



Aspectos Normativos (ABNT – NBR 14081 – 2012) na Avaliação da Aderência de Duas Argamassas Colantes Industrializadas

Normative Aspects (ABNT – NBR 14081 – 2012) in the Evaluation of the Adherence of Two Industrialized Colander Mortars



Submetido em 06.01.16 | Aceito em 31.05.16 | Disponível on-line em 20.09.17

Anne Caroline Melo da Silva*

Universidade Católica de Pernambuco | *anne.carolinemelo@hotmail.com

Ronaldo Bezerra Pontes, Ronaldo Faustino da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco

RESUMO

Argamassas colantes à base de cimento Portland possuem um sistema de aderência mecânica onde as substâncias desta, quando hidratada, penetram nos veios intracapilares do revestimento e após algum tempo exercem ação de ancoragem da argamassa à base. Todavia, revestimentos como o porcelanato com baixos níveis de porosidade, rugosidade e absorção de água mostram-se muitas vezes incompatíveis com o sistema de aderência mecânica, sendo fundamental as interações químicas para sua adesão, podendo ser proporcionada com a introdução de aditivos adesivos à composição das argamassas. Este trabalho tem como objetivo analisar o desempenho de uma argamassa para assentamento de porcelanato interno, tendo em vista que atualmente não existe norma de referência para avaliação deste produto. O experimento consistiu numa análise laboratorial comparativa, com base nos critérios estabelecidos pela ABNT-NBR 14081(2012), de uma argamassa colante AC III e de uma tipo Porcelanato Interno avaliando os parâmetros de tempo em aberto, resistência de aderência à tração, assim como o deslizamento das placas em planos verticais. Os resultados indicaram que a argamassa tipo Porcelanato Interno, de fabricante multinacional, apesar de funcionar com um sistema de aderência química majoritariamente, mostrou desempenho inferior à argamassa a base cimento Portland (de mesmo fabricante) tipo AC III em alguns parâmetros analisados.

Palavras-chaves: aderência mecânica, aderência química, argamassa colante.

ABSTRACT

Mortars adhesive based Portland cement have a mechanical adhesion system where the substances of this, when hydrated, intracapillares shafts penetrate the coating after some time and exert the action of anchorage mortar based. However, coatings such as porcelain with low levels of porosity, roughness and absorption of water have often be shown incompatible with the mechanical adhesion system being chemical interactions fundamental for their adhesion and may be provided with the introduction of adhesive additives to the composition of the mortar. This work aims to analyze the performance of a mortar for fixing internal porcelain, considering that currently there is no standard reference for evaluation of this product. The experiment consisted of a comparative laboratory analysis, based on the criteria established by ABNT-NBR 14081 (2012), a sticky AC mortar III and an Internal Porcelain type evaluating the open time parameters, adhesive tensile strength, as well as the sliding of the plates in vertical planes. The results indicated that mortar of Internal Porcelain type, from a multinational manufacturer, despite working with a system of mostly chemical adhesion, showed lower performance than the base mortar Portland cement (of the same manufacturer) type AC III in some analyzed parameters.

Keywords: mechanical adhesion, chemical adhesion, adhesive mortar.

1.Introdução

O uso de produtos cerâmicos ocupa importante posição no mercado da construção civil, sendo o Brasil um dos maiores produtores mundiais, com uma produção de 816,3 milhões de m² no ano de 2015, segundo a ANFACER – Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres (ANFACER, 2016), o país só perde para a China e já superou concorrentes tradicionais, como Espanha e Itália, que até há alguns anos dominavam o setor, tornando-se o segundo maior consumidor mundial de cerâmica para revestimento (VASCONCELOS, 2013). Frente a este cenário, conclui-se que consequentemente o consumo de argamassas colantes industrializadas para o assentamento de revestimentos também aumentou, acompanhando o crescimento das vendas do mercado de revestimentos cerâmicos.

As argamassas colantes podem ser classificadas quanto ao seu desempenho em dois grupos básicos: as do tipo I (rígidas) que são aquelas que possuem apenas aditivo retentor de água e as argamassas do tipo II, II-E, II-D, III, III-E e III-D (chamadas de modificadas ou flexíveis), que são classificadas quanto a quantidade de resina adicionada. Essas resinas conferem características diferenciadas à argamassa como uma forte ancoragem química, ideal para placas que absorvem baixa quantidade de água, flexibilidade para que a argamassa absorva parte das movimentações do sistema de revestimento dificultando o descolamento (CHRUN, 2002).

As propriedades das argamassas podem ser melhoradas com a incorporação de aditivos e adições. Os polímeros podem melhorar as propriedades de compósitos de cimento

Portland, dentre os quais se destacam as argamassas (ALMEIDA; SICHIERI, 2006).

A utilização de polímeros como modificadores das propriedades de argamassas e concretos não é recente. As primeiras patentes registradas sobre o assunto datam da década de vinte. Desde então, muitas pesquisas têm sido conduzidas no estudo e desenvolvimento de argamassas e concretos modificados com polímeros, resultando em sistemas que são correntemente utilizados em diversas aplicações na indústria da construção (OHAMA, 1998).

