

## Tempo em aberto das argamassas colantes: uma análise da interferência do emboço e dos tipos de exposição.

Tiago da Silveira Zeferino (1), Elaine Guglielmi P. Antunes (2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense

(1) [tiago.szeferino@hotmail.com](mailto:tiago.szeferino@hotmail.com) (2) [elainegpa@unesc.net](mailto:elainegpa@unesc.net)

**Resumo:** O Sistema de Revestimento Cerâmico teve seu uso intensificado nos últimos anos, isso deve-se ao fato de ser um material de boa qualidade, bonito e relativamente acessível. Entretanto as manifestações patológicas estão ocorrendo com maior frequência. Uma das manifestações em fachadas de edificações é o deslocamento da placa cerâmica. O tempo em aberto, que é o intervalo entre a aplicação da argamassa colante até o assentamento de placa cerâmica, é um dos fatores que contribuem na ocorrência desta patologia. A variação dos traços de emboço altera as características físicas-mecânicas e por consequência pode influenciar na resistência de aderência à tração. Neste contexto o objetivo deste trabalho consiste em analisar a influência dos diferentes traços de emboço e das condições de exposição, sobre a resistência de aderência à tração da argamassa colante, em distintos tempos em aberto. Para a execução das amostras foram utilizados bloco estrutural de concreto, dois distintos traços de emboço, argamassa colante do tipo AC-III e placa cerâmica classificada como porcelanato “BIa”. As referidas amostras foram submetidas para duas diferentes condições de exposição, tal uma como laboratorial com temperatura e umidade controladas e outra com condições meteorológicas reais, com variações de temperatura, umidade, velocidade do vento e precipitação. Com base nos resultados de resistência de aderência a tração, aplicando a estatística do Teste t de Student bilateral, com 95% de confiança, constatou-se que o traço A se mostrou superior ao traço B, em ambas condições de exposição e nos distintos tempos em aberto.

**Palavras-chave:** revestimento cerâmico, argamassa colante, emboço, tempo em aberto, resistência de aderência.

### Introdução

O uso do revestimento cerâmico aderido em edifícios residenciais, comerciais e industriais é uma realidade do mercado de construção brasileira, o motivo é que o material mantém o “*status*” de bom, bonito e relativamente barato. (ROSCOE, 2008, p.12).

O Sistema de Revestimento Cerâmico (SRC) trata-se do conjunto de camadas superpostas e intimamente ligadas, constituído pela estrutura-suporte, alvenarias, camadas sucessivas de argamassas e revestimento final, cuja função é proteger a edificação das intempéries, bem como dar acabamento estético (NBR 13755, 1996, p.6).

O SRC é formado por diversos elementos, onde cada um tem algum comportamento específico, mas todos devem formar um grupo estável unido por coesão. É imprescindível a inter-relação harmônica das camadas do SRC para alcançar-se a qualidade e durabilidade dos materiais e, assim, contribuir para uma melhor conformação do acabamento (REBELO, 2010).

O sistema de revestimento na vedação vertical externa tem grande importância na vida útil das edificações, pois, se especificado e executado corretamente, pode atenuar a incidência de manifestações patológicas (GRIPP, 2008).

O fraco controle tecnológico e a falta de conhecimento técnico no campo muitas vezes levam a manifestações patológicas que podem comprometer o desempenho dessa camada. Alguns pesquisadores concentram sua atenção nos fenômenos de adesão das argamassas e substratos, uma vez que os problemas associados à fraca adesão diminuem o valor de mercado das construções (STOLZA; MASUEROA; PAGNUSSATA, 2016).

A resistência de aderência de um sistema de revestimento cerâmico é uma das mais importantes propriedades deste tipo de acabamento. O conhecimento das propriedades dos substratos e argamassas, e a capacidade de bem avaliar a interação entre os elementos são preceitos básicos para construir-se revestimentos duráveis (PEREIRA; SILVA; COSTA, 2013).

As manifestações patológicas nas edificações, na maioria das vezes, não ocorrem apenas por um fator, mas por uma combinação destes, e traz prejuízos para todos os membros da cadeia produtiva da construção, além de causar grande impacto na estética da edificação como um todo e, em algumas circunstâncias, ocasionar graves acidentes (FIGUEIREDO JR, 2017).

Segundo Ribeiro (2010) o deslocamento dos revestimentos cerâmicos pode ocorrer devido à movimentação excessiva do edifício; à expansão das placas cerâmicas; ao erro na especificação de argamassa colante ou na sua mistura; emboço com baixa resistência superficial e com material pulverulento em sua superfície; uso de rejunte rígido; além de falta de juntas de movimentação ou posicionamento inadequado.

No entanto, ainda conforme Ribeiro (2010), a maioria dos casos de deslocamento é oriundo de falhas no assentamento das peças cerâmicas, sendo que, estas falhas são principalmente devidas pelo preenchimento incompleto do tardo da placa cerâmica ou pelo tempo em aberto excedido da argamassa colante.

A argamassa colante trata-se de uma mistura constituída de aglomerantes hidráulicos, agregados minerais e aditivos e, que, para ser usada na obra basta acrescentar-se água. Após essa adição de água, forma-se uma pasta viscosa, plástica e aderente (PÓVOAS, 1999).

O tempo em aberto refere-se a uma das propriedades mais importantes da argamassa colante, sendo que, trata-se do período de tempo após o espalhamento da argamassa sobre o substrato, em que é possível o assentamento da cerâmica obtendo-se a resistência de aderência adequada (PÓVOAS, 1999).

Segundo Ferrari et al (2011) o tempo de pega é o período de tempo entre a aplicação da argamassa e a formação de película esbranquiçada, devido ao início das reações químicas de cristalização, que, naturalmente prejudicam a aderência (FERRARI et al., 2011).

Com a NBR 13755:2017 surgiu a obrigatoriedade da elaboração de projetos para fachadas tornou mais específica e rigoroso o controle desde a aplicação da argamassa colante até o assentamento das placas cerâmicas, exigido um controle maior em condições reais.

Segundo NBR 14081-3:2012 a aplicação de argamassa em condições de laboratório deve apresentar temperatura do ar de  $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa do ar de  $(60 \pm 2)\%$ , sem presença de vento. Já nas condições reais como sugere a NBR 13755:2017 o local deve representar as condições de vento e insolação críticas a que uma obra está sujeita durante o assentamento.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho consiste em analisar a influência dos diferentes traços de emboço e das condições de exposição, sobre a resistência de aderência à tração, em distintos tempos em aberto.

