

## AVALIAÇÃO DA ADERÊNCIA SUPERFICIAL DE PLACAS CERÂMICAS EM SISTEMAS DE REVESTIMENTO EXTERNO

LONGHI, Márlon Augusto<sup>1</sup>, MENNA BARRETO, Maria Fernanda Fávero<sup>2</sup>, MARAN, Ana Paula<sup>3</sup>, MASUERO, Angela Borges<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, mestrando do Núcleo Orientado para Inovação da Edificação, Engenheiro Civil, e-mail: [marlonlonghi@yahoo.com.br](mailto:marlonlonghi@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, mestranda do Núcleo Orientado para Inovação da Edificação, Engenheira Civil, e-mail: [mfmennabarreto@gmail.com](mailto:mfmennabarreto@gmail.com)

<sup>3</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, mestranda do Núcleo Orientado para Inovação da Edificação, Engenheira Civil, e-mail: [ana\\_maran@hotmail.com](mailto:ana_maran@hotmail.com)

<sup>4</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, professora doutora do Núcleo Orientado para Inovação da Edificação, Engenheira Civil, e-mail: [angela.masuero@ufrgs.br](mailto:angela.masuero@ufrgs.br)

### RESUMO

Entre as manifestações patológicas de maior incidência em fachadas revestidas com material cerâmico, a de maior preocupação quanto à segurança dos usuários é o deslocamento de peças cerâmicas devido à falta de aderência entre o revestimento e o substrato. A norma brasileira que trata desse tipo de sistema é a ABNT NBR 13755, que descreve a metodologia de ensaio e limita o valor mínimo de resistência de aderência à tração do sistema. No entanto, para resistência de aderência superficial, não há ainda nenhuma normalização aplicável. Este trabalho objetiva analisar a resistência superficial do sistema de revestimento cerâmico assentados com diferentes tipos de argamassa colante, bem como sua relação com distintos substratos industrializados, tentando buscar um referencial do comportamento em uso dos diversos produtos disponíveis no mercado. Para isto, foram compostos sistemas de revestimento com placas cerâmicas, assentadas em substratos de argamassa industrializada, com argamassa colante tipo ACII e ACIII das mesmas marcas que as de revestimento. Notou-se desempenho superior da ACIII em relação à ACII, e ao mesmo tempo, obteve-se uma base de dados de aderência para avaliação da qualidade dos diferentes materiais disponíveis em mercado.

**Palavras chave:** Aderência; revestimento cerâmico; argamassa colante.

### ABSTRACT

Among the increased incidence of pathological manifestations in facades coated with ceramic material, the most concern with users safety is detachment of ceramic's parts due to lack of adhesion between the coating and substrate. The Brazilian's code that deals with this type of system is the NBR 13755, which describes the methodology test and limits the minimum value of tensile bond strength of the system. However, to surface adhesion resistance, but don't have any standard applicable. This paper aims to analyze the surface resistance of the ceramic coating system bonded with different parts of adhesive mortar, as well as their relation to different substrates industrialized, trying to get a referential of behavior in use of the products available in the market. For this, systems with ceramic plates were composed, settled on substrates with adhesive mortar type ACII and ACIII of the same brands. It was observed superior performance of ACIII compared to ACII, while that, it was obtained a database adhesion to different materials available on the market.

**Keywords:** Adherence; ceramic coating; adhesive mortar.

## 1. INTRODUÇÃO

Os revestimentos cerâmicos são amplamente utilizados para a proteção das edificações por apresentarem maiores vantagens em relação aos demais revestimentos tradicionais. Medeiros e Sabbatini (1999) apontam: maior durabilidade, facilidade de limpeza, melhor estanqueidade, conforto termoacústico, valorização estética e econômica do empreendimento, entre outros. Além desses benefícios, segundo a ABNT NBR 15.575 (2013), a vida útil de projeto mínima de um revestimento de fachada aderido é de 20 anos, uma das maiores comparadas a outros tipos de revestimento como pintura.

Entretanto, a aderência destes sistemas vem sendo questionada pelas graves manifestações patológicas associadas à falta deste requisito. O descolamento seguido de deslocamento das peças cerâmicas, devido à probabilidade de acidentes envolvendo os usuários e os custos para seu reparo, é considerado a manifestação patológica mais séria e de maior incidência (BAUER e CASTRO, 2010). Sua recuperação, segundo a Comunidade da Construção (2004), é extremamente trabalhosa e, na maior parte das vezes, dispendiosa, pois implica na necessidade de demolir parcialmente ou totalmente a cerâmica, verificar a consistência do reboco e regularizar a sua superfície, antes de aplicar o novo revestimento.

