

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA A TRAÇÃO DE ARGAMASSAS COLANTES INDUSTRIALIZADAS COM ADIÇÃO DE INIBIDOR DE HIDRATAÇÃO.

Elaine Manenti Soares (1), Elaine Guglielmi Pavei Antunes (2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense

(1)elaine_manentisoares@hotmail.com, (2) elainegpa@unesc.net

RESUMO

As manifestações patológicas em sistemas de revestimentos cerâmicos (SRC) estão sendo utilizadas com frequência na construção civil, sendo que os destacamentos são considerados os problemas mais sérios, devido ao alto custo de reparo e aos riscos de acidentes. O desempenho de tais revestimentos está relacionado principalmente à aderência, que por sua vez, está diretamente associada ao planejamento, materiais utilizados e execução. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a aderência de placas cerâmicas assentadas com argamassa colante industrializada com inserção de diferentes porcentagens de inibidor de hidratação. Foram avaliados no estudo um tipo de placa cerâmica e uma argamassa colante industrializada tipo I (ACI). Para a avaliação do sistema (substrato/argamassa/placa cerâmica) foi realizado o ensaio de determinação da resistência de aderência à tração em cura normal após exceder-se o tempo em aberto em 5 e 10 minutos em relação aos 15 minutos. Os resultados obtidos indicaram que a inserção de inibidor na argamassa industrializada não é a solução adequada para maior tempo em aberto.

Palavras-chave: argamassa colante, inibidor, aderência placa cerâmica.

1. INTRODUÇÃO

As fachadas das edificações são os elementos mais expostos a radiação solar, umidade, temperatura, vento, chuva, abrasão, impacto, as quais possuem agentes agressivos podem diminuir a vida útil dos revestimentos das fachadas. (BAUER, 2012).

Segundo Pereira (2010) a proteção proporcionada pelos revestimentos está associada a questões de durabilidade dos elementos estruturais e de vedação, pois evita a ação direta dos agentes agressivos sobre as superfícies dos edifícios. A

proteção promovida pelos revestimentos tem o caráter básico de melhor conservar as propriedades estruturais e de vedação de paredes.

O sistema de revestimento cerâmico (SRC) deve ser tratado como um sistema, composto pelo conjunto do revestimento cerâmico (placa cerâmica, argamassa colante e argamassa de rejuntamento) e por todas as camadas anteriores até a base. Sendo assim tem capacidade de aderência, resistência mecânica, capacidade de absorver deformações entre outros (LIMA, 2003). A resistência de aderência entre as diferentes camadas de um sistema de revestimento é uma das propriedades mais importantes do conjunto, quanto à qualidade e durabilidade (GASPAR, 2011).

Conforme dados repassados pela Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos (AFANCER, 2017), o Brasil é hoje, o segundo maior consumidor no mundo de revestimentos cerâmicos e o quarto maior produtor e exportador. Ainda, segundo a ANFACER há um crescimento no uso da cerâmica no Brasil nos ambientes internos e nos espaços externos, as fachadas dos edifícios, por exemplo, não se intimidam em apresentar-se revestidas por cerâmicas de tipos e formatos variados.

Para que o sistema de revestimento cerâmico possa desempenhar funções de impermeabilidade, resistência e facilidade de manutenção fazem-se necessário que a placa cerâmica esteja bem aderida ao substrato (ROSCOE, 2008).

Devido ao seu elevado nível de aderência e trabalhabilidade, a argamassa colante é um dos principais materiais que irá proporcionar o assentamento apropriado ao revestimento e a aderência necessária para suportar as tensões e fatores climáticos em que estará em contato constantemente (OLIVEIRA, 2004).

Gaspar (2011), um dos pontos que se deve ter rigoroso controle durante a execução do sistema de revestimento cerâmico é o monitoramento do tempo em aberto das argamassas colantes industrializadas, pois a ultrapassagem desse tempo pode ser uma possível causa de menor resistência, e assim ocasionar deslocamentos.

O tempo aberto de uma argamassa colante é o intervalo entre a aplicação da argamassa até a formação de uma camada que impede a aderência. É o intervalo máximo de tempo, depois de estendidos os cordões, em que as placas ainda podem ser assentadas dentro da resistência de arrancamento. Um tempo aberto mais longo permite ao assentador trabalhar com segurança, inclusive em condições difíceis de

obra, alta temperatura, baixa umidade ou substrato muito absorvente. Quando o tempo em aberto é ultrapassado, a argamassa deve ser retirada e descartada (ABNT NBR 14081: 2012).

A argamassa colante industrializada tipo I – ACI, de acordo com a ABNT NBR 14081: 2012 apresentam característica de adesividade que permite absorver os esforços existentes em revestimento de pisos e paredes internos e externos sujeitos a ciclos de variação termohigrométrica e a ação do vento. O tempo em aberto máximo para a ACI é de 15 minutos e a verificação desse tempo deve ser realizada de acordo com o método de ensaio apresentado na ABNT NBR 14081-3 Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Parte 3: Determinação do tempo e aberto.

Existem no mercado alguns produtos com a função de retardar o tempo de pega e um dos produtos que pode ser utilizado é o inibidor de hidratação.