## **Materiais e métodos**

O trabalho foi dividido em duas etapas, sendo que a primeira delas se refere a caracterização dos materiais. A Figura 1 apresenta o fluxograma com os ensaios que foram realizados a fim de caracterizarem-se os referidos materiais.

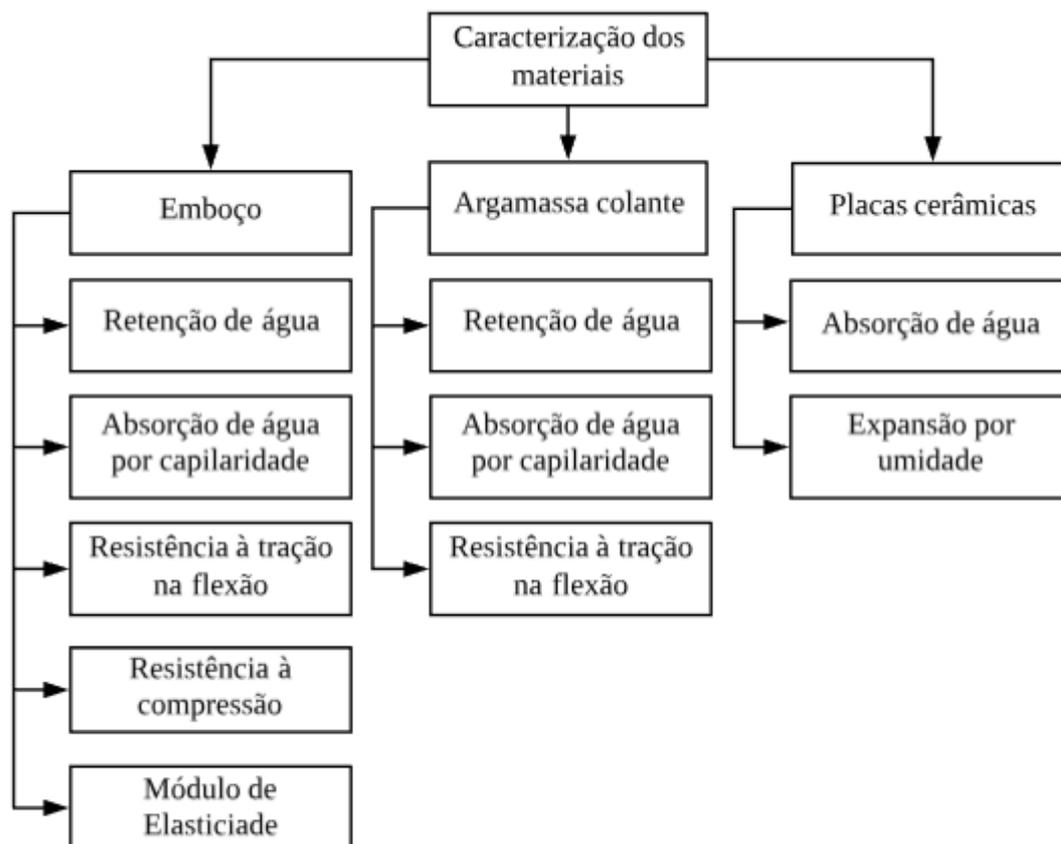


Figura 1: Caracterização dos materiais.

Partiu-se com a escolha de dois traços de emboços distintos, A e B, sendo que, a escolha dos traços foi realizada através da análise dos resultados de resistência à compressão e de módulo de elasticidade da pesquisa realizada por Santos e Antunes (2018). Para Mehta e Monteiro (2008), normalmente existe uma relação inversa entre porosidade e resistência dos sólidos, porém a relação Água/Cimento também pode influenciar em aumento ou perda de resistências quando aplicado ar incorporado no sistema. O intuito foi buscar traços com porosidades distintas, pois sabe-se que a aderência mecânica dos sistemas de revestimento está intimamente ligada a quantidade de poros e dimensões dos mesmos. Segundo Carasek (2007) a aderência mecânica das argamassas ocorre devido a penetração da pasta aglomerante ou da própria argamassa nos poros dos componentes de interface ou entre as rugosidades da base de aplicação. No interior dos poros ocorrem fenômenos de precipitação dos produtos de hidratação do cimento e, transcorrido algum tempo, esses precipitados intra capilares exercem ação de ancoragem da argamassa aos componentes de interface. Os dois traços escolhidos para emboço foram usados para o revestir uma face do bloco de concreto estrutural. Após 14

dias do lançamento do emboço sobre os blocos, foi aplicada sobre o mesmo a argamassa colante industrializada e em cada bloco foram assentadas placas cerâmicas.

Foi aplicado o emboço em 36 blocos com dimensões de 14x19x39cm, 18 blocos para cada traço de emboço escolhido. De cada traço, 9 blocos foram utilizados a argamassa colante em condições de laboratório e os outros 9 foram em condições reais. Em cada bloco cerâmico foi assentado 4 placas cerâmicas com dimensões de 4,8x4,8cm. A cada 12 placas cerâmicas um tempo em aberto distinto foi empregado no assentamento, sendo eles de 15, 20 e 25 minutos. Cabe salientar que o tempo em aberto para argamassa colante tipo III é de 20 minutos, optou-se também em definir um tempo inferior e outro superior. Após 28 dias foi realizado o ensaio de resistência de aderência à tração conforme NBR 14081-4:2012.

A figura 2 apresenta o fluxograma das atividades realizadas na segunda grande etapa da pesquisa.