De acordo com Wetzel, Zurbriggen e Herwegh (2010), tem-se aumentado a quantidade de manifestações patológicas desta natureza, podendo esse aumento ser consequência dos diferentes materiais e técnicas empregados recentemente. No intuito de prevenir estas e outras manifestações patológicas e garantir a vida útil de projeto, a ABNT NBR 15.575 (2013) exige a comprovação do desempenho, ou seja, verificação do comportamento em uso, dos sistemas que fazem parte da edificação, incluindo os revestimentos cerâmicos.

A norma brasileira que trata desse tipo de sistema é ABNT NBR 13.755 – Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com a utilização de argamassa colante. Esta aborda os procedimentos, bem como estabelece requisitos para execução, fiscalização e recebimento de paredes externas com placas cerâmicas assentadas com argamassa colante, e também descreve a metodologia de ensaio de aderência à tração, limitando o valor mínimo do sistema em 0,3 MPa. Contudo, para resistência de aderência superficial (análise da aderência nas interfaces placa cerâmica/argamassa colante/substrato), a norma existente é aplicável apenas para ensaios laboratoriais de caracterização das argamassas colantes e consiste na ABNT NBR 14.081 - Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas. Esta norma define, sob diferentes condições de cura, da argamassa colante industrializada valores de aderência de 0,5 MPa para argamassa colante ACII e 1 MPa para ACIII.

As manifestações patológicas observadas no acabamento de revestimento cerâmico podem ser, na verdade, efeitos de causas presentes no revestimento de argamassa. Portanto, é

importante garantir a correta execução deste, conforme ABNT NBR 13749 - Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas, garantindo assim o bom desempenho do sistema.

Diante do exposto, este trabalho objetiva analisar a resistência superficial do sistema de revestimento cerâmico assentados com argamassa colante tipo ACII e ACIII de três marcas distintas utilizadas na cidade de Porto Alegre-RS, bem como sua relação com diferentes tipos de argamassas do substrato, entre elas três argamassas industrializadas para revestimento das mesmas marcas utilizadas como colantes. Desta forma, busca-se um referencial do comportamento em uso do sistema de modo a verificar se os produtos fornecidos no mercado possuem um desempenho satisfatório e se os mesmos encontram-se de acordo com as Normas Brasileiras.

## 2. PROGRAMA EXPERIMENTAL

Ao longo do experimento, a argamassa industrializada de revestimento, utilizada como base do sistema, e a argamassa colante industrializada, usada para a fixação das peças cerâmicas, formaram sistemas compostos por três diferentes fabricantes, obtendo-se, no total, 18 combinações distintas de sistemas testados, conforme Figura 1.

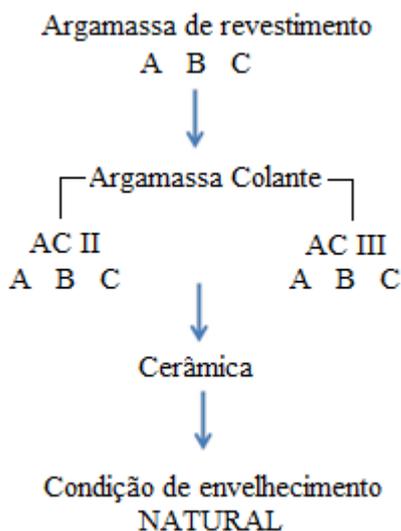


Figura 1– Planejamento experimental da pesquisa.

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi realizada uma adaptação dos diversos ensaios normatizados de aderência, com o intuito de que os corpos de prova empregados nesta metodologia possam ser utilizados em câmara de envelhecimento, em pesquisas futuras.

## 2.1 Materiais

### 2.1.1 Fôrmas

Para a execução do ensaio foram, inicialmente, confeccionadas formas de madeira compensada nas dimensões 90 cm x 10 cm com altura interna de 3 cm para preparo dos corpos de prova para os ensaios, conforme Figura 2. Foram executadas, ao todo, 18 fôrmas relacionadas a cada combinação.



Figura 2– Fôrmas empregadas para preparo dos corpos de prova.

### 2.1.2 Substrato

O substrato utilizado como base do revestimento cerâmico foi composto de chapisco e argamassa de revestimento industrializada, conforme especificações na Tabela 1 e Tabela 2 respectivamente.

Tabela 1- Especificações do chapisco segundo o fabricante.

Aplicação	Rolo
Densidade	1,5 - 1,8 g/cm <sup>3</sup>
pH	Não disponível
Mistura	Mecânica
Quantidade de água	4,8 l ± 5% para cada saco de 20 kg
Composição	Cimento, polímeros, agregados e aditivos especiais

O chapisco foi aplicado sobre a fôrma de madeira para melhorar a aderência com a argamassa de revestimento de três diferentes marcas, amplamente utilizadas no mercado nacional.