São aditivos que controlam a hidratação do cimento. Dependendo da dosagem, podem inibir a hidratação do cimento por até 72 horas.

Conforme a DIPROTEC, 2017 (Distribuidora de Produtos para Construção), se utilizados de forma correta, os aditivos inibidores de hidratação evitam a perda de concretos cuja vida útil (estado plástico) ficou comprometida pela demora em sua aplicação. Dessa forma, evitam também a devolução dos mesmos ou os custos de uma possível recuperação dos concretos, com a adição parcial de materiais.

Nessa contextualização, este estudo tem como objetivo avaliar a resistência de aderência da argamassa colante industrializada, Tipo I - ACI, com inserção do inibidor de hidratação, após a ultrapassagem do tempo em aberto.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em quatro etapas, sendo que a primeira delas refere-se à definição da argamassa colante e a placa cerâmica a ser utilizada. Posteriormente, efetua-se a preparação das amostras, aplicação da argamassa colante referência e com distintas adições de inibidor, estas últimas ultrapassando-se o tempo em aberto e sequencialmente o assentamento da placa cerâmica. A terceira etapa refere-se ao ensaio de arrancamento e, por último, e quarta etapa a análise do resultado. A Tabela 1 apresenta a simbologia das abreviaturas. Posteriormente, a Figura 1 apresenta o fluxograma das etapas mencionadas.

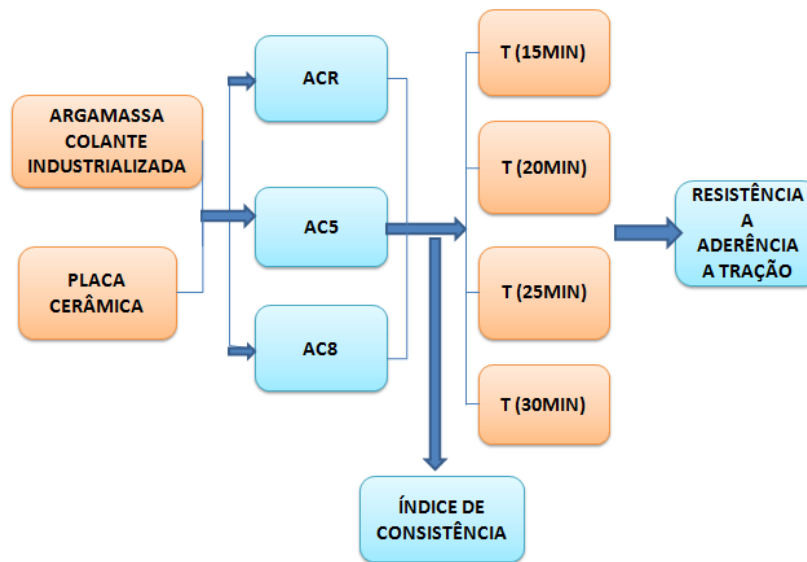
Tabela 1: Codificação e Descrição.

CODIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO
ACR	Argamassa Colante de Referência
AC5	Inserção de 0,5% de Inibidor
AC8	Inserção de 0,8% de Inibidor
T	Tempo em Aberto

Fonte: Do autor, 2017.

Abaixo está o fluxograma da metodologia apresentada.

Figura 01: Fluxograma da metodologia.



Fonte: Do autor, 2017.

Para a realização de estudo, foi ensaiado um tipo de argamassa colante, especificamente ACI ABNT NBR 14081-2: 2012, e placa cerâmica pertence ao grupo Bllb, classificação segundo a ABNT NBR 13816: 1997, de acordo com o grupo de absorção das placas cerâmicas. Conforme a ABNT NBR 14081-1: 2012, o tempo em aberto deve ser maior ou igual a 15 minutos (T15), para a argamassa colante tipo 1. O ensaio de resistência de aderência a tração é realizado de acordo as especificações da ABNT NBR 14081-4: 2012 e, para tal, utilizam-se três proporções de argamassa. A Tabela 2 apresenta os percentuais do aditivo utilizados, quantidade de água e o tempo em aberto. A argamassa de referência fez-se a análise do tempo em aberto de 15 minutos, conforme prescreve, esse tempo não foi analisado para os outros, pois não é pertinente inserir inibidor de hidratação em uma argamassa colante para verificar o tempo em aberto tradicional.

Tabela 2: Porcentagens de aditivos e água utilizada em cada tempo em aberto.

	ADITIVO (%)	ÁGUA (KG)	TEMPO EM ABERTO (MIN)
AREF	0	1,05	15
			20
			25
			30
A5	0,5	1,05	20
			25
			30
A8	0,8	1,05	20
			25
			30

Fonte: Do autor, 2017.

2.1 MATERIAIS

2.1.1 Substrato Padrão

O substrato padrão, como especifica a ABNT NBR 14081-2: 2012, deve-se ter uma espessura mínima de 20 mm e dimensões mínimas de 25 cm x 50 cm, de modo que as placas cerâmicas de cada série completa de ensaio se enquadrem em um mesmo substrato. A Tabela 3 apresenta algumas das propriedades físicas do substrato, conforme a NBR 14082-02: 2012.

