalhabilidade da mistura. O mesmo profissional realizou a aplicação do chapisco nos substratos cerâmicos. Os conjuntos (substrato cerâmico + chapisco) permaneceram durante 7 dias em sala climatizada com temperatura de 23± 2ºC e umidade de 65±5% para a cura do chapisco e, após este período, foi realizada a aplicação do revestimento.

2.2.2 Produção das argamassas

Para a produção das argamassas foi utilizado um traço 1:2:9 em massa (cimento, cal e areia), com quantidade de água necessária para se obter as consistências de 240±5 mm e 260±5 mm (esta última recomendada de acordo com a NBR 13276 [14]). A mistura de areia, cal e água, foi realizada de 16 a 24 horas antes de se adicionar o cimento, baseado na NBR 13276 [14]. A preparação da mistura foi realizada numa argamassadeira de eixo vertical, onde a areia foi misturada com a cal e cerca de 70% da água da mistura. Após o intervalo de maturação da pré-mistura, o cimento e a água necessária para o ajuste do índice de consistência foram adicionados e homogeneizados, ainda de acordo com o estipulado pela NBR 13276 [14]. Após a confecção das argamassas foram realizados os ensaios de caracterização no

estado fresco, as moldagens da caracterização no estado endurecido e a aplicação das argamassas nos substratos, e, após 28 dias de cura, foram realizados os ensaios no estado endurecido das argamassas e de resistência de aderência à tração dos 16 conjuntos.

2.2.3 Produção dos sistemas de revestimento

Para a produção dos sistemas de revestimento a serem ensaiados, os blocos cerâmicos foram armazenados em sala climatizada nas condições de laboratório, durante 7 dias, para que estivessem nas mesmas condições de umidade e temperatura para o recebimento do chapisco. Decorrido o período de cura do chapisco, os blocos receberam revestimento com uma espessura fixada em 20±2 mm, sendo realizados em dois processos de execução dos revestimentos: um deles o convecional (aplicação manual por profissional qualificado) e o outro através da metodologia nova (delimitação prévia dos locais de ensaio visando a determinação da resistência de aderência por meio de aneis de PVC com 50 mm de diâmetro interno). Para cada situação foram moldados quatro conjuntos contendo seis corpos de prova cada, conforme demonstra a Tabela 6.

Tabela 6 – Identificação dos conjuntos e composições

Identificação	Composição	Quantidade de conjuntos	Quantidade de ensaios de arrancamento	Total
240mmMR	Argamassa consistência de 240mm x Metodologia Referência	4	6	24
240mmMN	Argamassa consistência de 240mm x Metodologia Nova	4	6	24
260mmMR	Argamassa consistência de 260mm x Metodologia Referência	4	6	24
260mmMN	Argamassa consistência de 260mm x Metodologia Nova	4	6	24

A Figura 1 apresenta detalhe da produção e preparação dos corpos de prova para a execução do ensaio de resistência de aderência à tração, segundo a metodologia nova (à esquerda), substrato chapiscado com os aneis de PVC posicionados; (à direita), o revestimento aplicado e pronto para o ensaio de aderência.



Figura 1: Conjunto realizado com a metodologia nova.

Os conjuntos realizados com a metodologia nova foram moldados com o posicionamento prévio de moldes cilíndricos de PVC untados com cera de abelha sobre a superfície dos blocos cerâmicos. Estes aneis tem a função de minimizar os danos a que o revestimento está sujeito no processo de preparo dos corpos-de-prova por meio de corte com serra-copo, especificado no método descrito na norma brasileira.

Nos exemplares onde foi utilizada a metodologia recomendada pela NBR 13528 [3], logo após a cura dos revestimentos, ao ser realizado o corte do revestimento de argamassa com serra copo diamantada, 3 dos 48 corpos de prova foram danificados e desprezados (segue exemplo na Figura 2). Além da perda destes exemplares, há diversas críticas sobre a possibilidade do processo de corte gerar esforços de cisalhamento que possam diminuir a resistência de aderência potencial do revestimento nos demais pontos de ensaio.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459



Figura 2: Corpo de prova danificado pelo processo de delimitação da área de ensaio, com uso de serra-copo diamantada.