Tabela 2 – Especificações das argamassas de revestimento industrializadas segundo fabricantes.

Informações	Argamassa de revestimento industrializada		
	A	B	C
Composição	Cal, cimento, agregados e aditivos especiais		
Densidade aparente	Não informa	1,5 g/cm <sup>3</sup>	1,38 a 1,42 ton/m <sup>3</sup>
Densidade fresca	Não informa	1,8 g/cm <sup>3</sup>	1,98 a 2,02 ton/m <sup>3</sup>
Classificação NBR 13281:2005	P4, M4, R3, C4, D4, U2, A3	P5, M4, R5, D4, U4, A3	P3, M5, R2, C1, D4, U4, A2
Tempo de utilização após mistura	2 horas	3 horas	2,5 horas
Quantidade de água	2,9 a 3,1 litros por saco (20 kg)	2,6 a 3,2 litros por saco (20kg)	4,9 a 5,1 litros por saco (25kg)

### 2.1.3 Argamassa de assentamento

Para o assentamento das placas cerâmicas foram utilizadas argamassas colantes industrializadas do tipo II e do tipo III de três diferentes fabricantes nacionais encontrados no mercado, conforme especificações na Tabela 3.

Tabela 3 -Especificações das argamassas de assentamento industrializadas segundo fabricantes.

Informações	Argamassa de assentamento industrializada					
	Tipo ACII			Tipo ACIII		
	A	B	C	A	B	C
Composição	Cimento, areia e aditivos					
Densidade aparente seca	1,3 a 1,5 ton/m <sup>3</sup>	1,5 g/cm <sup>3</sup>	1,62 a 1,7 ton/m <sup>3</sup>	1,65ton/m <sup>3</sup>	1,4 g/cm <sup>3</sup>	1,62 a 1,7 ton/m <sup>3</sup>
Tempo em aberto	≥ 20 min	≥ 20 min.	-	≥ 20 min.	≥ 20 min.	-
Quantidade de água	4,5 l por saco (20 kg)	4,8 l por saco (20 kg)	4,6 l por saco (20kg)	4,8 l por saco (20 kg)	5,8 l por saco (20kg)	5 l por saco (20kg)
Deslizamento	≤ 0,6 mm	≤ 0,7 mm	-	≤ 0,6 mm	≤ 0,5 mm	-
Aderência	-	≥ 0,5 Mpa	-	≥ 0,7 Mpa	≥ 1 Mpa	-

### 2.1.4 Placa cerâmica

Na Tabela 4, seguem os dados técnicos fornecidos pelo fabricante da cerâmica aplicada como revestimento final.

Tabela 4 –Especificações da cerâmica segundo fabricante.

Propriedade	Valor	Observação
Tamanho	98,3x98,3 mm	-
Espessura	6 mm	-
Coef. de atrito	PEI -	-
Grupo de absorção	BIIa	-
Uso	Piscina	-
Cor	Azul oceano	-
Superfície	Brilhante	
Qualidade	A	NBR 13818
Coef. atrito dinâmico	< 0,4	(áreas internas)

## 2.2 Metodologia

### 2.2.1 Produção dos corpos de prova

Os corpos de prova são conjuntos compostos de substrato (chapisco e argamassa de revestimento), seguida de argamassa colante e placa cerâmica, conforme Figura 3.

Após 28 dias de cura ambiente do substrato, sem a presença de intempéries naturais, as placas cerâmicas foram assentadas com argamassa colante conforme ABNT NBR 14081-1 (ABNT, 2012).



a)



b)



c)



d)

Figura 3 - Produção dos corpos de prova. a) Aplicação de chapisco rolado. b) Aplicação da argamassa industrializada. c) Aplicação da argamassa colante. d) Aplicação da placa cerâmica.

Antes do assentamento, as placas cerâmicas passaram por leve escovação na face posterior para retirada do engobe<sup>1</sup>, a fim de evitar que a aderência ficasse prejudicada. A seguir, a argamassa de assentamento foi aplicada sobre a base, conforme a ABNT NBR 14081-2. O assentamento da placa cerâmica foi realizado dentro do tempo em aberto<sup>2</sup>, de forma desencontrada ao local final do assentamento, com movimentos de vai e vem, que proporcionam o desmanche dos cordões de argamassa, auxiliado por um martelo de borracha.

Os corpos de prova permaneceram em cura ambiente por 28 dias.

### 2.2.2 Ensaios de caracterização da argamassa

A fim de caracterizar as argamassas no estado fresco, foram realizados os ensaios de densidade de massa conforme a ABNT NBR 13278 e índice de consistência de acordo com a ABNT NBR 13276.

