

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIDADE DE ENSINO SUPERIOR DOM BOSCO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

GABRIEL DE CASTRO CUTRIM AROUCHA

PATOLOGIA DE REVESTIMENTO: ineficiência do revestimento cerâmico causado pelo não rompimento dos cordões de argamassa devido ao excesso de tempo em aberto da argamassa colante

São Luís
2020

GABRIEL DE CASTRO CUTRIM AROUCHA

PATOLOGIA DE REVESTIMENTO: ineficiência do revestimento cerâmico causado pelo não rompimento dos cordões de argamassa devido ao excesso de tempo em aberto da argamassa colante

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia Civil do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco como requisito parcial para a obtenção do grau e Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Esp. Yuri Leandro Abas Frazão.

São Luís

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Centro Universitário - UNDB / Biblioteca

Aroucha, Gabriel de Castro Cutrim

Patologia de revestimento: ineficiência do revestimento cerâmico causado pelo não rompimento dos cordões de argamassa devido ao excesso de tempo em aberto da argamassa colante / Gabriel de Castro Cutrim Aroucha. __ São Luís, 2020.

82f.

Orientador: Prof. Esp. Yuri Leandro Abas Frazão.

Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Curso de Engenharia Civil – Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB, 2020.

1. Revestimento cerâmico - Patologias. 2. Assentamentos - Argamassa. 3. Cerâmica. I. Título.

CDU 691.5

GABRIEL DE CASTRO CUTRIM AROUCHA

PATOLOGIA DE REVESTIMENTO: ineficiência do revestimento cerâmico causado pelo não rompimento dos cordões de argamassa devido ao excesso de tempo em aberto da argamassa colante

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia Civil do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco como requisito parcial para a obtenção do grau e Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: 09/12/2020.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. Yuri Leandro Abas Frazão (Orientador)
Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco

Prof. Esp. Ricardo Alberto Barros Aguado
Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco

Prof. Esp. Ricardo Corsini de Carvalho
Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me permitir dar mais este passo em minha jornada, ter me guiado e nutrido com forças e coragem para chegar até aqui. Agradeço aos meus pais, Websther Acione e Eulina Claudia, por não medirem esforços ao me apoiar e me ajudar, depositando todos recursos, humanos e financeiros, necessários para me possibilitar alcançar esta etapa da minha vida.

À minha irmã Jessica, por todo suporte e apoio, principalmente psicológico, garantindo minha sanidade mental frente a este desafio. Á minha avó Zélia por ser o exemplo de que desistir nunca é uma opção e que devemos sempre lutar até o fim de nossos dias.

Agradeço ainda ao meu orientador Yuri Frazão, por ter depositado em mim confiança para realização deste trabalho, ter cedido seu tempo e dedicação, me auxiliando no desenvolvimento deste estudo e principalmente dos meus conhecimentos, que foram necessários para conclusão do mesmo.

Por último agradeço meus amigos Leandro e Thamires por todo apoio motivacional prestado por eles e principalmente pelas dicas, conselhos e suporte no que se refere a execução deste trabalho, tornando-os assim peças fundamentais na minha caminhada.

RESUMO

O revestimento cerâmico está presente em milhares de obras no território nacional, porém, nos últimos anos, este elemento vem recebendo bastante atenção dos profissionais da construção, pois deve ser executado de forma cautelosa para que não apresente complicações diversas, como risco à segurança da obra ou dos usuários, surgimento de manifestações patológicas, entre outros. A aplicação do estudo sobre patologias em revestimento cerâmico tem o enfoque nas motivações deste evento, as quais podem ser causadas por falha durante o processo executivo, assim como avaliar as reações dos elementos trabalhados na áreas analisadas, bem como correlacionar as etapas de tempo em aberto e rompimento dos cordões de argamassa. Para isto foi executado dois experimentos, o primeiro no laboratório de solos do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco (UNDB), utilizando os materiais e instrumentos fornecidos pela instituição, e o segundo ensaio, realizado in loco, ou seja, em condições de obra, o qual fora executado com materiais e métodos semelhantes ao modelo laboratorial. Este trabalho foi elaborado através da pesquisa explicativa, de abordagem quali-quantitativa, pois foram realizados estudos visando a qualificação dos dados, estes que são provenientes do experimento realizado e seus resultados derivados da análise feita sobre os ensaios produzidos. Através destes experimentos, foi observado que há uma grande disparidade no tempo em aberto das argamassa ensaiadas em laboratório e in loco, concluindo também que a influência dos rompimentos dos cordões de argamassa sobre o tempo em aberto da argamassa só esteve presente em ensaios laboratoriais. Reafirma assim, que a execução das etapas de revestimento cerâmico em uma obra devem adotar os passos indicados pelas normas NBR 13753, NBR 13755, NBR 14081-1, NBR 14081-2, NBR 14081-3, além de contar com a supervisão do profissional responsável, a fim de evitar o surgimento, ao longo de sua vida útil, das manifestações patológicas oriundas desse estágio da obra.

Palavras-chave: Assentamento. Argamassa. Cerâmica. Cordões. Revestimento.

ABSTRACT

Ceramic tiling is present in thousands of constructions sites around the nation's territory, but, in recent years, this material has been receiving a lot of the attention of building professionals, due to its demanding of a cautelous execution in order for the non-appearance of several complications, such as the hazard of the site and its workers, the emergence of pathological manifestations, among others. The application of the study about pathologies in ceramic tiles has a focus on the motives of this event, which can be caused by failure during the executive process, and asses the reaction of the materials used in the researched areas, as well as correlating the stages since it has passed its due date and of the rupture of mortar coatings. In order to do this, two experiments have been performed, the first in the laboratory of soils of the Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco (UNDB), utilizing materials and tools supplied by the institution, and the second testing, which was carried in loco, that is in site conditions, and was performed with materials and tools similar to the one done in the laboratory. This article has been elaborated by the means of explanatory research, of quali-quantitative approach, since researches have been made with the aim of data qualification and validation, these that are provenient from the accomplished experiment and its results derived from the analisis done under the produced tests. Throughout these experiments, it was noted that there is a large disparity between the due date of mortar in a laboratory setting and in loco, also concluding that the influence of mortar coating rupturing over the due date of mortar has only been seen in laboratory tests. It is reaffirmed, that the execution of the stages of ceramic application in a site setting must adopt the NBR 13753, NBR 13755, NBR 14081-1, NBR 14081-2, NBR 14081-3 norms, as well as relying in the supervision of the responsible building professional, in order to avoid the emergence of future pathological manifestations resulting from this stage of the construction.

Keywords: Laying. Ceramic. Mortar. Coating. Cordons.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Confeção de Argamassa sob tração animal.....	15
Figura 2: Fluxograma: Relação de águas de amassamento aprovadas e reprovada....	24
Figura 3: Camadas do substrato para receber a argamassa colante.....	28
Figura 4: Métodos de aplicação de Chapisco.....	31
Figura 5: Revestimento Argamassado de Duas Camadas e de Camada Única.....	34
Figura 6: Placa Cimentícia com Ancoragem Invisível.....	35
Figura 7: Esquema com substrato e acabamento em revestimento cerâmico.....	37
Figura 8: Cerâmica aplicada de forma a romper completamente os cordões de argamassa.....	40
Figura 9: Localização do Ensaio <i>in loco</i>	42
Figura 10: Secção da Placa Cimentícia.....	43
Figura 11: Dosagem da Água de Amassamento para Ensaio Laboratorial.....	45
Figura 12: Dosagem da Argamassa colante Industrializada para Ensaio Laboratorial....	47
Figura 13: Estocagem de Argamassa Colante.....	47
Figura 14: Adição de Água e Mistura à Argamassa Colante para Ensaio Laboratorial....	48
Figura 15: Verificação do Tempo em Repouso.....	49
Figura 16: Abertura da Argamassa Colante Industrializadas.....	50
Figura 17: Ensaio Assentamento Cerâmico aos 2min30s.....	51
Figura 18: Ensaio Assentamento Cerâmico aos 5min40s.....	53
Figura 19: Ensaio Assentamento Cerâmico aos 10min15s.....	54
Figura 20: Ensaio Assentamento Cerâmico aos 15min.....	55
Figura 21: Ensaio Assentamento Cerâmico aos 20min.....	56
Figura 22: Ensaio Assentamento Cerâmico aos 30min.....	57
Figura 23: Ensaio Assentamento Cerâmico aos 40min.....	58
Figura 24: Ensaio Assentamento Cerâmico aos 50min.....	59
Figura 25: Ensaio Assentamento Cerâmico aos 70min.....	60
Figura 26: Ensaio Assentamento Cerâmico em Laboratório.....	61
Figura 27: Dosagem da Água de Amassamento para Ensaio In Loco.....	62
Figura 28: Dosagem da Argamassa colante Industrializada para Ensaio In Loco.....	63
Figura 29: Estocagem de Argamassa Colante para Ensaio In Loco.....	64

Figura 30: Adição de Água e Mistura à Argamassa Colante para Ensaio In Loco	64
Figura 31: Abertura da Argamassa Colante Industrializadas para Ensaio In Loco....	65
Figura 32: Ensaio Assentamento Cerâmico In Loco à 1min.....	66
Figura 33: Ensaio Assentamento Cerâmico In Loco aos 4min	67
Figura 34: Ensaio Assentamento Cerâmico In Loco aos 7min	67
Figura 35: Ensaio Assentamento Cerâmico In Loco aos 10min	68
Figura 36: Ensaio Assentamento Cerâmico In Loco aos 13min	69
Figura 37: Ensaio Assentamento Cerâmico In Loco aos 15min.....	70