Tabela 3- Características do Substrato Padrão.

Parâmetros	Volume de água absorvido em 4 horas	Resistência de aderência a tração superficial (MPa)
Especificação da NBR 14081-04, 2012	<0,5 cm ³	≥2,0 MPa
Valor médio	0,45cm ³	2,0 MPa

Fonte:14082-4, 2012.

2.1.2 Argamassa Colante

Foi utilizado argamassa colante industrializada com características de resistência as solicitações mecânicas e termo-higrométrico típicas de revestimentos internos, que caracteriza a ABNT NBR 14081-1:2012, a argamassa colante industrializada tipo I – ACI.

De acordo com a ABNT NBR 14081:2012, a argamassa colante ACI, traz em sua formulação uma mistura de cimento Portland de alta resistência, com areia de granulometria controlada e aditivos especiais que confere maior rendimento com fácil aplicação e economia.

A argamassa ACI é com frequência utilizada para o assentamento de revestimentos e pisos cerâmicos em ambientes internos. Podem ser utilizadas tanto em áreas secas como em áreas molhadas como banheiros e cozinhas (LEILA, 2010).

De acordo com a ABNT NBR 14081: 2012, as argamassas ACI devem atender os requisitos que são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Especificação da Argamassa.

Especificações	
Tempo em Aberto	≥ 15 min.
Resistência de aderência	Aos 28 dias
Cura Normal	≥ 0,5MPa
Cura submersa em água	≥ 0,5MPa
Cura com estufa	≥ 0,5MPa

Fonte: ABNT NBR 14081, 2012.

O aditivo utilizado é um aditivo estabilizante de plasticidade para argamassas. Sua ação possibilita estender a trabalhabilidade de uma argamassa por até 72 horas. É indicado, principalmente, para a fabricação de argamassas dosadas em central, argamassas para revestimento interno e externo e argamassas de alvenaria em geral, como as especificações repassadas pelo fabricante. Ainda, segundo o fabricante, o aditivo é compatível com a maioria dos tipos de cimento Portland disponíveis no mercado. A Tabela 5 apresenta características físicas do aditivo, além da dosagem recomendada.

Tabela 5: Características técnicas do aditivo.

Características	
Aspecto Físico	Líquido
Cloretos	Isento
Dosagem Recomendada (%)	0,1 a 0,9% / 100 kg
Massa Específica (g/cm ³)	1,21 ± 0,03 g/cm ³

Fonte: Do Fabricante.

2.1.3 Placas Cerâmicas

A placa cerâmica utilizada é classificada, conforme o percentual de absorção de água, sendo a placa do tipo semi-poroso (Grupo BIIb), conforme a ABNT NBR 13817:1997. A placa cerâmica tem dimensões de 32x60 (cm) e é especificada para uso como revestimento de paredes. Algumas propriedades da placa cerâmica são apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6: Característica das Placa Cerâmica.

Tipo de Placa	Absorção de Água %	Espessura (mm)	Resistência Mecânica a flexão (n/mm²)	Expansão por Umidade (mm/m)
Semi-poroso	6 a 10	7,4	>18	≤0,6

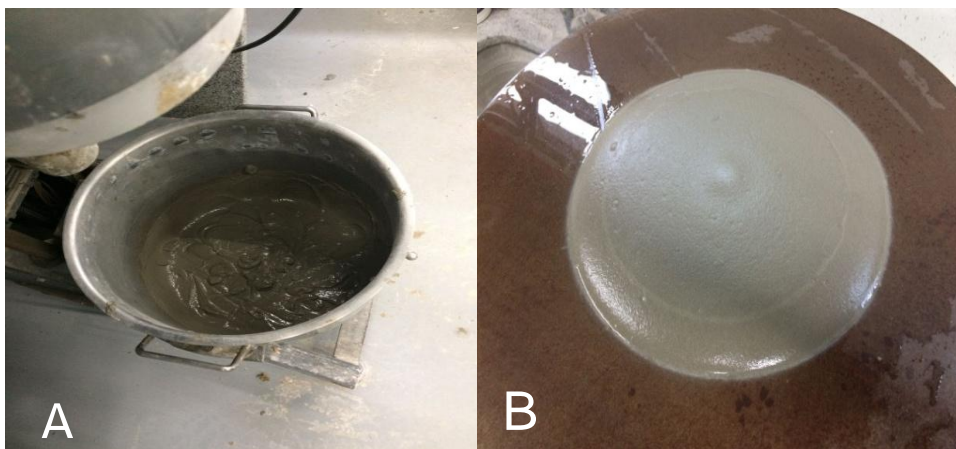
Fonte: Do Fabricante.

