



VERIFICAÇÃO DA INTERFERÊNCIA DO TEMPO EM ABERTO DA ARGAMASSA COLANTE
NA RESISTÊNCIA DA ADERÊNCIA A TRAÇÃO.

SÃO PAULO
2019



ANTONIO RAFAEL TEDESCO RIOS

FRANCISCO ANISIO DA SILVA

VERIFICAÇÃO DA INTERFERÊNCIA DO TEMPO EM ABERTO DA ARGAMASSA
COLANTE NA RESISTÊNCIA DA ADERÊNCIA A TRAÇÃO.

Trabalho de Conclusão do Curso de Pós-Graduação em
Patologia nas Obras Cíveis para obtenção do grau de
especialista em Patologia na Construção Civil.

Prof. Orientador: Luis Cesar Siqueira de Luca

SÃO PAULO

2019



AGRADECIMENTOS.

Agradecemos primeiramente a Deus pela oportunidade concedida.

Agradecemos aos nossos familiares, pela compreensão dispensada durante todo o período do curso.

Agradecemos aos professores que nos auxiliaram a chegar até aqui.

Agradecemos aos colegas e amigos que estiveram e conhecemos durante este desafio.

Ao engenheiro civil prof. De Luca pela valiosa colaboração na orientação deste trabalho.

Aos engenheiros Ricardo e André pela pré disposição em nos atender.

SÃO PAULO

2019

RESUMO

Este trabalho verificou a interferência na resistência da aderência da argamassa colante ACII entre a cerâmica e substrato(base) em função do tempo em aberto, sendo utilizado a Placa de Teste de substrato (250X500X20mm) padrão ABCP(Associação Brasileira de Cimento Portland), utilizando os parametros de aplicação do revestimento cerâmico conforme, além do tempo em aberto, utilizando cura normal nos intervalos de 15min(Amostra 1); 25min(Amostra 2); 35min(Amostra 3); e 40min(Amostra 4) . Extraído os corpos de prova após 28 dias e apresentado o resultado da resistência de aderência entre a argamassa e a cerâmica. Apresenta uma revisão bibliográfica sobre os componentes e os materiais que integram o Sistema de Revestimento Cerâmico de Fachada(RCF), e as principais manifestações patológicas como Desplacamento, Eflorescência, Fissuras, Gretamento. Para realização do experimento utilizou-se quatro placas de Substrato padrão, colocadas juntas, e aplicado argamassa colante ACII no sentido longitudinal, e assentados dez placas de cerâmica (50x50mm) com dupla colagem, em cada placa de Substrato, aguardando em cura normal exposta ao meio ambiente por 28 dias, efetuou-se o ensaio de arrancamento dos corpos de prova e os relatórios e resultados coletados para determinar a resistência de aderência a tração da argamassa colante ACII em função de periodos de tempo em aberto da argamassa Colante ACII, apresentando a análise e considerações.

Palavras-chave: Revestimento Cerâmico; Tempo; Aderência; Resistência

FIGURAS

Figura 1-Revestimento não Aderido.....	15
Figura 2-Estrutura do Sistema de RCF.....	16
Figura 3-Camadas dos RCF.....	17
Figura 4- Fixação da tela metálica.....	18
Figura 5- Tela metálica de fixação.....	19
Figura 6- Chapisco Tradicional.....	21
Figura 7-Chapisco Industrializado.....	22
Figura 8- Chapisco Rolado.....	22
Figura 9-Emboço	23
Figura 10.-Eflorescência.....	33
Figura 11- Desplacamento da Cerâmica.....	34
Figura 12- Fissura da Cerâmica.....	35
Figura 13.-Tipos de Ruptura.....	37
Figura 14- Sistematização.....	39
Figura 15- Placa do Substrato Padrão.....	40
Figura 16- Argamassa Colante ACII.....	41
Figura 17- Revestimento Cerâmico.....	42
Figura 18- Identificação das Placas de Substrato.....	43
Figura 19- Identificação dos Corpo de Prova.....	43
Figura 20-Preparo da Argamassa ACII.....	44
Figura 21- Aplicação de Argamassa ACII.....	45
Figura 22- Assentamento das Cerâmica no Substrato.....	46
Figura 23- Aplicação de Argamassa no Tardoz	46
Figura 24 – Condições de Cura	47

Figura 25 – Cura exposta ao Ambiente.....	47
Figura 26- Equipamento Extrator.....	48
Figura 27- Gráfico da Médias da Resistência.....	53
Figura 28- Gráfico das Rupturas Predominantes.....	54

TABELAS

Tabela nº 01- Requisitos da Argamassa Colante ACII.....	26
Tabela nº 02 – Grupo de Absorção da Cerâmica.....	30
Tabela nº 03 – Classe de Resistência.....	31
Tabela nº 04 – Característica Argamassa ACII.....	41
Tabela nº 05 – Especificação da Cerâmica.....	42
Tabela nº 06 – Resultado da Resistência a Aderência do tempo em aberto de 15 minutos.....	49
Tabela nº 07 – Resultado da Resistência a Aderência tempo em aberto de 25 minutos.....	50
Tabela nº 08 – Resultado da Resistência a Aderência do tempo em aberto de 35 minutos.....	51
Tabela nº 09 – Resultado da Resistência a Aderência do tempo em aberto de 45 minutos.....	52
Tabela nº 10 – Valores das Médias das Amostras.....	53

ABREVIATURAS.

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnica.

ANFACER- Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos.

RCF- Revestimento cerâmico de fachada.

CCB – Centro Cerâmico do Brasil

EPU- Expansão Por Umidade.

PEI -Porcelain Enamel Instituto

VUP – Vida Útil de Projeto.

A - Ruptura da Camada de Argamassa Colante.

A/P – Ruptura na Interface Argamassa e Placa Cerâmica.

S – Ruptura do Substrato.

S/A – Ruptura na Interface da Argamassa Colante e Substrato.

P – Ruptura na Placa Cerâmica.

F - Falha na Colagem da Peça Metálica.

A1- Amostra nº1

A2- Amostra nº2

A3- Amostra nº3

A4- Amostra nº4

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	3
RESUMO.....	4
FIGURAS.....	5
TABELAS.....	7
ABREVEATURAS.....	8
1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1.PROBLEMA.....	12
1.2.HIPÓTESE.....	12
1.3. OBJETIVOS.....	13
1.3.1.Objetivo Geral.....	13
1.3.2. Objetivo Específico.....	13
1.4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	13
1.5. JUSTIFICATIVAS.....	14
1.6 APRESENTAÇÃO DO TRABALHO.....	14
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1 REVESTIMENTO CERÂMICO.....	15
2.1.2. Revestimento de fachada não aderidos.....	15
2.1.3. Revestimentos Cerâmicos de fachadas aderidos	16
2.2. BASE.....	18
2.3.SUBSTRATO PARA REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADA.....	19
2.4 CHAPISCO.....	20
2.4.1 Chapisco Tradicional.....	21
2.4.2 Chapisco Industrializado.....	21
2.4.3 Chapisco Rolado.....	22
2.5 EMBOÇO.....	22

2.6 ARGAMASSAS COLANTE.....	24
2.6.1 Tempo em Aberto.....	27
2.6.2 Tempo de Maturação e Vida no Balde.....	27
2.7 CERÂMICA.....	28
2.7.1 As Principais Propriedade da Cerâmica.....	28
2.7.2 Classificação da Cerâmica.....	29
2.8 MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICAS DO RCF.....	32
2.8.1 Eflorescência.....	33
2.8.2 Destacamento ou Descolamento da Cerâmica.....	34
2.8.3 Gretamento e Fissuras.....	35
2.9 ENSAIO DE ARRANCAMENTO.....	36
2.9.1 Equação do Cálculo da Resistência de Aderência.....	38
3.SISTEMATIZAÇÃO PROGRAMA EXPERIMENTAL.....	39
3.1 . SISTEMATIZAÇÃO.....	39
3.2 Escolha dos Materiais.....	40
3.2.1 Placa de Substrato Padrão.....	40
3.2.2 Argamassa Colante ACII.....	41
3.2.3 Revestimento Cerâmico	42
3.3 Execução dos Corpos de Prova.....	43
3.3.1 Identificação das Placas de Substrato Padrão.....	44
3.3.2 Preparo de Argamassa AcII.....	44
3.3.3 Aplicação da Argamassa AcII.....	45
3.3.4 Assentamento de Cerâmica na Placa Teste.....	45
3.3.5 Condições da Cura Normal.....	47
3.4 Extração do Corpo de Prova.....	48
3.4.1 Equipamentos Usados na Extração.....	48

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	49
4.1 RESULTADO E ANÁLISE DO TEMPO EM ABERTO DE 15 MINUTOS.....	49
4.2 RESULTADO E ANÁLISE DO TEMPO EM ABERTO DE 25 MINUTOS.....	50
4.3 RESULTADO E ANÁLISE DO TEMPO EM ABERTO DE 35 MINUTOS.....	51
4.4 RESULTADO E ANÁLISE DO TEMPO EM ABERTO DE 45 MINUTOS.....	52
4.5 ANÁLISE COMPARATIVO ENTRE OS RESULTADOS.....	53
4.5.1 Análise da Média e Desvio Padrão	53
4.5.2 Análise das Rupturas.....	54
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.....	55
5.1 RECOMENDAÇÕES.....	56
6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS.....	57
ANEXOS. Relatórios dos Ensaios de aderência.....	60

1. INTRODUÇÃO.

A temática principal deste trabalho é a interferência do tempo em aberto da argamassa colante ACII na resistência da aderência a tração.

Os revestimentos cerâmicos estão entre os materiais mais usados na construção civil para acabamentos internos e externos, com a possibilidade de diversas aplicações, variedade de estampas, alta durabilidade, resistência a abrasão, a produtos químicos, facilidade de limpeza, higiênico, proteção dos elementos de vedação e proteção dos elementos internos de agentes agressivos, que segundo SABBATINI et al (1988), proporciona estanqueidade à água e aos gases, isolamento térmico e acústico, aspecto estético e visual além de promover a valorização da edificação. Entretanto, a exigência de superação de metas e resultados no setor da construção civil para redução de custos, propicia o negligenciamento na questão de requisitos das NBRs, em detrimento do desempenho dos materiais, acompanhamento técnico deficiente, falhas durante a execução, contribuindo para a ocorrência de Manifestações Patológicas nas edificações a curto prazo. A principal manifestação patológica do RCF de grande importância é o destacamento ou descolamento do revestimento cerâmico do substrato a qual está aderido, principalmente em fachadas prediais, que devido à perda de aderência do revestimento ao substrato ou a argamassa colante, expondo risco a integridade física dos transeuntes que circulam no entorno, gerando custos consideráveis para os retrabalhos de reabilitação. É de conhecimento que a maioria das ocorrências do descolamento do revestimento cerâmico ocorrem devido a falhas no preenchimento completo do verso das placas, ou pelo tempo em aberto da argamassa colante excedido. Neste contexto é proposto este estudo para Verificação da Interferência do tempo em Aberto da Argamassa Colante ACII na Resistência da Aderência à Tração.

1.1. PROBLEMA

O tempo em aberto da Argamassa Colante (ACII) interfere na resistência de aderência a tração do revestimento cerâmico?

1.2. HIPÓTESE

Supõe-se que a argamassa Colante apresenta resistência a aderência variável em função do tempo em aberto, e quanto maior o tempo em aberto, menor será a resistência da aderência.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral.

Verificar a interferência do tempo em aberto da argamassa colante ACII na resistência à aderência a tração do revestimento cerâmico, além do período recomendado pela ABNT NBR 14081-3 -2012- Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Determinação do tempo em aberto.

1.3.2. Objetivo Específico.

Comparar resultados da aderência da argamassa Colante (ACII) no revestimento (Cerâmico), em relação aos requisitos da ABNT de argamassa ACII em função do tempo em aberto da argamassa e Determinar o tempo em aberto da argamassa com o melhor desempenho no experimento.

1.4. PROCEDIMENTOS METOLÓGICOS.

- Pesquisa Bibliográfica sobre o sistema de Revestimentos Cerâmica de Fachada(RCF) e seus componentes.
- Breve apresentação das principais ocorrências das manifestações patológica nos Revestimento Cerâmico de Fachada (RCF).
- Programa Experimental: Escolha dos Materiais, Execução de corpos de provas cerâmicos com utilização de Placa de Teste de Substrato Padrão (IBRACON) conforme ABNTNBR 14081-2-2004. Cura normal e extração de corpos de prova e coleta de dados após 28 dias.
- Apresentação e discussão do resultado.

1.5. JUSTIFICATIVAS

Segundo a ANFACER -2017 (Associação Nacional dos fabricante de cerâmica para Revestimentos, louças sanitárias e Congêneres), o Brasil é o segundo produtor mundial e o segundo maior mercado consumidor de revestimentos cerâmicos, perdendo apenas para a China. Em 2016, o setor produziu 792 milhões de metros quadrados (m²) com uma projeção para 2017 de 820 milhões de m². (www.anfacer.org.br/brasil). Ainda segundo a ANFACER, em 2017 foram produzidos 22 milhões de m² de revestimento para fachada. Embora empregados em nosso país em praticamente todo o mundo, os revestimentos cerâmicos de fachada(RCF) carecem de melhorias e evolução tecnológica, principalmente no que diz respeito à tecnologia de produção de fachadas. As patologias de RCF requerem custos elevados e a recuperação podem facilmente suplantam os custos da execução original, em maioria dos casos quando manifestam-se visualmente há comprometimento da integridade do revestimento. Com as exigências crescentes dos consumidores, torna-se cada vez mais importante o refinamento das técnicas construtivas, especialização da mão de obra, aprimoramento dos métodos de gerenciamento e um controle de qualidade efetivo. Os profissionais e construtoras que não se adequarem a esta realidade , certamente terão prejuízos financeiros futuros. Cooperar positivamente na mitigação das consequências resultantes da não observação dos métodos corretos de produção dos Revestimentos Cerâmicos de Fachada.

1.6 APRESENTAÇÃO DO TRABALHO.

O presente trabalho foi elaborado estruturalmente em 5 capítulos, apresentados a seguir:

- Capítulo 1 Introdução: Problema de Pesquisa, Hipótese, Objetivos Geral e Específico, Justificativas e Procedimentos Metodológicos e a Estruturação.
- Capítulo 2: Fundamentação teórica com Revisão Bibliográfica sobre os RCF (Revestimentos Cerâmicos de Fachada) seus componentes, as propriedades e características dos materiais, e as principais manifestações patológicas.
- Capítulo 3: Apresenta o programa experimental para a realização dos ensaios de arrancamento, a Sistematização, Escolha dos Materiais e exposição da Execução dos Corpos de Prova.
- O Capítulo 4: Apresentação e Análise dos resultados gerado no programa experimental executado.
- O Capítulo 5: Considerações Finais, e Recomendações para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .

Este capítulo apresenta uma revisão bibliográfica sobre os componentes, propriedades, características dos materiais, benefícios e as principais manifestações patológicas sobre o sistema de Revestimento Cerâmico de Fachada.