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Problema	10
1.2	Hipóteses	11
1.3	Justificativa	11
1.4	Objetivos	12
1.4.1	Geral	12
1.4.2	Específicos	12
1.5	Síntese Metodológica	12
2	ARGAMASSA COLANTE INDUSTRIALIZADA	14
2.1	Componentes da argamassa	16
2.1.1	Cimento Portland	18
2.1.2	Agregado Miúdo	20
2.1.3	Aditivos Químicos	22
2.1.4	Água de Amassamento	24
2.2	Tempo em Aberto	25
3	SUBSTRATO	28
3.1	Chapisco	29
3.2	Emboço	31
3.3	Reboco	33
3.4	Placa de Fibrocimento ou Placa Cimentícia	34
4	REVESTIMENTO	37
5	PATOLOGIAS EM REVESTIMENTO CERÂMICO	39
6	METODOLOGIA	41
6.1	Tipo de Pesquisa	41
6.2	Local de Estudo	41
6.3	Ensaios	43
6.3.1	Substrato – Placa Cimentícia	43
6.3.2	Separação da Água de Amassamento para Ensaio Laboratorial	44
6.3.3	Preparo da Argamassa para Ensaio Laboratorial	46
6.3.4	Assentamento Cerâmico para Ensaio Laboratorial	50

6.3.5	Separação da Água de Amassamento para Ensaio In Loco	61
6.3.6	Preparo da Argamassa para Ensaio In Loco	63
6.3.7	Assentamento Cerâmico para Ensaio In Loco.....	65
6.4	Coleta de Dados.....	70
6.5	Análise de dados	70
6.6	Métodos e Materiais	71
6.6.1	Métodos.....	71
6.6.2	Materiais	71
7	RESULTADOS E DISCUSSÕES	73
8	CONCLUSÃO.....	76
	REFERÊNCIAS	77

1 INTRODUÇÃO

1.1 Problema

Com a intenção de sempre acompanhar o crescimento das cidades, a construção civil moldou-se de forma que suas obras se tornassem cada vez mais dinâmicas e otimizadas, criando, assim, metodologias para acelerar cada etapa, diminuir o desperdício de insumos e, conseqüentemente, foi necessário o aperfeiçoamento da mão de obra. Entretanto, consoante a esta tentativa de otimização, aumentaram-se as manifestações patológicas, Veiga e Faria (1990) ressaltam que este aumento foi dado na prática, o que houve foi uma diminuição de mão de obra especializada, seleção de matérias pouco criteriosa e a velocidade de construção exigida muitas vezes não condiz com as regras de secagem dos substratos.

Terra (2001) afirma que os estudos das patologias se intensificaram na década de 60. Subseqüente aos estudos sobre patologias estruturais, foram intensificados os estudos dos demais elementos, como paredes e revestimentos. As manifestações patológicas de revestimentos cerâmicos e fachadas, além de causarem um desconforto estético para os moradores e frequentadores do local em questão, traz consigo o risco à saúde dos mesmos, uma vez que comprometida a placa ou peça de cerâmica, estas perdem suas propriedades de proteção à estrutura, trazendo uma degradação contínua da construção ou ocasionando o deslocamento cerâmico, gerando, dessa forma, o risco à vida das pessoas que circulam nas proximidades do edifício.

Para a excelência do processo de assentamento cerâmico é imprescindível o rompimento dos cordões de argamassa, Mansur, *et al.* (2012) evidencia que as falhas de assentamento são correlacionadas à falta de preenchimento com argamassa ligante no verso da placa cerâmica ou ainda, segundo Zeferino e Antunes (2019), o tempo em aberto, que é outro fator que contribui na ocorrência de manifestações patologia, onde este tempo é dado do momento em que a argamassa é aplicada ao substrato até o assentamento do revestimento cerâmico. Visto isto, é possível afirmar que o revestimento cerâmico que não satisfizer a etapa de rompimento dos cordões de argamassa durante o processo executivo não será eficiente quanto à sua função de preservar o substrato?

1.2 Hipóteses

- O tempo em aberto para argamassa colante industrializada é diferente em ensaio laboratorial quando executada *in loco*;
- A aplicação de revestimento cerâmico sobre argamassa colante com tempo aberto excedido gera o não rompimento dos cordões;
- Há falha de aderência na aplicação do revestimento cerâmico sobre argamassa colante com tempo aberto excedido.

1.3 Justificativa

Para a realização deste estudo serão executadas quatro fileiras de revestimento cerâmico, sendo divididas em duplas, que serão aplicadas em tempo em aberto diferente e ainda em classes de intempéries distintas, sendo, respectivamente, duas fileiras em ambiente interno e duas em ambiente externo, assentadas com técnicas de execução semelhante entre elas, com intuito de apresentar divergências apenas por consequência do tempo de execução. Veiga e Faria (1990) afirmam que são consideradas condições severas quando a fachada é exposta à orla marítima ou situado em pontos mais elevados, já na condição moderada estão classificados os edifícios de médio porte e, por fim, condições favoráveis para obras de até dois pavimentos. Com base nisso, tem-se o objetivo de uma recriação de ambiente favorável para uma dupla de fileiras e condições severas para outra.

Cass (2004) propõe que os consumidores devem ter noções sobre o processo executivo de assentamento cerâmico, pois tal fato é capaz de gerar mudanças positivas para a qualidade dos serviços e ainda sugere que uma vez que o cliente tenha a consciência que a peça cerâmica deve conter 90% do seu verso preenchido de argamassa, sendo assim, quebrado os cordões de argamassa e eliminado os vazios, os profissionais responsáveis serão cobrados a seguir tal exigência, caso contrário, serão substituídos por outros mais experientes.

Este estudo tem como agente motivador a conservação estética das fachadas e, principalmente, a prevenção de acidentes, através de uma análise e correção no momento da aplicação do revestimento cerâmico.

Por fim, tem-se o intuito de apresentar as técnicas construtivas adequadas pela NBR 13753:1996 - Revestimento de piso interno ou externo com placas

cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento e ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) NBR (Norma Brasileira) 14081-3:2012 - Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas Parte 3: Determinação do tempo em aberto.

1.4 Objetivos

1.4.1 Geral

Avaliar a influência do tempo em aberto das argamassas colantes frente ao não rompimento dos cordões de argamassa e ainda constatar o tempo máximo em aberto da argamassa testada nas condições laboratoriais e *in loco*.

1.4.2 Específicos

- Ponderar a relação entre os cordões de argamassa e o tempo em aberto das argamassas colante;
- Entender as consequências do não rompimento dos cordões de argamassa na aplicação do revestimento;
- Avaliar as disparidades no tempo em aberto da argamassa colante proposto pela norma e o real testado empiricamente em variados ambientes.

1.5 Síntese Metodológica

O atual trabalho está subdividido em cinco capítulos, com o objetivo de melhor esclarecimento dos pontos abordados para o leitor.

Para tanto, apresenta-se no primeiro capítulo o método de exposição das considerações do tema de pesquisa, propondo perguntas, suposições, razões e objetivos. Já para o segundo capítulo, busca-se abordar a argamassa colante industrializada de forma a apresentar desde sua origem histórica, esclarecendo sua composição e citando algumas de suas funções e especificidades.

Dando sequência ao estudo bibliográfico, o terceiro capítulo traz a explicação do que é o substrato, apresentando, também, como deve ser o preparo do mesmo, segundo as normas brasileiras exigem, demonstrando, por fim, as etapas necessárias para que seja alcançada a base ideal para a utilização da argamassa colante.

O quarto capítulo trata acerca do estudo dos revestimentos, apresentando quais tipos estão presentes nas obras, explica a melhor maneira de executá-las e faz uma ponte entre tal elemento e o tema abordado pelo estudo.

No último capítulo de base bibliográfica apresenta-se a correlação de algumas patologias e manifestações patológicas encontradas em diversas obras, evidenciando, assim, algumas causas e prevenções e ainda consegue elencar, dentre elas, a termografia como forma de percepção e estudo de miniestações patológicas, uma ótima e muito utilizada ferramenta para profissionais da engenharia diagnóstica.

No sexto capítulo será explicada a metodologia utilizada pelo autor para os experimentos práticos da pesquisa, de forma a seguir as normas exigidas para os ensaios laboratoriais e *in loco*, experiências estas que servirão de embasamento para os capítulos subsequentes.

2 ARGAMASSA COLANTE INDUSTRIALIZADA

Para a compreensão deste trabalho deve-se entender a definição e as funções que a argamassa desempenha, para isso, temos que a argamassa colante é:

Mistura constituída de aglomerante(s) hidráulico(s), agregados minerais e aditivo(s), que possibilita, quando preparada em obra com adição exclusiva de água, a formação de uma massa viscosa, plástica e aderente, empregada no assentamento de peças cerâmicas e de pedras de revestimento. (NBR 13529, 1995, p. 3).

Após o entendimento da sua composição, Kudo, Cardoso, *et al.* (2013) afirmam que a argamassa é um produto de característica adesiva para assentamento cerâmico em pisos e paredes, assim, fica evidente que a argamassa é uma substância com o papel de fixar os elementos entre si.

Desde as primeiras civilizações o homem tenta se isolar e se proteger em seu espaço próprio, isso já era visto nos homens das cavernas que utilizavam de troncos e materiais encontrados para se proteger de seus inimigos ou animais (ALVAREZ 2007). O autor explica que, com o passar dos anos e com a evolução da espécie, as técnicas construtivas também foram se aprimorando até o surgimento dos primeiros tipos de argamassa. Foi encontrado por pesquisadores na cidade de Vidisha um dos primeiros exemplares de argamassa com características hidráulicas, produzidas no século II a.C., este material era constituído por cal, areia, pó de tijolo, resina natural (retirada das árvores) e açúcar.

Este exemplar encontrado foi usado para revestir Stupa Sanchi, monumento budista, o qual, apesar de sofrer degradação com o tempo e intempéries, teve sua eficácia comprovado por resistir e proteger a estrutura do monumento até os dias atuais. A Figura 1 demonstra como era feita a mistura, que é muito semelhante do que hoje é chamada de argamassa colante (ALVAREZ, 2007).

Figura 1: Confeção de Argamassa sob tração animal



Fonte: ALVAREZ (2007).

Alvarez (2007) ainda explica como era produzida a argamassa naquela época e que diz que esta mesma técnica perdura até os dias atuais, a mistura dos componentes é feita com o auxílio de uma vala circular onde são depositadas todas as matérias primas, feito isso, é colocada uma mó de pedra presa a uma haste fixada ao centro da circunferência e com ajuda de tração animal esta mó desempenha a função de mistura dos elementos, como mostra a Figura 1.