Para caracterização das mesmas no estado endurecido, após período adequado de cura, foram realizados ensaios de:

- absorção de água por capilaridade, conforme a ABNT NBR 15259;
- módulo dinâmico de elasticidade, de acordo com a ABNT NBR 15630;
- resistência à flexão e à compressão, seguindo instruções da ABNT NBR 13279;

Estas informações podem ser conferidas na Tabela 5 e Tabela 6.

Sobre a caracterização da argamassa de revestimento, observa-se a variação de comportamento dos diferentes materiais. Nota-se que, a argamassa B apresenta uma menor

<sup>1</sup>Material branco e opaco utilizado na fabricação da peça cerâmica durante o processo de queima.

<sup>2</sup>Intervalo de tempo em que as placas podem ser assentadas sem que a aderência seja prejudicada.

trabalhabilidade e absorção de água por capilaridade, enquanto que a argamassa C apresentou valores elevados em relação às demais, o que indica uma matriz mais porosa e menos densa, observado também nos ensaios mecânicos.

Analisando as características apresentadas pelos fabricantes e as obtidas nos ensaios de caracterização, observa-se uma pequena diferença, sendo o resultado dos ensaios realizados inferiores ao esperado, principalmente mediante ensaios mecânicos. Apesar da diferença, os valores apresentaram-se próximos ao especificado em sua maioria, no caso da absorção para a argamassa C, pode ter ocorrido alguma falha no ensaio, produção ou até mesmo no lote desse material, ou pelo elevado teor de água indicado para a mistura.

Tabela 5 - Ensaios de caracterização da argamassa de revestimento

Argamassa de revestimento							
Ensaio	NBR	A	Classe	B	Classe	C	Classe
Índice de consistência (mm)	13276 (ABNT, 2004)	Média	252		197	261	
		Desvio Padrão	2,6		2,3	11,0	
		CV (%)	1,05%		1,17%	4,21%	
Densidade de massa (Kg/m³)	13278 (ABNT, 2005)	Média	1609,86		1652,28	1748,59	
		Desvio Padrão	3,86	D4	9,41	3,67	D4
		CV (%)	0,24%		0,57%	0,21%	
Absorção de água por capilaridade (g/cm²)	15259 (ABNT, 2005)	Média	0,235		0,150	0,798	
		Desvio Padrão	0,026	C2	0,003	0,068	C5
		CV (%)	11,04%		2,10%	8,58%	
Resistência à tração na flexão (MPa)	13279 (ABNT, 2005)	Média	1,563		1,484	0,820	
		Desvio Padrão	0,358	R2	0,295	0,117	R1
		CV (%)	22,91%		19,87%	14,29%	
Resistência à compressão (MPa)	13279 (ABNT, 2005)	Média	4,354		5,000	2,833	
		Desvio Padrão	1,405	P4	0,758	0,485	P3
		CV (%)	32,27%		15,16%	17,13%	
Módulo de deformação dinâmico (Gpa)	15630 (ABNT, 2008)	Média	8,91		9,01	6,73	
		Desvio Padrão	0,38		0,19	0,05	
		CV (%)	4,26%		2,08%	0,74%	

Tabela 6 - Ensaios de caracterização da argamassa de assentamento.

Ensaio	NBR	Argamassa colante ACII			Argamassa colante ACII			
		A	B	C	A	B	C	
Índice de consistência (mm)	13276 (ABNT, 2004)	Média	235,33	205,00	195,67	239,67	189,33	221,33
		Desvio Padrão	6,66	3,61	1,53	3,79	3,06	2,52
		CV (%)	2,83%	1,76%	0,78%	1,58%	1,61%	1,14%
Densidade de massa (Kg/m³)	13278 (ABNT, 2005)	Média	1799,65	1700,43	1667,25	1815,54	1828,76	1778,28
		Desvio Padrão	5,25	2,90	4,74	5,71	5,20	0,98
		CV (%)	0,29%	0,17%	0,28%	0,31%	0,28%	0,06%
Absorção de água por capilaridade (g/cm²)	15259 (ABNT, 2005)	Média	0,26	0,34	0,23	0,16	0,22	0,46
		Desvio Padrão	0,02	0,04	0,03	0,02	0,03	0,03
		CV (%)	6,45%	11,35%	11,15%	14,94%	11,44%	6,76%
Resistência à tração na flexão (MPa)	13279 (ABNT, 2005)	Média	4,53	2,19	3,28	4,30	4,92	3,05
		Desvio Padrão	0,27	0,59	1,07	0,14	0,23	0,62
		CV (%)	5,97%	26,96%	32,73%	3,15%	4,76%	20,35%
Resistência à compressão (MPa)	13279 (ABNT, 2005)	Média	9,77	8,24	8,74	8,89	11,69	8,65
		Desvio Padrão	1,58	0,36	0,46	0,96	1,06	0,51
		CV (%)	16,15%	4,36%	5,27%	10,76%	9,08%	5,84%
Módulo de deformação dinâmico (Gpa)	15630 (ABNT, 2008)	Média	14,46	11,79	12,98	18,35	15,48	10,30
		Desvio Padrão	0,24	0,69	0,19	1,44	0,20	0,46
		CV (%)	1,64%	5,84%	1,49%	7,84%	1,27%	4,43%