A cura dos revestimentos foi realizada em sala climatizada com temperatura de 23±2ºC e umidade de 65±5%, por 28 dias. Após o período de cura, foram aplicadas pastilhas metálicas de diâmetro de 50 mm com adesivo epóxi sobre as argamassas de revestimento. No total, foram realizados 48 arrancamentos por tipo de metodologia. O ensaio foi baseado na NBR 13528 [3] e realizado com dinamômetro portátil da marca Dinateste.

2.2.4 Ensaios das argamassas no estado fresco

Para a caracterização das argamassas no estado fresco foram realizados ensaios de índice de consistência (ajustando o teor de água para se obter as consistências desejadas), retenção de água, densidade de massa aparente e teor de ar incorporado. Os resultados e normas brasileiras utilizadas encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7 – Caracterização das argamassas no estado fresco

Ensaios de Caracterização Argamassas	Resultados:		Norma Brasileira
Estado Fresco	240 mm	260 mm	utilizada:
Índice de consistência (água necessária (g))	92,5	110,0	13276/2005
Retenção de água (%)	98	98	13277/2005
Densidade de massa aparente - γs (g/cm³)	2,13	2,10	13278/2005
Teor de ar incorporado (%)	1,60	1,15	13278/2005

A trabalhabilidade das argamassas também foi determinada pelo método do *squeeze-flow*, de acordo com as recomendações da NBR 15839 [15], em virtude deste ser capaz de detectar as alterações nas características reológicas das argamassas em estudo. Os resultados do ensaio são demonstrados na Figura 3.

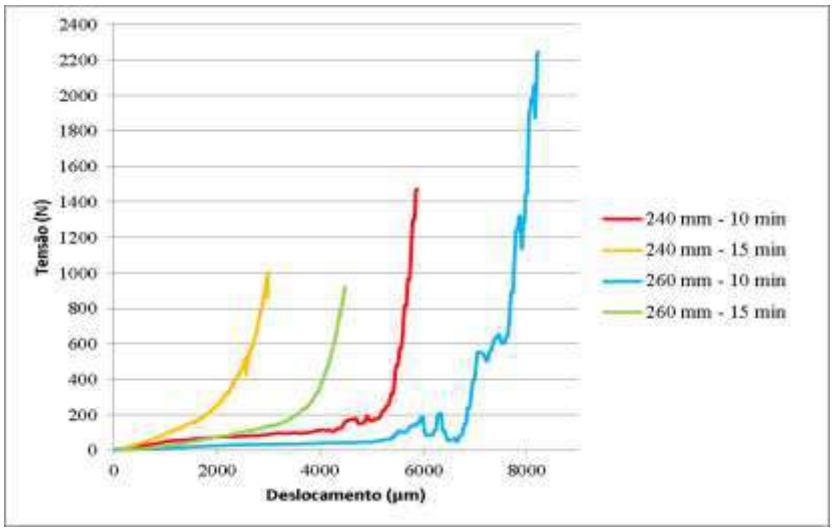


Figura 3: Curva tensão x deslocamento do ensaio de *squeeze-flow*

2.2.5 Ensaios das argamassas no estado endurecido

No estado endurecido foram determinados a absorção de água total, absorção por capilaridade, resistência à tração na flexão, resistência à compressão e densidade de massa. Os resultados e normas brasileiras empregadas encontram-se na Tabela 8.

Tabela 8 – Caracterização das argamassas no estado endurecido

Ensaios de Caracterização Argamassas Estado Endurecido	Resultados: 240 mm	Resultados: 260 mm	Norma Brasileira utilizada:
Absorção de água total (%)	13,20	14,03	9778/2005
Índice de vazios (%)	25,42	26,99	9778/2005
Massa específica real (g/cm³)	2,58	2,64	9778/2005
Coeficiente de capilaridade (g/dm².min½)	7,47	7,23	15259/2005
Resistência à tração na flexão (MPa)	2,2	1,7	13279/2005
Resistência à compressão (MPa)	6,8	5,0	13279/2005
Densidade de massa (g/cm³)	1,86	1,88	-