2.1.4 Preparo das Argamassas

O preparo das argamassas seguiu procedimento igual as diretrizes repassadas pela ABNT NBR 14081-2: 2012. As condições do laboratório durante a mistura das argamassas eram de temperatura de 23 °C e umidade relativa do ar de 65 %. O misturador foi ligado em velocidade baixa para mistura dos componentes por mais 30 segundos. O aparelho foi desligado e após realizada a raspagem da pá do misturador e do seu recipiente no intervalo de tempo de 60 segundos. O recipiente foi colocado novamente no misturador por mais 30 segundos. Posteriormente, deixou-se a mistura por um período de 15 minutos para maturação, com pano úmido em cima, sendo que antes da aplicação da argamassa deve ser feito a mistura por

mais 15 segundos, obtendo uma pasta homogênea, como apresentado na Figura 2(A) preparo da argamassa. Sequencialmente realizou-se o ensaio de índice de consistência de acordo com a ABNT NBR 13276:2005. A argamassa de referência, a argamassa aditivada com 0,5% e a argamassa aditivada com 0,8% obtiveram, respectivamente, o índice de consistência de 250 mm, 270 mm e 280 mm. Como podemos ver na Figura 2(B) índice de consistência.

Figura 2: (A) Preparo da Argamassa e (B) Índice de Consistência.

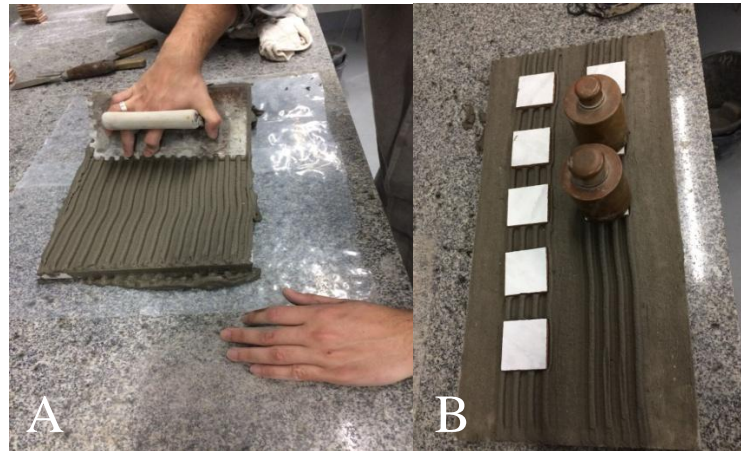


Fonte: Do autor, 2017.

2.1.5 Assentamento das Placas

As placas cerâmicas com dimensões de 5 cm x 5 cm foram assentadas em substrato padrão, compatível com determinação da ABNT NBR 14081-4: 2012. A referida ABNT determina que sejam posicionadas dez placas cerâmicas limpas e secas sobre a argamassa estendida em cordões, de modo que fique uma distância de 5 cm entre elas e de 2,5 cm entre as arestas das placas e a borda mais próxima do substrato padrão. Sobre cada placa foi aplicado uma carga, centralizada, com massa padrão de 2 kg, durante 30s. De acordo com a Figura 3: (A) Preparo dos cordões e (B) Assentamentos das placas cerâmicas.

Figura 3: (A) Preparo dos cordões e (B) Assentamento das placas cerâmicas.



Fonte:Do autor, 2017.

2.1.6 Condições de cura

Durante 28 dias, os substratos ficaram em cura normal em laboratório, com temperatura média de 22°C e 58% de umidade relativa do ar.

2.1.7 Ensaios de Resistência de Aderência a Tração

Para o ensaio de arrancamento foram coladas peças metálicas sobre as placas cerâmicas, com as mesmas dimensões das mesmas, realizando-se isto três dias (72h) antes da data do ensaio de arrancamento. A colagem foi realizada com adesivo epóxi.

O ensaio foi realizado de acordo com a ABNT NBR 14084-4: 2012. Com a utilização de um dinamômetro capacidade de 5 kN e velocidade de 250 + 50 N/s após realizado o ensaio de arrancamento por tração. É indicado no ensaio o valor da força de tração exercida para arrancar a placa. Como podemos ver na Figura 4.

Figura 4 – Dinamômetro



Fonte: Do autor, 2017.

A tensão de aderência (A) é obtida mediante a expressão:

$$f_t = \frac{T}{A}$$

Onde:

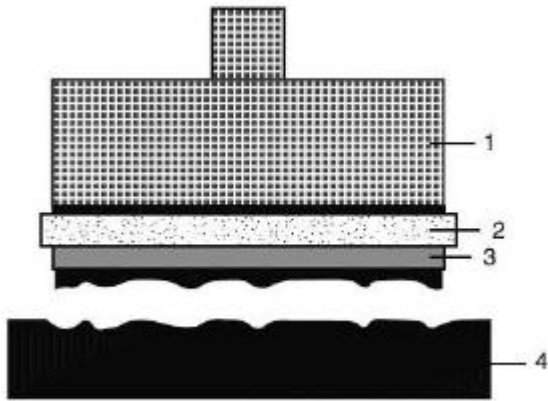
f_t é a tensão de aderência em N/mm^2 ;

T é a força de tração máxima em N ;

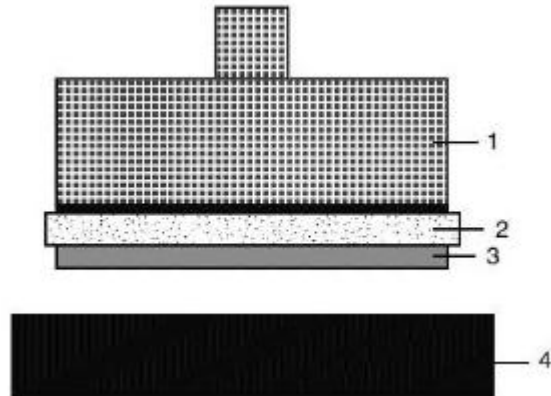
A é a área de ruptura da placa cerâmica, em mm^2 .