O uso de argamassa está presente no Brasil desde o período de sua colonização, segundo Westphal (2013), nesta época, a cal utilizada era proveniente da queima de conchas e mariscos e o aglomerante escolhido era o óleo de baleia, que foi usado predominantemente para a união das alvenarias de pedra, estas, por sua vez, constituíam as estruturas das construções deste tempo.

Atualmente, a argamassa é designada para diversas áreas e etapas da construção civil, destacando-se, dentre elas, o uso da argamassa colante ou argamassa industrializada para o assentamento do revestimento cerâmico. O mercado brasileiro tem destaque mundial, sendo o terceiro maior na fabricação e consumo e o sexto na exportação de cerâmica, a ANFACER (Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres) (2018) indica que, atualmente, o Brasil produz, em média anual, aproximadamente 800 milhões de metros quadrados, sendo este dividido em cerca de 100 milhões de metros quadrados para exportação e o restante para uso interno.

As argamassa industrializadas são classificadas de acordo com suas características, a NBR 14.081-04 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004) é capacitada para regulamentar as funções destas argamassas através da subdivisão das suas classes em AC I, AC II, AC III e E, sendo estas adequadas para cada situação específica, diferenciando-se entre si por sua resistência a solicitações mecânicas e termoigrométricas, com exceção da classe E, que representa o material de qualquer classe anteriormente citada, tendo este o limite estendido em 10 minutos do tempo aberto apontado pela norma.

Tendo em vista a divisão de áreas e funções competentes a cada tipo de argamassa colante industrializada, Souza (2017), com o auxílio da NBR 14081 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012), sugere que as situações adequadas são respectivamente:

AC-I – Uso interno: Recomendada para uso interno, onde as solicitações físicas, umidade e temperatura são compatíveis com sua resistência. Exceto em elementos cujo essa variação seja atípica, como churrasqueiras, saunas e estufas, por exemplo.

AC-II – Uso interno e externo: Argamassa adequada para uso interno e externo, sendo esta resistente às solicitações presentes em pisos e paredes externos, proveniente das intempéries, resistente à movimentação de pedestre e veículos, desde que o último não seja por rodízio metálico.

AC-III - Alta Resistência: É a argamassa de maior resistência dentre as demais, dessa forma, sendo capaz de suportar as altas tensões de cisalhamento ocorridas entre o revestimento cerâmico e a base em que o mesmo for aplicado. Tem maior capacidade de colagem se comparada às anteriores. Devidamente utilizada nas situações especiais antes citadas, como piscinas, saunas e estufas.

Tipo E - Especial: Argamassa colante industrializada dos tipos I, II ou III, com tempo em aberto estendido, isto é, com um tempo de cura maior que as respectivas.

2.1 Componentes da argamassa

Antes de entender cada componente, é válido conhecer os tipos de argamassa que existem para que seja feita a correta distinção de suas funções. Carasek (2007) denomina os tipos de argamassa de acordo com suas funções,

dividindo-as em argamassa para construção de alvenaria, para revestimento de paredes, pisos e tetos, para assentamento de revestimentos cerâmicos e para recuperação de estruturas. Para melhor classificação, tem-se o Quadro 1:

Quadro 1: Tipos de argamassas de acordo com sua função

FUNÇÃO	TIPOS DE ARGAMASSA
Construção de alvenarias	Argamassa de assentamento
	Argamassa de fixação
Revestimento de paredes e tetos	Argamassa de chapisco
	Argamassa de emboço
	Argamassa de reboco
	Argamassa de camada única
	Argamassa de revestimento decorativo
Revestimento de piso	Argamassa de contrapiso
	Argamassa de alta resistência
Revestimento cerâmico (pisos e paredes)	Argamassa colante
	Argamassa de rejuntamento
Recuperação de estruturas	Argamassa de reparo

Fonte: Adaptado de Carasek (2007, p. 865).

A autora busca demonstrar a correlação do tipo de argamassa perante a função que ela desempenha na obra, como mostra o Quadro 1, de acordo com o quadro, Carasek (2007) define cada argamassa anteriormente citada, logo, a argamassa de assentamento de alvenaria, como o sua nomenclatura sugere, é a mais apropriada para a execução de muros e paredes, estes sendo constituídos de tijolo, blocos cerâmicos ou de concreto.

Já a argamassa de revestimento é a que será usada como última ou penúltima camada da construção, podendo ser recoberta por tinta ou cerâmica. Esta possui propriedades para proteger a obra, podendo ser aplicada em diversas áreas, inclusive externas, como paredes, piso e teto (CARASEK, 2007).

Para o caso da argamassa de revestimento cerâmico, além do uso da argamassa citada anteriormente, tem-se o uso da argamassa colante, que além de garantir a união do revestimento à obra, deve absorver as deformidades sofridas pela cerâmica e, por fim, a argamassa de reparo de estruturas tem exatamente esta definição e é caracterizada por baixa retração e alta resistência em relação às demais, entre outras propriedades específicas (CARASEK, 2007).

2.1.1 Cimento Portland

O aglomerante cimento teve como origem de seu nome uma espécie de pedra chamada “caementu”, que tinha por característica sua alta resistência. Segundo Battagin (2009), há registros dos primeiros tipos de cimento há cerca de 4.500 anos, os monumentos do Egito e algumas construções gregas já contavam com uma mistura de materiais que, ao serem misturados e hidratados, geravam um composto final endurecido. Para o autor, a criação do Cimento Portland foi iniciada em 1756 pelo inglês John Smeaton e em 1824, seu conterrâneo Joseph Aspdin, através da queima de pedras calcárias e argila, obteve um pó, que sob adição de água se transformava em um material cuja resistência era comparada às rochas utilizadas nas construções da época, formando o Cimento Portland, convencionalmente chamado apenas por cimento.

O cimento Portland começa a ser introduzido no Brasil no ano de 1888 com uma fábrica em Sorocaba – SP, no entanto, a introdução desta matéria no país perpassou por diversas dificuldades, como baixa produção e fábricas mal localizadas, devido a estas situações, entre outras, o cimento Portland importado ainda compensava mais em valor e entrega, tornando o cimento nacional uma segunda opção, até o ano de 1926, onde a Companhia Brasileira de Cimento Portland produziu e implantou no mercado o cimento nacional que viria a se destacar até os dias atuais, tornando o cimento importado praticamente extinto do mercado nacional nos dias atuais (BATTAGIN, 2009).

Atualmente, no Brasil, existem organizações regulamentadores para o cimento, como a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) e a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que, através da NBR 16697 - Cimento Portland — Requisitos (2018, p. 2), afirma que o cimento Portland é “ligante hidráulico obtido pela moagem de clínquer Portland, ao qual se adiciona, durante a fabricação, a quantidade necessária de uma ou mais formas de sulfato de cálcio e adições minerais nos teores estabelecidos nesta Norma”. A partir desta definição entende-se que o cimento pode adquirir mais de um tipo, visto que a adição dos aglomerantes e suas quantidades são variáveis.

Sabendo disto, a ABCP classifica os tipos de cimento em 8, sendo estes diferenciados por sua resistência, tempo de cura, aditivos, entre outras características,

dividindo-os da seguinte forma: Cimento CP-I (NBR 5.732) ou Cimento Portland Comum: esta classe é definida por não ter nenhum aditivo além do gesso, que tem função de atrasar o início da pega, tornando-o capaz de ser utilizado por maior tempo, tem como característica seu custo elevado e baixa resistência se comparado aos demais, por estas especificidades seu uso é mais comum por indústrias, sua resistência é da ordem de 25MPa; Cimento CP-II (NBR 11.578) ou Cimento Portland Composto: dentre os classificados, é o primeiro a ter sua composição advinda de uma adição de outros materiais, possui uma mistura exotérmica como a anterior, porém, se diferencia por emitir menos calor quando misturado à água, o cimento CP-II ainda possui uma subdivisão que varia de acordo com cada elemento adicionado à sua composição, sendo CP-II E o que recebe escória de alto forno em sua mistura, CP-II Z o nome dado ao cimento que é combinado ao material pozolânico e, por fim, o CP-II F, que recebe a adição de filler, caracterizado por ser um cimento muito versátil, sua resistência varia entre 25MPa, 32MPa e 40MPa.

A Associação Brasileira de Cimento Portland continua. Cimento CP-III (NBR 5.735) ou Cimento Portland de Alto-forno: este modelo é caracterizado pela sua baixa porosidade e maior durabilidade, ocasionados pela sua composição que possui de 35% a 70% de escória de alto-forno, o que lhe permite apresentar uma resistência à expansão elevada, como no anterior, a sua resistência à compressão oscila dentre 25MPa, 32MPa e 40 MPa; Cimento CP-IV (NBR 5.736) ou Cimento Portland Pozolânico: recebe este nome por ser composto de 15% a 50% de material pozolânico, o que tem como consequência uma boa reação à adição de agregados reativos e boa resistência em locais ácidos, ainda pela sua composição, é pouco permeável e devido à junção de tais fatores é adequado para construções em contato com esgoto e água salobra, proporciona uma resistência de 25MPa e 32MPa; Cimento CP-V ARI (NBR 5.733) ou Cimento Portland de Alta Resistência Inicial: é indicado para uso apenas na confecção de concreto, pois sua principal característica é a alta resistência nos primeiros dias de cura e uma maior resistência dos demais ao final do tempo padrão de cura do concreto.