Para a argamassa colante, observou-se uma proximidade entre os valores do tipo ACII e ACIII, com uma pequena superioridade da ACIII perante resistência mecânica, o que é justificável pela maior quantidade de aglomerante presente na mistura. Comparativamente às argamassas colantes, as argamassas de revestimento apresentam uma resistência mecânica inferior, assim como módulo dinâmico, o que indica um material menos denso e mais deformável. O conhecimento dessas propriedades é fundamental para a posterior compreensão dos resultados.

### **2.2.3 Resistência de aderência à tração**

Como ensaio de mensuração de desempenho, foram utilizados alguns critérios do ensaio de resistência de aderência à tração, conforme a ABNT NBR 13528 (2010). O ensaio basicamente consiste em fazer um teste de carga em uma determinada área do revestimento.

Na ABNT NBR 14081 (2012), a cerâmica é aplicada já na dimensão exata para o ensaio de arrancamento, sem precisar cortar o revestimento. Adaptando o ensaio para essas duas normas, a cerâmica foi aplicada sobre a argamassa de base, após isso, com auxílio de furadeira com serra copo o revestimento foi cortado até atingir a argamassa colante.

## **3. ANÁLISE DE RESULTADOS**

Os resultados do ensaio principal, resistência de aderência à tração, encontram-se na Tabela 7, representados pelos valores médios obtidos nos ensaios para todas as combinações possíveis.

As diferenças demonstradas foram analisadas com uma análise de variância (ANOVA), para poder estimar matematicamente se há uma diferença significativa entre as combinações testadas. A Tabela 8 apresenta a tabela ANOVA para os resultados obtidos em um nível de significância de 5%.

A significância de uma análise entre grupos ou entre resultados da mesma variável é obtida com uma distribuição de probabilidade. Valores de probabilidade inferiores a 5% indicam significância, valores superiores podem ser considerados acasos numéricos, nesse caso, o tipo de argamassa colante que apresentou 5,2% de probabilidade será analisado como significativo por estar muito próximo do limite de decisão.

Tabela 7 - Valores médios da resistência de aderência à tração do revestimento cerâmico.

Arg base	Arg colante	ACII			ACIII		
		A	B	C	A	B	C
A	Média (MPa)	0,896	0,739	1,021	0,954	0,958	0,708
	Desvio padrão	0,203	0,064	0,315	0,178	0,137	0,142
	CV (%)	22,70%	8,70%	30,80%	18,70%	14,30%	20,00%
B	Média (MPa)	0,918	0,67	1,057	1,179	0,935	0,913
	Desvio padrão	0,112	0,114	0,289	0,153	0,217	0,158
	CV (%)	12,20%	17,10%	27,30%	13,00%	23,20%	17,30%
C	Média (MPa)	0,98	0,894	1,15	0,946	1,194	1,063
	Desvio padrão	0,052	0,159	0,168	0,15	0,189	0,114
	CV (%)	5,30%	17,80%	14,60%	15,80%	15,80%	10,80%

Tabela 8 - Valores médios da resistência de aderência à tração do revestimento cerâmico.

Fonte	SQ	GDL	MQ	Teste F	Prob	SIG
Fabricante da argamassa de revestimento (A)	1,62	2	0,81	5,23	0,6%	S
Tipo de argamassa colante (B)	0,59	1	0,59	3,84	5,2%	S
Fabricante da argamassa colante (C)	0,01	2	0,00	0,02	97,6%	NS
AB	0,25	2	0,13	0,82	44,4%	NS
AC	1,51	4	0,38	2,43	5,0%	S
BC	2,26	2	1,13	7,32	0,1%	S
ABC	0,89	4	0,22	1,44	22,3%	NS
Ruído	20,88	135	0,15			

SQ= Soma quadrática GDL= Graus de liberdade MQ= Média quadrática SIG= Significância

Pela Tabela 8, nota-se que o fabricante da argamassa de revestimento e o tipo de argamassa colante apresentam diferenças significativas, da mesma forma que a interação entre fabricante da argamassa de revestimento e fabricante da argamassa colante, bem como a interação do tipo de argamassa colante e seu fabricante. Diante disto, a comparação de médias deve ser feita para cada interação possível entre as variáveis significativas. As Figuras 4 e 5 mostram a análise relacionada aos diferentes fabricantes das argamassas de revestimento, sendo que argamassa de revestimento A e argamassa colante A são do mesmo fabricante, o mesmo ocorre com os respectivos.