Durante o ensaio também foi avaliado o tipo de ruptura, que é classificada de acordo com a norma técnica NBR 14081-4: 2012, como pode ser visualizado na Figura 5.

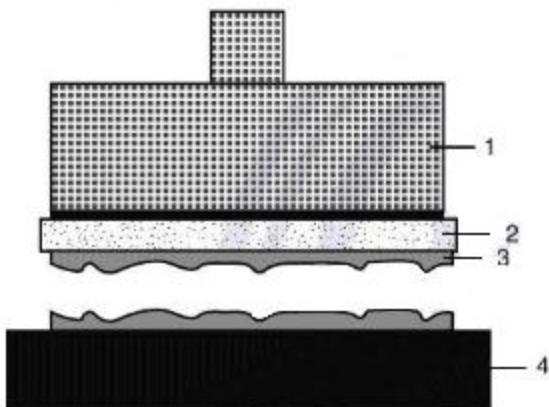
Figura 5: Formas de ruptura no ensaio de resistência de aderência a tração para um sistema de revestimento.



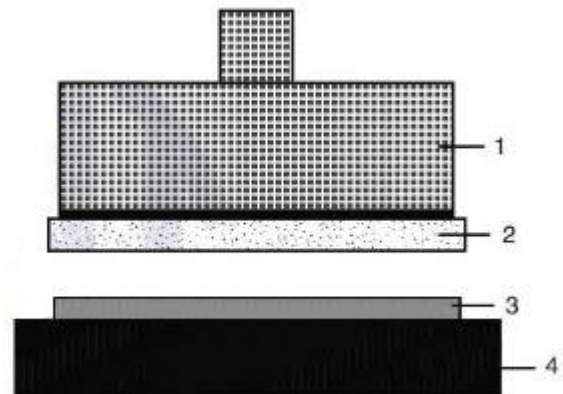
Ruptura do substrato (S)



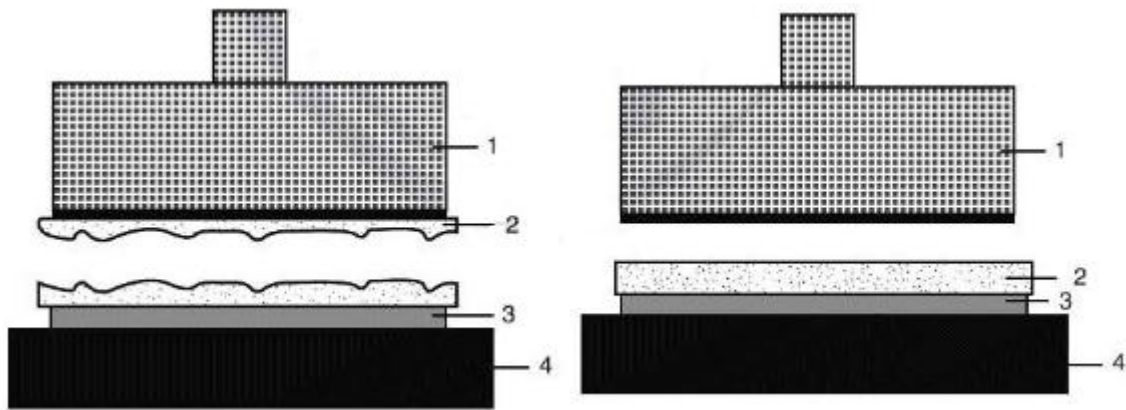
Ruptura na interface argamassa e substrato (S/A)



Ruptura da camada de argamassa colante (A)



Ruptura na interface argamassa e placa
cerâmica (A/P)



Ruptura da placa cerâmica (P)

Falha na colagem da peça metálica (F)

Fonte: NBR 14081-3, 2012, p.4

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As rupturas avaliadas e resistências obtidas durante os ensaios, de acordo com cada traço de argamassa. O ensaio foi repetido para todos os corpos de prova, anotando-se os valores obtidos, em Newton, além de ser analisada a forma de ruptura dos corpos de prova conforme a figura 5 mostrada anteriormente.

3.1 Resistências de Aderência

Sendo assim obtivemos os resultados da argamassa de referencia (AREF) na Tabela 7, argamassa com adição de 0,5% de aditivo (AC5) na Tabela 8 e argamassa colante com a adição de 0,8% de aditivo (AC8) na Tabela 9.