Os três últimos definidos pela Associação são: Cimento RS (NBR 5.737) ou Cimento Portland Resistente a Sulfatos: como o nome sugere, apresenta alta resistência a tal agente químico, o que lhe torna o mais adequado para áreas de grande taxa de agressividade à estrutura, como regiões beira-mar e construções que entram em contato direto com a água do mar ou de esgotos; Cimento Branco (NBR

12.989) ou Cimento Portland Branco (CPB): recebe este nome e esta cor devido a diferentes componentes usados na sua matéria prima, com a substituição da argila pelo caulim, pode ser dividido ainda em dois: os estruturais e os não estruturais; Cimento Portland de Baixo Calor de Hidratação (BC) / (NBR 13.116): devido à sua característica de menor liberação de calor, tem como consequência o não aparecimento de fissuras, cuja origem é dada pela dilatação térmica. Para melhor compreensão desta classificação, a NBR 16697 Cimento Portland — Requisitos apresenta o Quadro 2, que equipara cada tipo de cimento à sua resistência:

Quadro 2: Classificação do Cimento Portland conforme propriedades

Sigla	Classe	Tempo de Início de Pega min	Expansibilidade a quente mm	Resistência a Compressão MPa				Índice de Brancura
				1 dia	3 dias	7 dias	28 dias	
CP I CP I-S	25	≥ 60	≤ 5	–	≥ 8,0	≥ 15,0	≥ 25,0	–
CP II-E CP II-F	32	≥ 60	≤ 5	–	≥ 10,0	≥ 20,0	≥ 32,0	
CP II-Z	40	≥ 60	≤ 5	–	≥ 15,0	≥ 25,0	≥ 40,0	
CP III CP IV	25	≥ 60	≤ 5	–	≥ 8,0	≥ 15,0	≥ 25,0	-
	32	≥ 60	≤ 5	–	≥ 10,0	≥ 20,0	≥ 32,0	-
	40	≥ 60	≤ 5	–	≥ 12,0	≥ 23,0	≥ 40,0	-
CP V	ARI	≥ 60	≤ 5	≥ 14,0	≥ 24,0	≥ 34,0	-	-
CPB Estrutural	25	≥ 60	≤ 5		≥ 8,0	≥ 15,0	≥ 25,0	≥ 78
	32	≥ 60	≤ 5		≥ 10,0	≥ 20,0	≥ 32,0	
	40	≥ 60	≤ 5		≥ 15,0	≥ 25,0	≥ 40,0	
CPB Não Estrutural	-	≥ 60	≤ 5	–	≥ 5,0	≥ 7,0	≥ 10,0	≥ 82

Fonte: Adaptado da NBR 16697 (2018, p. 7).

A norma brasileira 16697 (2018) demonstra o Quadro 2, onde se subdivide cada tipo e classe dos cimentos Portland frente a algumas de suas características mais importantes para a presente pesquisa, tais como o tempo de início de pega, que mantém certo padrão nos exemplares e a variabilidade da resistência à compressão de cada tipo e classe dos cimentos com o passar dos dias.

2.1.2 Agregado Miúdo

Por definição, Bauer (2016) cita o agregado como um material composto de partículas de tamanhos variáveis, não aderente e que não deve apresentar reações

químicas quando misturado com os demais elementos, esta nomenclatura é principalmente usada para procedimento do concreto enquanto que para as demais áreas da construção é usado o nome conforme suas especificidades.

Sabendo da diversidade de tamanhos e características dos agregados, a NBR 7211 (2005) determina como agregado miúdo aquele que, ao ser submetido aos ensaios da ABNT NBR NM 248, consegue ultrapassar a peneira de 4,75mm e fica retida totalmente em uma malha subsequente de 150 µm de abertura; e chama de agregados graúdos os grãos que perpassam pelo crivo de dimensão de 75mm e ficam inteiramente retidos a 4,75mm de espaçamento.

Na produção do cimento e de outras composições da construção civil, necessita-se do uso de agregado miúdo como insumo. Com o propósito de obter um produto com qualidade acentuada, utiliza-se, habitualmente, a areia como agregado, postas as suas particularidades, bem como local de origem, tipo, granulometria e propriedades específicas (SILVA, 2019).

O termo 'agregados para a construção civil' é empregado no Brasil para identificar um segmento do setor mineral que produz matéria-prima mineral bruta ou beneficiada de emprego imediato na indústria da construção civil. São basicamente a areia e a rocha britada. O termo "emprego imediato na construção civil" – que consta da legislação mineral para definir uma classe de substâncias minerais – não é muito exato, já que nem sempre são usadas dessa forma. Muitas vezes entram em misturas – tais como o concreto e a argamassa – antes de serem empregadas na construção civil. (VALDEVERDE, 2001, p. 2)

Há ainda uma subdivisão entre os agregados miúdos que os separam em naturais e industrializados, onde, como a classificação sugere, os naturais são aqueles encontrados e extraídos diretamente da natureza e os industrializados são obtidos por processos industriais, dentre estes cabe destacar a areia, que por definição são sedimentos em grãos proveniente do quartzo com diâmetros de 0,06 a 2,0mm (BAUER, 2016).

A NBR 9935 (1987, p. 2) define que "É chamada de areia natural se resultante de ação de agentes da natureza e de areia artificial quando proveniente de britagem ou outros processos industriais." O destaque deste material é dado porque além de ser o mais utilizado dos agregados miúdos, este possui características muito importantes para o produto final, tais como sua capacidade de aumentar a resistência do composto de 4MPa para até 30MPa, sua presença ocasionar uma menor retração da argamassa e ainda permitir diminuição da quantidade do uso de aglomerante, pois

é capaz de preencher todos os vazios, o que tem influência direta na redução dos custos da mistura e, por fim, da obra (DUBAJ, 2000).

Para este elemento ser aceito como material de construção, Bauer (2016) afirma que o mesmo ainda deve cumprir requisitos de consistência preestabelecidos através do ensaio de esmagamento, pois apenas sua dimensão não é suficiente para ser considerado apto para esta função. O autor ainda pontua os seguintes locais onde podem ser encontradas areias com as qualidades necessárias para construção: Rios, se encontram depositadas em seus leitos, de cavas, do processo de britagem e da escória de alto forno que se transforma em grãos ao ser resfriada.

2.1.3 Aditivos Químicos

Os materiais necessários para a produção da argamassa colante industrializada são cimento Portland e minerais e aditivos químicos agregados, segundo a NBR 14081 – Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Requisitos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012).

Petrucci (1998) afirma que, além dos resultados conhecidos da mistura da matéria prima para formar a argamassa comum, atualmente, vem-se aprimorando o uso de um novo componente com o objetivo de adicionar e aprimorar as características da massa, sendo a impermeabilidade, menor calor de hidratação, maior durabilidade, aumento da plasticidade e alta resistência ao endurecer. Estas novas características são consequências do uso de aditivos químicos.

Para tanto, a NBR 11768 (1992) traz a definição e papel de alguns aditivos químicos que são usados no cimento Portland com a finalidade de melhor ajustá-los a variadas circunstâncias, que são:

- Aditivo plastificante (tipo P): Aditivo que majora a taxa de consistência da mistura e ainda mantém a proporção da água de adensamento;
- Aditivo retardador (tipo R): Responsável por acrescer a duração do início e fim de pega da mistura;
- Aditivo acelerador (tipo A): Tem papel inverso do anterior, reduzindo o os tempos de começo e fim de pega e ainda auxilia para aumentar as resistências nos primeiros momentos de endurecimento;

- Aditivo plastificante retardador (tipo PR): Encarregado por unir as funções dos dois tipos citados P e R;
- Aditivo plastificante acelerador (tipo PA): Encarregado por unir as funções dos dois tipos citados P e A;
- Aditivo incorporador de ar (tipo IAR): Agente responsável por adicionar bolhas de ar à argamassa;
- Aditivo superplastificante (tipo SP): Função semelhante ao plastificante, no entanto, com suas propriedades aumentadas, permite redução de água de amassamento em pelo menos 12%;
- Aditivo superplastificante retardador (tipo SPR): Responsável por juntar as funções dos aditivos de tipo SP e R;
- Aditivo superplastificante acelerador (tipo SPA): Responsável por juntar as funções dos aditivos de tipo SP e A;

No que se refere às argamassas colantes industrializadas, Costa, *et al.* (2013) explicam quais são os aditivos e determina a função dos mais utilizados da mistura:

Produzidas industrialmente, os aditivos mais comuns são os éteres de celulose (HEC e MHEC) e os látex poliméricos (PVA). Cada um desempenha funções específicas no estado fresco e endurecido da argamassa. O látex melhora o comportamento reológico da argamassa fresca, mas, principalmente, proporcionam flexibilidade e resistência à tração para a argamassa endurecida. Os éteres são polímeros solúveis em água e pequenas quantidades deste polímero levam à elevação da retenção de água e da viscosidade em argamassas.

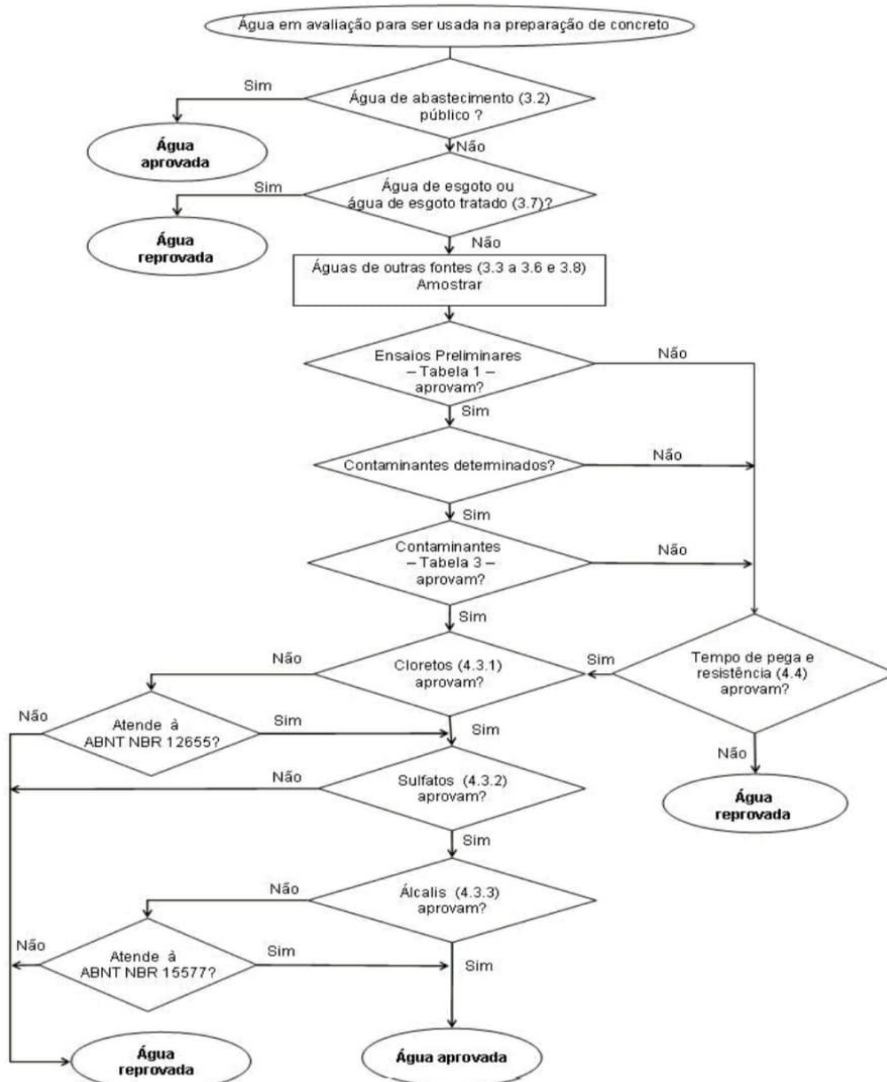
Além dos aditivos químicos utilizados em argamassa colante industrializada e os benefícios citados anteriormente, Silva (2019) complementa e traz mais algumas melhorias no desempenho da argamassa colante alcançadas com o uso destas substâncias, sendo estas a melhoria na plasticidade e na colagem precoce advinda dos incorporadores de ar, trabalhabilidade melhorada com uso de plastificantes, tempo estendido para uso da mistura através dos retardadores de pega, adesão aprimorada, utilizando os aditivos adesivos, redução dos poros e melhora na vedação, evitando penetração da água sucedida pelo uso de impermeabilizantes, entre outros.