2.1. REVESTIMENTO CERÂMICO.

Desde a antiguidade o revestimento cerâmico vem sendo usado para revestir pisos e paredes. Antigamente era utilizado apenas pela nobreza, decorados preciosamente pelos artesões ceramistas e tinham como destino as paredes dos grandes palácios e construções nobres. A popularidade veio em meados do século XX, quando a produção em larga escala tornou o revestimento cerâmico acessível a todas as camadas sociais.

2.1.1 Revestimentos de Fachada não Aderidos.

Quando os revestimentos possuírem camadas com função de isolamento térmico, acústico e de impermeabilização que não permitem aderência entre as camadas, os revestimentos precisam ser fixados por meio de dispositivos especiais e são chamados de *não aderidos* ou Revestimentos Não Aderidos (RNA). Conforme Figura 1.

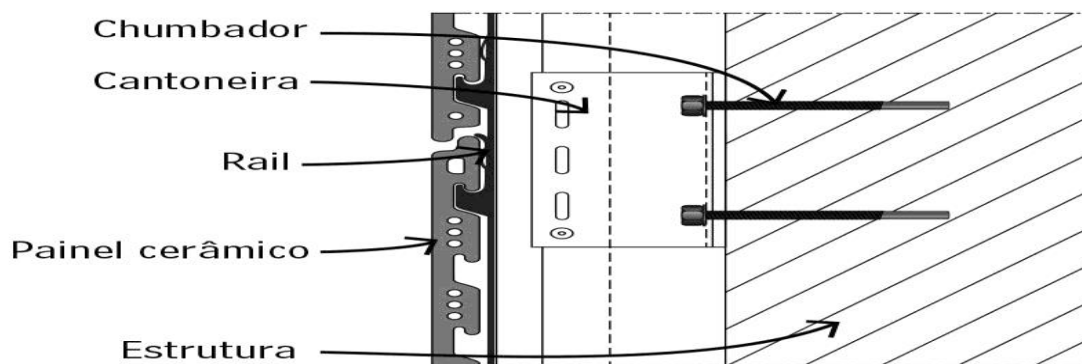


Figura 1 – Revestimento não aderido

Fonte: <https://www.construnormas.pini.com.br> - acesso 02/01/2019

2.1.2 Revestimentos Cerâmicos de Fachada Aderidos.

O revestimento cerâmico assentado sobre bases e substratos que lhe servem de suporte , podem ser denominados de aderidos. Compilando as informações da ABNT NBR 13816: “Placas cerâmicas para revestimento” – Terminologia. Rio de Janeiro, 1997, e da ABNT NBR 13.755- Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante: Procedimento. Rio de Janeiro, 1996 , de Barros, Sabbatini e de Medeiros (1999), chega-se ao seguinte conceito para revestimento cerâmico aderido:

Revestimento Cerâmico de Fachada de Edifícios (RCF) é o conjunto monolítico de camadas (Chapisco, Camada de regularização ou Emboço, Argamassa colante e Placa cerâmica) aderidas à base da fachada do edifício (alvenaria ou estrutura), cuja capa exterior é constituída de placas cerâmicas, assentadas e rejuntadas com argamassa ou material adesivo. Conforme Figura 2.

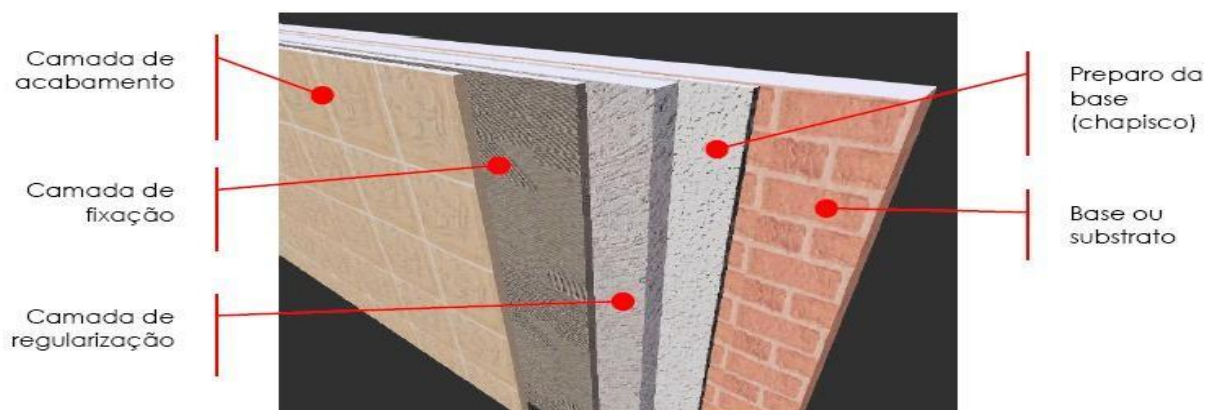


Figura 2: Estrutura de sistema de revestimento

Fonte: Junginger (2003)

Os vários componentes que compoem o revestimento indica a necessidade de conhece-los individualmente , compreendendo o comportamento conjunto não só do revestimento aplicado mas também dos demais elementos que com ele se relacionam. Como um sistema onde um todo é formado por várias partes funcionais que se inter-relacionam de maneira constante e dinâmica, sendo fundamental para a produção de um revestimento com desempenho projetado. A ABNT

NBR 13816-1997, conceitua o Revestimento Cerâmico de Fachada de tal modo que a camada de regularização dele não faz parte. Isso pode ser entendido de duas formas:

- 1 - Quando as placas são assentadas diretamente sobre a base, essa camada realmente não existe e não é mencionada;
- 2 - Quando essa camada existe, ela deve ser projetada e executada de forma a apresentar características que proporcionem condições adequadas para o assentamento das placas cerâmicas, garantindo um bom desempenho do revestimento. Então, nesse caso, a camada de regularização deve ser parte integrante do conceito de revestimento cerâmico. Neste trabalho, denomina-se base o suporte do revestimento cerâmico de fachada constituído tradicionalmente de estrutura de concreto e vedações em alvenaria. Com base no citado anteriormente, pode-se ressaltar três camadas básicas de revestimento cerâmico aderido à camada de regularização, camada de fixação e camada de acabamento (placas cerâmicas e juntas) conforme Figura 3.

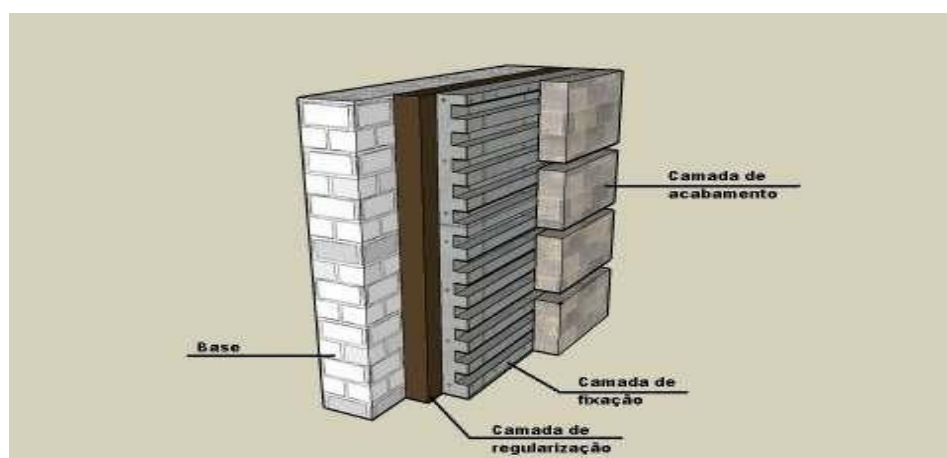


Figura 3 – Camadas do revestimento cerâmica fachada

Fonte: CCB. Disponível em: <http://www.ccb.org.br>.

Segundo Carasek(2007), as principais funções de um revestimento são:

- Proteção da alvenaria e a estrutura contra ações do intemperismo, no caso de revestimentos externos.
- Integrar o sistema de vedação dos edifícios, contribuindo com o isolamento termico (~30%), e o isolamento acustico (~50%), estanqueidade á agua (~70 a 100%), segurança ao fogo e resistencia ao desgaste superficiais.

- Regularizar a superfície dos elementos de vedação e servir de base para acabamentos decorativos.

2.2 BASE.

Na edificação com estrutura convencional, a base é composta de alvenaria de blocos cerâmicos ou de concreto, e pelos elementos da estrutura de concreto (pilares, vigas, etc.). As características que podem trazer influência ao desempenho dos revestimentos de fachada são a rugosidade e a capacidade de absorção de água. Devem ser citadas também as presenças de materiais contaminantes e a planicidade da superfície. A capacidade de absorção de água é importante pois quando da execução da argamassa de emboço, parte da água da sua composição será perdida para o próprio ambiente e outra parte para a base e, em relação à rugosidade, quanto mais rugosa a superfície, maior será a resistência à aderência. (BARROS; SABBATINI; LORDSLEEN JUNIOR, 1998). Quando a parede for constituída por diferentes materiais (concreto e alvenaria) e submetida a esforços que gerem deformações diferenciais consideráveis, como é o caso dos balanços, platibandas e últimos pavimentos, deve-se utilizar, na junção destes materiais, tela metálica, plástica ou outro material semelhante. De modo alternativo, pode-se especificar uma junta que separe os revestimentos aplicados sobre os dois materiais, permitindo que cada parte movimente-se independente. Conforme Figura 4.

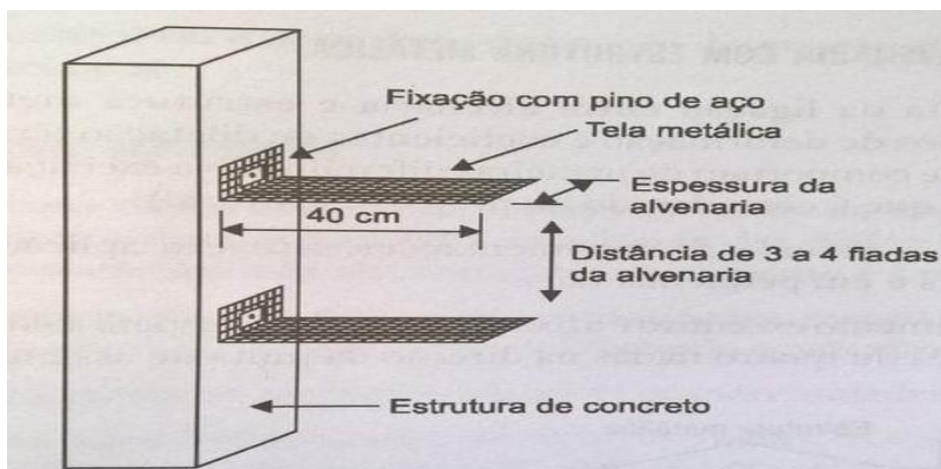
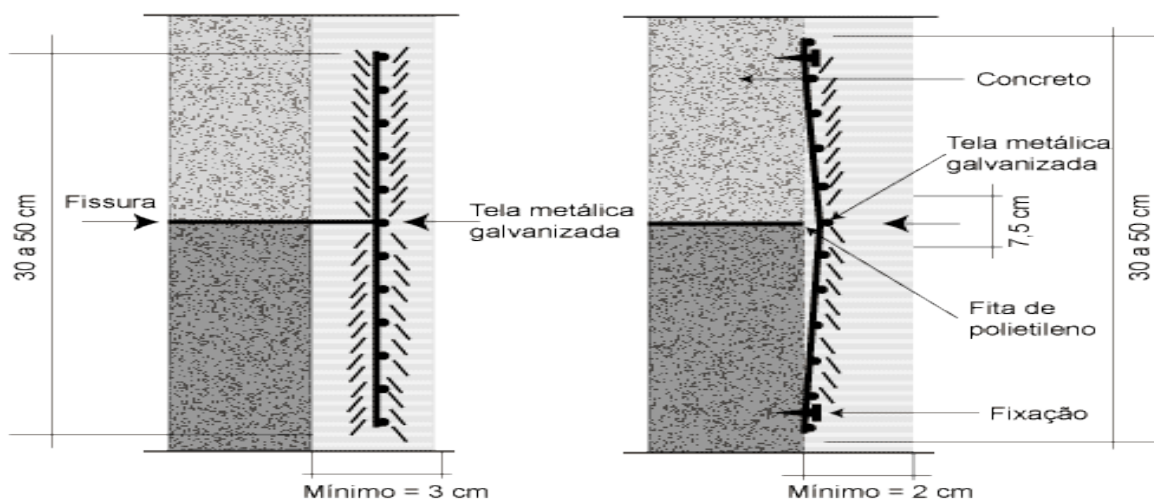


Figura 4. Fonte: Livro: Téc. Constr. p/ Edif.

Para a camada de emboço, a solução técnica mais adequada para evitar o aparecimento de fissuras e trincas é a inserção de fitas de polietileno e telas metálicas na camada de emboço,

com o intuito de reter esse movimento, enviando as tensões para a junta de movimentação ou dessolidarização mais próxima.

A fita de polietileno utilizada para este fim apresenta largura entre 5 e 7 cm. Baía e Sabbatini (2000) afirmam que a fita tem a capacidade de distribuir as tensões pela tela ao longo do revestimento. As recomendações da tipologia de telas são diversas e devem ser estudadas caso a caso. As telas galvanizadas são as mais apropriadas, pois são específicas para uso em construção civil. Uma recomendação geral é utilizar tela metálica galvanizada de malha quadrada de 5x5cm com fio 16 BWG (1,6 mm aproximadamente), chumbada na estrutura suporte em 4 pontos por m² e 3 pontos por metro linear, transpassando cerca de 10 cm nas emendas. A tela deve ser colocada na metade ou a 1/3 da parte interna da espessura da camada e precisa estar completamente coberta pela argamassa, para evitar corrosão. Conforme Figura 5.



Fonte: Qualidade na Aquisição de Materiais e Execução de Obras, 1996.

Figura 5 -Fonte: qualidade na aquisição de Materiais e Execução de Obras 1996.

2.3 SUBSTRATO PARA O RCF.

O substrato é um dos elementos do sistema e, no caso de paredes internas e externas, é constituído pelo chapisco e emboço. O substrato é a superfície que receberá as camadas que

constituem o revestimento propriamente dito. O substrato poderá ser executado com diferentes materiais e técnicas construtivas, desde que atenda às solicitações previstas em projeto e apresente características de resistência mecânica, deformabilidade, estanqueidade, resistência ao fogo e de textura superficial, compatíveis com o revestimento a ser utilizado, tendo em vista a necessária compatibilização das superfícies em contato para um adequado desempenho e durabilidade do conjunto. (FLAIN, 1995).

Ainda, segundo a autora, a influência do substrato na resistência de aderência com as demais camadas que constituem a vedação vertical está ligada, principalmente, às características superficiais dos componentes da alvenaria ou do concreto e às condições de exposição do substrato. Em substratos com condições não adequadas de aderência para a próxima camada, recomenda-se a execução de uma camada que melhore esta aderência, o chapisco ou apicoamento do substrato.