Na Figura 4 pode-se observar que os resultados de resistência superficial das placas cerâmicas aplicadas sobre o substrato (revestimento) C apresentou maiores médias. Como a interação entre fabricante da argamassa de revestimento e fabricante da argamassa colante é significativa torna-se necessário analisar de forma mais detalhada cada combinação, o que pode ser visualizado na Figura 5. Observa-se que as argamassas colantes do fabricante A e C

apresentaram igual comportamento, ou seja, o substrato não influenciou significativamente nos resultados de resistência superficial. Porém, para o fabricante da argamassa colante B, há influência do tipo de substrato.

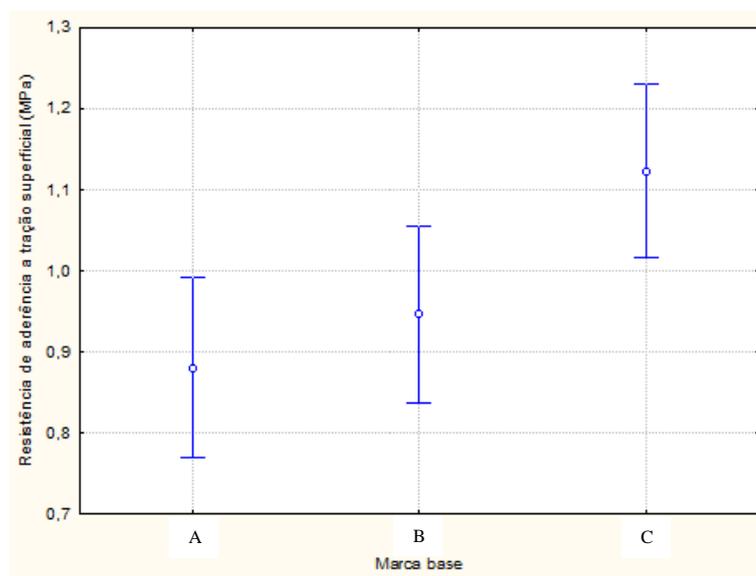


Figura 4—Influência do fabricante da argamassa de revestimento de substrato na resistência de aderência à tração superficial aos 28 dias do revestimento cerâmico.

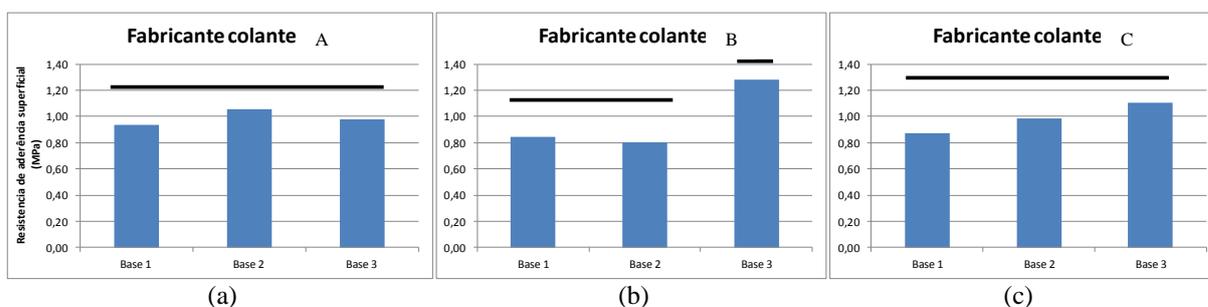


Figura 5 – Análise de diferença de médias: influência do fabricante da argamassa de revestimento na resistência de aderência à tração superficial aos 28 dias para os diferentes fabricantes de argamassa colantes. (a) fabricante da argamassa colante A; (b) fabricante da argamassa colante B; (c) fabricante da argamassa colante C.

Observa-se também que o tipo de argamassa colante apresenta diferença significativa, assim como sua interação com seu fabricante. As Figuras 6 e 7 mostram a análise relacionada ao tipo de argamassa colante.