2.2.6 Ensaio de resistência de aderência à tração dos conjuntos

Os revestimentos ensaiados segundo as especificações da norma brasileira passaram por processo de corte de maneira contínua em um eixo vertical, com a utilização de serra diamantada, de acordo com as recomendações da NBR 13528 [3], com dimensões internas de 50 mm de diâmetro, acoplada em uma furadeira de bancada. Após os cortes, as peças sofreram limpeza com um jato de ar a fim de eliminar qualquer resíduo que dificultasse a aderência da cola na superficie do revestimento. A seguir, as pastilhas metálicas foram coladas com massa plástica e realizados os ensaios de arrancamento. Nos revestimentos em que o ensaio foi executado de acordo com a nova metodologia, as pastilhas foram coladas diretamente sobre o revestimento e estes foram arrancados de dentro dos anéis de PVC de 50 mm, conforme demonstrado na Figura 4.



Figura 4: Ensaio de resistência de aderência realizado com a metodologia nova.

3. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com o intuito de avaliar o comportamento geral das argamassas de revestimento utilizadas nesta pesquisa, a Tabela 9 apresenta a resistência média de aderência à tração e seus coeficientes de variação para as metodologias utilizadas.

Tabela 9 – Resultados das resistências de aderência à tração

Identificação	Resistência de aderência à tração (MPa)	Coeficiente de variação (%)
240mmMR	0,56	36,9
240mmMN	0,63	21,8
260mmMR	0,52	35,0
260mmMN	0,58	26,6

3.1 Influência da metodologia na resistência de aderência à tração

De acordo com os dados apresentados na Tabela 9, pode-se verificar que os conjuntos que seguiram o procedimento proposto pela NBR 13528 [3] apresentaram decréscimo na ordem de 11% na resistência de aderência à tração quando comparados aos conjuntos que utilizaram a nova metodologia, proposta por esta pesquisa, tanto para a argamassa com consistência de 240 mm quanto para de consistência de 260 mm. Também é possível identificar que o coeficiente de variação seguiu um comportamento similar, sendo maiores para os conjuntos que seguiram a metodologia de referência, mostrando assim que a metodologia nova possui uma menor variação nos resultados, além de sofrer menos influência do método na determinação da resistência de aderência potencial do revestimento.

As diferenças de resistência de aderência obtidas a partir dos dois métodos, entretanto, apesar de apresentarem razoável diferença entre seus valores médios, não são significativas sobre o ponto de vista estatístico, como visto a seguir.

A Tabela 10 apresenta os dados obtidos através da análise de variância (ANOVA), considerando o efeito isolado da metodologia empregada nos resultados de resistência de aderência à tração dos conjuntos realizados com argamassa de revestimento de consistência de 240 mm.

Tabela 10 – Análise de variância (ANOVA) da resistência de aderência à tração

Fonte	GDL	SQ	MQ	F	F crítico	Valor de P	Efeito significativo
Metodologia	1	0,082911	0,082911	2,54965	4,072654	0,117816	**NS**
Erro	43	1,448698					

Onde: GDL = grau de liberdade; SQ = soma quadrada; MQ = média quadrada.

O resultado da análise de variância apresentou, para um nível de confiança de 95%, efeito não significativo (valor de ‘p’ superior a 0,05).

A Tabela 11 apresenta a análise de variância (ANOVA) entre o fator metodologia e resistência de aderência à tração nos revestimentos que empregaram a argamassa com consistência de 260 mm. O resultado da análise de variância também apresentou, para um nível de confiança de 95%, efeito não significativo (valor de ‘p’ superior a 0,05), ou seja, a metodologia não influenciou para esta propriedade.

Tabela 11 – Análise de variância (ANOVA) da resistência de aderência à tração

Fonte	GDL	SQ	MQ	F	F crítico	Valor de P	Efeito significativo
Metodologia	1	0,03782	0,03782	1,330727	4,072654	0,255198	**NS**
Erro	43	1,448698					

Onde: GDL = grau de liberdade; SQ = soma quadrada; MQ = média quadrada.

3.2 Influência da consistência da argamassa de revestimento na resistência de aderência à tração

A resistência de aderência à tração (Tabela 9) é influenciada pela consistência das argamassas de revestimento, e apresenta uma diminuição na ordem de 8% na argamassa menos trabalhável. Entretanto, a partir de uma análise estatística, esta diferença não se mostrou significativa.