2.1.4 Água de Amassamento

A água de amassamento é aquela apta para utilização na mistura da argamassa colante ou concreto, por exemplo. Para isso, a NBR 15900-1 (2009) determina algumas águas e as fontes onde podem ser encontradas, sendo necessário ou não passar por ensaio antes de sua utilização, são estas: Água de abastecimento público; Água recuperada de processos de preparação do concreto; Água de fontes subterrâneas; Água natural de superfície, água de captação pluvial e água residual industrial; Água salobra; Água de esgoto e água proveniente de esgoto tratado.

Como forma de exemplificar e demonstrar da melhor forma a NBR 15900-1 - Água para amassamento do concreto: Requisitos, temos o fluxograma a seguir:

Figura 2 - Fluxograma: Relação de águas de amassamento aprovadas e reprovadas.



Fonte: NBR 15900-1 (2009)

O fluxograma da NBR 15900-1 (2009) demonstra a água em avaliação para ser usada na preparação do concreto, onde ela divide as águas em relação ao local de onde a mesma é retirada, sendo aprovada ou não, e, em seguida, continua a análise da água com base nos itens da norma e em outras normas para que haja total esclarecimento de quais águas estão aptas para a função proposta.

Além das condições esperadas pela norma brasileira 15900, há ainda o fator da quantidade de água e da relação água/cimento que influenciarão diretamente na qualidade e eficiência da argamassa. Dubaj (2000) destaca que para atingir a resistência mecânica esperada no traço do concreto, esta proporção entre água e cimento é de grande relevância e sabendo da qualidade necessária para utilização da água de amassamento, a NBR 14081 (2012, p. 4) define a quantidade a ser utilizada de forma que: “[...] a quantidade de água de amassamento necessária para a aplicação deve ser expressa em litros de água por quilograma do produto ou litros de água por embalagem de produto.”

2.2 Tempo em Aberto

O tempo em aberto da argamassa colante industrializada faz parte da etapa de execução e tem grande relevância sobre o desempenho do revestimento que será aplicado, para tanto, a NBR 14081(2012, p. 1) traz como definição que o tempo em aberto é: “Maior intervalo de tempo para o qual uma placa cerâmica pode ser assentada sobre a pasta de argamassa colante, a qual proporcionará, após um período de cura, resistência à tração simples ou direta.”

Esta norma ainda determina o tempo em aberto mínimo para cada tipo de argamassa através do Quadro 3:

Quadro 3: Classificação da Argamassa colante industrializada conforme suas características.

Propriedade	Método de ensaio	Unidade	Argamassa colante Industrializada			
			ACI	ACII	ACIII	E
Tempo em aberto	ABNT NBR 14083	min	≥ 15	≥ 20	≥ 20	Argamassa do tipo I, II ou III, com tempo em aberto estendido em no mínimo 10 min do especificado nesta tabela.
Resistência de aderência à tração aos 28 dias em	ABNT NBR 14084	MPa	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0	
- Cura normal		MPa	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0	
- Cura submersa		MPa	0,5	≥ 0,5	≥ 1,0	
- Cura em estufa		-	-	0,5	-	-

Deslizamento	ABNT NBR 14085	mm	≤ 0,7	≤ 0,7	≤ 0,7	
--------------	-------------------	----	----------	----------	-------	--

Fonte: Adaptado de NBR 14081 (2012, p. 3).

O Quadro anterior relaciona características como tempo em aberto, resistência de aderência à tração e deslizamento com cada classe de argamassa e ainda evidencia os valores respectivos a cada particularidade das mesmas (NBR 14081, 2012).

O tempo em aberto vem para determinar o tempo máximo em que a argamassa colante apresenta uma boa trabalhabilidade e eficácia, visto que mesmo com o uso de aditivos químicos, esta argamassa ainda perderá água, tanto para o substrato quanto para o meio ambiente, como afirma Lima (2013), que ainda indica que este requisito deve receber grande atenção, pois apenas o não cumprimento adequado dele é capaz de gerar descolamento das placas cerâmicas.

O mesmo autor explica que a perda de aderência da argamassa colante se inicia ao passo que a parte superficial da mesma começa a secar, gerando uma espécie de “película” (início da secagem) entre as placas e a argamassa, a aparição desta película está ligada a diversos fatores, tais como temperatura ambiente, umidade do ar, traço da argamassa colante ou tipo do substrato. Estes fatores, junto à classe da argamassa industrializada, determinam o tempo em aberto e Lima (2013) ainda ressalta que, caso este tempo seja excedido a ponto da secagem apresentada, a argamassa deve ser descartada.

Conforme Freitas (2014), a vida útil do revestimento cerâmico está diretamente ligada às ações das intempéries somadas ao processo de urbanização, fatores que devido à sua agressividade contribuem para o desgaste e degradação do elemento, diminuindo consideravelmente sua vida útil quando não recebem devida atenção na etapa de projeto e manutenção. Além das medidas necessárias em projeto e conservação da fachada, a escolha do material é muito importante, pensando nisso a NBR 14081 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012) normatiza o uso de argamassa colante tipo AC III para área externas, classificando-a como a mais adequada para resistir a tais agentes anteriormente citados.

Com esta definição e explicação sobre tempo em aberto da argamassa colante industrializada, é possível perceber que a norma específica das argamassa está de certo modo atrasada. O surgimento da atualização da norma 13755 em 2017

evidencia este fato, pois, além desta definição, a NBR 13755 (2017) apresenta um novo item denominado de tempo em aberto real.

Ainda que a norma seja referente ao revestimento de fachadas e paredes externas com uso da argamassa colante, ao criar uma distinção de tempo em aberto teórico do tempo em aberto real, a NBR 13755 (2017) afirma que:

O tempo em aberto real deve ser estimado no local da obra por meio da formação de cordões de argamassa em aproximadamente 0,25 m² de área de emboço. O local selecionado deve representar as condições de vento e insolação críticas a que a obra estará sujeita durante o assentamento. Estendido os cordões, acionar o cronometro e verificar a formação de película superficial na argamassa por meio do toque com a ponta dos dedos a cada 1 min. O tempo em aberto real é excedido no momento em que o toque dos cordões, sem esmagamento, resulta na retirada dos dedos sem vestígios de argamassa. (NBR 13755, 2017, p. 26).

Através desta nova definição apresentada, é possível um melhor entendimento e execução das argamassa, uma vez que o profissional percebe que não pode se basear apenas no tempo em aberto proposto pela norma 14081-3 (2012), pois seus ensaios são em condições laboratoriais e controladas, divergindo-se do que é vivenciado em obra.

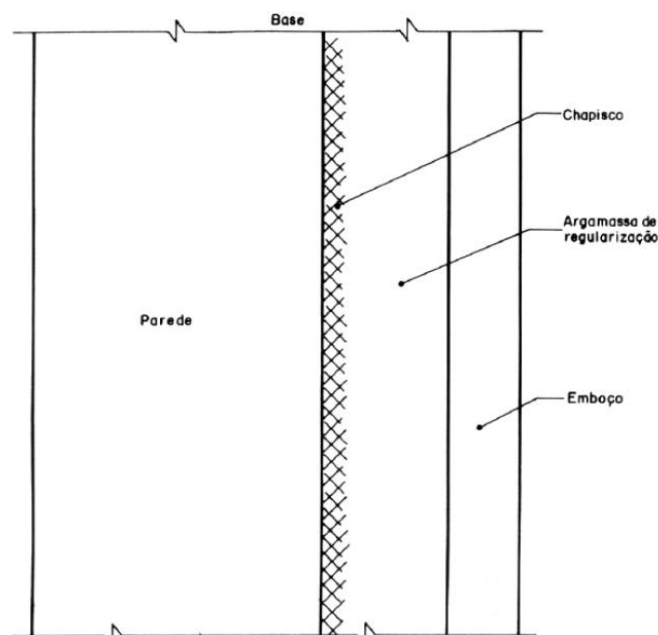
3 SUBSTRATO

Para a aplicação da argamassa para revestimento ou argamassa colante, no caso de revestimento cerâmico, é esperada a presença dos elementos chapisco, emboço e, possivelmente, camada intermediária de argamassa para regularização, chamada também de reboco, como componente de ligação da construção com o revestimento final, como manda as normas NBR 7200 (1998) e NBR 13.755 (2017) para revestimento de argamassa inorgânica e revestimento com placas cerâmicas, respectivamente. Logo, para evidenciar a função e importância do substrato, afirma-se:

A partir da análise visual da microestrutura dos substratos, constatou-se que, em geral, a interface substrato/chapisco é uniforme e não apresenta vazios. Nas interfaces argamassa/chapisco e argamassa/substrato (nos sistemas sem chapisco), entretanto, é comum observar-se vazios decorrentes de falha de aplicação da argamassa e/ou deficiências na trabalhabilidade da argamassa para o tipo de base utilizada. (KAZMIERCZAK, *et al.*, 2007, p. 54)

O substrato é a camada sobre a qual estão aplicadas a argamassa colante e em seguida a placa cerâmica (Figura 3). Este elemento é constituído por uma argamassa aplicada sobre uma base, como bem explica a norma NBR 13.755 (2017), é nessa camada que se apresentam os elementos chapisco, emboço e reboco, anteriormente citados. Cada componente do substrato possui uma função e característica específicos, sendo assim, individualmente indispensáveis.