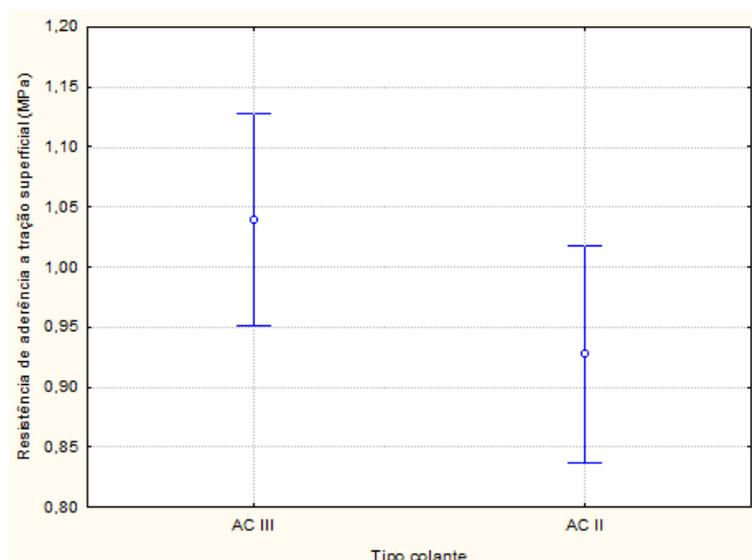


Figura 6 – Influência do tipo de argamassa colante na resistência de aderência à tração superficial aos 28 dias do revestimento cerâmico.

Na Figura 6 é visível a diferença entre as médias do tipo de argamassa colante. Este comportamento era esperado, uma vez que a especificação da argamassa colante ACIII apresenta um valor de resistência à tração mínimo superior ao da ACII, conforme ABNT NBR14081-2 (2012). Uma vez que a interação entre o tipo da argamassa colante e seu fabricante foi significativa, faz-se uma análise mais detalhada, a qual pode ser vista na Figura 7, onde se verifica que a diferença significativa é válida somente para a interação com argamassa colante da marca B.

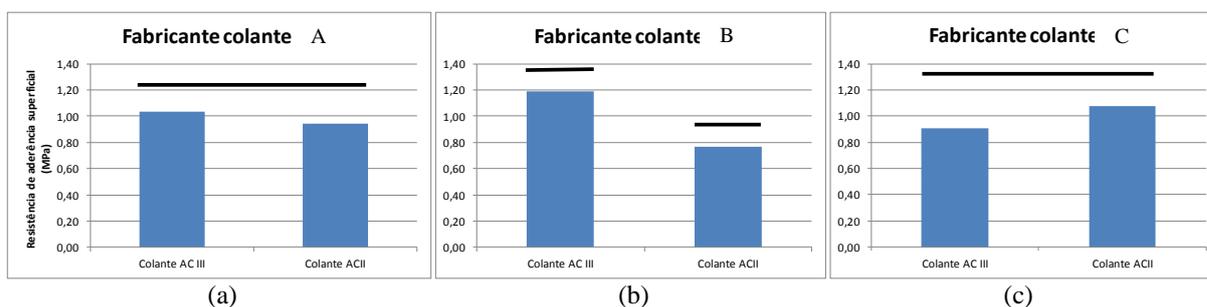


Figura 7 – Análise de diferença de médias: influência do tipo de argamassa colante na resistência de aderência à tração superficial aos 28 dias para os diferentes fabricantes de argamassas colantes. (a) fabricante da argamassa colante A; (b) fabricante da argamassa colante B; (c) fabricante da argamassa colante C.

O fator fabricante de argamassa colante não apresentou diferença significativa, ou seja, o comportamento observado foi similar, independentemente do fabricante.

Para complementar a análise, foi realizado um estudo das formas de ruptura do sistema de revestimento, identificando em qual material ou interface a ruptura ocorre. A Tabela 9 apresenta esses valores em percentual.

Tabela 9 - Valores em percentual das formas de ruptura do revestimento cerâmico

		Formas de ruptura (%)					
Argamassa Base	Argamassa colante	Base	Base/AC	AC	AC/Cerâmica	Falha	
A	A	78,8%	0,0%	19,4%	0,0%	0,6%	
	B	97,8%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	
	C	43,1%	15,0%	26,9%	14,4%	0,6%	
ACII	B	A	88,1%	0,0%	10,6%	0,0%	1,3%
	B	B	45,6%	51,7%	2,8%	0,0%	0,0%
	B	C	70,0%	16,3%	13,8%	0,0%	0,0%
C	C	A	63,5%	0,0%	34,1%	0,0%	2,4%
	C	B	69,4%	3,9%	14,4%	8,9%	2,2%
	C	C	90,6%	0,0%	21,9%	0,0%	0,0%
A	A	A	90,8%	3,6%	5,7%	0,0%	0,0%
	A	B	86,1%	2,8%	11,1%	0,0%	0,0%
	A	C	82,9%	1,4%	14,3%	1,4%	0,0%
ACIII	B	A	57,2%	8,4%	33,4%	0,0%	0,9%
	B	B	83,9%	4,4%	11,7%	0,0%	0,0%
	B	C	77,5%	6,3%	10,0%	5,0%	1,3%
C	C	A	84,4%	1,7%	12,9%	0,0%	1,0%
	C	B	76,7%	1,1%	22,2%	0,0%	0,0%
	C	C	84,4%	5,0%	10,0%	0,0%	0,6%