Tabela 7 – Dados do ensaio da Argamassa de Referência

Peças	CP 1		CP 2		CP 3		CP 4		CP 5		CP 6		CP 7		CP 8		CP 9		CP 10		Tempo em aberto de 15 minutos
Forma de Ruptura	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	
Porcentagem	20	80	40	60	70	30	50	50	50	50	40	60	50	50	10	90	40	60	60	40	
Tensão de Aderência (MPa)	0,568		0,352		0,548		0,544		0,623		0,644		0,562		0,569		0,571		0,599		
Peças	CP 1		CP 2		CP 3		CP 4		CP 5		CP 6		CP 7		CP 8		CP 9		CP 10		Tempo em aberto de 20 minutos
Forma de Ruptura	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	F	F	F	F	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	
Porcentagem	40	60	50	50	30	70	60	40	100	100	100	100	25	75	35	65	75	25	20	80	
Tensão de Aderência (MPa)	0,801		0,680		0,650		0,610		0,218		0,234		0,415		0,455		0,376		0,531		
Peças	CP 1		CP 2		CP 3		CP 4		CP 5		CP 6		CP 7		CP 8		CP 9		CP 10		Tempo em aberto de 25 minutos
Forma de Ruptura	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	
Porcentagem	90	10	70	30	90	10	35	65	60	40	80	20	80	20	90	10	80	20	85	15	
Tensão de Aderência (MPa)	0,258		0,306		0,303		0,682		0,555		0,445		0,386		0,233		0,469		0,477		
Peças	CP 1		CP 2		CP 3		CP 4		CP 5		CP 6		CP 7		CP 8		CP 9		CP 10		Tempo em aberto de 30 minutos
Forma de Ruptura	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	
Porcentagem	85	15	80	20	90	10	80	20	75	25	20	80	75	25	75	25	70	30	80	20	
Tensão de Aderência (MPa)	0,350		0,557		0,380		0,408		0,676		0,673		0,562		0,449		0,564		0,484		

Fonte: Do autor, 2017.

Tabela 8: Dados do ensaio da Argamassa com acréscimo de 0,5% de aditivo.

Peças	CP 1		CP 2		CP 3		CP 4		CP 5		CP 6		CP 7		CP 8		CP 9		CP 10		Tempo em aberto de 20 minutos
Forma de Ruptura	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	
Porcentagem	0	100	10	90	10	90	15	85	5	95	20	80	20	80	10	90	5	95	20	80	
Tensão de Aderência (MPa)	0,242		0,194		0,406		0,232		0,393		0,266		0,261		0,328		0,248		0,334		
Peças	CP 1		CP 2		CP 3		CP 4		CP 5		CP 6		CP 7		CP 8		CP 9		CP 10		Tempo em aberto de 25 minutos
Forma de Ruptura	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	
Porcentagem	20	80	30	70	15	85	20	80	30	70	25	75	25	75	30	70	10	90	5	95	
Tensão de Aderência (MPa)	0,237		0,153		0,305		0,123		0,247		1,075		0,196		0,253		0,305		0,284		
Peças	CP 1		CP 2		CP 3		CP 4		CP 5		CP 6		CP 7		CP 8		CP 9		CP 10		Tempo em aberto de 30 minutos
Forma de Ruptura	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	
Porcentagem	15	85	10	90	10	90	5	95	20	80	5	95	15	85	10	90	10	90	15	85	
Tensão de Aderência (MPa)	0		0,069		0,218		0,281		0		0,253		0,312		0,237		0,265		0,286		

Fonte: Do autor, 2107.

Tabela 9 – Dados do ensaio da Argamassa com acréscimo de 0,8% de aditivo.

Peças	CP 1		CP 2		CP 3		CP 4		CP 5		CP 6		CP 7		CP 8		CP 9		CP 10		Tempo em aberto de 20 minutos
Forma de Ruptura	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	
Porcentagem	10	90	0	100	5	95	2	98	5	95	6	94	5	95	5	95	5	95	0	100	
Tensão de Aderência (MPa)	0,137		0		0		0,284		0,137		0,113		0,127		0,265		0,299		0,324		
Peças	CP 1		CP 2		CP 3		CP 4		CP 5		CP 6		CP 7		CP 8		CP 9		CP 10		Tempo em aberto de 25 minutos
Forma de Ruptura	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	
Porcentagem	15	85	15	85	20	80	20	80	20	80	20	80	20	80	20	80	20	80	25	75	
Tensão de Aderência (MPa)	0,265		0,242		0,268		0,248		0,313		0,225		0,228		0,237		0,244		0,247		
Peças	CP 1		CP 2		CP 3		CP 4		CP 5		CP 6		CP 7		CP 8		CP 9		CP 10		Tempo em aberto de 30 minutos
Forma de Ruptura	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	A/P	S/A	F	F	A/P	S/A	A/P	S/A	
Porcentagem	75	25	25	75	25	75	25	75	30	70	25	75	30	70	35	65	25	75	25	75	
Tensão de Aderência (MPa)	0,252		0,279		0,197		0,219		0		0,196		0,299		0,180		0,297		0,224		

Fonte: Do autor, 2017.