Para a verificação da significância entre os resultados de resistência aderência à tração dos conjuntos que utilizaram a metodologia de referência descrita na NBR 13528 [3], realizou-se uma análise de variância (ANOVA), considerando o efeito isolado a consistência da argamassa de revestimento empregada na propriedade de aderência. A Tabela 12 apresenta os dados obtidos.

Tabela 12 – Análise de variância (ANOVA) da resistência de aderência à tração

Fonte	GDL	SQ	MQ	F	F crítico	Valor de P	Efeito significativo
Consistência	1	0,045184	0,045184	1,341494	4,072654	0,253315	**NS**
Erro	43	1,459825					

Onde: GDL = grau de liberdade; SQ = soma quadrada; MQ = média quadrada.

O resultado de análise de variância apresentou, para um nível de confiança de 95%, efeito não significativo (valor de ‘p’ superior a 0,05), logo, a consistência não influenciou significativamente os resultados de resistência de aderência.

A Tabela 13 apresenta a análise de variância (ANOVA) entre o fator consistência e resistência de aderência à tração nos conjuntos utilizando a nova metodologia proposta.

Tabela 13 – Análise de variância (ANOVA) da resistência de aderência à tração

Fonte	GDL	SQ	MQ	F	F crítico	Valor de P	Efeito significativo
Consistência	1	0,07122	0,07122	3,065813	4,061706	0,086925	**NS**
Erro	45	1,09335					

Onde: GDL = grau de liberdade; SQ = soma quadrada; MQ = média quadrada.

A análise de variância resultou que para um nível de confiança de 95%, efeito não significativo (valor de ‘p’ superior a 0,05), ou seja, a consistência não influenciou nos resultados de resistência de aderência à tração.

3.3 Influência do tipo de ruptura na resistência de aderência à tração

Os resultados de resistência de aderência também foram analisados em relação ao tipo de ruptura ocorrido durante o ensaio. A NBR 13528 [3] mostra que existem cinco formas de ruptura citadas anteriormente, e, dentre estas, foi possível verificar visualmente apenas a ocorrência de dois tipos de ruptura, sendo elas: ruptura da argamassa de revestimento e ruptura na interface revestimento/chapisco.

É importante frisar que nenhum dos arrancamentos apresentou apenas uma única forma de ruptura. Para verificar a porcentagem de cada tipo de ruptura, recorreu-se a representação gráfica, através do programa computacional AutoCAD. Com o paquímetro, após os arrancamentos, foram realizadas três medidas dos diâmetros dos corpos de prova, a fim de obter a área real destas, permitindo a verificação do percentual de ruptura posteriormente. As imagens de cada local de arrancamento foram inseridas no programa computacional, e então foram realizados traçados, manualmente, para que, ao final, fossem realizadas hachuras e se verificasse a área de cada ruptura e, então obter a respectiva porcentagem, conforme mostram as Figuras 5 e 6.

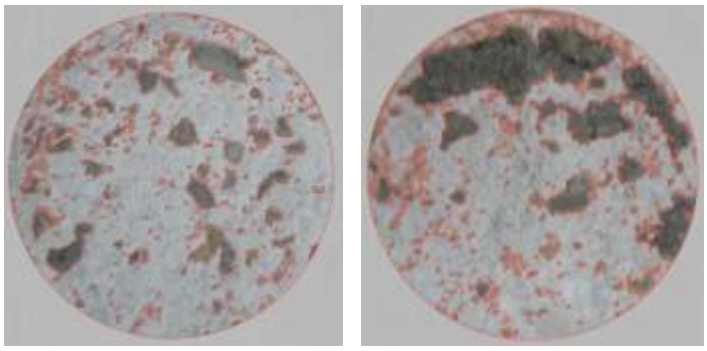


Figura 5: Corpos de prova em análise

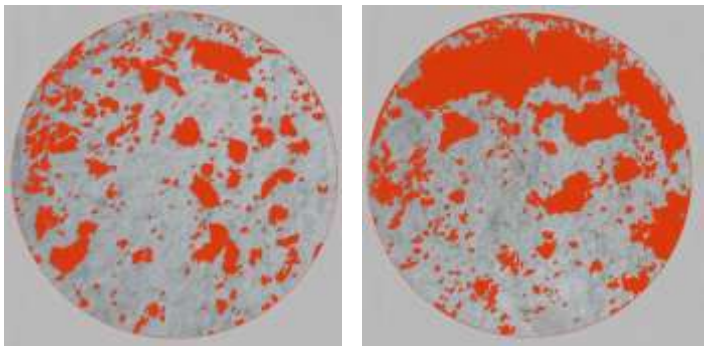


Figura 6: Corpos de prova analisados e hachurados

Na Tabela 14 estão apresentados os percentuais médios dos conjuntos para cada tipo de ruptura.