Figura 3: Camadas do substrato para receber a argamassa colante



Fonte: TÉCNICAS NBR 13755 (1996)

A Figura 3, retirada da norma brasileira 13755 (1996), tem o objetivo de demonstrar visualmente cada componente citado, que fazem parte da composição do substrato, formando a base que receberá, posteriormente, o revestimento ideal para aquela situação, de acordo com as particularidades da região e da obra.

Da Silva (2006) classifica o chapisco como procedimento de preparação da base, tendo como objetivo melhorar a aderência entre a base e o revestimento que irá o sobrepor. Classifica, também, emboço como uma camada de revestimento, sendo essa, por sua vez, regularizadora da superfície, aplicado sobre o chapisco, esta camada ainda deve respeitar às exigências de textura e porosidade da sua camada subsequente.

Por fim, o mesmo autor qualifica o reboco como uma camada menor que a anterior, já considerada de acabamento em revestimentos não cerâmicos, reduzindo a porosidade do substrato e com características deformáveis para resistir às deformações sem o aparecimento de fissuras.

3.1 Chapisco

Existem algumas normas brasileiras que trazem a definição do chapisco, como por exemplo a NBR 13529 (2013), que complementa a definição do autor anterior, afirmando que este elemento tem como objetivo uniformizar a base para absorção, ainda indica que a superfície chapiscada tem por características uma elevada rugosidade, pequena espessura e não possui regularização, por isso é dito como rústico.

Sabido da função de preparo de base exercida pelo chapisco, é importante que haja o entendimento de seu preparo e aplicação, para tanto, a NBR 7200 (1998) explica em quais tipos de base o chapisco deve ser aplicado, onde indica os substratos de pouca aderência, ou seja, de pequena rugosidade. A norma ainda acrescenta que se deve molhar o substrato no momento antes da aplicação do chapisco, com exceção apenas de base de bloco de concreto.

Visto isto, é continuada a explicação da aplicação do chapisco pela mesma norma, onde esta indica que deve ser preparada uma massa composta por cimento, areia, água e aditivos, a depender da obra, indispensavelmente fluida, a fim de aumentar sua penetrabilidade na base. Uma vez preparado, este material deve ser

lançado ao substrato, formando uma camada rugosa, mas não o encobrindo completamente.

Szlak, *et al.* (2003) recomendam que esse procedimento de aplicação do chapisco deve possuir um prazo de carência de 72 horas, isto é, deve ser respeitado seu tempo de cura de 3 dias para que possa ser iniciado o procedimento subsequente a este. A NBR 7200 (1998) acrescenta que para localizações de alta insolação e baixa umidade, este período pode ser reduzido para 2 dias, em contrapartida, a área chapiscada deve se manter protegida do sol e vento por pelo menos 12 horas após sua execução.

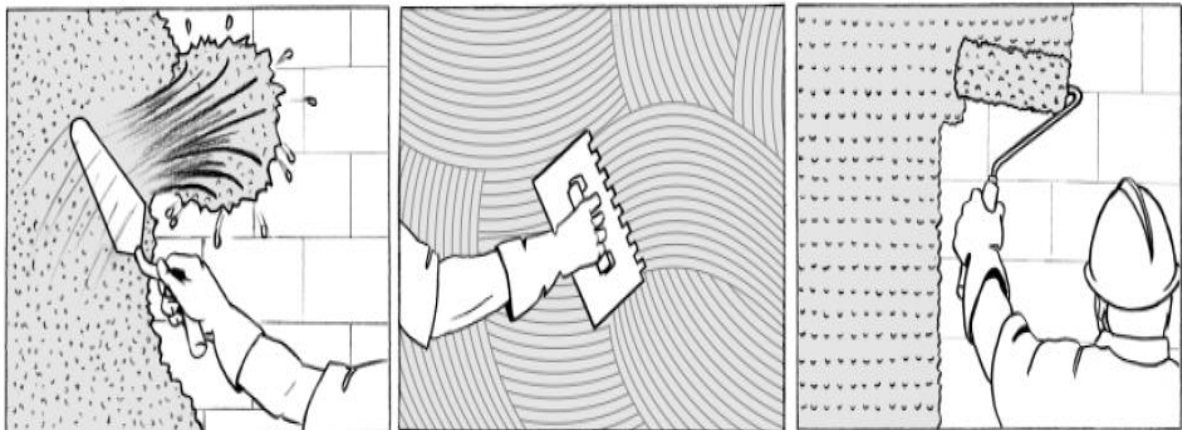
Vale ressaltar que o chapisco pode ser aplicado de três maneiras, como explica Redit (2009), sendo elas o chapisco convencional, chapisco de rolagem e chapisco adesivo ou colante. Para cada uma destas há métodos e materiais específicos, os materiais utilizados para estes modos são: colher de pedreiro para o convencional; rolo para textura para o de rolagem; e desempenadeira dentada para o adesivo ou colante (SZLAK, *et al.*, 2003).

Em seu livro, Szlak, *et al.* (2003) explica cada um destes métodos de chapiscamento, a maneira convencional, como o próprio nome sugere, consiste no lançamento da argamassa como outra qualquer, com o auxílio de uma colher de pedreiro, seu traço está entre 1:3 e 1:5 da mistura de cimento e areia, suficiente para gerar um produto fluido que, por sua vez, formará uma camada fina sobre a base.

O autor continua a explicação com o método de rolagem, que além do cimento, areia e água, tem a adição de polímero. Misturados, devem obter uma consistência bem homogênea, permitindo-se de serem aplicados em toda área da obra a ser revestida. É colocado com o auxílio de um rolo para textura acrílica, tornando sua execução simples.

Por fim, no que se refere aos procedimentos, tem-se o chapisco adesivo ou colante, que se difere um pouco em composição dos demais, sendo feito comumente com argamassa industrializada, tornando seu preparo mais prático, pois apenas depende da adição de água e mistura. Este método é realizado com a desempenadeira dentada, criando sobre a base uma camada irregular para auxiliar na aderência da camada posterior a ela. Seu uso é geralmente visto sobre estrutura de concreto, haja vista sua melhor colagem, se comparado aos executados sem argamassa industrializada (Szlak, *et al.*, 2003). Cada um destes métodos é visto na Figura 4.

Figura 4: Métodos de aplicação de Chapisco



Fonte: Szlak, *et al.* (2003)

Na Figura 4, é representado através da imagem, como ocorre os procedimentos antes descritos. É possível perceber as ferramentas utilizadas para cada maneira de aplicação e ainda o que se espera de resultado desses processos, com o exemplo visto em cada quadrado.

3.2 Emboço

Haja vista que o chapisco é a camada de preparação da base, nota-se que este receberá o seguinte elemento sobre ele, para esta etapa tem-se o emboço, como dito por Da Silva (2006), este elemento tem função de regularizar o que o chapisco, por sua vez, mantinha rugoso e desigual. A função do emboço é explicada de maneira que este seja responsável por revestir e preparar a área para um novo segmento, sendo este de acabamento final, reboco ou revestimento decorativo, como aponta a NBR 13529 (2013).

Definido o emboço, a NBR 7200 (1998) indica que o tempo mínimo para o início da aplicação de reboco ou camada de acabamento seja de 21 dias sobre a argamassa de cal, no entanto, em um livro publicado 5 anos após esta norma, Szlak, *et al.* (2003) afirmam que este tempo deve ser de apenas 7 dias de carência para que seja dada sequência ao revestimento do substrato.

Os emboços possuem a possibilidade de serem reforçados, isto ocorre quando o profissional responsável pela obra quer garantir que esta camada não venha a trincar, esta técnica é realizada principalmente no encontro das alvenarias com a

estrutura. Por ser uma região de fácil fissuração, Szlak, *et al.* (2003) sugerem a utilização da argamassa armada ou da ponte de transição para esta ocorrência.

Com o objetivo semelhante, estas técnicas agem de formas diferentes. A primeira consiste em uma argamassa de espessura mínima de 30 mm, onde é adicionada uma tela de aço galvanizado em sua região central durante a execução, reforçando a resistência e auxiliando na trabalhabilidade do sistema, já para a ponte, a mesma é formada por uma fita de polietileno, tela de aço galvanizado e pregos para fixação, ao aplicar este elemento ao sistema, se evita o contato do emboço à região de encontro da alvenaria e estrutura, evitando possíveis fissurações (SZLAK, *et al.*, 2003).

Já para a execução do emboço, Szlak, *et al.* (2003) explicam que deve ser realizado com o auxílio das taliscas e das mestras, elementos criados *in loco* para balizar o emboço. Sendo assim, para o taliscamento, são usados pedaços de cerâmicas, assentados sobre a argamassa que será utilizada para o emboço, formando níveis a serem seguidos, a definição destes níveis é dada pela localização das taliscas, que devem ser posicionadas nos pontos de menor altura em comum ao longo do nível de todo o substrato, estes pontos de posicionamento das taliscas devem ser espaçados em 1,8m ou maior tamanho da régua de alumínio utilizada.