Segundo a ABNT NBR 7.200-1988-‘Execução de revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: Procedimento. Rio de Janeiro’, por ocasião da aplicação da camada de argamassa, o substrato deverá apresentar-se isento de partículas soltas, até mesmo de resíduos de argamassas provenientes de outras atividades, que quando presentes, poderão ser removidos, empregando-se lixas ou escovas. Além disso, a norma recomenda a remoção de manchas de óleos, graxas ou outras substâncias gordurosas através de lavagem com solução de soda cáustica de baixa concentração, sendo que a superfície deverá ser, posteriormente, lavada com água limpa. As manchas de bolor podem ser removidas com uma solução de hipoclorito de sódio (água sanitária ou de lavadeira). A planicidade e prumo estão diretamente relacionadas à integridade do revestimento. Para que o revestimento desempenhe suas funções e para manter a estética das fachadas, é necessário a observação das tolerâncias em relação às características geométricas do substrato, para que se evitem grandes desperdícios de material e mão de obra (FLAIN, 1995). Quando constatados desvios significativos em relação às especificações de projeto, recomenda-se a adoção de algumas medidas como a análise e estudo do projeto de revestimento, redefinindo-o conforme condições da obra e verificando-se as interfaces com os demais subsistemas do edifício, tais como com as esquadrias.

2.4. CHAPISCO

O chapisco tem a capacidade de reduzir ou igualar a tendência do substrato para absorver água da camada de regularização, além da função de melhorar a aderência da camada de revestimento e garantir maior ancoragem do emboço à base.

Carasek(2007) define o chapisco como a camada de preparo de base, aplicada de forma contínua ou descontínua, com a finalidade de uniformizar a superfície quanto a absorção e melhorar a aderência do revestimento. A ABNT NBR 13.755-1996.'Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante: Procedimento. Rio de Janeiro, 1996, recomenda traço de 1:3 em volume de cimento e areia grossa lavada, com consistência fluida.

Segundo Just (2001), no chapisco podem ser adicionadas emulsões de polímeros PVA, acrílicos ou estirenos para melhorar a aderência nos casos onde a base apresentar uma superfície muito lisa, principalmente quando se tratar de estruturas de concreto cuja película desmoldante não consiga ser retirada de maneira eficiente. Maciel, Barros e Sabbatini(1998) relacionam as seguintes características dos chapiscos:

2.4.1 Chapisco Tradicional.

Argamassa de cimento, areia e água que adequadamente dosada resulta em uma película rugosa, aderente e resistente, aplicada vigorosamente de baixo para cima.conforme Figura 6.



Figura 6. www.vaicomtudo.com

2.4.2 Chapisco Industrializado:

Semelhante a argamassa colante, sendo necessário a adição de água no momento da mistura e aplicação com desempenadeira de aço dentada sobre a superfície do concreto ou alvenaria. Conforme Figura 7.



Figura 7- weber quartzolit.

2.4.3 Chapisco Rolado:

Argamassa plástica obtida da mistura de cimento , areia, água e adição de resina acrílica, e sua aplicação é realizada com rolo de textura sobre superfície de concreto ou argamassa. Conforme Figura 8.



Figura 8 . Fonte Weber Quartzolit.

2.4 EMBOÇO.

A ABCP (2002) considera emboço uma camada de revestimento executada para cobrir e regularizar a superfície da base com ou sem chapisco, propiciando uma superfície que permita receber outra camada de reboco ou revestimento decorativo ou o acabamento final. Figura 9.

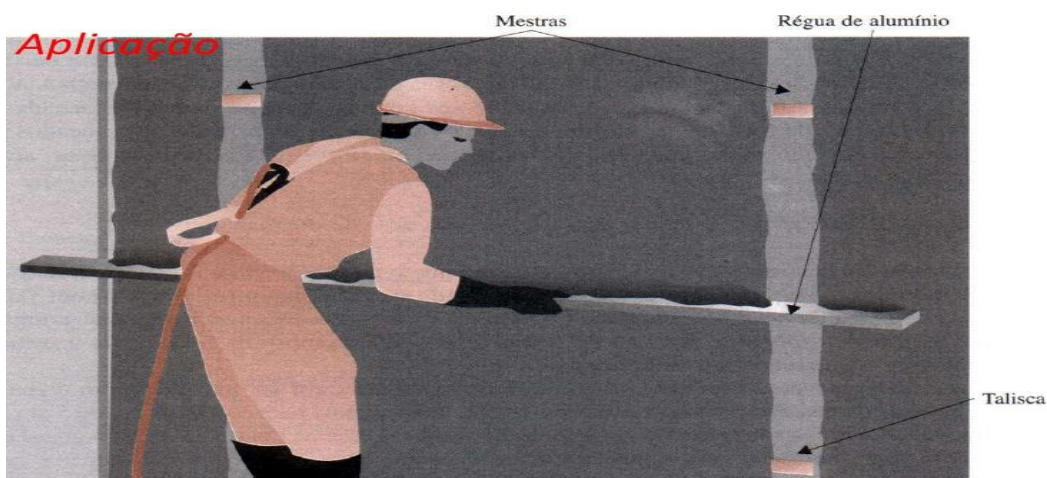


Figura 9 – Fonte:slideshare.net

A ABNT NBR 13.755-1996 'Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante': Procedimento. Rio de Janeiro, 1996, recomenda traço de 1:0,5:5 e 1:2:8 em volumes de cimento, cal hidratada e areia média úmida, respectivamente. Deve apresentar textura áspera e espessura máxima de 25 mm. A ABNT NBR 13.749-1996. "Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas": Especificação. Rio de Janeiro, trata das recomendações sobre resistência de aderência. No ensaio de arrancamento, pelo menos 4 dos 6 corpos ensaiados devem apresentar resultados iguais ou superiores a 0,30 MPa. Segundo Carvalho Jr (1999), o emboço deve estar concluído há pelo menos 14 dias, sendo que algumas publicações recomendam um tempo de 30 dias, entre o seu término e o início do assentamento do revestimento cerâmico. Este tempo é necessário para diminuir os riscos de descolamentos devido à movimentação da base do assentamento, em função da retração hidráulica. Estas movimentações geram tensões superficiais muitas vezes maior do que o conjunto cerâmica/argamassa colante poderia suportar. O emboço deve se apresentar seco, isento de poeira, barro, fuligem, substâncias gordurosas, graxas, eflorescências e quaisquer elementos estranhos que prejudiquem a aderência da argamassa colante a ele.

A argamassa de emboço, deve apresentar várias propriedades, com o objetivo de atender aos esforços aos quais estará sujeita durante seu uso. Barros, Sabbatini e Lordsleen Júnior (1998) citam: trabalhabilidade, aderência, durabilidade, resistência mecânica e capacidade de absorver deformações. Just (2001), ainda cita a importância da retenção da água, o consumo de cimento, a função da cal e a retração por secagem, sendo algumas delas detalhadas abaixo: Trabalhabilidade: é subjetiva, pois sua verificação é feita de acordo com a

experiência do aplicador. Na aplicação da argamassa, o aplicador determina a quantidade de água a ser utilizada. As características físicas dos agregados também influenciam nesta propriedade, principalmente a granulometria. Uma boa trabalhabilidade facilita a penetração da argamassa nas reentrâncias da base.

Aderência: é a capacidade resistente do conjunto aos esforços de tração e cisalhamento. Interferem nessa propriedade a trabalhabilidade e técnicas de aplicação, as características da base e as suas condições de limpeza durante a produção.

Resistência mecânica: é a capacidade de absorver deformações: analisadas de forma associada, pois, embora sejam ambas desejáveis, são inversamente proporcionais. A capacidade de absorver deformações é importante para todas as camadas que compõem o revestimento, sobretudo externo, pois a edificação está sujeita às mais diferentes solicitações, tanto de origem térmica como hidráulica, as quais podem gerar movimentações diferentes entre os componentes.

Durabilidade: depende de todas as propriedades, Medeiros (1999) declara que a argamassa de emboço deve possuir uma resistência de aderência à base compatível com os esforços a que estará sujeita, suportando a camada de cerâmica aderida a ela. Deve -se considerar na produção do emboço a sua resistência a aderência à base e a sua resistência superficial ao arrancamento.

2.6. ARGAMASSA COLANTE.

A ABNT NBR 14.081/2004 , denomina as argamassas adesivas de colantes, definindo-as como:

Produtos industrializados, no estado seco, compostos de cimento Portland, agregados minerais e aditivos químicos, que, quando misturados com a água, formam uma pasta viscosa, plástica e aderente, empregada no assentamento de placas cerâmicas para revestimento.

As argamassas adesivas são empregados para a execução de Revestimento Cerâmico da Fachada (RCF), sendo a ponte de aderência entre o substrato e a placa cerâmica. A vantagem desta argamassa reside no uso de uma camada fina no assentamento, permitindo racionalizar a execução e reduzir custos., simplificando a técnica de instalação das placas cerâmicas, o uso adequado da argamassa adesiva proporciona as seguintes vantagens; maior

produtividade no assentamento, grande potencial de aderência, facilidade de controle tecnológico, manutenção das características dos materiais e uniformização dos serviços. A argamassa adesiva é um produto industrializado composto de uma mistura pré- dosada pulverulenta no estado seco, fornecida em sacos. Duas formas de ancoragem da argamassa.

- Ancoragem mecânica: depende da penetração da mistura nos poros e nos interstícios da placa cerâmica e do substrato. É indicada para materiais porosos e proporcionada pelo cimento.
- Ancoragem química: ocorre quando existem aditivos químicos (resinas) na argamassa. É indicada para cerâmicas e substratos lisos e polidos e/ou que não absorvem água ou absorvem pouca água.

As argamassas industrializadas podem ser mono ou bicomponentes, sendo que ambas são produzidas como uma mistura seca formada, basicamente, por cimento Portland, agregados e aditivos em pó que têm o objetivo de melhorar algumas propriedades do produto final. No caso das monocomponentes, a parte líquida é representada apenas por água limpa, adicionada imediatamente antes da aplicação. No caso das bicomponentes, a parte líquida é representada no todo ou em parte por uma emulsão polimérica que também tem a função de melhorar algumas propriedades do produto final. Não há uma relação direta entre o desempenho das argamassas mono ou bicomponentes, mas de modo geral estas últimas possuem desempenho superior quanto aos requisitos de aderência e flexibilidade.

A propriedade fundamental que diferencia as argamassas adesivas convencionais das argamassas tradicionais é a capacidade de retenção de água. É esta propriedade que permite que o material seja aplicado em camada fina, sem perder, para a base ou para o ar, a quantidade de água necessária à hidratação do cimento Portland. No Brasil, as argamassas adesivas foram normalizadas e classificadas em quatro tipos pela ABNT NBR 14.081: (Argamassa colante industrializada para assentamento de placas de cerâmica - Rio de Janeiro, 2004).

A diferenciação básica considera o tempo em aberto e a capacidade de aderência. Segundo esta norma a especificação das argamassas é a seguinte:

AC I – rígidas – para uso INTERIOR – indicada para colagem de placas cerâmicas para revestimentos em pisos e paredes internas, o aditivo da argamassa é apenas o retentor de água; só propicia ancoragem mecânica;

AC II – aditivadas – para uso INTERIOR e EXTERIOR – com características de adesividade

que permitem absorver os esforços existentes em revestimentos de pisos e paredes sujeitos a ciclos de variação termoigrométrica e ação do vento.

AC III: Argamassa colante industrializada que apresenta aderência superior em relação às argamassas dos tipos I e II.

AC – tipo E: Argamassa colante industrializada dos tipos I, II e III, com tempo em aberto estendido.

Relação de normas de referência. Para a tabela nº 1 abaixo.

ABNT NBR 14083:2004-Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Determinação do tempo em aberto.

ABNT NBR 14084:2004 – Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Determinação da resistência de aderência à tração.

ABNT NBR 14085:2004 – Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Determinação do deslizamento.

Os requisitos de argamassas colante são apresentados na Tabela 1.

Propriedades	Método de ensaio	Unidade	Argamassa Colante Industrializada				Resultado de ensaios
			ACI	ACII	ACIII	ACIII E	
Tempo em Aberto	NBR 14081-3	Min MPa	> 15 > 0,5	> 20 > 0,5	> 20 > 0,5	Argamassa do tipo I, II ou III, com tempo em aberto e estendido em no mínimo 10 min do especificado nesta tabela.	-
Resistência de aderência à tração aos 28 dias em:	NBR 14081-4	MPa					
Cura Normal			≥ 0,5	≥ 0,5	≥1,0		
Cura Submersa			≥ 0,5	≥ 0,5	≥1,0		
Cura em Estufa			-	≥ 0,5	≥1,0		
Deslizamento ¹	NBR 14081-5		≤2,0	≤2,0	≤2,0		-
O ensaio de deslizamento não é necessário para argamassa utilizada em aplicações com revestimento horizontal.							

Tabela 1. Fonte: ABNT, 1998

2.6.1 Tempo em Aberto.

Importante propriedade para caracterização e uso de uma argamassa colante, o tempo em aberto de uma argamassa colante é o intervalo entre a aplicação da argamassa até a formação de uma película 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 estabelecida na ABNT.NBR 14081-3-2004: ‘Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Determinação do Tempo em Aberto’. Quando o tempo em aberto é ultrapassado, a argamassa deve ser retirada e descartada.

As argamassas colantes, depois de espalhadas, podem perder água, com diminuição do tempo em aberto causado por sucção da base e por evaporação que depende das condições ambientais.

- Maior temperatura provoca evaporação mais rápida, diminuindo o tempo em aberto;
- Maior umidade relativa do ar reduz a evaporação da água; logo, aumenta o tempo em aberto, a aderência e o deslizamento; menor umidade relativa, menor tempo em aberto;
- Maior velocidade do vento diminui o tempo em aberto, em função de aumentar a evaporação da água;
- Maior incidência direta do sol provoca perda de água e diminui o tempo em aberto.

2.6.2. Tempo de Maturação e Vida no Balde.

- Tempo de Maturação é o intervalo de tempo de descanso da argamassa colante após sua mistura - entre 10 a 15 minutos - e serve para que os aditivos possam iniciar sua reação. Após este tempo, a argamassa deve ser rapidamente remisturada e está pronta para o uso.
- Vida no balde é o máximo intervalo de tempo no qual a argamassa colante pode ser utilizada, depois de misturada em cerca de 2 horas, devendo ser descartada.