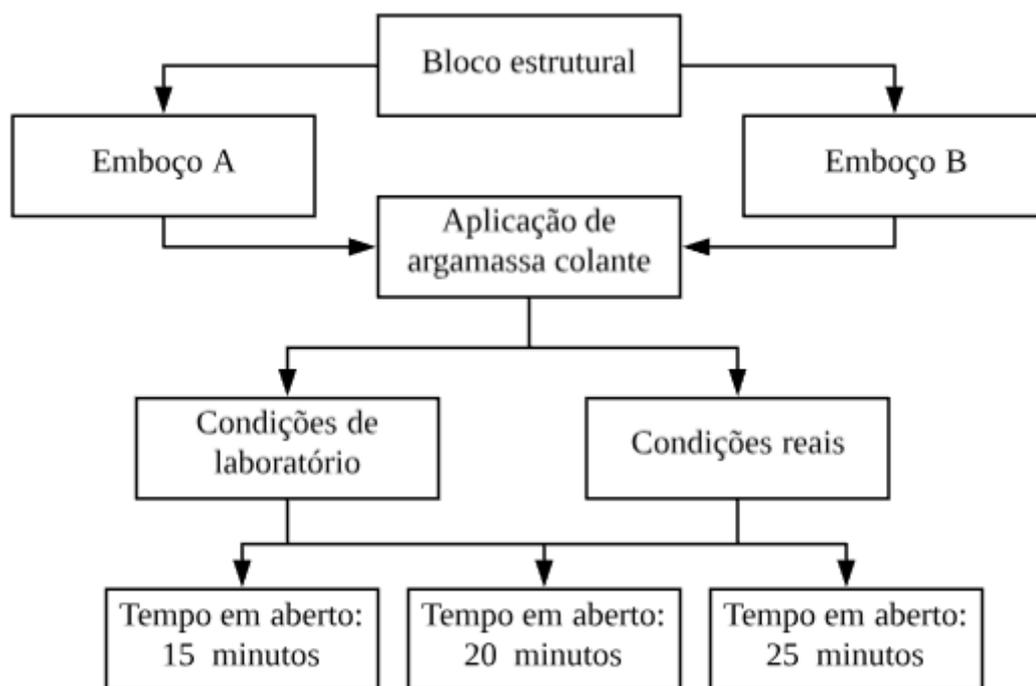


Figura 2: Processo de assentamento

Para a realização deste trabalho foram utilizados como substrato 36 blocos de concreto estrutural de dimensões 14x19x39cm, com resistência média de 4 MPa. De acordo com o fabricante a absorção de água do bloco segue a NBR 6136: 2016 que prescreve absorção máxima de 10%. O emboço foi aplicado diretamente no bloco de concreto estrutural, em toda a sua superfície. A espessura executada foi de 20 mm, seguindo das diretrizes da NBR 13749:2013. Para o lançamento do emboço foram utilizados moldes de madeiras na

envoltória da face do bloco. Não se realizou o chapisco. A Figura 3 apresenta o bloco de concreto.



Figura 3 (a): Bloco de concreto estrutural

O aglomerante hidráulico utilizado nos traços de emboço foi o cimento Portland CPII-F32, segundo o fabricante ele tem adição de fíler calcário no teor entre 11 e 25%. Tem como característica uma cura mais rápida e coloração mais clara, pela adição de fíler calcário e gesso. O cimento atende os requisitos da NBR 16697:2008. A cal empregada, pó obtido pela hidratação da cal virgem, constituído essencialmente de uma mistura de hidróxido de cálcio e hidróxido de magnésio, atende os requisitos da NBR 7175:2003. O agregado miúdo utilizado foi do tipo areia lavada média, possui dimensão máxima característica de 2,4mm, módulo de finura igual a 2,37 conforme a NBR NM 248: 2003 e a massa específica é de 2,62g/cm<sup>3</sup> conforme estabelecido pelo ensaio indicado na NBR NM 52:2009. A areia utilizada foi seca em estufa e a água utilizada para a realização do traço foi fornecida pela CASAN, concessionário local, sendo limpa e isenta de produtos nocivos a hidratação do cimento, conforme a NBR 15900-10:2009.

Os traços dos dois tipos dos emboços empregados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Traços do emboço.

Designação	Tipo de argamassa (proporção por volume)			
	Cimento	Cal	Areia	Água/Cimento
Traço A	1	1/4	3	0,57
Traço B	1	1	5	1,1

Utilizou-se argamassa colante industrializada, tipo III, AC-III, ao qual, é recomendada para execução de SRC com placas cerâmicas em fachadas, segundo NBR 14081-1:2012. A AC-III apresenta propriedades de modo a resistir a altas tensões de cisalhamento nas interfaces substrato/adesivo e placa cerâmica/adesivo, juntamente com uma aderência superior entre as interfaces em relação às argamassas dos tipos I e II. Conforme informado pelo fabricante da argamassa a quantidade de água adicionada a cada 1 kg de argamassa era de 0,195ml à 0,210ml, então quantidade de água escolhida para cada 1 kg da mistura foram de 0,200ml. A Tabela 2 apresenta a resistência de aderência mínima, após 28 dias em cura normal, e o tempo em aberto, de acordo com a NBR 14081:2012.

Tabela 2 - Características da ACIII.

<b>Tipo de Argamassa</b>	<b>Tempo em aberto (min)</b>	<b>Resistência de aderência aos 28 dias (MPa)</b>	<b>Deslizamento (mm)</b>
ACIII	$\geq 20$	$\geq 1,0$	$\leq 0,7$

Os ensaios de caracterização das argamassas foram: retenção de água, absorção de água por capilaridade, resistência à tração na flexão, resistência à compressão e módulo de elasticidade. O ensaio de retenção de água das argamassas, emboço e argamassa colante, foi realizado conforme a metodologia estabelecida pela NBR 13277:2005. O ensaio de retenção de água determina a quantidade de água succionada de uma porção de argamassa contida em um funil de filtragem (funil de Büchner modificado), após sucção realizada por meio de uma bomba de vácuo a baixa pressão. O ensaio de absorção de água por capilaridade e coeficiente de capilaridade seguiu as diretrizes da NBR 15259:2005. O referido ensaio consiste em deixar os corpos de prova prismáticos, 4x4x16cm, posicionados em um recipiente contendo água a nível constante em  $(5 \pm 1)$  mm. Cada corpo de prova tem sua massa medida no tempo de 0 minuto (m0), aos 10 minutos (m10) e aos 90 minutos (m90) de ensaio. O ensaio de resistência à tração na flexão, seguiu-se as diretrizes da NBR 13279:2005, para a ruptura das amostras foi utilizado uma prensa hidráulica EMIC, modelo PC200CS, aplicando-se uma carga  $(50 \pm 10)$  N/s até a ruptura. O ensaio de resistência a compressão, que se utilizou as metades dos corpos de prova do ensaio de resistência à tração na flexão, fez-se uso do mesmo modelo de prensa hidráulica para a ruptura, porém com carga de  $(500 \pm 50)$  N/s até a ruptura.

O ensaio de módulo de elasticidade estático à compressão, realizou-se de acordo com as especificações da NBR 8522:2008, porém o ensaio precisou ser adaptado para argamassas, adaptação referente aos ciclos de cargas e descargas, sendo que, neste o carregamento foi

continuo e velocidade de  $0,45 \pm 0,15$  MPa para este ensaio foram moldados três corpos de prova cilíndricos, conforme descreve a NBR 5738:2016, com dimensões de 5cm de diâmetro e 10cm de comprimento para cada traço de argamassa analisada, utilizou-se uma prensa hidráulica da marca EMIC PC200CS, juntamente com um extensômetro elétrico.