Para a etapa seguinte, há a confecção das mestras, Szlak, *et al.* Indicam, ainda, que as mestras devem ter aproximadamente 5 cm e desempenhar o papel de ligação entre as taliscas de forma vertical, esse processo deve ser feito após 2 dias de fixação das taliscas. Feito isto, a próxima etapa é a execução do emboço, possuindo limite de 30mm de espessura, caso exceda esta medida, deve ser feito em mais de uma etapa. Como acabamento, é descrito o sarrafeamento como:

Trata-se da atividade que irá definir o plano de revestimento, a partir das taliscas e mestras previamente executadas. Consiste assim, no aplainamento do revestimento, utilizando-se uma régua de alumínio apoiada em referenciais de espessura, descrevendo um movimento de vaivém de baixo para cima. Esse procedimento deve ser realizado quando a argamassa apresenta uma consistência mais firme, pois, quando o sarrafeamento é realizado muito precocemente, pode haver o descolamento da argamassa em regiões já revestidas, em função do processo de aderência e de endurecimento ainda não estarem suficientemente desenvolvidos. Na prática, tal ponto é verificado pressionando-se a argamassa com os dedos. O ponto ideal é quando os dedos não penetram na camada, permanecendo praticamente limpos, porém deformando levemente a superfície. (SZLAK, *et al.*, 2003, p. 81).

Uma vez sarrafeado da forma descrita, a argamassa se apresenta apta a receber o desempenamento, que não deve ser feito imediatamente ao fim do processo

anterior, e tem como função o acabamento final, excluindo a possibilidade de irregularidades na massa.

3.3 Reboco

Findado o processo de emboço, a norma NBR 7200 (1998) exige que o acabamento do substrato esteja sarrafeado, plano e homogêneo no momento da finalização do emboço, e mantido neste estado após a execução do reboco, para casos em que este for necessário. Posteriormente, é feito o alisamento da superfície desempenada com a passagem de esponja ou desempenadeira apropriada, para então, por fim, ser feita a lavagem da superfície através de um jato de água.

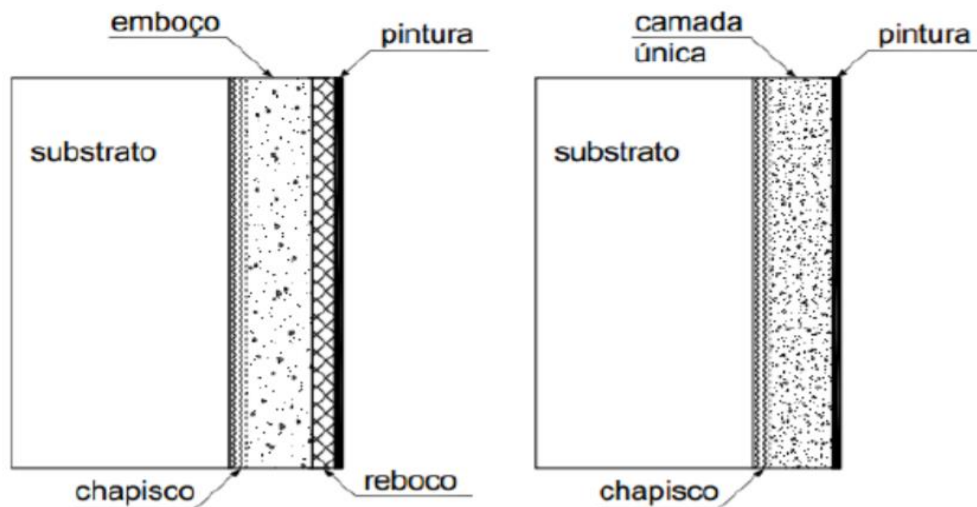
Para compreensão total da finalização deste processo de revestimento, deve haver o entendimento total do elemento reboco, definido pela NBR 13529 (2013, p. 3) como “camada de revestimento de revestimento utilizada para cobrimento do emboço, propiciando uma superfície que permita receber revestimento decorativo ou que se constitua no acabamento final.” Então, entende-se reboco como a camada final para o revestimento argamassado sobre a base.

Este reboco pode ser fundido ao emboço, formando os casos de camada única, Biava (2017) cita este processo como argamassa de massa única ou revestimento decorativo de monocamada, que acontecem quando executados juntamente ao emboço o reboco, formando a camada final do sistema. Há, no entanto, peculiaridades para este método, utilizando a mesma técnica do emboço, pois, para a camada única, é indispensável que seja aplicada a argamassa logo após a confecção das mestras, dessa forma, é feito o acabamento final sem que haja vestígios das mestras.

Por ser o último elemento aplicado, onde o sistema já está preparado pelo emboço, o reboco possui poucas especificações, é admitido para esta camada irregularidades de até 3 mm, respeitando o tempo de carência proposto pelo emboço, o reboco passa por processos semelhantes ao seu predecessor, apresentando-se finalizado após o completo sarrafeamento e desempenamento. Assim, apresenta-se apto a receber produtos decorativos como tintas, entre outros (SZLAK, *et al.*, 2003).

Como descrito anteriormente, é possível visualizar as duas situações na Figura 5:

Figura 5: Revestimento Argamassado de Duas Camadas e de Camada Única



Fonte: Adaptado de Carasek (2007)

Como é descrito na imagem de Carasek (2007), a Figura 5 representa as duas alternativas citadas de revestimento argamassado, a primeira sendo dividida em camadas de chapisco, emboço e reboco, já a segunda imagem representando o método de camada única, composto por chapisco e massa única, esta última que desempenha a função de reboco e emboço.

3.4 Placa de Fibrocimento ou Placa Cimentícia

A placa de fibrocimento não faz parte do sistema do substrato anteriormente descrito, mas faz-se importante seu entendimento, pois um exemplar deste produto faz parte dos ensaios realizados neste trabalho. Visto isso, é trazida a definição da placa por norma como: “produto resultante da mistura de cimento Portland, agregados, adições ou aditivos com reforço de fibras, fios, filamentos ou telas, com exceção de amianto.” (NBR 15498, 2016, p. 1).

Já Loturco (2003) resume, ao dizer que toda placa que é composta por cimento Portland pode ser chamada de placa cimentícia. Estas placas têm como uma de suas funcionalidades exercer o fechamento de vãos, havendo, assim, uma boa relação com o sistema *steel frame*, técnica construtiva, proporcionando uma industrialização da obra, agregando agilidade à sua execução, por exemplo (ZATT, 2010).

A utilização destas placas trazem diversos benefícios que, além de agilidade, Fontenelle (2012) aponta que o consumo de insumos é bruscamente

reduzido, chegando a diminuir em 77% a massa total do elemento construído, apenas este fator acarreta em um impacto menor à natureza, restringindo a retirada de recursos e contendo a geração de resíduos de obra. Dessa forma, evidencia-se o potencial desta tecnologia.

Suas medidas são elencadas por Fontenelle:

As placas cimentícias fornecidas pela maioria das indústrias que utilizam este processo de produção possuem largura de 1,2m e comprimento de 2,40m podendo ser produzidas com no máximo 3.0m. Estas chapas são formicadas com espessura de 6, 8, 10 e 12 mm A densidade aparente do material situa-se entre 1,4 a 1,7g/cm³, com um índice de absorção de água que pode chegar a 30% variando conforme o fabricante. (FONTENELLE, 2010, p. 31)

Por fim, sabe-se que a aplicação destas placas é semelhante à realizada em *Drywalls*, técnica de fechamento conhecida e usual no Brasil. Fontenelle (2012) completa que há duas formas de ancoragem destas placas à estrutura, sendo estas: ancoragem aparente e ancoragem invisível. Para a ancoragem aparente ou visível, não há a preocupação de esconder as peças de fixação, a tornando mais prática, podendo ser feita com parafusos ou rebites, que atravessam a placa e se alojam à estrutura, fixando todo o sistema e se mantendo visíveis ao longo da placa cimentícia.

Já no caso da ancoragem invisível, o mesmo autor explica os cuidados que devem ser tomados para que não sejam vistos os elementos de união da placa à estrutura. Algumas técnicas podem ser utilizadas para este caso, como o uso de um parafuso plano e o recobrindo ao fim da ancoragem, utilização de selantes estruturais, agindo como algo parecido às argamassas colantes, entre outros (Figura 6).

Figura 6: Placa Cimentícia com Ancoragem Invisível



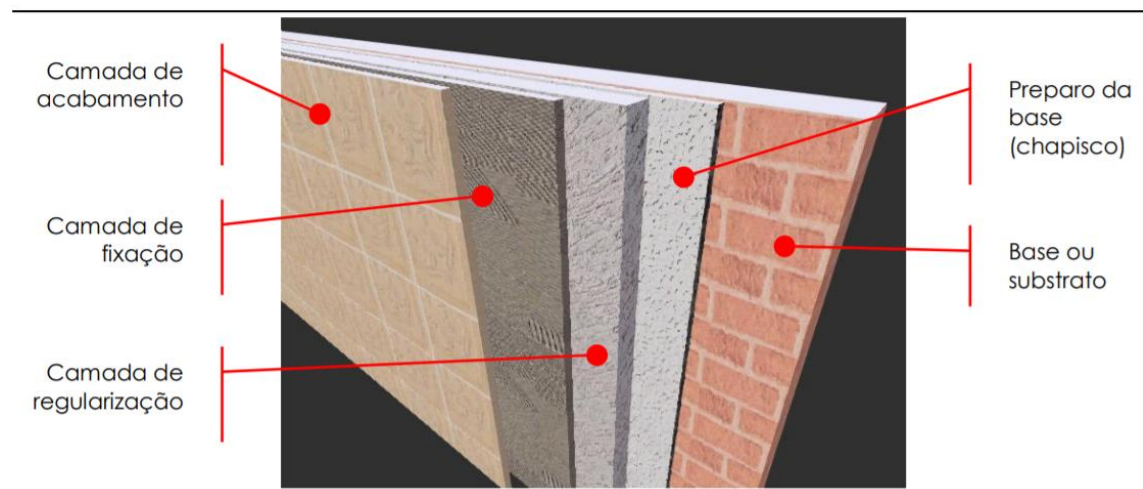
Fonte: Adaptado Carasek (2015)

Na Figura 6, observa-se uma casa já construída com o uso de placas cimentícias, onde não é possível ver suas ancoragens, dando a perceber que foi utilizado o método de ancoragem invisível.