2.6 CERÂMICA.

A cerâmica é o material artificial mais antigo produzido pelo homem. Do grego "kéramos" ("terra queimada" ou "argila queimada"), possui grande resistência e frequentemente é encontrada em escavações arqueológicas. Pesquisas apontam que a cerâmica é produzida há cerca de 10 a 15 mil anos. A cerâmica pode ser feita em argila pura de massa vermelha, ou de uma mistura com cerca de nove minerais de tonalidade clara ou branca. No Brasil, a abundância dessa matéria prima, estimulou o crescimento desse mercado recheado de opções, com características específicas para se adaptar ou compor diferentes ambientes. Atualmente existe uma variedade de produtos cerâmicos para atender aos mais variados tipos de ambientes como: áreas comerciais ou industriais, residências, fachadas e piscinas, mantendo as características contemporâneas de durabilidade. Tecnicamente, chama-se de placa o elemento construtivo em que duas dimensões são bem maiores que a terceira. Na placa cerâmica, comprimento e largura são predominantes em relação à sua espessura. Segundo a ABNT NBR 13.816:1997- Placas cerâmicas para revestimento – Terminologia. Rio de Janeiro, 1997, a placa cerâmica para revestimento é definida como sendo um material composto por argila e outras matérias-primas inorgânicas, geralmente utilizada para revestir pisos e paredes, sendo formada por extrusão ou por prensagem, podendo também ser conformado por outros processos, e queimadas a altas temperaturas. Após secagem e queima a temperaturas entre 1000°C e 1200°C, a placa cerâmica adquire propriedades físicas, mecânicas e químicas.

2.7.1 As Principais Propriedades.

- A Dureza: Resulta de estruturas vitrificadas que se formam durante a queima, com alto grau de compactidade e coesão interna, resultando na força responsável pela resistência mecânica do material.
- A Rigidez: É a resistência da placa cerâmica à deformação, quando submetida a esforços.
- A Fragilidade: Quando sujeita a esforços, a placa cerâmica pode quebrar sem deformação prévia, resultando daí sua fragilidade, que deve ser considerada como uma propriedade da placa.
- Inércia: refere-se a não reagir quimicamente com outros materiais.

Outras propriedades que são conferidas a placa cerâmica quanto ao uso.

- Facilidade de limpar, por dispensar procedimentos complicados e caros; Antiinflamável não propagando fogo, sendo extremamente seguro; Durabilidade: composição química estável, proporciona longo tempo de uso; Elevada Impermeabilidade, Baixa Higroscopicidade. Propicia excelente isolamento, Custos e Benefícios compatíveis, Beleza estética e versatilidade.

As placas cerâmicas estão sujeitas às mais variadas condições de exposição, então precisam apresentar propriedades que garantam desempenho adequado ao longo de sua vida útil. Segundo a ABNT NBR 13.817-1997b- Classificação dos Revestimentos Cerâmicos, para qualificação as placas cerâmicas e facilitar sua especificação, propõe as seguintes classificações:

2.7.2 Classificação da Cerâmica.

- Quanto à esmaltação: placas esmaltadas (Glazed) e não esmaltadas (Unglazed). É bastante comum, também, o uso do termo vidrado como referência às placas esmaltadas. O próprio termo Glazed faz alusão ao vidro, mesmo porque a composição do esmalte aplicado sobre o corpo cerâmico assemelha-se à composição desse material. Para proteger o desenho e conferir brilho à placa, é aplicada sobre ela uma camada de esmalte. O esmalte é formado por materiais que, no forno, fundem-se, formando uma camada vitrificada sobre a peça. A queima, no forno, é uma das etapas mais importantes. A temperaturas acima de 1000°C, as argilas que compõem a base e os materiais vítreos do esmalte fundem-se e a placa adquire as características próprias da cerâmica. Tecnicamente, a queima chama-se sinterização, devido à reação química que ocorre no forno, a síntese, onde várias substâncias se unem, formando outras, com propriedades diferentes das iniciais;

- Quanto ao método de fabricação: as placas podem ser extrudadas (Grupo A), prensadas (Grupo B) e outros processos (Grupo C).

- Quanto a Absorção de água: a absorção das placas cerâmicas, influencia no tipo de argamassa adesiva a ser utilizada, sendo que as argamassas cimentícias isentas de aditivos proporcionam aderência apenas por ancoragem mecânica.

- Além do aspecto de aderência, é importante observar que placas cerâmicas que serão utilizadas em ambientes externos devem ter absorção máxima de 6%, e nos casos

de climas frios sujeitos ao congelamento, esse valor cai para 3%. (GOLDBERG, 1998, p. 111).

A absorção total dos revestimentos cerâmicos precisam ser baixas para limitar as movimentações higroscópicas a que o revestimento de uso externo está sujeito. A norma brasileira NBR 13.817 (ABNT, 1997c) estabelece um limite específico para a absorção total das placas cerâmicas destinadas às fachadas para placas extrudadas e prensadas. Conforme Tabela 2.

Grupos de absorção de água segundo a ABNT NBR 13.817 -Classificação dos Revestimentos Cerâmicos 1997b-.

Tabela 2- Fonte: ABNT, 1997

GRUPO: FAIXA DE ABSORÇÃO (%)	GRUPO A EXTRUDADO	GRUPO B – PRENSADO (EXEMPLO)	GRUPO C OUTRO PROCESSO
Ia: $0 \leq \text{abs} < 0,5$	AI	B Ia (Porcelanato)	CI
Ib: $0,5 \leq \text{abs} < 3$		B Ib (Grés)	
IIa: $3 \leq \text{abs} < 6$	A IIa	B IIa (Semi Grés)	C IIa
IIb: $6 \leq \text{abs} < 10$	A IIb	B IIb (Semi poroso)	C IIb
III: $\text{abs} \geq 10$	A III	B III (Poroso)	C III

Tabela 2- Fonte: ABNT, 1997

Quanto a Abrasão superficial: o ensaio de abrasão consiste em submeter a superfície esmaltada das placas cerâmicas ao atrito de esferas de aço de tamanhos padronizados durante um número fixo de ciclos numa câmara rotativa. Quanto maior o número de ciclos necessários para provocar alterações no esmalte, maior é a classificação PEI da placa. O Porcelain Enamel Institute (PEI) é um índice usado para medir a resistência à abrasão do esmalte das placas cerâmicas. No caso dos porcelanatos polidos a ABNT NBR 13.818, anexo D – especifica o ensaio para determinação do índice PEI apenas para placas esmaltadas, o que não é o caso dos porcelanatos polidos.

Quanto à expansão por umidade (EPU): expansão por umidade é um aumento irreversível de tamanho que a placa cerâmica sofre, ao longo do tempo, dado ao contato com a umidade presente no ambiente onde está assentada. É uma característica crítica para fachadas, banheiros, piscinas, saunas e outros ambientes de elevada umidade. É medida em mm/m e uma pequena EPU significa um revestimento mais estável, pois a EPU pode ocasionar o destacamento, além da gretagem da placa cerâmica. A ABNT NBR 13.818 -1997, limita a EPU em, no máximo, 0,6 mm/m.

Quanto ao ataque químico e ao manchamento: em ambos os casos as placas são submetidas à ação de agentes padronizados, sendo então avaliada a alteração da superfície, a classificação quanto à resistência ao manchamento conforme Tabela 3.

Classes de resistencia a manchas –

Fonte: ABNT, 1997c.

CLASSE	DESCRIÇÃO DA REMOÇÃO DAS MANCHAS
Classe 5	Máxima facilidade de remoção de manchas
Classe 4	Mancha pode ser removida com produto de limpeza fraco
Classe 3	Mancha pode ser removida com produto de limpeza forte
Classe 2	Mancha pode ser removida com ácido clorídrico ou acetona.
Classe 1	Mancha não pode ser removida sem danificar a peça

Tabela 3- Fonte: ABNT-1997c.

De maneira geral, as placas esmaltadas apresentam boa resistência ao manchamento, fato esse que pode ser atribuído à absorção nula e à baixíssima rugosidade proporcionada pelo esmalte. Entretanto, no caso dos porcelanatos, que pertencem ao grupo B1a (TAB. 2), o manchamento pode manifestar-se rapidamente nas peças polidas. A explicação para isso, segundo Arantes *et al* (2001), pelo fato de que o polimento provoca a abertura de poros anteriormente confinados numa massa monolítica, expondo-os ao meio exterior. Assim, mesmo sendo o porcelanato um material de absorção muito baixa, a quebra da matriz original provocada pelo polimento deixa a superfície com porosidade exposta, proporcionando a impregnação de vários tipos de sujidades e dando origem ao manchamento.

A resistência química indica a capacidade da placa cerâmica de manter inalterada a sua aparência, quando em contato com produtos químicos. As classes de resistência química são três: classe A: resistência química elevada; classe B: resistência química média; e classe C: resistência química baixa. Todas as placas cerâmicas devem resistir aos produtos domésticos de limpeza, classificado no nível 1. Quanto a isso, as placas cerâmicas esmaltadas representam uma ótima escolha, pois são altamente resistentes aos mais variados produtos utilizados na limpeza doméstica. O nível 2 indica resistência industrial e deve ser declarada pelo fabricante. A resistência ao chumbo e ao cádmio solúveis, nível 3, refere-se à não liberação, pela placa cerâmica, desses elementos, quando em presença de ácido acético (vinagre).

Quanto à resistência a dilatação e ao choque térmico a placa cerâmica precisa ser resistente a variações bruscas de temperatura sem sofrer danos, importante em fachadas e pisos externos sujeito a variações bruscas de temperaturas.

O conceito de conformidade ao uso, conforme o Centro Cerâmico do Brasil (CCB), significa o atendimento das reais necessidades e desejos do usuário final do sistema de revestimento cerâmico.

2.8. MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA NO RCF.

A função do Revestimento Cerâmico de Fachada (RCF) é responder pela estética, proteção e durabilidade da edificação, mas ao apresentar Manifestações Patológicas coloca em risco essas funções, acrescentando também o risco de acidentes a vida das pessoas que estão no entorno da edificação. Segundo Lichtenstein (1985), Patologia é “a ciência que estuda as origens, causas, mecanismos de ocorrência, manifestações e consequências das situações nas quais o edifício, ou suas partes não apresente um desempenho mínimo preestabelecido”.

De acordo com Campante e Baía (2003), Manifestação Patológica ocorre quando um sistema ou parte, em algum momento, deixa de apresentar desempenho previsto. A origem das Manifestações Patológicas podem ser da fase de projeto - quando são selecionados materiais incompatíveis com as condições de uso, por desconsiderar as interações do revestimento com outras partes do edifício, ou na fase de execução - profissionais não dominam a tecnologia de execução, e falha no acompanhamento técnico por não controlar corretamente o processo de execução. As manifestações patológicas dos RCF, resulta na impossibilidade de cumprimento das finalidades para as quais foram concebidos, nos aspectos estéticos, de proteção e de

isolamento. Tendo como efeito imediato a desvalorização do imóvel. Portanto, o conhecimento da origem das manifestação patológica é importante para diagnosticar as causas das falhas destes revestimentos (ROSCOE, 2008).As manifestações patológicas predominantes no RFC:

- Eflorescência
- Descolamento de Placas Cerâmicas.
- Gretamento
- Fissura

2.8.1. Eflorescência

A eflorescência é um problema patológico que pode apresentar diferenciados níveis de gravidade, desde a simples alteração da aparência da superfície onde se deposita, até mesmo o descolamento dos revestimentos cerâmicos. Esta manifestação pode ser entendida como a formação de um depósito de sais solúveis existentes na argamassa de chapisco, emboço e/ou reboco resultante da lixiviação que é o processo de extração de uma substância de um meio sólido por meio de sua dissolução em um líquido. No caso nas estruturas de concreto, devido a infiltração de água que dissolve e transporta os cristais de hidróxidos de cálcio e magnésio, para a superfície e quando a água evapora forma depósitos de sais na superfície conhecido como eflorescência, formando uma camada espessa, dura e de cor esbranquiçada. Com a perda de sólidos, a estrutura fica com sua resistência mecânica reduzida e abrindo caminho para entrada de gases e líquidos nocivos a armadura e ao concreto, causando a corrosão das armaduras e a carbonatação do concreto. Conforme Figura 10.



Figura 10- Eflorescência na Edificação - Fonte ; Thomaz (sd)

2.8.2 Descolamento de Cerâmica:

Conforme Campante e Sabbatini (1999) a perda de aderência é um fenômeno causado por falhas ou rupturas na interface da cerâmica com a argamassa adesiva, ou mesmo desta com o substrato, devido a tensões surgidas que ultrapassam a capacidade resistente das ligações. As situações mais comuns de descolamento costumam ocorrer por volta de cinco anos após a conclusão da obra, diz Medeiros (1999). Explica que a ocorrência cíclica das solicitações, somadas às perdas naturais de aderência dos materiais de fixação, em situações de subdimensionamento do sistema, caracterizam as falhas que costumam resultar em problemas de quedas.

De acordo com Campante e Baía (2003), o primeiro sinal é a ocorrência de um som cavo (oco) nas placas cerâmicas (quando percutidas), ou ainda nas áreas em que se observa o estufamento da camada de acabamento (placas cerâmicas e rejuntas), seguido do destacamento destas áreas, podendo ser imediato ou não. Conforme Figura 11.



Figura 11.Desplacamento de cerâmica. Fonte: www.cimentoitambé.com.br

As causas desse problema são:

- Instabilidade do suporte, devido a acomodação do edifício .
- Deformação lenta (fluência) da estrutura de concreto armado.
- Variações higrotérmicas e de temperatura.

- Ausência de detalhes construtivos (contravergas, juntas de dessolidarização).
- Utilização da argamassa colante com tempo em aberto vencido ou assentamento sobre superfície contaminada.
- Imperícia ou negligência da mão-de-obra na execução e/ou controle dos serviços.

2.8.3. Gretamento e Fissuras.

Segundo Junginger (2007) o conceito de fissuras, trincas e rachaduras remete sempre ao mesmo problema: uma descontinuidade mecânica resultante da concentração de esforços. Costuma-se designar fissuras ao problema com abertura até 0,5 mm, trincas até 2-3 mm e rachaduras as aberturas maiores que 2- 3 mm. Isto, muito mais do que uma divisão teórica, é importante porque as técnicas de correção dos problemas são diferenciadas para cada caso. Campante e Baía (2003) consideram que as trincas são rupturas no corpo da placa cerâmica provocadas por esforços mecânicos, que causam a separação das placas em partes, com aberturas superiores a 1mm. As fissuras são rompimentos nas placas cerâmicas, com aberturas inferiores a 1mm e que não causam ruptura total das placas. O gretamento é uma série de aberturas inferiores a 1mm e que ocorrem na superfície esmaltada das placas, dando a ela uma aparência de teia de aranha. Estas patologias aparecem por causa da perda de integridade da superfície da placa cerâmica, que pode ficar limitada a um defeito estético (no caso de gretamento), ou pode evoluir para um destacamento (no caso de trincas). As trincas, fissuras e gretagem do sistema de revestimento cerâmico são manifestações patológicas que podem induzir às outras patologias. As trincas, por exemplo, abrem espaços para a penetração de água e surgimento da eflorescência, que por sua vez podem enfraquecer as camadas do sistema e ocorrer o descolamento de placas cerâmicas (LUZ, 2004). Conforme Figura12.



Figura 12 . Fissura de placas cerâmica – Fonte Google

A seguir, de acordo com Campante e Baía (2003) são relatadas as causas das trincas, gretamentos e fissuras.