O preparo da argamassa colante, para todos ensaios aplicado a ela, foi realizado conforme a NBR 14081-2:2012.

As placas de revestimentos empregadas na pesquisa foram fabricadas pelo método “prensado,” são nomeadas como “Tipo B”; a sua absorção máxima de 0,5%, estando assim dentro do Grupo “Ia” definido pela NBR 15463:2013, A nomenclatura deste tipo de revestimento é “Porcelanato”, que além da classe de absorção, são caracterizados como cerâmicas compostas por argila, feldspato e outras matérias primas inorgânicas, conformadas por extrusão, prensagem ou outros processos, podendo ser esmaltadas ou não esmaltadas, polidas ou naturais, retificada ou não retificada. NBR 15463: 2013. A Figura 4 (a) apresenta uma placa cerâmica com suas dimensões e a Figura 4 (b) fotografias das placas cerâmicas.

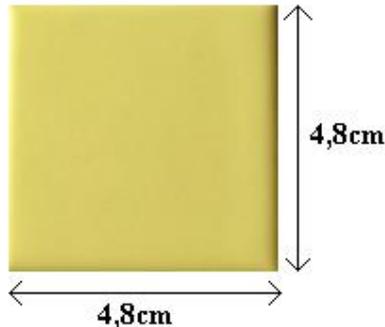


Figura 4 (a): Dimensões placa cerâmica

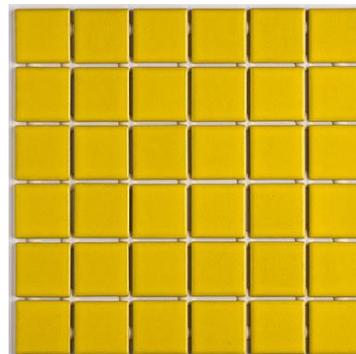


Figura 4 (b): Malha da placa cerâmica utilizada

Para a caracterização das placas cerâmicas foram realizados ensaio de absorção de água e expansão por umidade. Seguiu-se as prescrições da NBR 15463: 2013, primeiramente os corpos de prova foram secos em estufa à temperatura de  $110 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5$ , até atingir massa constante, e determinado sua massa. Em seguida, as amostras foram imersas em recipiente com água, aquecendo a até ferver e mantendo-a em ebulição por duas horas. Registrou-se a massa dos corpos de prova após o resfriamento. O ensaio de expansão por umidade foi executado conforme NBR 13818:1997, onde expansão por umidade é o termo geralmente empregado para designar o aumento das dimensões das placas cerâmicas com a presença de umidade.

O procedimento de execução do assentamento das placas cerâmicas sobre os blocos, seguiram as prescrições da NBR 14081-2:2012. As placas cerâmicas foram assentadas em blocos estruturais, sobre o emboço, após 14 dias de cura dos mesmos, segundo a NBR 7200:1998, onde foram posicionadas 4 placas cerâmicas limpas e secas sobre a os cordões de argamassa estendida. As placas cerâmicas distam 5cm entre elas e 2,5cm entre as arestas das placas e a borda mais próxima do substrato padrão. A Figura 5 apresenta o sistema de revestimento desenvolvido e a Figura 6 demonstra as placas cerâmicas assentadas sobre a face de um bloco.

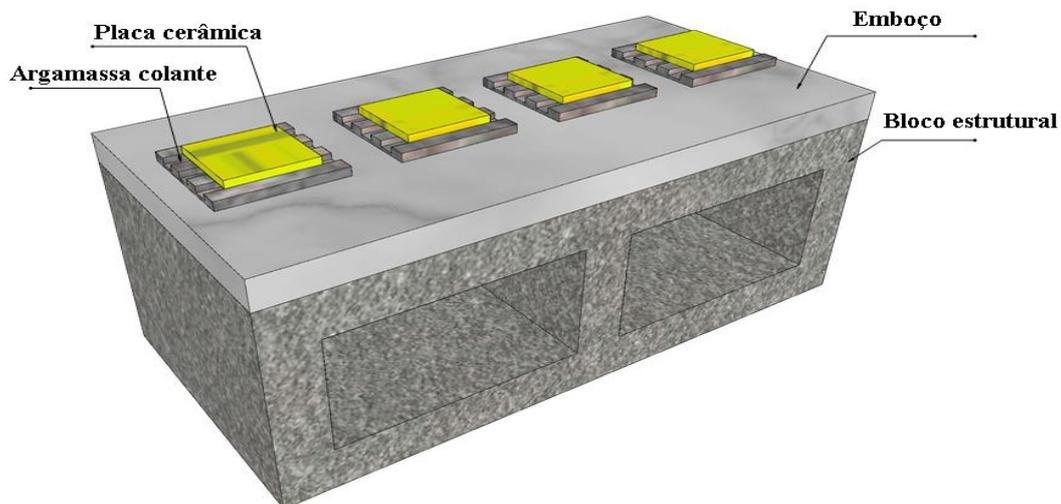


Figura 5: Estrutura SRC

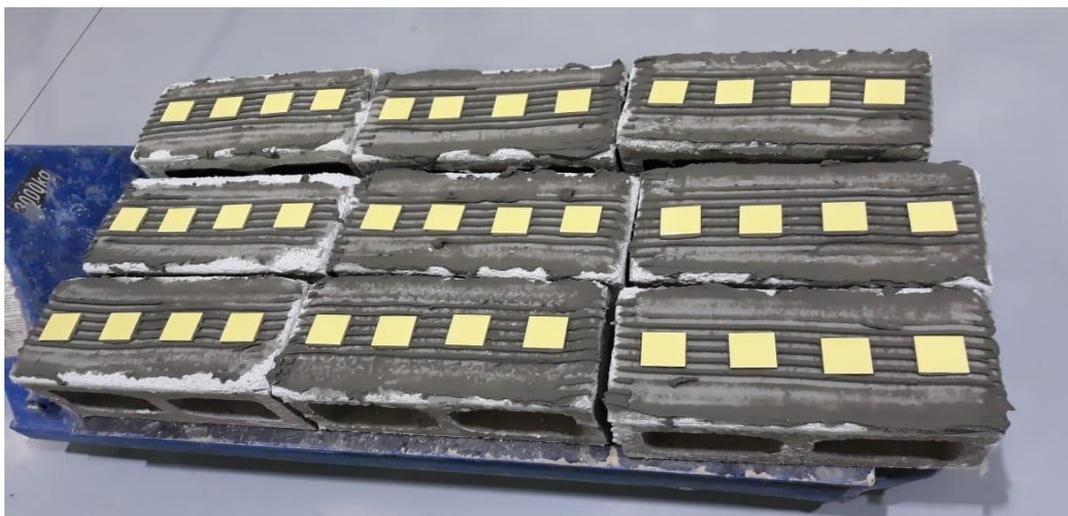


Figura 6: Estrutura SRC

As disposições laboratoriais a qual foram expostos os blocos seguem as diretrizes da NBR 14081-3:2012 onde a temperatura do ar de  $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa do ar de  $(60 \pm$

2)%, sem presença de vento, como na Figura 7 (a). O assentamento e exposição em condições reais foram realizadas no Parque Científico e tecnológico – IPARQUE, no 2º pavimento de uma laje como na figura 7 (b). Em ambos os casos inicialmente para o assentamento da placa cerâmica o bloco estrutural estava na horizontal, após 24 horas o assentamento os blocos foram colocados verticalmente como indicada na NBR 14081-3: 2012.