A preocupação cada vez maior com sistemas de revestimentos cerâmicos aderidos é justificada pelo fato dos diversos casos de patologias envolvendo o descolamento de placas cerâmicas, emergindo cada vez mais a perda de credibilidade dos produtos cerâmicos e das argamassas colantes, principalmente para revestimentos externos. Frente a isso, a venda de argamassas especializadas no assentamento de produtos específicos gera no cliente uma sensação de maior confiabilidade na hora da compra, principalmente para os clientes que não fazem parte da indústria da construção civil e são diretamente influenciados pela propaganda e marketing destes novos produtos.

Para atender a demanda do cliente, o mercado atualmente disponibiliza diversos tipos de argamassa para fins específicos: assentamento de cerâmica, porcelanato, granito, piso sobre piso, bloco de vidro, pedras rústicas, etc. Todavia, ainda não existem normas com parâmetros definidos para se avaliar aspectos como tempo em aberto, resistência de aderência à tração, deslizamento, dentre outros, exceto para placas cerâmicas. Como, porém, avaliar o nível de confiabilidade destas argamassas uma vez que não há registros normativos pré-determinados? Centros de pesquisa tecnológica

tem utilizado normas para superfícies cerâmicas na hora de emitir laudos para construtoras que utilizam superfícies graníticas, de porcelanato e

Esta pesquisa foi motivada pela necessidade de avaliar o comportamento em uma destas novas argamassas, uma vez que ainda não existe norma regulamentadora para qualificar tal produto.

Com esta visão, a pesquisa aqui proposta, busca avaliar o desempenho de uma argamassa colante industrializada tipo Porcelanato Interno de fabricante multinacional, ainda não normalizada, comparando-a à uma argamassa colante industrializada tipo AC III de mesmo fabricante, tomando como referência os parâmetros estabelecidos pela ABNT-NBR 14081 (2012): Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas.

2. Procedimento Experimental

O experimento foi conduzido no Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP/O.S.), em Recife e três ensaios de caracterização foram feitos: determinação do tempo em aberto, determinação da resistência de aderência à tração e determinação do deslizamento para uma

demais revestimentos. É sabido, também, que muitas vezes o custo das “argamassas especiais” é superior às argamassas normalizadas.

argamassa tipo Porcelanato Interno e para argamassa tipo AC III; seguindo todos estes a norma regulamentadora brasileira ABNT-NBR 14081 (2012) para padronização dos procedimentos realizados. Esta norma estabelece os requisitos para argamassas colantes industrializadas destinadas ao assentamento de placas cerâmicas pelo método de camada fina.

2.1 Ensaios Físicos e Mecânicos

2.1.1 Caracterização dos materiais

Os ensaios físicos e mecânicos, utilizando a argamassa colante industrializada tipo Porcelanato Interno, foram divididos em grupo I e grupo II (ver quadros 01 e 02), onde a diferença entre eles consiste no fato de que no ensaio para determinação da resistência de aderência à tração utilizamos no grupo I placas cerâmicas (grupo BIIa) e no grupo II placas de porcelanato (grupo BIIa) conforme classificação de revestimentos cerâmicos da ABNT - NBR 13817 (1997).

Quadro 01: Caracterização dos materiais do grupo I.

Grupo I	
Argamassa colante industrializada	Tipo Porcelanato Interno
Placas cerâmicas para ensaio de Tempo em aberto com absorção de água de $(15 \pm 3) \%$.	Revestimento Poroso (Azulejo branco)
Placas cerâmicas para ensaio de Resistência de Aderência à tração com absorção de água de $(4 \pm 1) \%$ (BIIa).	Semi-Grês (Cerâmica)
Placas cerâmicas para ensaio de deslizamento com absorção de água $\leq 0,5 \%$.	Porcelanato
Substrato padrão com absorção $< 0,5 \text{ cm}^3$.	Produzido conforme ABNT - NBR 14081-2 (2012)

Fonte: autora, 2015.

Quadro 02: Caracterização dos materiais do grupo II.

Grupo II	
Argamassa colante industrializada	Tipo Porcelanato Interno
Placas cerâmicas para ensaio de Tempo em aberto com absorção de água de $(15 \pm 3) \%$.	Revestimento Poroso (Azulejo branco)
Placas cerâmicas para ensaio de Resistência de Aderência à tração com absorção de água $\leq 0,5 \%$ (BIa).	Porcelanato
Placas cerâmicas para ensaio de deslizamento com absorção de água $\leq 0,5 \%$.	Porcelanato
Substrato padrão com absorção $< 0,5 \text{ cm}^3$.	Produzido conforme ABNT - NBR 14081-2 (2012)

Fonte: autora, 2015.