- Dilatação e retração das placas cerâmicas: Ocorrendo quando há variação térmica e/ou de umidade (a expansão por umidade é uma das características limitadas em 0,6 mm/m pelo destacamento, além da gretagem da placa cerâmica. A ABNT NBR 13.818- Placas cerâmicas para revestimento. Rio de Janeiro, 1997c.). Estas variações geram um estado de tensões internas que, quando ultrapassam o limite de resistência da placa cerâmica, causam trincas e fissuras, e, quando ultrapassam o limite de resistência da camada de esmalte, causam gretamento.
- Deformação estrutural excessiva: Esta deformação do edifício pode criar tensões na alvenaria que, quando não são completamente absorvidas, podem ser transferidas aos revestimentos, e por sua vez, podem não resistir ao nível de tensões, rompendo-se e, destacando-se do substrato.
- Ausência de detalhes construtivos: A falta de alguns detalhes construtivos, tais como vergas, contravergas nas aberturas de janelas e portas, pingadeiras nas janelas, platibandas e juntas de movimentação, podem ajudar a dissipar as tensões.

Segundo Barros e Sabbatini(2001, p. 29), é comum as trincas e fissuras serem observadas com maior frequência nos primeiros e últimos andares devido a falta de juntas de movimentação e detalhes construtivos adequados para suportar as solicitações requeridas nestes andares.

2.9. ENSAIO DE ARRANCAMENTO.

Segundo a ABNTNBR 13.755 –‘Revestimento de Paredes Externas e Fachadas com Placas Cerâmicas” e com utilização de argamassa colante: Procedimento. Rio de Janeiro, 1996., é a determinação da tensão de aderência de um revestimento cerâmico pela aplicação de uma força de tração simples normal, aplicada em uma pastilha metálica colada no corpo -de - prova, força esta aplicada a uma determinada velocidade.

O ensaio de resistência de aderência à tração foi realizado conforme a ABNT NBR 14084:2004. Para a realização do ensaio, em cada corpo de prova será colada uma placa metálica com adesivo epóxi , 72hs antes da realização do ensaio, com a mesma dimensão da placa cerâmica. Com a utilização de um dinamômetro com capacidade de 5KN e velocidade de 250 + 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.

Durante o ensaio foi avaliado o tipo de ruptura, classificado de acordo com a ABNT-NBR 14084:2012 - 'Determinação da Resistência de Aderência à Tração'. como:

A - Ruptura da camada de argamassa colante.

A/P – Ruptura na interface argamassa e placa cerâmica.

S – Ruptura do Substrato.

S/A – Ruptura na interface da argamassa colante e substrato.

P – Ruptura na placa cerâmica.

F - Falha na colagem da peça metálica.

Figura 13: Tipos de ocorrência de ruptura:

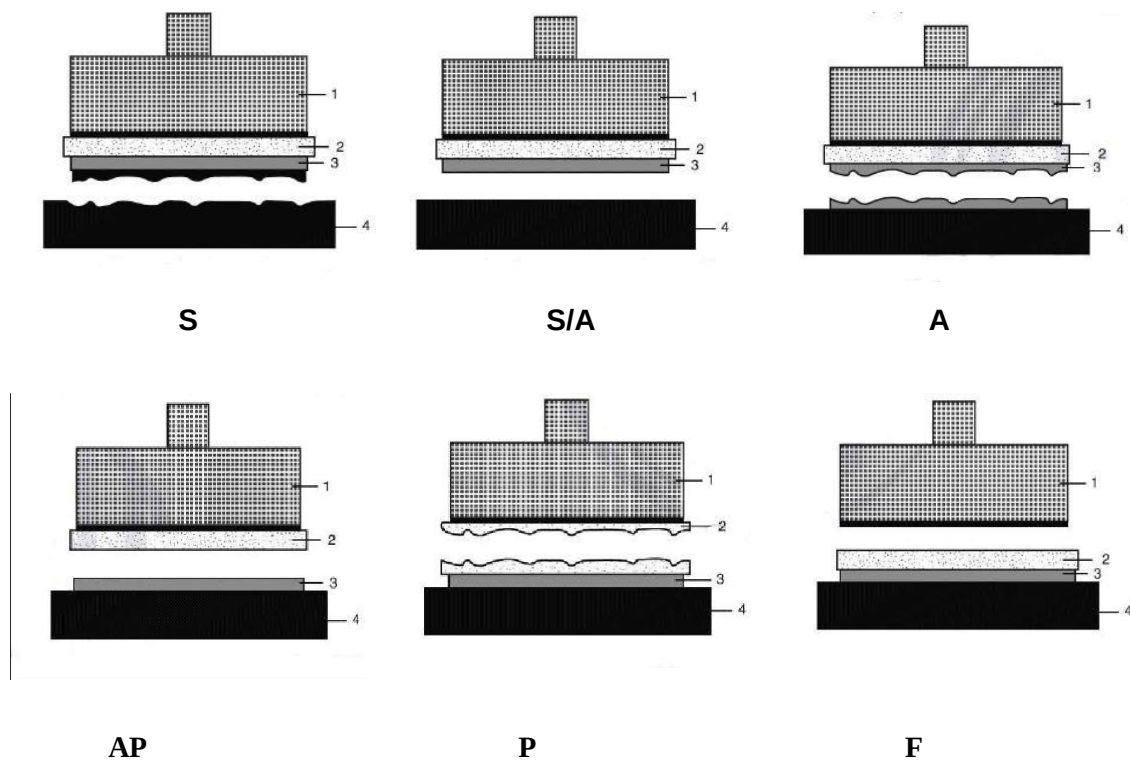


Figura 13.Ocorrência de rupturas.

- 1- Chapa Metálica.
- 2- Placa Cerâmica
- 3- Argamassa colante
- 4- Placa de Substrato padrão.

2.9.1. Equação para o Cálculo da Resistência de Aderência.

A resistência de aderência **Ra**, expressa em megapascals, é calculada através da seguinte equação:

$$\mathbf{Ra = P/A}$$

Onde:

P é a carga de ruptura, em newtons;

A é a área da pastilha metálica, em milímetros quadrados;

* O valor da resistência de aderência **Ra** deve ser expresso com duas casas decimais.

3. PROGRAMA EXPERIMENTAL.

Este capítulo apresenta o programa experimental que foi executado a fim de atingir os objetivos propostos nesta pesquisa, sendo dividido em quatro etapas (Escolha dos materiais, a Execução dos Corpos de Prova, a Extração dos corpos de prova e a Coleta dos resultados).

3.1. SISTEMATIZAÇÃO

O presente programa experimental foi dividido em quatro etapas:

1. Escolha dos materiais.
2. Execução dos Corpos de Prova.
3. Extração dos Corpos de Prova.
4. Coleta dos Resultados.

Conforme observa-se na Figura 14 abaixo.

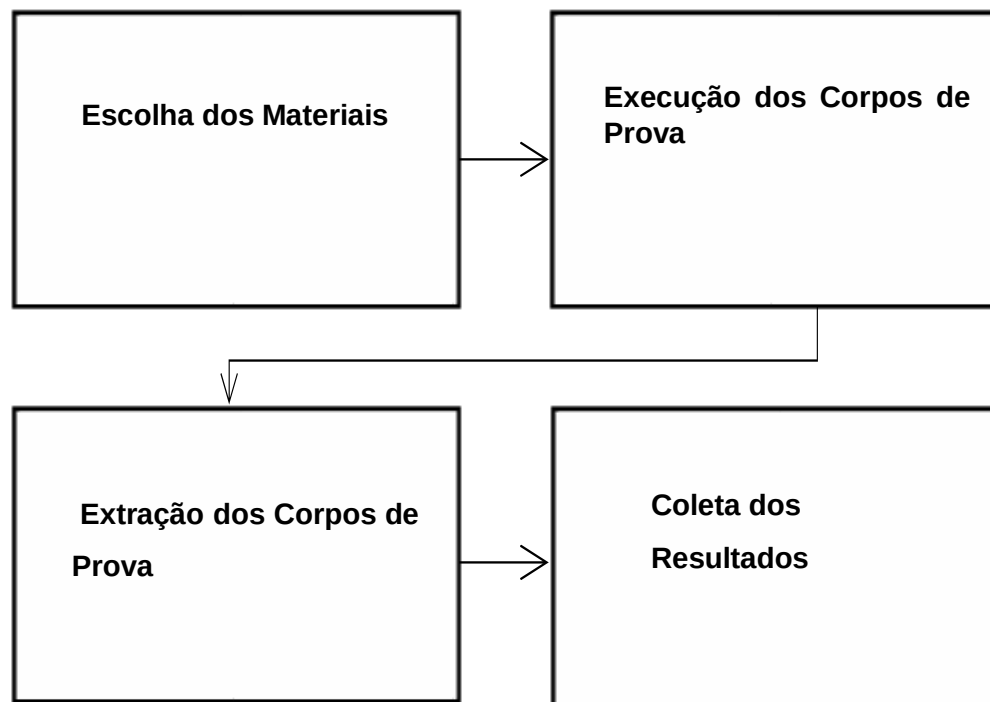


Figura 14. Sistematização. Fonte: Do autor, 2017

3.2. Escolha dos Materiais.

Neste subtítulo são apresentados a Placa Teste de Substrato Padrão, a Argamassa Colante ACII e a Cerâmica, utilizados para realização do experimento.

3.2.1. Placa Teste de Substrato Padrão.

Utilizado placa de substrato-padrão de concreto (cimento, areia e agregado) com relação água/cimento de 0,45 a 0,50 e consumo de cimento de 400Kg/m³ padronizados pela ABCP. e cura total de 28 dias destinada a servir como base, ou suporte nos ensaios de argamassa colante industrializadas. Segundo a ABNT NBR 14081-2/2012-Execução de Substrato Padrão e aplicação de Argamassa para Ensaios', a placa deve ter espessura mínima de 20mm e dimensões mínimas de 250mm x 500mm. de modo que as placas cerâmicas de cada série completa de ensaio caibam em um mesmo substrato, para os ensaios de tempo em aberto para verificar a resistência de aderência à tração, neste caso foi utilizado a cura normal. Conforme Figura 15 abaixo.



Figura 15: Placa de Substrato padrão.

3.2.2 Argamassa Colante:

Argamassa de Assentamento adotada nesse estudo foi a argamassa colante industrializada do tipo ACII. Segundo a ABNT NBR 14081-2/2012, essa argamassa é especificada para revestimentos de pisos e paredes internas e externas, expostas a ciclos de variação hidrotérmica e à ação do vento, o que a caracterizou para a pesquisa. A escolha da argamassa colante depende do local de aplicação, da absorção de água da placa, e de alguma condição especial que possa existir, tais como proteção contra a água e isolamento sonoro. Conforme Figura 16 abaixo.



Figura 16: Argamassa colante ACII.

A Tabela 4 apresenta as características que as argamassas do tipo AC-II devem obedecer.

Tabela 4: Características da Argamassa Colante AC-II

NBR 14081	Tempo em aberto (min.)	Resistência de Aderência aos 28 dias (MPa)	Usos indicados
AC-II	≤ 20	≥0,50	Piso/Parede externos

Tabela 4 - Fonte: NBR 14081-2012.

3.2.3 Revestimento Cerâmico:

A placa cerâmica utilizada neste estudo foi do tipo semi - gres, abrangendo grupo de absorção de água na faixa de 3% <abs.> 6%, conforme norma ABNT NBR 13818-1997. Utilizado pastilha cerâmica na cor branca, dimensões de 50x50mm, conforme Figura 17.

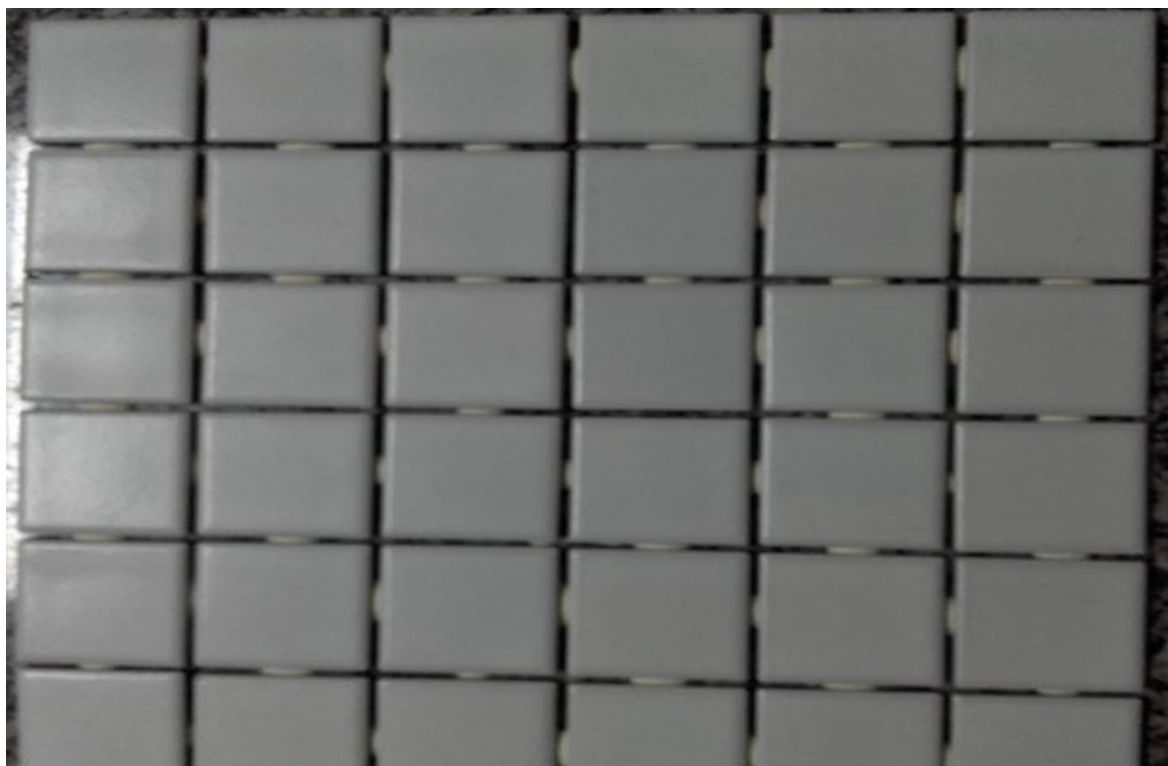


Figura 17. Cerâmica 50x50mm. - Autor

Especificação da cerâmica, Confome a Tabela 5 abaixo.

Tamanho Nominal	50mm x 50mm
Tamanho de fabricação	48mm x 48mm
Espessura da pastilha cerâmica	6mm
Temperatura de produção	1.250 C°
Índice de absorção	BIIa

Tabela 5. Autor.

3.3 Execução dos Corpos de Prova.

Neste subtítulo são apresentados a identificação dos corpos de prova nas placas de Substrato Padrão execução dos corpos de prova a mistura da Argamassa Conte ACII, aplicação da argamassa nos substratos e o posicionamento das cerâmicas nos substratos. No verso das placas de substrato-padrão foram descritos o numero da amostra, o posicionamento das placas cerâmicas, a identificação do lote da placa, data inicial do ensaio e temperatura, conforme as Figura 18 e 19.