Figura 7 (a): Exposição em condições laboratoriais



Figura 7 (b): Exposição em condições reais

Os blocos expostos em condições reais foram direcionados para a orientação geográfica norte por ser a fachada com maior incidência solar na região, segundo a carta solar de latitude -28.6783, que se refere a cidade de Criciúma. No período de cura de 28 dias entre a argamassa colante e a placa cerâmica as condições meteorológicas como temperatura em grau

Celsius (°C), umidade relativa do ar (%), precipitação (mm/h) e velocidade média do vento (m/s) foram monitorados. Esses dados podem ser observados nas Figuras 7 (a) e 7 (b). Os dados foram disponibilizados pela Epagri/Ciram, em uma estação meteorológica automática encontrada no IPARQUE.

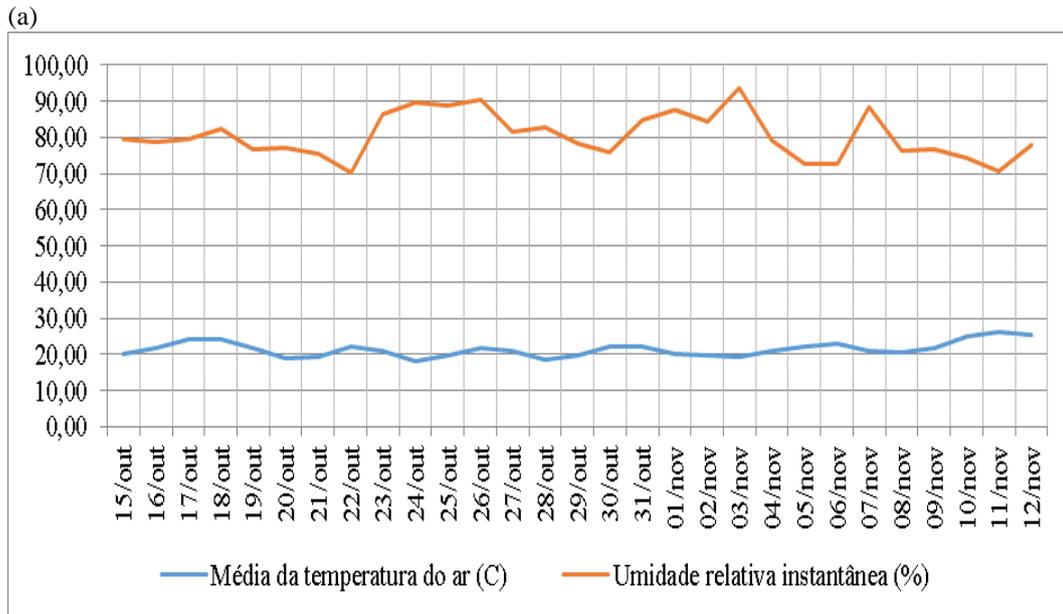


Figura 8 (a): Temperatura do ar e umidade relativa.

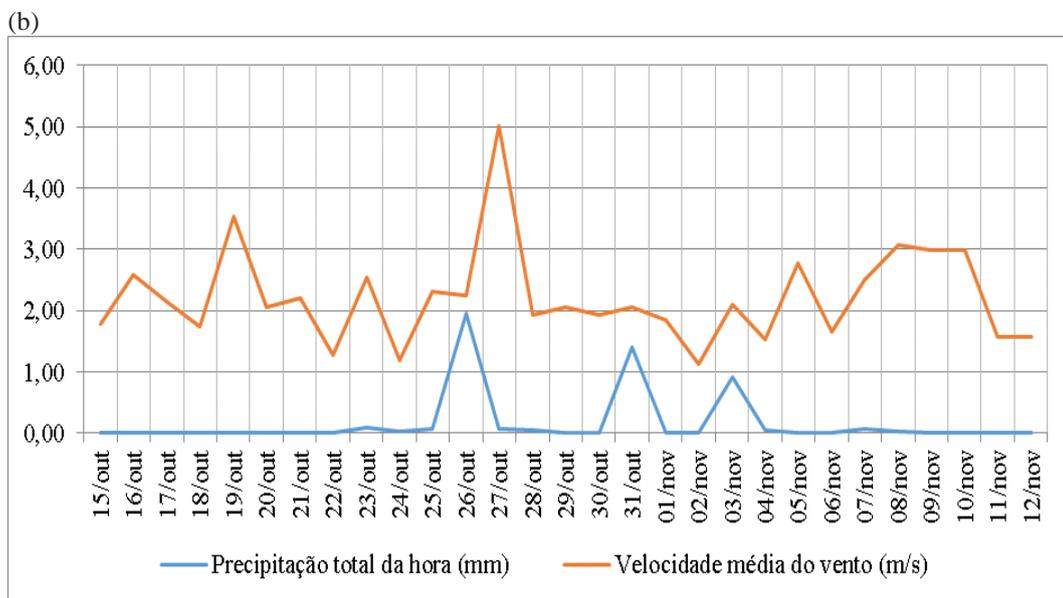


Figura 8 (b): Precipitação e Velocidade do vento

O ensaio de resistência de aderência à tração foi realizado conforme a NBR 14081-4:2012. Para a execução do ensaio, em cada corpo de prova foi colada uma placa metálica com adesivo epóxi, com a mesma dimensão da placa cerâmica. Com a utilização de um dinamômetro com capacidade de 5000N e velocidade de  $250 \pm 50$  N/s, é realizado o ensaio de

arrancamento por tração. No ensaio é indicado o valor da força de tração exercida para arrancar a placa. Para análise dos resultados foi aplicado o Teste t de Student com grau de confiança de 95%, um modelo estatístico utilizado para duas variâncias. A Figura 8 (a) apresenta o dinamômetro utilizado e a figura 8 (b) demonstra o processo de ensaio de aderência à tração sendo realizado no sistema desenvolvido.