AC= Argamassa colante

Pelos resultados obtidos, é possível observar que certas combinações possuem um local de ruptura específico, mas a grande maioria apresenta a maior fração na argamassa de revestimento, o que não era esperado, uma vez que o ensaio era de aderência superficial, logo esperava-se a ruptura na argamassa colante. Entretanto, para a metodologia adotada, o maior ponto de fragilidade do sistema foi o revestimento e não o assentamento da cerâmica.

A ABNT NBR 13749 (2013) prescreve que a resistência de aderência à tração da argamassa de revestimento para posterior recebimento de cerâmica deve ser superior a 0,3 MPa. Portanto, conforme a metodologia adotada, verifica-se que os valores de aderência superficial das argamassas são superiores ao valor normatizado na referida norma.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos e as análises realizadas neste trabalho dizem respeito única e exclusivamente à amostra em questão, portanto, não devem ser tomadas como representativas de todas as argamassas disponíveis no mercado.

Inicialmente, esperava-se que os materiais das mesmas marcas (argamassa de revestimento e argamassa colante) apresentassem um melhor desempenho, uma vez que se supõe que há compatibilidade entre os materiais de mesmo fabricante, porém não se observou este comportamento na maioria das combinações.

Sobre a argamassa de revestimento, observou-se que a marca C apresenta os maiores valores, porém só apresenta diferença significativa quando utilizada com a argamassa colante marca B.

Quanto ao tipo de argamassa colante, observou-se maiores valores para a ACIII o que já era esperado, porém a diferença só é significativa para o fabricante da argamassa colante da marca B.

Observou-se que, em todas as combinações testadas onde utiliza-se argamassa ACII, os valores obtidos foram superiores ao especificado por norma para esta argamassa. Logo, pode-se afirmar que a ACII atinge facilmente o valor normatizado de 0,5 Mpa.

Porém a ACIII atinge o valor normatizado, de 1 Mpa, em apenas algumas combinações, no entanto, os demais valores não são muito inferiores ao estabelecido e devido o rompimento ocorrer no revestimento antes de atingir o valor normatizado, não se pode afirmar que as argamassas colantes tipo III testadas possuem um desempenho insatisfatório.

Outro fator importante está relacionado à forma de ruptura, onde na maioria das combinações ocorreu na argamassa de revestimento, por isso, deve-se ter um cuidado adicional com as características da argamassa de substrato, de modo que não se torne o ponto de fragilidade do revestimento ou que não atinja valores mínimos exigidos, como ocorreu nas ACIII.

## 5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13276**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. **NBR 13278**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. **NBR 13279**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. **NBR 13528:** Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. Rio de Janeiro, 2010.

\_\_\_\_\_. **NBR 13749:** Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – especificação. Rio de Janeiro, 2013.

\_\_\_\_\_. **NBR 14081-1:** Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas, Parte 1 – Requisitos.

\_\_\_\_\_. **NBR 14081-2:** Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas, Parte 2 – Execução do substrato-padrão e aplicação da argamassa para ensaios.

\_\_\_\_\_. **NBR 15259:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade. Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575-1:** Edificações Habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

\_\_\_\_\_. **NBR 15630:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação do módulo de elasticidade dinâmico através da propagação de onda ultrassônica. Rio de Janeiro, 2009.

\_\_\_\_\_. **NBR 13755:** Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com a utilização de argamassa colante – Procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

BAUER, E.; CASTRO, E. K. Patologias Mais Correntes nas Fachadas de Edifícios em Brasília. In: CONGRESSO PORTUGUÊS DE ARGAMASSAS DE CONSTRUÇÃO, 3., Lisboa, 2010. **Anais...** Lisboa, 2010.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Revestimento cerâmico de fachadas** - Estudo das causas das patologias. Fortaleza, 2004.

MEDEIROS, J. S.; SABBATINI, F. H. **Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios:** 1999. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

WETZEL, A.; ZURBRIGGEN, R.; HERWEGH, M. Spatially Resolved Evolution of Adhesion Properties of Large Porcelain Tiles. **Cement and Concrete Composites**, v. 32, n. 5, p. 327-338, maio, 2010.