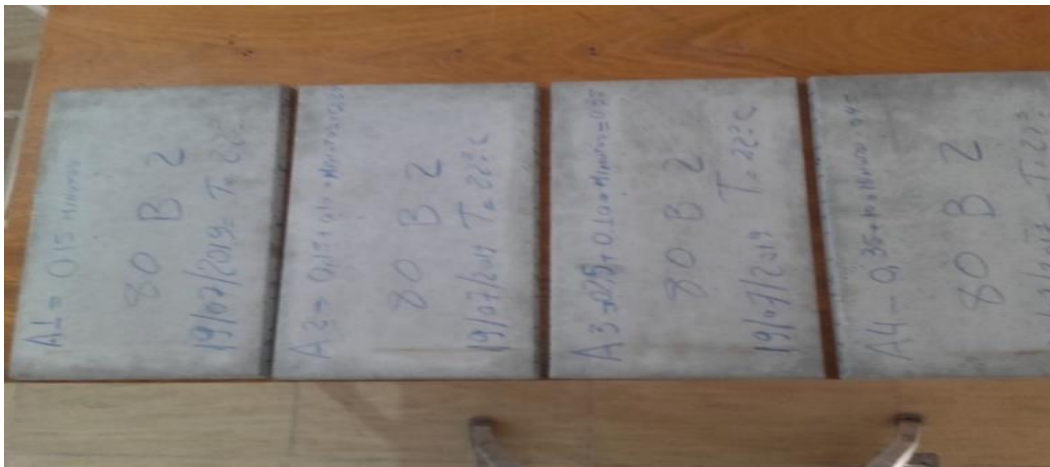


Figura 18. Identificação das placas.



Figura 19. Identificação dos Corpos de provas.

3.3.1 Preparo da Argamassa Colante ACII.

A argamassa foi preparada de acordo com o descrito na norma ABNT NBR 14081-2/2012. A composição da argamassa seguiu os mesmos critérios de preparação adotados pelo próprio fabricante, sendo utilizados 3,6 litros de água, para cada 20 kg de argamassa. Em um recipiente limpo e seco, adicionou-se 1,2 litros de água para amassamento de acordo com as indicações do fabricante, 20% do peso total de argamassa em peso de água potável. Foram pesado 6,0 kg de argamassa colante ACII e adicionado sobre o líquido, de modo contínuo. Misturou-se por 30s e desligou-se o misturador, raspou-se a superfície interna do recipiente e misturou-se por mais 60s. Deixou-se o material em descanso para maturar, coberto por pano úmido, durante intervalo de tempo especificado pelo fabricante, que foi de 15 min. Em seguida, ligou-se o equipamento e misturou em velocidade baixa aproximadamente 60s. conforme Figura 20.



Figura 20- Mistura da Argamassacolante ACII- Autor.

3.3.2. Aplicação de Argamassa Colante ACII .

Aplicada nas quatro placas de Substratos conforme a ABNT NBR 14081-2/2012, na direção longitudinal simultaneamente, iniciando-se a contagem do tempo de abertura da argamassa Colante ACII, com um somatório de área aplicada de $0,50\text{m}^2$, no horário da aplicação da argamassa a temperatura ambiente de 22° e umidade relativa de 60%. Conforme Figura 21.

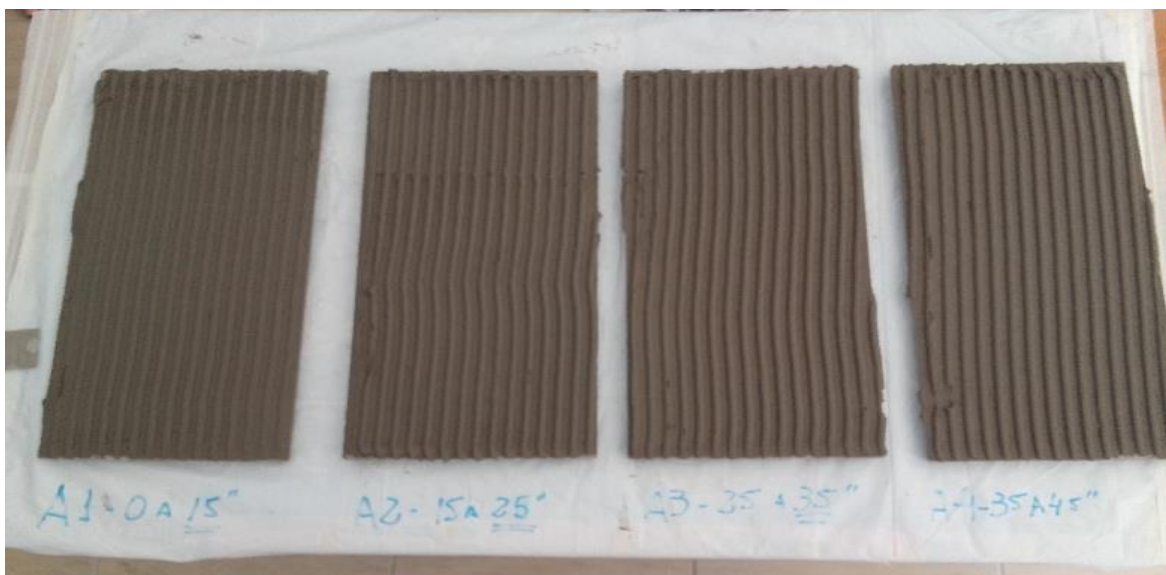


Figura 21. Aplicação de Argamassa ACII.

3.3.3 Assentamento das Cerâmicas na Placa de Substrato Padrão.

Os procedimentos de instalação dos corpos de prova foram executados conforme prescreve a ABNT NBR 14081-2/2012. Foram utilizadas quarenta placas cerâmicas com dimensões de $50\text{mm} \times 50\text{mm}$ e quatro placas de substrato-padrão ($250 \times 500 \times 20\text{mm}$), foram posicionadas dez placas cerâmicas limpas e secas sobre a argamassa estendida em cordões a uma distância de 5cm entre elas e de 2,5cm entre as arestas das placas e a borda mais próxima do substrato padrão obedecendo intervalos de tempo em aberto inicial de 15, 25, 35 e 45 minutos. A aplicação de 10 peças cerâmicas em cada placa de substrato padrão, a temperatura ambiente de 22° e umidade relativa de 60%. Conforme Figura 22.



Figura 22. Distribuição das Cerâmicas.

Assentamento das pastilhas após a aplicação da argamassa colante, com ade camada dupla no tardoz em todas as placas, sobre quatro cordões de argamassa colante estendida espaçada de 5cm entre as peças e 2,5cm das bordas do substrato, conforme Figura 23.



Figura 23. Argamassa no Tardoz.

3.3.4. Condições de Cura Normal.

Após o assentamento dos corpos de prova, foram retirados os cordões de argamassa exedentes deixando aproximadamente 1 cm de cordão em torno da placa de cerâmica, permanecendo em posição horizontal por 24 horas, conforme Figura 24.

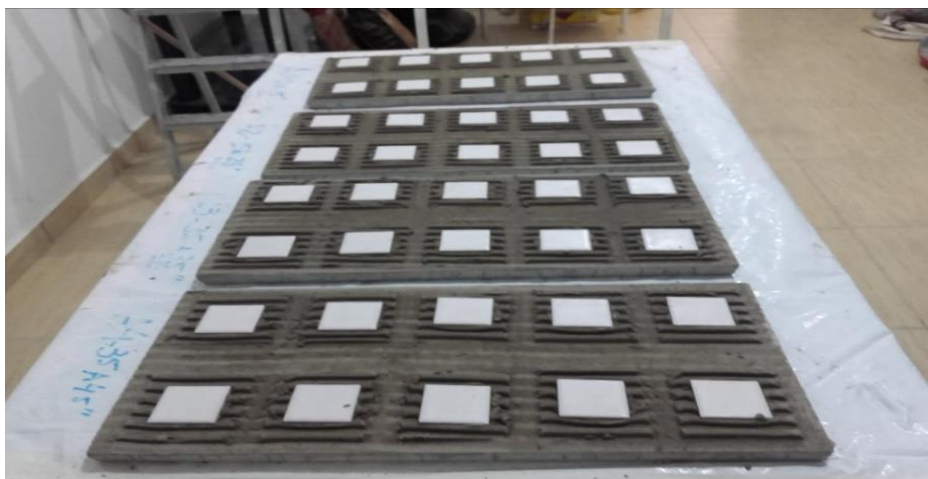


Figura:24 – Posicionamento das cerâmicas.

Após período de 24 horas as placas do substrato foram estocadas em ambiente sem controle com temperatura variável de 6° a 32° Celsius e umidade relativa média de 47% durante período de 28 dias, conforme Figura 25.



Figura 25. Cura exposta ao ambiente natural em 28 dias.

3.4. Extração dos Corpos de Prova.

O ensaio de resistência de aderência à tração foi realizado conforme a ABNT NBR 14081-4:2012. Determinação da Resistência de Aderência a Tração'. 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 5KN e velocidade de 250 ± 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. A Figura 26 demonstra o processo de ensaio de aderência à tração do corpo de prova.

3.4.1 Equipamentos.

Paquímetro nº 19562

Certificação: LME-5809 -Validade Fevereiro 2020

Dinamômetro nº 13982 –

Cerificação: KO3VF519 – Validade Setembro 2020.



Figura 26: Equipamento de arrancamento.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os Resultados coletados com as respectivas análises dos resultados das Amostras A1,A2, A3, A4.

4.1. Apresentação e Análise dos resultados para o ensaio de 15 minutos do tempo em aberto da argamassa colante ACII. Conforme a Tabela abaixo.

cps	Resistência		Forma de Ruptura (%)					
	Ind. (MPa)	Média (MPa)	S	S/A	A	A/P	P	F
1	2,38	2,15	--	100	-	-	-	-
2	2,43		-	80	-	20	-	-
3	1,85		-	80	20	-	-	-
4	2,13		-	60	40	-	-	-
5	2,13		-	90	-	10	-	-
6	2,12		-	80	-	20	-	-
7	2,08		-	80	-	20	-	-
8	2,13		-	10	-	90	-	-
9	2,12		-	90	-	10	-	-
10	2,13		-	100	-	-	-	-
D. Padrão		≤ 0,15						
% Ruptura			0,00	77.0	6.0	17.0	0,00	0,00
Legenda								
S- Substrato.			A/P – Interface Arg. Colante e Cerâmica					
S/A- Interface Argamassa e Substrato			P – Placa Cerâmica					
A- Argamassa Colante			F- Falha na colagem da peça metálica					

Tabela 6. Fonte autor 2019.

Os revestimento assentados com dupla camada de argamassa colante ACII na marca de 15 minutos após início do tempo em aberto da argamassa, os corpos de provas ultrapassaram as resistências mínimas (≥ 0,50 MPa) exigidas pela NBR 14081-4-2012, após os vinte e oito dias em cura normal com média entre os cps de 2,15MPa e Desvio padrão ≤ 0,15 , com predominância de ruptura na interface da Argamassa e Substrato de 77%.

4.2. Apresentação e Análise dos resultados para o ensaio de 25 minutos do tempo em aberto da argamassa colante ACII. Conforme a Tabela 7.

cps	Resistência		Forma de Ruptura (%)					
	Ind. (MPa)	Média (MPa)	S	S/A	A	A/P	P	F
1	2,00	2,00	--	-	-	100	-	-
2	2,24		-	-	-	-	-	100
3	1,92		-	-	-	-	-	100
4	1,98		-	-	40	60	-	-
5	1,97		-	-	-	100	-	-
6	2,10		-	-	-	100	-	-
7	1,91		-	-	-	100	-	-
8	1,92		-	-	80	20	-	-
9	2,10		-	-	90	10	-	-
10	2,28		-	-	-	-	-	100
D. Padrão		≤ 0,29						
% Ruptura			0,00	0,00	21.0	49.0		30.0
Legenda								
S- Substrato.			A/P – Interface Arg. Colante e Cerâmica					
S/A- Interface Argamassa e Substrato			P – Placa Cerâmica					
A- Argamassa Colante			F- Falha na colagem da peça metálica					

Tabela 7. Fonte autor 2019.

Os revestimento assentados com dupla camada de argamassa colante ACII na marca de 25 minutos (Cinco minutos além do tempo permitido de ≤ 20 minutos) após início do tempo em aberto da argamassa, os corpos de provas ultrapassaram as resistências mínimas ($\geq 0,50$ MPa) exigidas pela ABNT NBR 14081-4-2012-, após os vinte e oito dias em cura normal com média entre os cps de 2,00MPa e Desvio Padrão $\leq 0,29$ com predominância de ruptura na interface Argamassa e Placa Cerâmica de 49%.

4.3. Apresentação e Análise dos resultados para o ensaio de 35 minutos do tempo em aberto da argamassa colante ACII. Conforme a Tabela 8.

cps	Resistência		Forma de Ruptura (%)					
	Ind. (MPa)	Média (MPa)	S	S/A	A	A/P	P	F
1	2,17	1,96	--	-	20	80	-	-
2	2,17		-	-	-	-	-	100
3	1,99		-	-	10	90	-	-
4	1,85		-	-	-	100	-	-
5	1,76		-	-	-	-	-	-
6	1,78		-	-	-	100	-	-
7	1,78		-	-	-	100	-	-
8	2,03		-	-	-	100	-	-
9	2,03		-	-	-	100	-	-
10	2,02		-	40	-	60	-	-
D. Padrão		≤ 0,148						
Ruptura			0,00	4.0	3.0	73.0	0,00	10.0
Legenda								
S- Substrato.			A/P – Colante e Cerâmica					
S/A- Interface Argamassa e Substrato			P – Placa Cerâmica					
A- Argamassa Colante			F- Falha na colagem da peça metálica					

Tabela 8. Fonte autor 2019.

Os revestimento foram assentados com dupla camada de argamassa colante ACII na marca de 35 minutos, (Quinze minutos acima do tempo em aberto permitido de ≤ 20 minutos) após início do tempo em aberto da argamassa, os corpos de provas ultrapassaram as resistências mínimas (≥ 0,50 MPa) exigidas pela ABNT NBR 14081-4-2012- Determinação da resistência de aderência a tração da argamassa colante ACII e placa de revestimento, após os vinte e oito dias em cura normal com média entre os cps de 1,96MPa e Desvio padrão ≤ 0,148MPa, com predominância de ruptura na interface Argamassa e Placa Cerâmica de 73%.

4.4. Apresentação e Análise dos resultados para o ensaio de 45 minutos do tempo em aberto da argamassa colante ACII. Conforme a Tabela 9

cps	Resistência		Forma de Ruptura (%)					
	Ind. (MPa)	Média (MPa)	S	S/A	A	A/P	P	F
1	1,91	2,12	--	-	-	-	-	100
2	2,05		-	-	-	-	-	100
3	2,05		-	10	-	90	-	-
4	2,08		-	-	-	100	-	-
5	2,13		-	-	-	100	-	-
6	2,23		-	-	-	100	-	-
7	2,14		-	-	-	100	-	-
8	2,06		-	-	-	100	-	-
9	2,12		-	40	-	60	-	-
10	2,09		-	-	-	-	-	100
D. Padrão		≤ 0,08						
% Ruptura				5.0		65.0		30.0
Legenda								
S- Substrato.			A/P – Interface Argamassa Cerâmica					
S/A- Interface Argamassa e Substrato			P – Placa Cerâmica					
A- Argamassa Colante			F- Falha na colagem da peça metálica					

Tabela 9. Fonte autor 2019.