Segundo item 7.2 da ABNT NBR 14081-3: 2012, a tensão média de ruptura por tração é calculada da seguinte forma:

- para médias iguais e superiores a 0,30 MPa, descartar todos os resultados que se distanciarem mais de 20 % da média;
- para médias inferiores a 0,30 MPa, descartar os resultados que se distanciarem da média mais que 0,06 MPa.

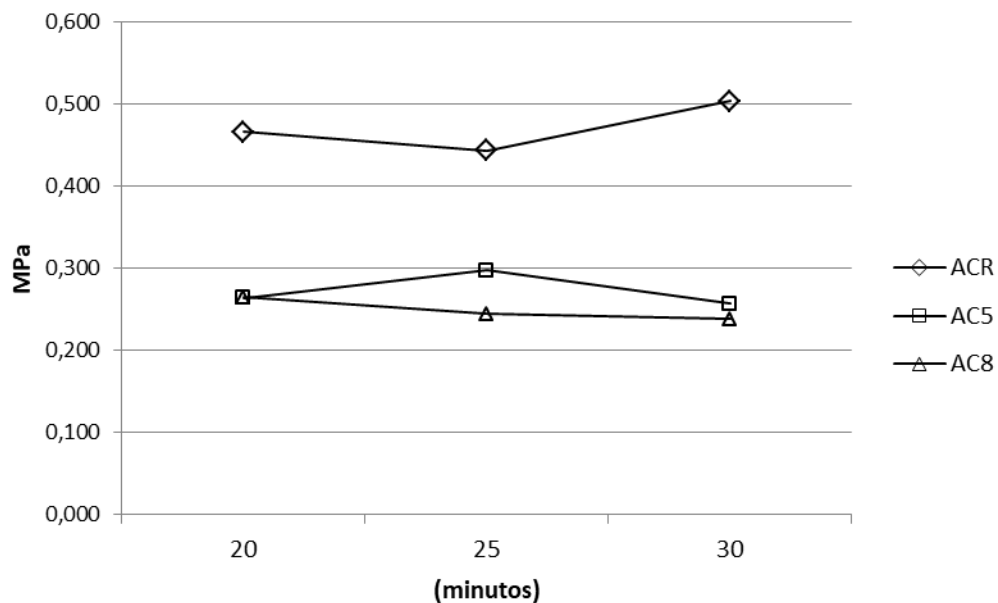
Na Tabela 10 são apresentados os resultados da tensão de aderência conforme a metodologia da norma citada, referentes às médias de cada traço de argamassa. E posteriormente na Figura 6, apresenta-se o gráfico da tensão media de aderência.

Tabela 10: Tensão de aderência à tração.

Tempo em aberto (min)	Tensão (MPa)	ACR	AC5	AC8
15	Média	0,581	----	----
	Desvio	0,034	----	----
20	Média	0,467	0,264	0,265
	Desvio	0,059	0,037	0,000
25	Média	0,444	0,298	0,245
	Desvio	0,041	0,012	0,015
30	Média	0,504	0,257	0,238
	Desvio	0,067	0,026	0,045

Fonte: Do autor, 2017.

Figura 6: Tensão média de aderência.



Fonte: Do autor, 2017.

3.2 ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA)

A fim de comprovar a significância dos resultados obtidos, foi realizada uma análise de variância ANOVA com auxílio do Microsoft Excel. Esta ferramenta de análise estatística permite analisar o nível de variância das amostras estudadas, ou seja, se

ambas as amostras podem ser consideradas iguais, ou se apresentam diferença entre si. A análise foi feita para um nível de significância de 95 %.

Quando se compara a argamassa de referência e as argamassas com a inserção do inibidor de hidratação, após a análise da ANOVA, pode-se afirmar com 95% de confiança que o a inserção do aditivo afeta a resistência de aderência. No entanto, quando se faz a comparação entre as argamassas com adição do inibidor, percebe-se, com 95 de confiabilidade, que o percentual de inserção, 0,5 ou 0,8, não afeta a resistência.

Analisando-se os tempos em aberto para as argamassas de referência e as argamassas aditivadas, visualiza-se que não houve diferença significativa entre os resultados, ou seja, não houve diferença significativa entre os tempos de 15, 20, 25 e 30 minutos.

Em estudo similar de Cemin et al (2017), ao qual adicionou o retardador de pega com mesmo intuito de aumentar o tempo em aberto das argamassas colantes, obteve resultados aproximados. O autor verificou que a adição do retardador influencia-se significativamente na resistência de aderência, também houve uma perda de resistência em relação a referencia.

Em qualquer um dos tempos em aberto, argamassas com aditivo, não foram obtidas resistências mínimas suficientes, que atendessem a ABN NBR 14081-1: 2012. A resistência mínima repassada por norma é de 0,5 Mpa, as argamassas com 0,5 ou 0,8 % de incorporação não ultrapassaram a 0,3 Mpa.

3.3 Tipos de ruptura

Conforme o tipo de ruptura com os distintos tipos de argamassa e tempos em aberto diferentes fez-se a verificação do tipo de ruptura. Os dados apresentados foram os tipos de ruptura mais frequentes para cada uma das argamassas e referidos tempos em aberto. Os dados verificados são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11: Tipo de Ruptura

Tempo em Aberto	ACR	AC5	AC8
15	S/A	----	----
20	S/A	S/A	S/A
25	A/P	S/A	S/A
30	A/P	S/A	S/A

Fonte: Do Autor, 2017.