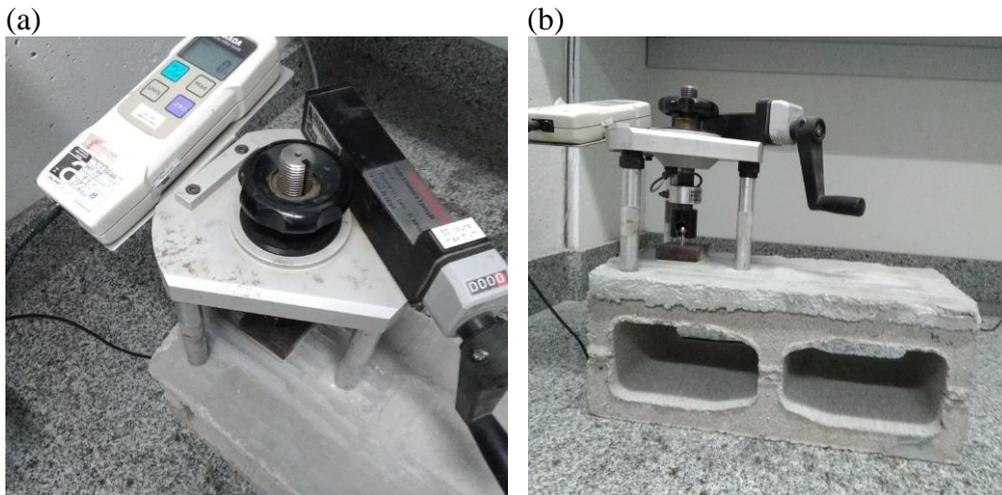


Figura 9: (a) Dinamômetro e

(b) Ensaio de aderência

Durante o ensaio também foi avaliado o tipo de ruptura, que é classificada de acordo com a norma técnica NBR 14081-4:2012 como: S: Ruptura no substrato; S/A: Ruptura na interface argamassa e substrato; A: Ruptura na camada de argamassa colante; A/P: Ruptura na interface argamassa e placa cerâmica; P: Ruptura na placa cerâmica; F: Falha na colagem da peça metálica. A Figura 9 demonstra com mais detalhes as formas de ruptura no ensaio de aderência à tração.

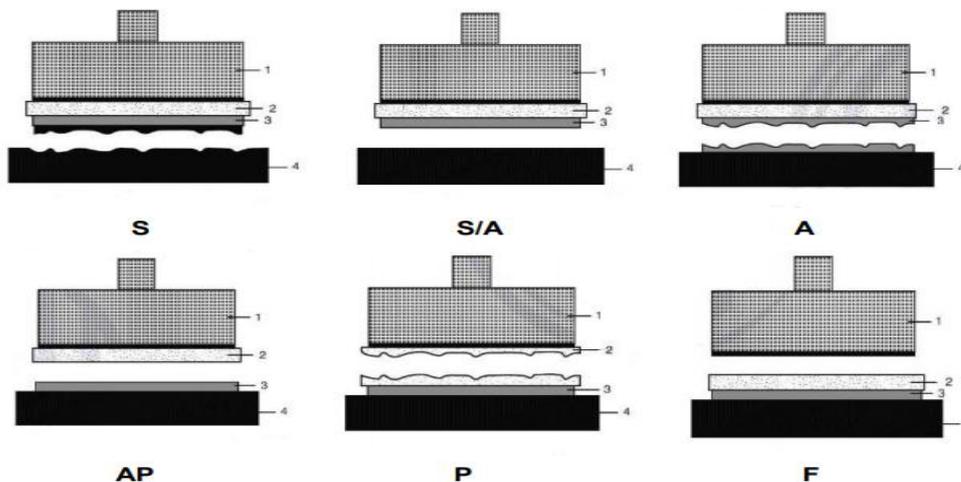


Figura 10: Formas de rupturas

## Resultados e discussões

Na Tabela 3 é apresentado os resultados encontrados nos ensaios de caracterização das argamassas usadas como emboço dos traços A e B, respectivamente.

Tabela 3 - Resultados dos ensaios de caracterização da argamassa usada como emboço.

Ensaio	Método de Ensaio	Médias Traço A	Médias Traço B
Retenção de Água	NBR 13277:2005	94,17%	95,48%
Resistência à Tração na flexão	NBR 13279:2005	4,78 MPa	2,72 MPa
Resistência à Compressão	NBR 13279:2005	27,15 MPa	12,70 MPa
Absorção de água por capilaridade 10 min – 90 min	NBR 15259:2005	0,10 – 0,20 g/cm <sup>2</sup>	0,27 – 0,59 g/cm <sup>2</sup>
Coefficiente de Capilaridade	NBR 15259:2005	1,66 g/dm <sup>2</sup> .min <sup>1/2</sup>	5,12 g/dm <sup>2</sup> .min <sup>1/2</sup>
Módulo de elasticidade	NBR 8522:2008 adaptada	7,52 MPa	3,51 MPa

Analisando os resultados de absorção de água por capilaridade dos traços nos tempos de 10 e 90 minutos, observou-se que o traço B obteve uma absorção 170,00% e 195,00%, respectivamente, maior do que o traço A.

Foi observado que tanto como a resistência à compressão e módulo de elasticidade, foram de 113,78 e 114,24% maior no traço A em relação ao traço B.

A Tabela 4 apresenta os resultados encontrados nos ensaios de caracterização da argamassa colante.

Tabela 4: Caracterização argamassa colante

Ensaio	Método de Ensaio	Médias	Desvio padrão
Retenção de Água	NBR 13277:2005	99,23%	-
Resistência à Tração na flexão	NBR 13279:2005	4,12 MPa	0,74 MPa
Absorção de água por capilaridade 10 min – 90 min	NBR 15259:2005	0,08 – 0,18 g/cm <sup>2</sup>	-
Coefficiente de Capilaridade	NBR 15259:2005	1,61 g/dm <sup>2</sup> .min <sup>1/2</sup>	-

A Tabela 5 apresenta os resultados de caracterização da placa cerâmica utilizada.