Tabela 14 – Tipos de ruptura e seus percentuais

Identificação	Tipos de ruptura	
	Revestimento	Revestimento/Chapisco
240mmMR	92,3%	7,7%
240mmMN	84,5%	15,5%
260mmMR	94,6%	5,4%
260mmMN	88,7%	11,3%

Observa-se que para as duas consistências de argamassa de revestimento utilizadas, a ruptura na interface chapisco/revestimento aumenta, o que indica menor ruptura coesiva, ou seja, uma diminuição nos danos na argamassa de revestimento causados pela metodologia de ensaio utilizada.

4. CONCLUSÕES

As resistências de aderência à tração obtidas pelos dois métodos de ensaio utilizados apresentaram diferenças entre seus valores médios na ordem de 10%. O novo método apresentou maiores resultados de resistência de aderência à tração, e também uma menor variação nos resultados. Entretanto, apesar das diferenças entre as médias serem expressivas, elas não podem ser consideradas significativas sob o ponto de vista estatístico, uma vez que os coeficientes de variação do ensaio são elevados.

Acredita-se que o melhor desempenho do novo método de ensaio, que apresenta um valor médio de resistência mais elevado e menor variação entre os resultados de arrancamento seja decorrente do método submeter o revestimento a uma menor quantidade de danos durante o preparo das amostras para ensaio, pela exclusão da etapa de corte do revestimento com serra-copo.

Observa-se também que o aumento da consistência da argamassa de revestimento resulta em queda na resistência de aderência, mas não altera as conclusões sobre a diferença de desempenho entre os dois métodos de ensaio.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão de bolsas e pelo financiamento da pesquisa.

6. REFERÊNCIAS

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 15575-1:* "Edificações habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos Gerais". Rio de Janeiro, 2013.
[2] CARASEK, H. "Argamassas". In: Isaia, G. C. *Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais*. 1ª ed. v.2. cap. 26. São Paulo: Ibracon, 2007, pp. 863-903.
[3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 13528:* "Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração". Rio de Janeiro, 2010.
[4] CARASEK, H. "Argamassas". In: Isaia, G. C. *Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. 2ª* ed. v.2. São Paulo: Ibracon, 2010, pp. 885-936.
[5] ANTUNES *et. al.* "Análise da Influência do Equipamento Utilizado no Ensaio de Resistência de Aderência à Tração". 4º Congresso Português de Argamassas e ETICS. 2012, 10p.
[6] ANTUNES, R. "Influência da reologia e da energia de impacto na resistência de aderência de revestimentos de argamassa". Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Escola Politécnica. São Paulo, 2005, 162p.
[7] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR NM 23:* "Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da massa específica". Rio de Janeiro, 2000.
[8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR NM 45*: "Agregados – Determinação da densidade de massa e do volume de vazios". Rio de Janeiro, 2006.
[9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR NM 52:* "Agregado miúdo – Determinação da massa específica e massa específica aparente". Rio de Janeiro, 2003.
[10] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR NM 248*: "Agregados – Determinação da composição granulométrica". Rio de Janeiro, 2003.
[11] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 15270-1:* "Componentes cerâmicos. Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos". Rio de Janeiro, 2005.
[12] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 15270-2:* "Componentes cerâmicos. Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – Terminologia e requisitos". Rio de Janeiro, 2005.
[13] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 15270-3:* "Componentes cerâmicos. Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de ensaio". Rio de Janeiro, 2005.
[14] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 13276:* "Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura e determinação do índice de consistência". Rio de Janeiro, 2005.
[15] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 15839*: "Argamassa de assentamento e revestimento de paredes e tetos – Caracterização reológica pelo método squeeze-flow". Rio de Janeiro, 2010.