Os revestimento assentados com dupla camada de argamassa colante ACII na marca de 45 minutos (Vinte e cinco minutos acima do tempo em aberto permitido de ≤ 20 minutos), após início do tempo em aberto da argamassa, os resultados dos corpos de provas ultrapassaram as resistências mínimas ($\geq 0,50$ MPa) exigidas pela ABNT NBR 14081-4/2012, após os vinte e oito dias em cura normal com média entre os cps de 2,12MPa e Desvio padrão $\leq 0,08$ MPa com predominância de ruptura na interface Argamassa Colante e Placa Cerâmica de 65% .

4.5. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS RESULTADOS.

Apresentação do Desvio Padrão entre as médias dos resultados das amostras desta pesquisa.

4.5.1. Análise da Média e o Desvio Padrão.

Apresentação da média de Resistencia a tração das Amostras. Conforme Tabela abaixo.

Média e Desvio Padrão entre as Amostras.

Amostra	A 1	A 2	A 3	A 4	Média	Desvio Padrão
Resist.	2,15	2,00	1,96	2,12	2,06	0,079

Tabela 10 Fonte: Autor 2019.

Gráfico das médias das amostras da tabela 10, conforme Figura abaixo.

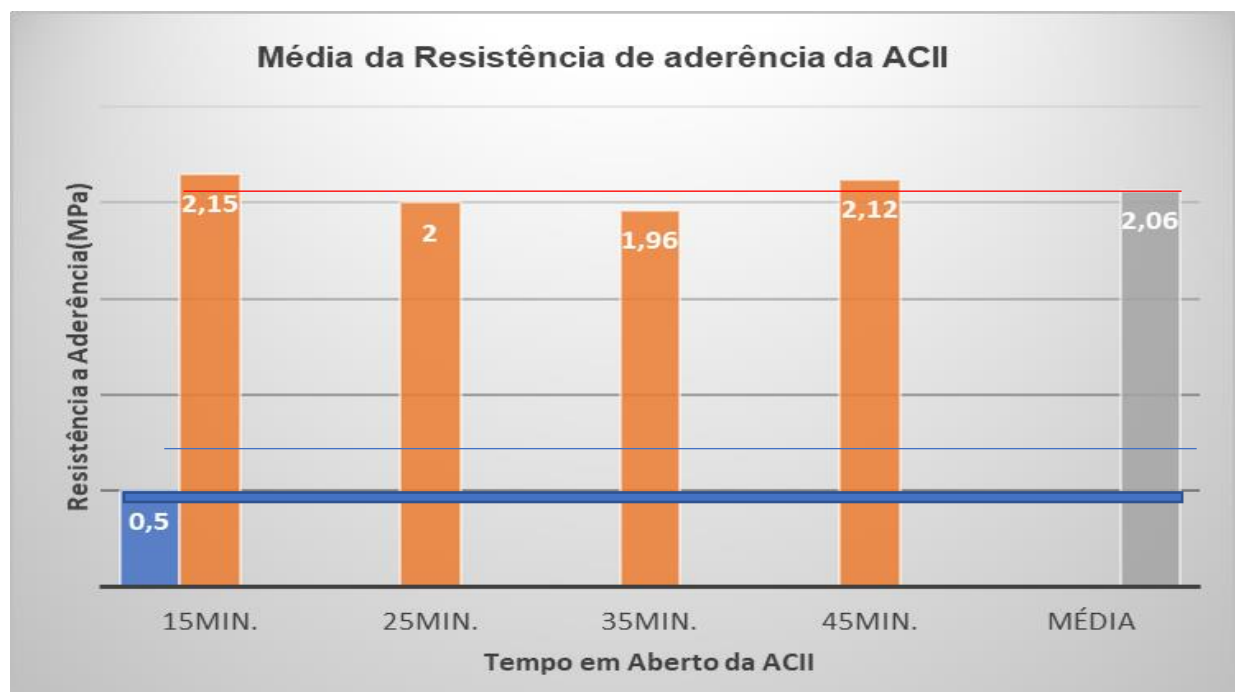


Figura 27. Autor- Média da Resistência de Aderência a tração da ACII

4.5.2 Análise das Rupturas.

Nos períodos do tempo em aberto da Argamassa Colante desta pesquisa, os resultados e as análises demonstraram uma modificação na forma de rupturas da interface da Argamassa/Substrato para interface Argamassa/Placa cerâmica, o Gráfico das rupturas predominantes nos ensaios de verificação da resistência de aderência da argamassa colante ACII, conforme Figura 28 abaixo.

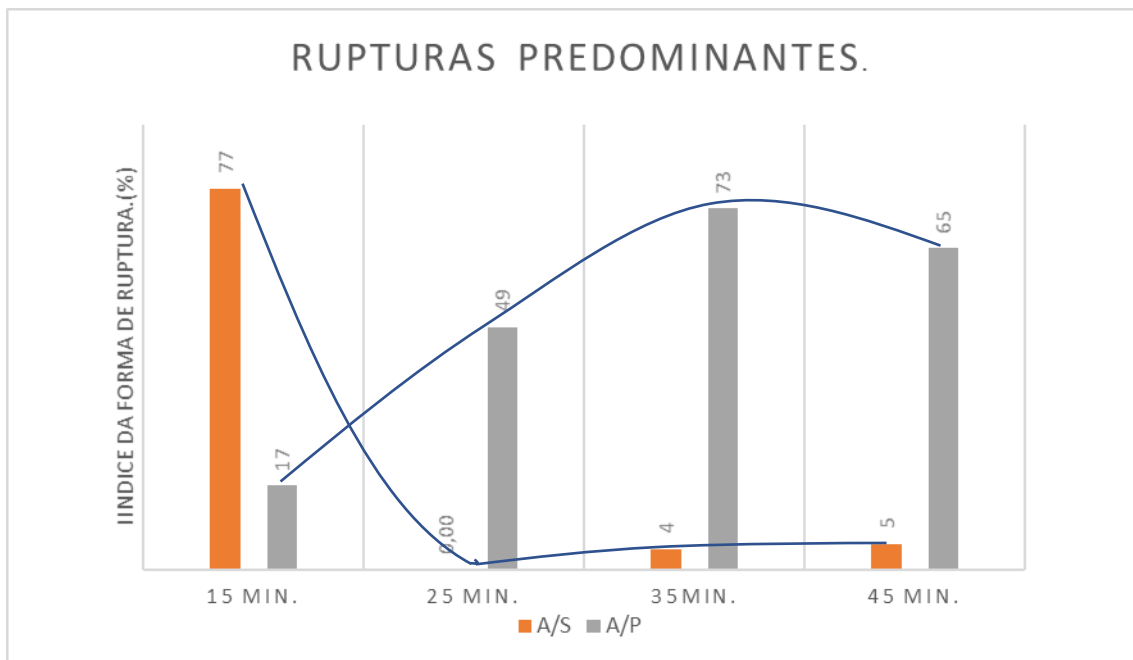


Figura 28- Fonte autor. Gráfico das rupturas predominante.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.

O presente trabalho buscou verificar o comportamento da argamassa Colante ACII utilizada no assentamento cerâmico com dupla colagem para verificar a interferência do tempo em aberto (≤ 20 minutos) na resistência de aderência a tração, conforme a ABNT NBR14081-3- 2012- Determinação do Tempo em Aberto. Os resultados foram satisfatórios em relação as resistências mínimas de aderência a tração exigidas pela NBR14081-4(Determinação da resistência de aderência), aos vinte e oito dias, com média de 2,06 MPa /cm² de resistência de aderência a tração, em paralelo a uma modificação na forma de ruptura inicial de Argamassa Substrato para Argamassa /Placa cerâmica, nesta pesquisa desconhecemos qual ou quais variáveis condicionou a mudança da forma de ruptura. Importante ressaltar que este estudo de verificação de aderência não choca-se as normas estabelecidas, mas, confirma o índice de segurança estabelecidas pelas NBRs, para promover o melhor desempenho dos materiais e serviços.

Quanto ao problema. 'O tempo em aberto da argamassa colante ACII interfere na resistência de aderência a tração do revestimento cerâmico?'.
 Pode se observar que:

- a). Para o tempo em aberto pré-determinados para realização do experimento deste trabalho que variaram em 15, 25, 35 e 45 minutos, conforme os resultados com média de 2.06 MPa/cm² entre as quatro amostras, demonstrou que o período do tempo em aberto não interferiu na resistência da aderência a tração da argamassa colante ACII.
- b). O tempo em aberto demonstrou influenciar na forma de ruptura, pois, no tempo de quinze minutos a forma de ruptura predominante estava na interface da Argamassa Colante/Substrato, e com o aumento do tempo em aberto a forma de ruptura foi modificado para a interface Argamassa colante/Placa cerâmica.

Quanto a Hipótese. "Supõe-se que a argamassa Colante apresenta resistência a aderência variável em função do tempo em aberto, e quanto maior o tempo em aberto, menor será a resistência da aderência".

- a). Os resultados não corrobora com a hipótese apresentada.

b). Os valores das resistências de aderência a tração da argamassa colante permaneceram acima dos índices mínimos determinados na ABNT NBR 14081-4/2012.(Determinação da resistência de aderência à tração).

Quanto ao Objetivo.

a). O tempo em aberto de 15 minutos apresenta o melhor desempenho, está dentro do período determinado pela ABNT NBR 14081-3/2012 , que é (≤ 20 min) e com a forma de ruptura na interface substrato / argamassa colante.

b) A mudança da forma de ruptura, pode ser um indicador para um aumento na resistência da aderência na interface Argamassa Substrato em relação as outras forma de rupturas entre as interfaces, mesmo que os resultados de ensaio de arrancamento estejam acima do determinado em norma, essa mudança a longo prazo poderá ocasionar um decaimento da aderência na interface Cerâmica e a Argamassa colante com probabilidade de ocasionar Desplacamento do revestimento cerâmico.

5.1. RECOMENDAÇÕES.

- A) Sugerimos para trabalhos futuros a repetição do experimento para determinar qual variável contribuiu ou ocasionou a mudança da forma de ruptura e sua interferência na resistência a aderência a tração a longo prazo.
- B) Comparar os resultados da Argamassa Colante ACII com Argamassa Colante ACIII.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.081- 2 -2004 - Argamassa colante industrializada para assentamento de placas de cerâmica** - Especificação –.Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) **NBR 14081-3:2012 Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas** – Determinação do tempo em aberto.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) **NBR 14082-2015- Execução do Substrato Padrão e aplicação de Argamassa para Ensaios**. Rio de Janeiro . 2015

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13.755 Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante**: Procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (ABNT) **NBR 13816: Placas cerâmicas para revestimento** – Terminologia. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13.749. Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas**: especificação. Rio de Janeiro, 1996^a

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13.817. Classificação do Revestimento Cerâmico**:. Rio de Janeiro, 1997 a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13.818. Placas cerâmicas para revestimento**: especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 1997c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7.200. Execução de revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas**: procedimento. Rio de Janeiro, 1998f.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) **NBR 14084:2004 – Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas** – Determinação da resistência de aderência à tração.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ANBT) **NBR 14085:2004 – Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas** – Determinação do deslizamento.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO (ANFACER). **Guia de assentamento de revestimento cerâmico: assentador**. 2. ed. São Paulo,

1998a. 48p.

BAIA, L. L. M.; SABBATINI, F. H. **Projeto e execução de revestimento de argamassa. Coleção Primeiros passos da qualidade no canteriro de obras.** São Paulo. O nome da Rosa, 2000. 82

BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F. H.; LORDSLEEN JUNIOR, A. C. **Recomendações para a produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria.** Projeto EPUSP/SENAI. São Paulo, 1998. 40p.

CAMPANTE, E.F.; BAÍA, L.L.M. **Projeto e execução de revestimento cerâmico.** São Paulo: O Nome da Rosa, 2003

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

CARVALHO JR., A. N. **Técnicas de Revestimento;** Apostila do Curso de Especialização em Construção Civil. 1.ed.Belo Horizonte: DEMC – EE.UFMG, 1999. 54p.

FANTINI, Paloma Rodrigues. **Patologia em Revestimentos Cerâmicos em Escolas de Maringá,** Pr. Paraná. Monografia para Obtenção do título de Especialista em construção de Obras públicas. UFP. 2010.

FLAIN, Eleana Patta. **Tecnologia de produção de revestimentos de fachadas de edifícios com placas pétreas.** 1995. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Civil. São Paulo, 1995.

GOLDBERG, R. P. **Direct adhered ceramic tile, stone and thin brick facades:** technical design manual. USA: Laticrete International, 1998. 200p.

GROFF, Cristiane. **Revestimento em Fachada: Análise das Manifestações Patológicas nos Empreendimentos de Construtora em Porto Alegre.** 2011- Porto Alegre.

<https://www.anfacer.org.br/brasil> - acesso em 27/12/2018-

<https://www.construnormas.pini.com.br> - acesso 02/01/2019.

<https://www.iau.usp.com.gov->.(SILVA,FREDEL, ROMAN, ALARCON, 1998, p. 98).

JUNGINGER, Max. **Rejuntamento de Revestimento Cerâmico: Influência das Juntas de Assentamento na Estabilidade de painéis**. Dissertação de Mestrado da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 141p.2003.

JUST, Angelo C. S. **Deslocamentos dos revestimentos cerâmicos de fachada na cidade do Recife**. 2001. Dissertação (Mestrado). São Paulo, 2001

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das Construções: procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações**: São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1985. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, 1985.

LUZ, Marcos De Almeida. **Manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachada em três estudos de caso na cidade de balneário camboriú**. Dissertação mestrado - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004

MACIEL, Luciana Leone. BARROS, Mércia M. S. Bottura. SABBATINI, Fernando Henrique. **Recomendações para Execução de Revestimentos de Argamassa para paredes de vedação internas e externa e tetos**. São Paulo, 1998.

MEDEIROS, Jonas Silvestre. **Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios**. São Paulo: EPUSP/USP, 1999. Tese (Doutorado em Engenharia).

ROSCOE, M. T. **Patologias em revestimento cerâmico de fachada**. Dissertação de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2008.

SABBATINI, Fernando H. **Patologia das Argamassas de Revestimento – Aspectos Físicos**. In: III SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO. São Paulo, 1986. Patologias das Edificações: anais. São Paulo, EPUSP, 1986, p. 6

SANTOS, Heraldo Barbosa dos. **Ensaio de Aderência das Argamassas de Revestimento**. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil – Escola de Engenharia da UFMG. 2008- Belo Horizonte.