As análises laboratoriais utilizando a argamassa colante industrializada AC III, foram divididas em grupo III e grupo IV (ver quadros 03 e 04), onde a diferença entre eles consiste no fato de que no ensaio para determinação da resistência de aderência à tração utilizamos no grupo III placas cerâmicas (grupo BIIa) e no grupo IV placas de porcelanato (grupo BIIa) conforme

classificação de revestimentos cerâmicos da ABNT - NBR 13817 (1997).

O quadro 05 apresenta um resumo das argamassas e revestimentos utilizados nos ensaios físicos e mecânicos de tempo em aberto, resistência de aderência à tração e deslizamento de cada grupo (I, II, III e IV).

Quadro 03: Caracterização dos materiais do grupo III.

Grupo III	
Argamassa colante industrializada	AC III
Placas cerâmicas para ensaio de Tempo em aberto com absorção de água de $(15 \pm 3) \%$.	Revestimento Poroso (Azulejo branco)
Placas cerâmicas para ensaio de Resistência de Aderência à tração com absorção de água de $(4 \pm 1) \%$.	Semi-Grês (Cerâmica)
Placas cerâmicas para ensaio de deslizamento com absorção de água $\leq 0,5 \%$.	Porcelanato
Substrato padrão com absorção $< 0,5 \text{ cm}^3$.	Produzido conforme ABNT - NBR 14081-2 (2012)

Fonte: autora, 2015.

Quadro 04: Caracterização dos materiais do grupo IV.

Grupo IV	
Argamassa colante industrializada	AC III
Placas cerâmicas para ensaio de Tempo em aberto com absorção de água de $(15 \pm 3) \%$.	Revestimento Poroso (Azulejo branco)
Placas cerâmicas para ensaio de Resistência de Aderência à tração com absorção de água $\leq 0,5 \%$.	Porcelanato
Placas cerâmicas para ensaio de deslizamento com absorção de água $\leq 0,5 \%$.	Porcelanato
Substrato padrão com absorção $< 0,5 \text{ (cm}^3\text{)}$.	Produzido conforme ABNT -NBR 14081-2 (2012)

Fonte: autora, 2015.

Quadro 05: Resumo das argamassas e revestimentos dos grupos.

ENSAIOS FÍSICOS E MECÂNICOS	AC PORCELANATO INTERNO		AC III	
	G I	G II	G III	G IV
Tempo em Aberto	Semi-Grês (Cerâmica)	Porcelanato	Semi-Grês (Cerâmica)	Porcelanato
Resistência de Aderência à Tração	Porcelanato		Porcelanato	
Deslizamento	Revestimento Poroso (Azulejo)		Revestimento Poroso (Azulejo)	

Fonte: autora, 2015.

2.1.2 Determinação do tempo em aberto (ABNT - NBR 14081-3, 2012)

Consiste no maior intervalo de tempo no qual uma placa cerâmica pode ser assentada sobre a pasta de argamassa colante segundo a ABNT - NBR 14081 (2012).

Para execução do ensaio da determinação do tempo em aberto cuja a aparelhagem utilizada foi o aderímetro, peças metálicas não deformáveis sob carga de ensaio, massas-padrão de material sólido e rígido $(2,00 \pm 0,01) \text{ kg}$.

Inicialmente a argamassa tipo Porcelanato Interno foi estendida no substrato

padrão já imprimado conforme a ABNT - NBR 14081-2 (2012), Seção 8, na direção longitudinal e após 20 minutos dez placas de azulejo branco foram posicionadas, logo após a colocação da décima placa cada uma recebeu a massa padrão por 30 s, conforme figura 01. O mesmo procedimento foi realizado para a argamassa AC III.

Completados 28 dias, o conjunto foi submetido ao ensaio de arrancamento por tração até a ruptura como mostra a figura 02.

Os dados dos ensaios de determinação do tempo em aberto foram lançados na equação:

$$f_t = T/A \quad (1)$$

ft - tensão de ruptura, arredondada à segunda decimal, expressa em megapascal (MPa);

T - força de ruptura, expressa em newtons (N);

A - área de cada placa cerâmica/porcelanato, expressa em milímetros quadrados (mm²), considerada igual a 2500 mm².

Em seguida calculou-se a tensão média de ruptura por tração das placas correspondentes a cada série assentada, sem arredondamento, desconsiderando os resultados com rupturas dos tipos S, P e F, ou seja, ruptura do substrato (S), ruptura da placa cerâmica (P) e ruptura por falha na colagem da peça metálica (F).

Para médias iguais e superiores a 0,30 MPa, todos os resultados que se distanciaram 20% da média foram descartados. Com os resultados remanescentes, calculou-se a média final que foi arredondada ao décimo mais próximo. É importante dizer que a média final não pode ser calculada com menos de 5 resultados. Uma vez determinada, esta será a tensão de ruptura do ensaio.