Tabela 5: Caracterização da placa cerâmica

Ensaio	Método de Ensaio	Resultados	Desvio padrão
--------	------------------	------------	---------------

Absorção de água	NBR 15463:2013	0,48%	0,28
Expansão por umidade	NBR 15463:2013	0,48 mm/m	0,11

A Figura 11 apresenta os resultados de resistências médias de aderência a tração no tempo em aberto de 20 minutos com os traços de emboço A e B.

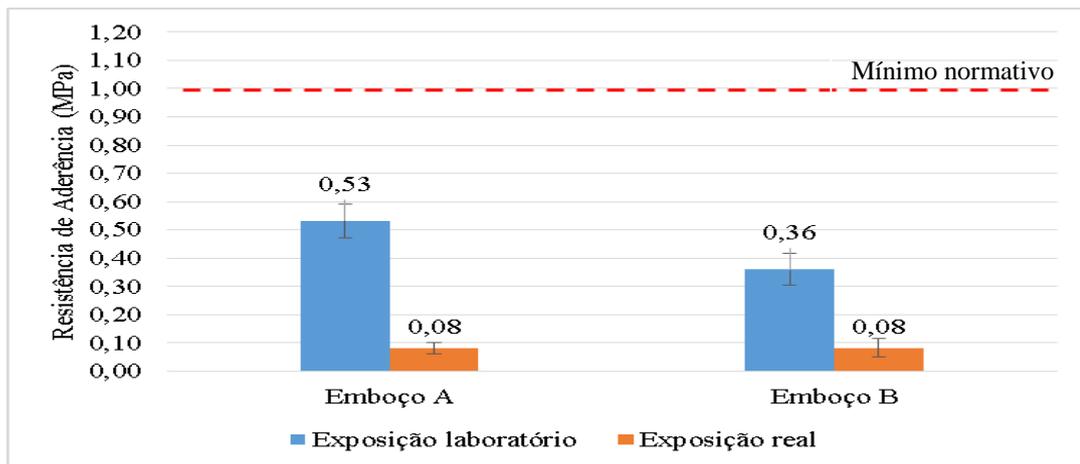


Figura 11: Resistência de aderência, tempo em aberto normativo: 20 minutos

Segundo a NBR 14081-3:2012 a resistência mínima para argamassa tipo III – ACIII aos 20 minutos de tempo em aberto, realizando o ensaio de tempo aberto é de 1,0 MPa. Com base nos resultados deste ensaio, constatou-se que nenhum dos dois traços chegou a resistência mínima normativa, isso pode ter ocorrido devido a argamassa colante não atender as prescrições normativas mínimas. Através da aplicação do Teste t de Student bilateral, para duas variáveis, com grau de confiança de 95%, que a resistência de aderência a tração foi significativamente maior no traço A comparando com o traço B na condição de exposição laboratorial significativamente maior. Assim como comparando os mesmos tipos de traços, traço A com traço A e traço B com traço B alterando os tipos de exposições, laboratorial e real, o aumento na resistência de aderência a tração foi significativo, ou seja, em exposição real tem-se resistência menor que na exposição de laboratório. Apenas quando se compara o traço A com o traço B executados no tipo de exposição real a hipótese nula é aceita, sendo assim não interferindo na resistência de aderência a tração.

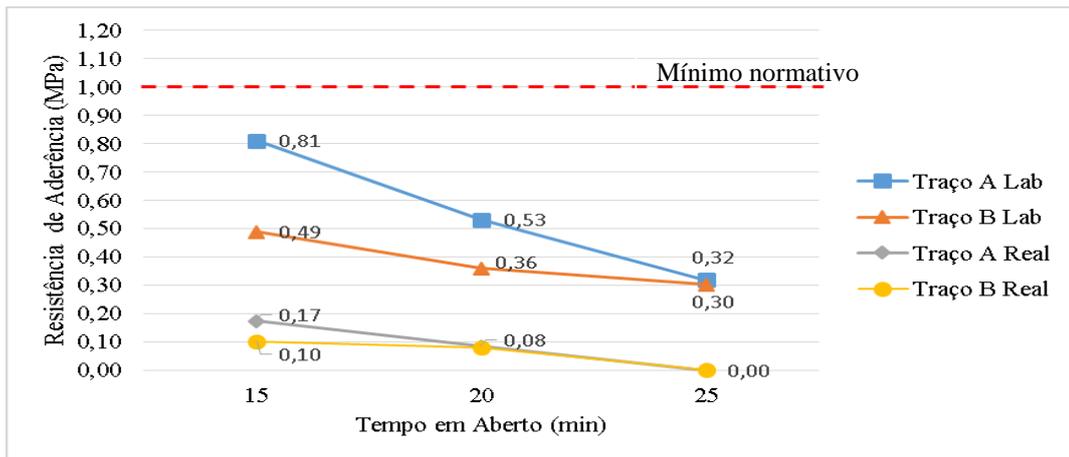


Figura 12: Médias de resistência de aderência nos tempos em aberto de 15, 20 e 25 minuto.

Analisando os resultados das amostras com o traço de emboço A e B nas condições de exposição laboratorial e real, observou-se que as amostras que foram expostas no laboratório, à medida que se aumentava o tempo em aberto foram perdendo resistência, sendo que as amostras com exposição real não obtiveram aderência. Fato que demonstra que o assentamento com o tempo em aberto excedido afeta a aderência das placas.

Em condições de exposição igual também foram analisadas as variações entre os traços. Em laboratório as resistências a aderência a tração do traço A resultaram em 65,31% maior em 15 minutos, 47,22% maior em 20 minutos e 6,67% nos 25 minutos, comparando respectivamente com o traço B. Em condições reais as resistências do traço A derivaram nos seguintes resultados: em 15 minutos a resistência foi 70,0% maior, em 20 minutos foi % maior e em 25 minutos ambos foram iguais à zero.

Analisando e comparando a resistência a compressão e o módulo de elasticidade do traço A com o traço B foram observados que a diferenças de resultados nesses ensaios foram diretas se comparada com o a resistência de aderência a tração.

Segundo Bastos et al. (2010) a argamassa de revestimento (emboço) deve ter certa capacidade de deformar-se sob a ação de tensões provenientes de carregamento, de variações térmicas ou da retração. Quando há o impedimento da deformação na argamassa endurecida aderida a uma base porosa, surgem tensões de tração no revestimento, já a partir das primeiras idades, que podem levar à fissuração.

Relacionando os resultados de absorção de água por capilaridade dos traços A e B com a resistência de aderência a tração verificou-se que quanto maior a absorção de água, como ocorreu no emboço B, a resistência de aderência foi menor.

Conforme verificado por Kirchheim et, al (2004), quanto menor a taxa de absorção de água, mais resistente será o material referente à entrada de agentes que podem levar o material a sofrer com problemas de durabilidade.