Sabe-se que a ruptura S/A é a ruptura na interface argamassa e substrato e A/P é a ruptura na interface argamassa e placa cerâmica. A argamassa com adição, não se distinguiram em relação a ruptura, ambas efetivamente romperam na interface argamassa e substrato. Esse fato demonstra que a argamassa colante não perdeu coesão, mas diminuiu a propriedade de aderência. Sabe também que a absorção do substrato é inferior o da placa cerâmica. O substrato padrão tem menor porosidade em relação a placa cerâmica, portanto é um local mais factível a rompimentos, porque a aderência mecânica esta prejudicada.

Em considerações as rupturas obtidas, onde houve predominância do tipo A/P, podemos dizer que ocorreu uma boa hidratação dos componentes químicos da argamassa, e que a absorção de água da placa foi o responsável pela presença desta tipologia de ruptura neste traço.

A Figura 7 apresenta as placas cerâmicas, argamassa incorporada com 0,8%, após o arrancamento, visualiza-se que a argamassa esta aderida a placa cerâmica, em sua maioria, e, portanto, caracteriza a baixa aderência da argamassa com o substrato.

Figura 7 – Rupturas Argamassa aditivada 0,8%



Fonte: Do autor.

4. CONCLUSÃO

É necessário estudar o prolongamento em aberto, no entanto a adição de inibidores de hidratação de acordo com o teste de resistência de aderência não se mostrou muito adequada.

Há outros fatores no qual também influenciam na alteração da resistência da argamassa de acordo com o ambiente em que ela estará preparada e exposta junto a placa cerâmica nos tempos iniciais de cura, como, por exemplo, a expansão por umidade do revestimento, a presença de água, a concentração e o tipo de aditivo acrescido à argamassa, entre outras propriedades.

No estudo realizado, percebeu-se que o acréscimo do inibidor tornou inviável a sua aplicabilidade, reduzindo as resistências mecânicas. Assim, entende-se que existem diversas variáveis que influenciam nas propriedades físico-químicas de uma argamassa. Sendo necessário então estudos complementares do assunto discutido em abordagens diferentes, afim de que sejam obtidas medidas alternativas e produtivas, para que assim sejam aplicáveis nas construções civis conforme a necessidade da edificação quanto ao ambiente em seu entorno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- OLIVEIRA, Juliana. Estudo das propriedades de argamassas colantes submetidas a saturação e secagem. 2004. 180p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Univ. Fed. Santa Catarina, Florianópolis.
- SARAIVA, Ana G. BAUER, Elton. BEZERRA, Luciano M. Análise das Tensões entre Argamassa Colante e Placas Cerâmicas Submetidas a Esforços de Natureza Térmica. Ambiente Construído. Porto Alegre. V.2, n.2, p.47-56, abr./jun. 2002.
- PEREIRA, Solano Alves. **Procedimento Executivo de Revestimento Externo em Argamassa**. UFMG: Belo Horizonte, 2010.
- FIORITO, Antonio J.S.I. **Manual de argamassas e revestimentos: estudos e procedimentos de execução**. São Paulo: PINI, 1994. 223 p.
- Bowman, R.; Westgate, P. In Ceramics, Adding the Value; Bannister, M.J. Ed.; Austceram 92, CSIRO Publications, 1992, pp. 1077-82
- ROSCOE, Marcia Taveira. **Patologia em Revestimentos Cerâmicos de Fachadas**. 2008. 81p. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil). Escola de Engenharia da UFMG.
- UCHÔA, João Carlos B. **Procedimento Numérico e Experimental para Avaliação da Resistência a Fadiga de Sistemas de Revestimentos Cerâmicos**. 2007. 181p. Tese (Mestrado em Estruturas e Construção Civil). Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília
- THURLER, C. L; FERREIRA, V. A. A evolução da resistência de aderência de algumas argamassas colantes nacionais. I simpósio de tecnologia de argamassas. Goiânia. 1995.
- LIMA, Luciana C. Elaboração de um software para especificação de sistema de revestimento cerâmico. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Paulo, São Carlos, 2003.
- E. Bauer, L. M. Bezerra, J. C. B. Uchôa, S. V. M. das Chagas, “Estudo do comportamento à fadiga das argamassas e sua relação com as patologias e danos nas fachadas”, PATORREB (2012) 2.
- P. L. Gaspar, J. Brito, J. Mater. C. Eng. 23, 10 (2011) 1398-1404. [18] R. Bord
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13276: Argamassa para Assentamento de Paredes e Tetos: Preparo da mistura e Determinação do Índice de Consistência. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14081-1:2012: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas: Especificação. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14081-2:2015: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – execução do substrato padrão e aplicação da argamassa para ensaios. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14081-4:2012: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Determinação da resistência de aderência. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: Informação e documentação - Referências – Elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13816: 1997: Placas cerâmicas para revestimento terminologia- Elaboração. Rio de Janeiro, 1995.