2.1.3 Determinação da resistência de aderência à tração (ABNT - NBR 14081-4, 2012)

Sendo um dos aspectos mais importantes no que diz respeito a argamassas colantes, a resistência de aderência à tração é um parâmetro que informa o quanto a fixação da argamassa no substrato e no tardo das placas é eficiente. Patologias geradas pelo descolamento de placas cerâmicas tanto em fachadas quanto em ambientes internos sempre é motivo de insatisfação de usuários mesmo pouco tempo após a compra dos imóveis. Assim sendo, avaliamos as duas argamassas industrializadas tipo Porcelanato Interno e AC III, com placas cerâmicas e placas

Conforme ABNT-NBR 14081 (2012), onde calculamos a tensão de ruptura de cada placa, sendo:

de porcelanato para constatar se ambas atendiam a este aspecto tão importante.

No ensaio que determina a resistência de aderência à tração, as argamassas preparadas, analogamente ao ensaio da determinação do tempo em aberto, foram estendidas sobre os substratos padrão as argamassas tipo Porcelanato Interno e AC III, e transcorridos 5 minutos desta operação, dez placas de porcelanato e dez placas de cerâmica foram posicionadas sobre os cordões e carregadas com a massa padrão por 30 s. Três tipos de cura foram feitos neste ensaio. A cura normal, onde o conjunto durante 28 dias foi submetido às condições ambientais de laboratório; a cura com imersão em água onde nesta o conjunto durante sete dias permaneceu exposto às condições de laboratório e em seguida foi submerso em água onde permaneceu por 20 dias; em seguida foi realizada a colagem das peças metálicas nas placas cerâmicas com retorno à cura submersa até o 28º dia. Na cura com aquecimento em estufa o conjunto ficou em condições ambientais de laboratório durante 14 dias, passados estes o conjunto foi colocado em uma estufa a uma temperatura de (70±2) °C. Após 14 dias o conjunto foi retirado da estufa.

Após o período das curas, foi executado o ensaio de arrancamento por tração, aplicando carga a uma velocidade de (250±50) N/s até a ruptura (figura 03).

Para o cálculo da resistência de aderência à tração foi utilizado o mesmo procedimento para o cálculo da resistência de aderência à tração do tempo em aberto citado no item 2.1.2.

Figura 01: Colocação da massa padrão de material não deformável sobre os azulejos.



Fonte: autora, 2014.

Figura 02: Ensaio de arrancamento.



Fonte: autora, 2014.

Figura 03: Arrancamento das dez placas de porcelanato.



Fonte: autora, 2014.

2.1.4 Determinação do deslizamento (ABNT - NBR 14081-5, 2012)

Diferente dos outros ensaios supracitados, o ensaio para determinação do deslizamento consistiu primeiramente na imprimação dos substratos padrão com as argamassas a serem analisadas em dois movimentos de mesma direção e sentido. Após a imprimação as argamassas foram estendidas e após 2

min das aplicações, três placas de porcelanato foram posicionadas (lado do tardo) centralizadas nos cordões de cada argamassa (tipo Porcelanato Interno e AC III). As massas-padrão foram cuidadosamente posicionadas e após 30 segundos foram retiradas. Uma leitura inicial da distância das placas cerâmicas à uma linha referencial foi feita com um paquímetro (Figura 04) e a seguir moveu-se suavemente o substrato-padrão, deixando-o na posição vertical.

Figura 04: Medição das distâncias com paquímetro no ensaio de deslizamento.



Fonte: autora, 2014.

É importante dizer que esta operação foi realizada sem golpes ou vibração. Decorridos 20 minutos do posicionamento do substrato na vertical, foi retornado suavemente à posição inicial. Novamente mediu-se a distância das placas à linha de referência. Para cada placa cerâmica foram feitas duas leituras iniciais e duas leituras finais.

Para determinação do deslizamento foi utilizada a seguinte equação:

$$L = \sum (L_f - L_i) / 6 \quad (2)$$

Onde:

L - deslizamento de posição, expresso em milímetros (mm), com aproximação à primeira casa decimal;

L_f - leitura da posição final de cada ponto de leitura de cada placa de porcelanato, expressa em milímetros (mm);

L_i - leitura da posição inicial de cada ponto de leitura de cada placa de porcelanato, expressa em milímetros (mm).

3. Resultados e discussões

3.1 Ensaios físicos e mecânicos

3.1.1 Determinação do tempo em aberto (ABNT - NBR 14081-3, 2012)

Os quadros 06 e 07 mostram os resultados do ensaio de tempo em aberto utilizando o revestimento poroso (azulejo) assentado sobre as argamassas tipo Porcelanato Interno e ACII.

Para interpretação dos resultados do ensaio de tempo em aberto, é necessário conhecer as propriedades fundamentais das argamassas colantes, bem como os tipos de ruptura, conforme critérios de referência estabelecidos pela ABNT - NBR 14081 (2012), mostrados nos quadros 08 e 09.

Quadro 06: Resultados obtidos para tempo em aberto (Argamassa: Porcelanato Interno / Revestimento: Azulejo).