TEIXEIRA, Guilherme Timboni. ANTUNES, Elaine Guglielmi Pavei. **Análise da Resistência de Aderência à tração de Placas Cerâmicas, com Variação da Expansão por Umidade e Absorção de Água, utilizando Simples e dupla Colagem**. UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense – 2017.

RODRIGUES, Andriago. **Análise Estatística na Avaliação de Teste de Degradação Acelerada de Conjuntos Cerâmicos em Fachadas** – Criciúma, SC : Ed. do Autor, 2015.

ANEXOS:

Relatório de Ensaio nº SJC/1.580/19/A
Página: 1/2

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº SJC/1.580/19/A

ARGAMASSA COLANTE

ENSAIOS DIVERSOS

INTERESSADO

FRANCISCO ANISIO DA SILVA
Rua Aparecida do Norte, 198 - Cidade Salvador
12312.140 - Jacareí (SP)
Ref.: (112.482)

1. IDENTIFICAÇÃO DA(S) AMOSTRA(S)

Amostra: Argamassa Colante ACII
Nº Amostra: A1
Marca Comercial: Fortaleza
Fabricante: Fortaleza
Data de fabricação: 20/06/2019
Prazo de validade: 180 dias
Quantidade de material: 20 kg
Material entregue pelo: Interessado
Local de entrega do material: Filial São José dos Campos
Data de entrega do material: 05/09/2019

2. PREPARAÇÃO DA ARGAMASSA

Arg. Colante (g)	Água (g)	Fator Água/Argamassa	Tempo de Maturação (min.)	Tempo em aberto (min.)
6000,00	1200,00	0,200	15	15

Condições Climáticas Durante a Mistura

Data da Mistura	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Velocidade do Vento (m/s)
19/07/2019	22,00	60,00	0,00

Placas Cerâmicas Utilizadas

Ensaio	Lote	Grupo de Absorção
Aderência à Tração		BII-a

3. METODOLOGIA(S) UTILIZADA(S)

3.1 NBR 14.081-4:2015 – Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas - Parte 4: Determinação da resistência de aderência à tração.

4. EQUIPAMENTO(S)

Equipamento	Nº de FB	Nº Certificado Calibração	Validade
Paquímetro	19562	LME - 5809	fev/20
Dinamômetro	13982	KO3VF519	set/20

Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra e, a sua utilização, para fins promocionais, depende de aprovação prévia.

1. RESULTADO(S) OBTIDO(S)

1.1 Determinação de Aderência

Cura Normal

CP	Resistência		Forma de Ruptura (%)					
	Ind. (MPa)	Média (MPa)	S	S/A	A	A/P	P	F
1	2,38	2,15	-	100	-	-	-	-
2	2,43		-	80	-	20	-	-
3	1,85		-	80	20	-	-	-
4	2,13		-	60	40	-	-	-
5	2,13		-	90	-	10	-	-
6	2,12		-	80	-	20	-	-
7	2,08		-	80	-	20	-	-
8	2,13		-	10	-	90	-	-
9	2,12		-	90	-	10	-	-
10	2,13		-	100	-	-	-	-

Legenda

S - Substrato.

A/P - Interface Arg. Colante e Cerâmica.

S/A - Interface Argamassa e Substrato.

P - Placa Cerâmica.

A - Argamassa Colante.

F - Falha na colagem da peça metálica.

Notas

Data da realização do ensaio:

25/09/2019

2. OBSERVAÇÕES

2.1 A título de informação, as argamassas colantes industrializadas devem atender aos requisitos estabelecidos na Tabela 1 da NBR 14.081-1:2012:

Requisito		Método de Ensaio	Unidade	Critério		
				ACI	ACII	ACIII
Tempo em aberto		NBR 14081-3	MPa	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 0,5
Resistência de aderência à tração aos 28 dias, em função do tipo de cura	Normal	NBR 14081-4	MPa	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0
	Submersa			≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0
	Estufa	NBR 14081-4	MPa	-	≥ 0,5	≥ 1,0

2.2 Ensaios finalizados em setembro de 2019.

2.3 Este relatório cancela e substitui o SJC/1.580/19 enviado anteriormente.

São Paulo, 26 de Setembro de 2019.

L.A. FALCÃO BAUER LTDA

Centro Tecnológico de Controle da Qualidade

Original assinado

VINÍCIUS AMORIM DE MAGALHÃES

Filial São José dos Campos

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº SJC/1.581/19/A

ARGAMASSA COLANTE

ENSAIOS DIVERSOS

INTERESSADO

FRANCISCO ANISIO DA SILVA
Rua Aparecida do Norte, 198 - Cidade Salvador
12312.140 - Jacareí (SP)
Ref.: (112.482)

1. IDENTIFICAÇÃO DA(S) AMOSTRA(S)

Amostra: Argamassa Colante ACII
Nº Amostra: A2
Marca Comercial: Fortaleza
Fabricante: Fortaleza
Data de fabricação: 17/06/2019
Prazo de validade: 180 dias
Quantidade de material: 20 kg
Material entregue pelo: Interessado
Local de entrega do material: Filial São José dos Campos
Data de entrega do material: 05/09/2019

2. PREPARAÇÃO DA ARGAMASSA

Arg. Colante (g)	Água (g)	Fator Água/Argamassa	Tempo de Maturação (min.)	Tempo em aberto (min.)
6000,00	1200,00	0,200	15	25

Condições Climáticas Durante a Mistura

Data da Mistura	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Velocidade do Vento (m/s)
19/07/2019	22,30	60,00	0,00

Placas Cerâmicas Utilizadas

Ensaio	Lote	Grupo de Absorção
Aderência à Tração		BII-a

3. METODOLOGIA(S) UTILIZADA(S)

3.1 NBR 14.081-4:2015 – Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas - Parte 4: Determinação da resistência de aderência à tração.

4. EQUIPAMENTO(S)

Equipamento	Nº de FB	Nº Certificado Calibração	Validade
Paquímetro	19562	LME - 5809	fev/20
Dinamômetro	13982	KO3VF519	set/20

1. RESULTADO(S) OBTIDO(S)

1.1 Determinação de Aderência

Cura Normal

CP	Resistência		Forma de Ruptura (%)					
	Ind. (MPa)	Média (MPa)	S	S/A	A	A/P	P	F
1	2,00	2,00	-	-	-	100	-	-
2	2,24		-	-	-	-	-	100
3	1,92		-	-	-	-	-	100
4	1,98		-	-	40	60	-	-
5	1,97		-	-	-	100	-	-
6	2,10		-	-	-	100	-	-
7	1,91		-	-	-	100	-	-
8	1,92		-	-	80	20	-	-
9	2,10		-	-	90	10	-	-
10	2,28		-	-	-	-	-	100

Legenda

S - Substrato.

A/P - Interface Arg. Colante e Cerâmica.

S/A - Interface Argamassa e Substrato.

P - Placa Cerâmica.

A - Argamassa Colante.

F - Falha na colagem da peça metálica.

Notas

Data da realização do ensaio: 25/09/2019

2. OBSERVAÇÕES

2.1 A título de informação, as argamassas colantes industrializadas devem atender aos requisitos estabelecidos na Tabela 1 da NBR 14.081-1:2012:

Requisito		Método de Ensaio	Unidade	Critério		
				ACI	ACII	ACIII
Tempo em aberto		NBR 14081-3	MPa	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 0,5
Resistência de aderência à tração aos 28 dias, em função do tipo de cura	Normal	NBR 14081-4	MPa	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0
	Submersa			≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0
	Estufa	NBR 14081-4	MPa	-	≥ 0,5	≥ 1,0

2.2 Ensaio finalizado em setembro de 2019.

2.3 Este relatório cancela e substitui o SJC/1.581/19 enviado anteriormente.

São Paulo, 30 de Setembro de 2019.

L.A. FALCÃO BAUER LTDA

Centro Tecnológico de Controle da Qualidade

Original assinado

VINÍCIUS AMORIM DE MAGALHÃES

Filial São José dos Campos

Signatário Autorizado

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº SJC/1.582/19/A

ARGAMASSA COLANTE

ENSAIOS DIVERSOS

INTERESSADO

FRANCISCO ANISIO DA SILVA
Rua Aparecida do Norte, 198 - Cidade Salvador
12312.140 - Jacareí (SP)
Ref.: (112.482)

1. IDENTIFICAÇÃO DA(S) AMOSTRA(S)

Amostra: Argamassa Colante ACII
Nº Amostra: A3
Marca Comercial: Fortaleza
Fabricante: Fortaleza
Data de fabricação: 17/06/2019
Prazo de validade: 180 dias
Quantidade de material: 20 kg
Material entregue pelo: Interessado
Local de entrega do material: Filial São José dos Campos
Data de entrega do material: 05/09/2019

2. PREPARAÇÃO DA ARGAMASSA

Arg. Colante (g)	Água (g)	Fator Água/Argamassa	Tempo de Maturação (min.)	Tempo em aberto (min.)
6000,00	1200,00	0,200	15	35

Condições Climáticas Durante a Mistura

Data da Mistura	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Velocidade do Vento (m/s)
19/07/2019	22,00	60,00	0,00

Placas Cerâmicas Utilizadas

Ensaio	Lote	Grupo de Absorção
Aderência à Tração		BII-a

3. METODOLOGIA(S) UTILIZADA(S)

- 3.1 NBR 14.081-4:2015 – Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas - Parte 4: Determinação da resistência de aderência à tração.

4. EQUIPAMENTO(S)

Equipamento	Nº de FB	Nº Certificado Calibração	Validade
Paquímetro	19562	LME - 5809	fev/20
Dinamômetro	13982	KO3VF519	set/20

1. RESULTADO(S) OBTIDO(S)

1.1 Determinação de Aderência

Cura Normal

CP	Resistência		Forma de Ruptura (%)					
	Ind. (MPa)	Média (MPa)	S	S/A	A	A/P	P	F
1	2,17	1,96	-	-	20	80	-	-
2	2,17		-	-	-	-	-	100
3	1,99		-	-	10	90	-	-
4	1,85		-	-	-	100	-	-
5	1,76		-	-	-	-	-	100
6	1,78		-	-	-	100	-	-
7	1,78		-	-	-	100	-	-
8	2,03		-	-	-	100	-	-
9	2,03		-	-	-	100	-	-
10	2,02		-	40	-	60	-	-

Legenda

S - Substrato.

A/P - Interface Arg. Colante e Cerâmica.

S/A - Interface Argamassa e Substrato.

P - Placa Cerâmica.

A - Argamassa Colante.

F - Falha na colagem da peça metálica.

Notas

Data da realização do ensaio: 25/09/2019

2. OBSERVAÇÕES

2.1 A título de informação, as argamassas colantes industrializadas devem atender aos requisitos estabelecidos na Tabela 1 da NBR 14.081-1:2012:

Requisito		Método de Ensaio	Unidade	Critério		
				ACI	ACII	ACIII
Tempo em aberto		NBR 14081-3	MPa	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 0,5
Resistência de aderência à tração aos 28 dias, em função do tipo de cura	Normal	NBR 14081-4	MPa	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0
	Submersa			≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0
	Estufa	NBR 14081-4	MPa	-	≥ 0,5	≥ 1,0

2.2 Ensaio finalizado em setembro de 2019.

2.3 Este relatório cancela e substitui o SJC/1.582/19 enviado anteriormente.

São Paulo, 26 de Setembro de 2019.

L.A. FALCÃO BAUER LTDA

Centro Tecnológico de Controle da Qualidade

Original assinado

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº SJC/1.583/19/A

ARGAMASSA COLANTE

ENSAIOS DIVERSOS

INTERESSADO

FRANCISCO ANISIO DA SILVA

Rua Aparecida do Norte, 198 - Cidade Salvador

12312.140 - Jacareí (SP)

Ref.: (112.482)

1. IDENTIFICAÇÃO DA(S) AMOSTRA(S)

Amostra: Argamassa Colante ACII

Nº Amostra: A4

Marca Comercial: Fortaleza

Fabricante: Fortaleza

Data de fabricação: 17/06/2019

Prazo de validade: 180 dias

Quantidade de material: 20 kg

Material entregue pelo: Interessado

Local de entrega do material: Filial São José dos Campos

Data de entrega do material: 05/09/2019

2. PREPARAÇÃO DA ARGAMASSA

Arg. Colante (g)	Água (g)	Fator Água/Argamassa	Tempo de Maturação (min.)	Tempo em aberto
6000,00	1200,00	0,200	15	45

Condições Climáticas Durante a Mistura

Data da Mistura	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Velocidade do Vento (m/s)
19/07/2019	22,30	60,00	0,00

Placas Cerâmicas Utilizadas

Ensaio	Lote	Grupo de Absorção
Aderência à Tração		BII-a

3. METODOLOGIA(S) UTILIZADA(S)

3.1 NBR 14.081-4:2015 – Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas - Parte 4: Determinação da resistência de aderência à tração.

4. EQUIPAMENTO(S)

Equipamento	Nº de FB	Nº Certificado Calibração	Validade
Paquímetro	19562	LME - 5809	fev/20
Dinamômetro	13982	KO3VF519	set/20

1. RESULTADO(S) OBTIDO(S)

1.1 Determinação de Aderência Cura Normal

CP	Resistência		Forma de Ruptura (%)						
	Ind. (MPa)	Média (MPa)	S	S/A	A	A/P	P	F	
1	1,91	2,12	-	-	-	-	-	100	
2	2,05		-	-	-	-	-	100	
3	2,05		-	10	-	90	-	-	
4	2,08		-	-	-	100	-	-	
5	2,13		-	-	-	100	-	-	
6	2,23		-	-	-	100	-	-	
7	2,14		-	-	-	100	-	-	
8	2,06		-	-	-	100	-	-	
9	2,13		-	-	40	-	60	-	-
10	2,09		-	-	-	-	-	-	100
Legenda									
S - Substrato.					A/P - Interface Arg. Colante e Cerâmica.				
S/A - Interface Argamassa e Substrato.					P - Placa Cerâmica.				
A - Argamassa Colante.					F - Falha na colagem da peça metálica.				
Notas									

Data da realização do ensaio: 25/09/2019

2. OBSERVAÇÕES

2.1 A título de informação, as argamassas colantes industrializadas devem atender aos requisitos estabelecidos na Tabela 1 da NBR 14.081-1:2012:

Requisito		Método de Ensaio	Unidade	Critério		
				ACI	ACII	ACIII
Tempo em aberto		NBR 14081-3	MPa	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 0,5
Resistência de aderência à tração aos 28 dias, em função do tipo de cura	Normal	NBR 14081-4	MPa	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0
	Submersa			≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0
	Estufa	NBR 14081-4	MPa	-	≥ 0,5	≥ 1,0

2.2 Ensaio finalizados em setembro de 2019.

2.3 Este relatório cancela e substitui o SJC/1.583/19 enviado anteriormente.

São Paulo, 26 de Setembro de 2019.

L.A. FALCÃO BAUER LTDA

Centro Tecnológico de Controle da Qualidade

Original assinado

VINÍCIUS AMORIM DE MAGALHÃES

Filial São José dos Campos

Signatário Autorizado