Analisando os tipos de ruptura verificou-se a maioria acima de 80,0% dos casos resultou se na interface entre a argamassa colante e a placa cerâmica, conforme a NBR 14081-4:2012, ruptura A/P. Este tipo de ruptura demonstra uma baixa adesão da argamassa colante utilizada. A Figura 13 apresenta o tardoz das placas cerâmicas após o ensaio de aderência.



Figura 13: Modos de ruptura das placas cerâmicas

## Conclusões

Os resultados dos ensaios de caracterização dos materiais foram favoráveis para o ensaio de resistência de aderência a tração. Os resultados dos ensaios foram positivos no ensaio de absorção de água e expansão por umidade para a caracterização da placa cerâmica, atendendo aos requisitos das respectivas normas.

Na argamassa utilizada como emboço os ensaios de absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade tiveram relação com a resistência a aderência, já que na argamassa com menor absorção de água e menor coeficiente de capilaridade houve uma maior resistência de aderência a tração.

A influência da resistência a compressão e do módulo de elasticidade na resistência de aderência a tração foram comprovadas, visto que no emboço A a resistência compressão e o módulo de elasticidade, foram superiores as resistências do emboço B, assim como a resistência de aderência a tração.

Nas diferentes condições de exposição também verificou se em ambos os traços de emboço e nos distintos tempos em aberto a exposição laboratorial foi superior a exposição real.

O tipo de ruptura em 83,33% dos casos se deu no caso A/P: Ruptura na interface argamassa e placa cerâmica, não prejudicando o ensaio de aderência, mas podendo indicar uma argamassa colante de baixa qualidade.

A variação de resistência de aderência levando em consideração os tipos de exposição foi considerável. Nas condições laboratoriais existe a NBR 14081-1:2012 que define a resistência mínima no tempo em aberto de 20 minutos para AC-III que é de 1MPa. Porém nas condições de exposição reais é de primordial que seja conhecida uma resistência mínima ser seguida.

Foi comprovado também a importância do seguimento correto das normas de assentamento, referindo se ao tempo em aberto, a fim de aferir a resistência do tempo em aberto em 25 minutos, um tempo que excede o tempo da NBR 14081-1:2012, o resultado foi nulo.

Sugestões para trabalhos futuros:

- Utilizar outros tipos de argamassas colantes (ACI e ACII) e placas cerâmicas de outras classes de absorção;
- Inserir um número maior de fornecedores de argamassas e placas cerâmicas em um mesmo estudo;
- Em um mesmo estudo buscar, para a condição de exposição real, exposições distintas (orientação solar, exposição na vertical e horizontal, locais distintos, climas diferentes);
- O estudo com novos traços de emboço;
- Tempos em aberto menores e com menores intervalos entre eles.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14081-1**: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas de cerâmica - Especificações. Rio de Janeiro, 2012.

---

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 14081-2:** Argamassa colante industrializada para assentamento de placas de cerâmica - Execução do substrato padrão e aplicação de argamassa para ensaios-. Rio de Janeiro, 2012.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 14081-3:** Argamassa colante industrializada para assentamento de placas de cerâmica - Determinação do tempo em aberto. Rio de Janeiro, 2012.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 14081-4:** Argamassa colante industrializada para assentamento de placas de cerâmica - Determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2012.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 14086:** Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Determinação da densidade de massa aparente. Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 13755:** Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento. Rio de Janeiro, 2017.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 13277:** Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos - Determinação da retenção de água – Especificação. Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. **ABNT 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.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 13281:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. **ABNT 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.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 7200:** Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

---

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 13749:** Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas — Especificação. Rio de Janeiro, 2013.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 15463:** Placas cerâmicas para revestimento – Porcelanato. Rio de Janeiro, 2013.

ROSCOE, Márcia Taveira. **PATOLOGIAS EM REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADA.** 2008. 80 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2008.

REBELO, Carlos da Rocha. **PROJETO E EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO CERÂMICO.** 2010. 55 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Materiais de Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2010.

FIGUEIREDO JÚNIOR, Geraldo Josafá de. **PATOLOGIAS EM REVESTIMENTOS DE FACHADAS – DIAGNÓSTICO, PREVENÇÃO E CAUSAS.** 2017. 91 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2017.

GRIPP, Ronaldo Assis. **A IMPORTÂNCIA DO PROJETO DE REVESTIMENTO DE FACHADA, PARA A REDUÇÃO DE PATOLOGIAS.** 2008. 80 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2008.

PÓVOAS, Y.V. **Tempo em aberto da argamassa colante: método de medida e influência dos aditivos HEC e resina PVAc.** São Paulo, 1999. p.154. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

STOLZA, Carina M.; MASUEROA, Angela B.; PAGNUSSATA, Daniel T.. ( Influence of substrate texture on the tensile and shear bond strength of rendering mortars. **Construction And Building Materials.** Porto Alegre, p. 298-298. 15 dez. 2016.

PEREIRA, Eduardo; SILVA, Isac José da; COSTA, Marianne do Rocio de Mello Maron da. **Avaliação dos mecanismos de aderência entre argamassa colante e substrato não**

poroso. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p.139-149, 14abr.2013. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/30274/25897> . Acesso em: 14 abr. 2013.

KIRCHHEIM, A. P.; SOMMER; PASSUELO, A.; L., DAL MOLIN, D. C. C.; SILVA FILHO, L. C. P. Estudo da absorção capilar em argamassas de cimento Portland branco estrutural com diferentes teores de adições pozolânicas. In: Entac, 2004c, São Paulo.

CARASEK, Helena. Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. São Paulo, IBRACON, 2007.

FERRARI, Silvano et al. Análise da retenção de água em argamassas colantes de mercado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 9., 2011, Belo Horizonte. Belo Horizonte: Universidade Federal de Juiz de Fora e Universidade Federal de Minas Gerais, 2011. v. 1, p. 2 - 2.

SANTOS, Bruno Rodrigues dos; ANTUNES, Elaine Guglielmi Pavei. **Curvas de dosagem para argamassas convencionais com atendimento do índice de consistência preconizado pela NBR 13276: 2016**. 2018. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2018.

BASTOS, Pedro Kopschitz Xavier et al. Estudo do Módulo de Elasticidade de Argamassas de Revestimento Sujeitas à Sucção de Água pela Base. In: CONGRESSO PORTUGUÊS DE ARGAMASSAS DE CONSTRUÇÃO, 3., 2010, Lisboa. Juiz de Fora: Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, 2010. p. 830 - 840.