Intervalo (min)		Placa Porosa										Média (MPa)	Coeficiente de Variação (%)	Tempo em aberto obtido (min)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
≥ 20	Tensão de ruptura (MPa)	0,64	*0,38	0,63	*0,77	0,61	0,62	*0,24	*0,19	*0,71	0,52	0,60	7,99	> 20
	Tipo de ruptura	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	80% A 20% A/P	90% A/P 10% S/A	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P			

* valor descartado, afastamento superior a 20% da média.

Fonte: autora, 2015.

Quadro 07: Resultados obtidos para tempo em aberto (Argamassa: AC III / Revestimento: Azulejo)

Intervalo (min)		Placa Porosa										Média (MPa)	Coeficiente de Variação (%)	Tempo em aberto obtido (min)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
≥ 20	Tensão de ruptura (MPa)	*1,04	0,66	0,76	0,74	*0,48	*0,48	0,77	0,83	*0,57	*0,97	0,75	8,16	> 20
	Tipo de ruptura	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P			

* valor descartado, afastamento superior a 20% da média.

Fonte: autora, 2015

Quadro 08: Propriedades fundamentais para tempo em aberto.

Propriedades fundamentais para argamassas colantes						
Requisito	Método de ensaio	Unidade	Critério			
			AC I	AC II	AC III	
Tempo aberto	em	ABNT NBR 14081-3	min	$* \geq 15$	$* \geq 20$	$* \geq 20$

* tempo em aberto para o qual a média final das resistências seja igual ou superior a 0,5 MPa.

Fonte: autora, 2015.

Quadro 09: Legenda para as siglas dos tipos de ruptura.

Tipos de Ruptura	
S	Ruptura do substrato.
S/A	Ruptura na interface argamassa e substrato.
A	Ruptura da camada de argamassa colante.
A/P	Ruptura na interface argamassa e placa cerâmica.
P	Ruptura da placa cerâmica.
F	Falha na colagem da peça metálica.

Fonte: autora, 2015.

Ao analisarmos os resultados obtidos verifica-se que:

- ambas as argamassas (Porcelanato Interno e AC III) apresentaram resultados satisfatórios, com tempo em aberto superior a 20 minutos, sendo a resistência de aderência à tração maior que 0,5 MPa;
- o resultado do ensaio realizado com a argamassa AC III obteve valor de resistência de aderência à tração superior ao ensaio realizado com a argamassa tipo Porcelanato Interno;
- a maioria das rupturas nos ensaios das duas argamassas, deu-se na interface argamassa /placa.

Os resultados obtidos para os grupos I e II (utilizando argamassa tipo Porcelanato Interno) e para os grupos III e IV (utilizando argamassa AC III), conforme especificado no item 2.1.1 (Caracterização dos materiais) estão dispostos nos quadros 10, 11, 12 e 13.

O quadro 14 apresenta a compilação das médias de resistência de aderência à tração e coeficiente de variação de cada grupo nos três regimes de cura.

3.1.2 Determinação da Resistência de Aderência à Tração (ABNT - NBR 14081-4, 2012)

Quadro 10: Resultados obtidos para resistência de aderência à tração do grupo I (Argamassa: Porcelanato Interno / Revestimento: Cerâmica).

Tipo de cura		Placa Cerâmica										Média (MPa)	Coeficiente de Variação (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Normal	Tensão de ruptura (MPa)	0,88	0,93	0,78	0,96	*1,15	0,88	0,91	0,73	0,76	0,75	0,84	10,35
	Tipo de ruptura	100% A	100% A	100% A	100% A	100% A	100% A	100% A	100% A	100% A	100% A		
Submersa	Tensão de ruptura (MPa)	*0,5	0,67	0,79	0,62	0,82	0,75	0,67	0,7	0,76	0,84	0,74	10,20
	Tipo de ruptura	100% A	100% A	100% A	100% A	100% A	100% A	100% A	100% A	100% A	100% A		
Em estufa	Tensão de ruptura (MPa)	*0,14	0,23	0,2	*0,14	0,18	*0,43	0,18	0,27	0,22	*0,29	0,21	16,15
	Tipo de ruptura	100% A	100% A	100% A	100% A	100% A	100% A	100% A	100% A	100% A	100% A		

* valor descartado, afastamento superior a 20% da média. Fonte: autora, 2015.

Quadro 11: Resultados obtidos para resistência de aderência à tração do grupo II (Argamassa: Porcelanato Interno / Revestimento: Porcelanato).

Tipo de cura		Placa Cerâmica										Média (MPa)	Coeficiente de Variação (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Normal	Tensão de ruptura (MPa)	1	0,86	0,9	*1,13	0,72	*1,05	1	0,74	*0,66	*0,6	0,87	14,00
	Tipo de ruptura	100% A/P	60% A 40% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	90% A/P 10% A	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P		
Submersa	Tensão de ruptura (MPa)	0,27	*0,22	0,29	0,28	*0,15	*0,44	*0,15	0,28	*0,48	0,33	0,29	8,09
	Tipo de ruptura	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P		
Em estufa	Tensão de ruptura (MPa)	*0,48	*0,59	0,38	0,27	0,29	*0,19	0,26	*0,23	*0,2	0,28	0,30	16,31
	Tipo de ruptura	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	50% A 50% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P		

* valor descartado, afastamento superior a 20% da média. Fonte: autora, 2015.

Quadro 12: Resultados obtidos para resistência de aderência à tração do grupo III (Argamassa: AC III / Revestimento: Cerâmica).

Tipo de cura		Placa Cerâmica										Média (MPa)	Coeficiente de Variação (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Normal	Tensão de ruptura (MPa)	1,6	1,37	*1,03	*0,97	1,39	1,52	1,53	1,59	1,29	*1,8	1,47	8,15
	Tipo de ruptura	100% S/A	100% A/P	100% S/A	100% S/A	100% S/A	100% S/A	100% S/A	100% S/A	100% S/A	100% S/A		
Submersa	Tensão de ruptura (MPa)	0,82	0,91	0,83	0,94	*1,32	0,82	0,82	1,08	0,79	1,02	0,89	11,50
	Tipo de ruptura	100% S/A	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P		
Em estufa	Tensão de ruptura (MPa)	0,71	0,53	0,6	*0,51	*0,39	*1,02	*0,48	0,64	0,74	*0,98	0,64	13,11
	Tipo de ruptura	50% S 50% S/A	80% S 20% A/P	100% S	90% S 10% A/P	100% S	100% S	100% S	100% S	70% A/P 30% S	50% S 50% A/P		

* valor descartado, afastamento superior a 20% da média. Fonte: autora, 2015.

Quadro 13: Resultados obtidos para resistência de aderência à tração do grupo IV (Argamassa: AC III / Revestimento: Porcelanato).

Tipo de cura		Placa Cerâmica										Média (MPa)	Coeficiente de Variação (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Normal	Tensão de ruptura (MPa)	*0,61	0,81	*1,23	1,11	0,78	0,83	*1,24	*1,23	0,91	0,83	0,88	13,82
	Tipo de ruptura	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P		
Submersa	Tensão de ruptura (MPa)	*0,35	0,38	0,39	*0,58	0,47	0,45	0,48	0,47	0,37	*0,62	0,43	11,15
	Tipo de ruptura	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P		
Em estufa	Tensão de ruptura (MPa)	0,24	0,27	0,19	*0,18	0,25	0,19	0,28	0,29	0,24	0,25	0,24	14,48
	Tipo de ruptura	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P	100% A/P		

* valor descartado, afastamento superior a 20% da média. Fonte: autora, 2015.

Quadro 14: Resumo das médias da resistência de aderência à tração e coeficiente de variação do ensaio de resistência de aderência à tração.

	AC Porcelanato Interno				AC III			
	G I (Cerâmica)		G II (Porcelanato)		G III (Cerâmica)		G IV (Porcelanato)	
	Média (MPa)	Coef. de Variação (%)	Média (MPa)	Coef. de Variação (%)	Média (MPa)	Coef. de Variação (%)	Média (MPa)	Coef. de Variação (%)
Normal	0,84	10,35	0,87	14,00	1,47	8,15	0,88	13,82
Submersa	0,74	10,20	0,29	8,09	0,89	11,50	0,43	11,15
Em estufa	0,21	16,15	0,30	16,31	0,64	13,11	0,24	14,48

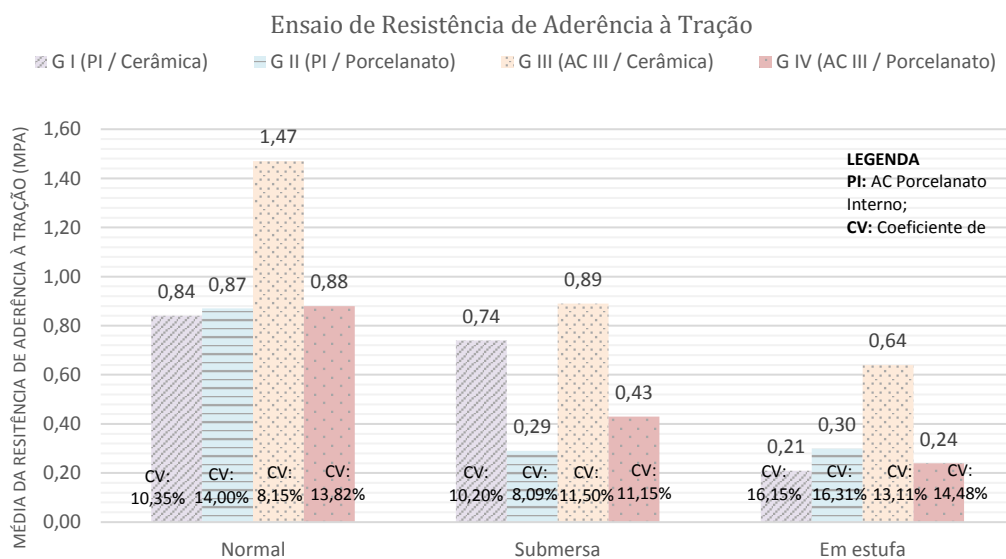
Fonte: autora, 2015.

O gráfico 01 abaixo também ilustra os dados obtidos no ensaio de determinação da resistência de aderência à tração:

As propriedades fundamentais das argamassas colantes, conforme critérios de

referência estabelecidos pela ABNT-NBR 14081 (2012) são mostradas no quadro 15. As legendas para as siglas da forma de ruptura encontram-se apresentadas no quadro 10 anteriormente exibido.

Gráfico 01: Ensaio de resistência de aderência à tração.



Quadro 15: Propriedades fundamentais para resistência de aderência à tração.

Propriedades fundamentais para argamassas colantes					
Requisito	Método de ensaio	Unidade	Critério		
			AC I	AC II	AC III
Resistência de aderência à tração aos 28 dias em:	ABNT NBR 14081-4				
- cura normal		MPa	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0
- cura submersa		MPa	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0
- cura em estufa		MPa	-	≥ 0,5	≥ 1,0

Fonte: autora, 2015.

Com base nos resultados apresentados, observa-se que:

- a) os resultados das placas cerâmicas assentadas sobre a argamassa AC III não foram satisfatórios.

As placas de porcelanato assentadas sobre argamassa tipo Porcelanato Interno, específica para o assentamento deste tipo de revestimento, segundo o fabricante, também não apresentaram resultados minimamente suficientes, não atingindo a resistência de aderência à tração mínima de 0,5 MPa, apesar dos valores serem aproximados em ambas as argamassas.

b) a forma de ruptura, utilizando placas cerâmicas em argamassa tipo Porcelanato Interno, deu-se, praticamente em todos os casos, na argamassa. Já com as placas de porcelanato, a ruptura ocorreu, em praticamente todas as das amostras, na interface argamassa / placa; com isto, apesar dos valores serem aproximados e baixos, acredita-se que a aderência foi mais efetiva nos revestimentos cerâmicos;

c) as placas de porcelanato assentadas sobre a argamassa AC III apresentaram resultados inferiores aos estabelecidos pela ABNT NBR 14081-4 (2012), uma vez que esta norma informa que para a argamassa tipo AC III os valores de resistência à tração aos 28 dias

(cura normal, submersa e em estufa) devem ser iguais ou superiores a 1,0 MPa.

d) analisando outro tipo de revestimento, as placas cerâmicas com argamassa AC III, os resultados também não foram animadores. Em regime de cura normal, foram obtidos valores superiores ao que a norma preconiza (1 MPa). No entanto, para as curas submersa e em estufa, os valores mais uma vez não foram satisfatórios;

e) no ensaio de resistência de aderência à tração, utilizando placas cerâmicas sobre AC III, a ruptura aconteceu na interface argamassa/placa cerâmica, como também na união argamassa/substrato e em alguns casos a ruptura deu-se apenas no substrato. Nas placas de porcelanato assentadas sobre AC III a ruptura em 100% das análises deu-se na interface argamassa/placa de porcelanato.

f) para revestimentos cerâmicos, a argamassa AC III obteve resultados superiores à tipo Porcelanato Interno em todas as curas realizadas (normal, submersa e em estufa); contrariando o fato de que a argamassa tipo Porcelanato Interno apresentar além da aderência física, uma aderência de natureza química superior à argamassa AC III.

3.1.3 Determinação do Deslizamento (ABNT - NBR 14081-5, 2012)

Conforme ABNT - NBR 14081-5 (2012) para execução do ensaio de deslizamento faz-se necessária a utilização de placas com absorção de água $\leq 0,5$ %. Em virtude disto, neste ensaio foram utilizadas apenas placas de porcelanato, visto que as placas cerâmicas desta pesquisa não atendem a este critério. É importante ressaltar que

nenhuma das argamassas utilizadas nesta pesquisa possuíam em sua embalagem o selo D, ou seja, argamassas que possuem o deslizamento reduzido (deslizamento total inferior a 2 mm). Os quadros 15 e 16 mostram os resultados do deslizamento de placas de porcelanato assentadas sobre uma argamassa tipo Porcelanato Interno e sobre uma argamassa tipo AC III e as figuras 05 e 06 exibem os deslizamentos das placas em cada argamassa.

Quadro 16: Resultados obtidos do deslizamento de porcelanato assentado com argamassa tipo Porcelanato Interno.

Placa cerâmica	Leitura inicial L_i (mm)	Leitura final L_f (mm)	Média das diferenças $L_f - L_i$ (mm)	Média final (mm)
1	26,7	33,0	6,30	27,5
	26,5	32,8		
2	26,6	51,7	29,75	
	26,7	61,1		
3	27,5	72,1	46,35	
	27,2	75,3		

Fonte: autora, 2015.

Quadro 17: Resultados obtidos do deslizamento de porcelanato assentado com AC III.

Placa cerâmica	Leitura inicial L_i (mm)	Leitura final L_f (mm)	Média das diferenças $L_f - L_i$ (mm)	Média final (mm)
1	25,2	27,3	1,15	1,4
	25,8	26,0		
2	25,5	28,1	1,80	
	26,2	27,2		
3	26,0	27,5	1,25	
	26,1	27,1		

Fonte: autora, 2015.

Figura 05: Ensaio de deslizamento com argamassa colante tipo Porcelanato Interno.



Fonte: autora, 2014.

Figura 06: Ensaio de deslizamento com argamassa colante AC III.



Fonte: autora, 2014.

Conhecendo as médias finais do deslizamento de cada uma das argamassas analisadas, verifica-se que:

a) na argamassa colante AC III obteve-se como média final o deslizamento de 1,4 mm, valor este compatível com os valores apresentados por argamassas com deslizamento reduzido como define a ABNT – NBR 14081 (2012);

b) na argamassa tipo Porcelanato Interno não foi observado resultados tão bons quanto a argamassa AC III, deslizando em média 27,5 mm, um deslizamento quase 20 vezes maior que o da argamassa com aderência predominantemente física (AC III).

4. Conclusões

Na verificação se uma argamassa colante industrializada tipo Porcelanato Interno, que ainda não é normalizada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) atende aos requisitos indicados na ABNT – NBR 14081 (2012): Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas, são apresentadas as seguintes conclusões: as argamassas colantes industrializadas tipo Porcelanato Interno e AC III utilizadas nesta pesquisa apresentaram resultados de aderência à tração maiores que 0,5 MPa para o tempo em aberto superior a 20 minutos, sendo satisfatório este resultado de acordo com a ABNT - NBR 14081 (2012). Os resultados do ensaio de tempo em aberto da argamassa colante AC III foram superiores aos da argamassa tipo Porcelanato Interno.

No ensaio para determinação da resistência de aderência à tração, nenhuma das argamassas obteve resultados satisfatórios, tanto para os revestimentos cerâmicos quanto para os de porcelanato. A argamassa tipo Porcelanato Interno não atingiu a resistência mínima de 0,5 MPa, assim como a argamassa AC III não alcançou o valor de 1,0 MPa como determina a ABNT - NBR 14081 (2012). Com adição de aditivos adesivos à base de polímeros, segundo o fabricante, a argamassa tipo Porcelanato Interno deveria ter atendido aos requisitos mínimos da ABNT – NBR 14081 para o assentamento das placas de porcelanato, visto que o porcelanato é incompatível com o sistema de aderência física, uma vez que tem baixa porosidade, rugosidade e absorção de água segundo Santos (2008).

Os resultados obtidos no ensaio do deslizamento apresentaram valores bastante distintos para cada argamassa, sendo o deslizamento da argamassa tipo Porcelanato Interno quase 20 vezes maior que o deslizamento

da argamassa AC III. É importante salientar que nenhuma delas possuía a indicação de deslizamento reduzido (D) na sua embalagem, ou seja, menor ou igual a 2 mm. Apesar da ABNT – NBR 14081 (2012) não restringir valores mínimos de deslizamento para as argamassas ensaiadas, os resultados são indicativos que norteiam a produtividade em campo, uma vez que quanto menor o deslizamento, mais rápida será a aplicação do revestimento em paredes. E por fim, o desempenho da argamassa colante AC III para o assentamento de revestimentos cerâmicos foi superior ao assentamento do revestimento de porcelanato, confirmando a predominância da aderência física do sistema.

5. Referências

ALMEIDA, A. E. F. S.; SICHIERI, E. P. Propriedades microestruturais de argamassas de cimento Portland com adições minerais e poliméricas utilizadas na fixação de porcelanato. *Cerâmica*, v.52, n.323, p174-179, 2006.
<<http://www.scielo.br/pdf/ce/v52n323/32086.pdf>>. 03 Mar 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13817: Placas cerâmicas para revestimento - Classificação. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14081: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO. Números do setor, 2016.
<http://www.anfacer.com.br/> . Acesso em 26 Jul. 2017.

CHRUN, J. de J. Gestão da qualidade no processo de execução do sistema de revestimento cerâmico. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2002. 139p. Dissertação de Mestrado.

OHAMA, Y. Polymer-based Admixtures. Cement and Concrete Composites, Oxford, v. 20, p. 189-212, 1998.

SANTOS, H.B. Ensaio de aderência das argamassas de revestimento. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2008, 50p. Trabalho de diplomação.

VASCONCELOS, Y. Cerâmica mais sofisticada. Revista Pesquisa FAPESP, Ed. 205, 2013.
<<http://revistapesquisa.fapesp.br/2013/03/15/ceramica-mais-sofisticada/>>. 31 Out. 2015.