4 REVESTIMENTO

No âmbito da construção civil, os materiais usados atualmente apresentam vulnerabilidade quando expostos a intempéries, Hattge (2004) informa que as obras constituídas por blocos cerâmicos ou de blocos concretos estão sujeitas à permeabilidade, dessa maneira, expõe a construção à aparição de manifestações patológicas desta origem. Para combater tais efeitos, tem-se o uso de revestimento, citado por Tozzi (2009) como aquilo que sobrepõe a alvenaria, dando a ela um acabamento estético e a protegendo de agentes externos (Figura 7).

Figura 7: Esquema com substrato e acabamento em revestimento cerâmico



Fonte: JUNGINGER (2003)

A Figura 7 vem para mostrar como é apresentada uma parede ou fachada com todos os elementos construtivos incluídos até a camada de revestimento cerâmico, que tem a função de acabamento e proteção física contra o intemperismo (JUNGINGER, 2003).

A ideiação de revestir as paredes e fachadas tem como premissa combater esta permissividade do próprio material, o revestimento, então, é aplicado nas faces internas e externas do edifício e o mesmo é classificado de acordo com suas características físico-químicas (DA SILVA, *et al.*, 2015). As opções de revestimentos são diversas, destacando-se os mais comuns, que são os revestimentos de parede com argamassa inorgânica e o revestimento do tipo cerâmico, regulamentados, respectivamente, pelas normas NBR 7200 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998) e NBR 13.755 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996).

O revestimento de argamassa pode ser utilizado em várias áreas da obra, tanto internamente quanto externamente, e seu custo é o mais acessível dentre as opções citadas, Da Silva (2006) sugere que esta alternativa é a mais encontrada nas habitações de renda média e baixa, já Da Silva, *et al.* (2015) afirma que o revestimento cerâmico, por sua vez, tem um preço mais elevado, mas, para isso, oferece melhor acabamento, resistência e durabilidade se comparado à anterior.

Diante dos benefícios trazidos pela escolha das placas cerâmicas para revestimento, aponta-se:

A grande vantagem da utilização do revestimento cerâmico reside, principalmente, nas seguintes características: durabilidade do material; facilidade de limpeza; higiene; qualidade do acabamento final; proteção dos elementos de vedação; isolamento térmico e acústico; estanqueidade à água e aos gases; segurança ao fogo; aspecto estético e visual agradável. (DA SILVA, *et al*, 2015, p. 89).

Há diversas tipologias e finalidades de revestimento cerâmico, para isso, define-se que o revestimento cerâmico é “Conjunto formado pelas placas cerâmicas, pela argamassa de assentamento e pelo rejunte.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p. 1). A mesma fonte ainda delimita que as placas cerâmicas são peças originadas da argila e demais matérias inorgânicas, sendo estas usadas principalmente para revestir pisos e paredes.

5 PATOLOGIAS EM REVESTIMENTO CERÂMICO

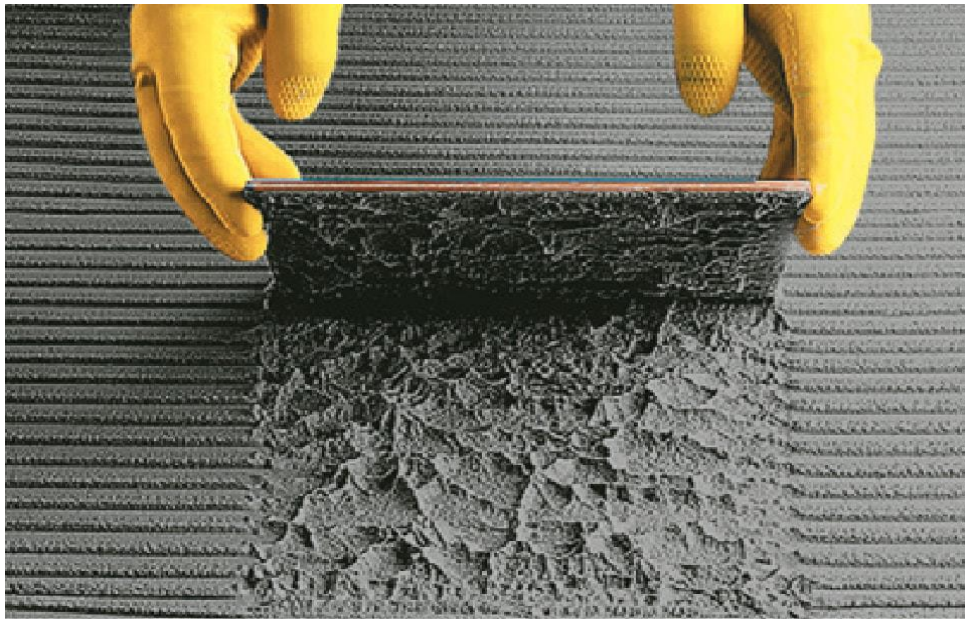
Os retornos positivos trazidos pelo revestimento cerâmico são diversos, no entanto, para que esta segurança seja efetiva, o projeto, processo construtivo, manutenção e materiais devem estar adequados à norma NBR 13.755, pois, segundo Mansur, *et al.* (2012), o não cumprimento de uma ou de um conjunto destas etapas tornará a obra suscetível ao surgimento de manifestações patológicas, sendo estéticas ou prejudiciais à vida útil da estrutura e podendo colocar em risco a segurança de bens e pessoas.

As manifestações patológicas em revestimento cerâmico podem surgir por motivos diferentes e se apresentarem de formas variadas, de acordo com Casimir (1994) *apud* Luz, *et al.* (2004), independente de seu aspecto, sua origem pode ter como motivação diversos fatores. Os autores ainda sugerem que estas anormalidades têm como precursor uma ou mais irregularidades durante o processo construtivo.

De acordo com Fantini (2010, p. 18): “68% das origens das patologias se dá principalmente nas fases de elaboração do projeto e de execução dos serviços propriamente dito”. Sabendo os principais agentes responsáveis pelas manifestações patológicas no revestimento cerâmico, a autora cita alguns problemas provocados por falhas nestas fases, como o deslocamento de revestimento cerâmico, eflorescência, trincas, fissuras e gretamento, por exemplo.

Entre as falhas no processo executivo, vale ressaltar a aplicação do revestimento cerâmico, onde o profissional deve seguir as exigências prevista na NBR 13753, pois estes requisitos buscam garantir o perfeito assentamento da placa cerâmica, a norma explica a maneira correta de se evitar a permanência de vazio entre o substrato e a peça de revestimento de maneira que: “Na aplicação das placas cerâmicas, os cordões de argamassa colante devem ser totalmente desfeitos, formando uma camada uniforme, configurando-se impregnação total do tardo pela argamassa colante.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996, p. 13) (Figura 8).

Figura 8: Cerâmica aplicada de forma a romper completamente os cordões de argamassa



Fonte: QUARTZOLIT (2020)

Como exigência da Norma brasileira 13753 (1996), deve-se romper totalmente os cordões de argamassa como bem demonstra a Figura 8, onde, após a aplicação do revestimento cerâmico, a peça foi retirada para verificação do tardo da mesma e dos cordões de argamassa feitos no substrato. Ainda sobre o processo executivo, há inúmeras possibilidades e origens para o surgimento das manifestações patológicas, para tanto, afirma-se:

Observa-se a existência de diferentes causas e ainda se pode aprofundar nas origens das manifestações patológicas, que geralmente são mais difíceis de serem analisadas e constatadas. Uma forma é o acompanhamento de cada obra com registros de cada etapa, com dados minuciosos, como os procedimentos de execução. No aparecimento de manifestações patológicas, tem-se mais informações e dados para se obter prováveis origens. (LUZ, 2004, p. 60).

Dessa forma, não é possível definir uma causa ou origem específicas de qualquer que seja a manifestação patológica sem um estudo prévio do edifício abordado, a realização de uma anamnese, por exemplo, é de suma importância para ajudar na compreensão da história daquela manifestação.

6 METODOLOGIA

6.1 Tipo de Pesquisa

Para a realização deste trabalho, utilizou-se de duas fontes de pesquisa, sendo uma o acervo bibliográfico existente e outra os ensaios feitos em laboratório e *in loco*. Para tanto, buscou-se em livros, artigos, revistas, dissertações de mestrados, teses de doutorados e NBR's o melhor embasamento teórico para a realização deste estudo, agregando o conhecimento técnico necessário para fundamentação do mesmo.

Feito isto, deu-se início aos experimentos empíricos, onde os mesmos foram baseados na fundamentação teórica descrita neste trabalho e, principalmente, no que dita as normas de revestimento cerâmico e argamassas colantes, as NBR's, que além de esmiuçarem o passo a passo da forma correta que devem ser feitos tais ensaios, ainda indica os materiais adequados e a melhor maneira de utiliza-los em cada etapa dos experimentos realizados.

Frente às exigências das normas utilizadas, tem-se um parâmetro esperado por elas, tanto no momento da preparação e execução dos ensaios como no momento de seu resultado, sabendo disso, e ainda agregados às bibliografias, tem-se um parâmetro a ser equiparado entre os experimentos feitos pelo autor, de forma que se possa entender se os resultados obtidos são de acordo com o que pede a norma e, caso contrário, compreender o porquê de tais imprecisões e ainda saber se tais diversidades à norma são positivas ou negativas para pesquisa.

Este estudo foi elaborado com a pesquisa explicativa, que se utiliza de métodos empíricos para identificar os fatores que influenciam o comportamento do molde em questão. A abordagem será qualitativa, pois os dados serão provenientes do experimento e seus resultados da análise feitas frente ao ensaio executado.

6.2 Local de Estudo

Para a melhor avaliação dos resultados, foram selecionados dois locais para realização do ensaio, sendo o primeiro em condições laboratoriais fornecidas pelo laboratório de solos do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom

Bosco e o segundo em condições análogas à obra, sendo este realizado no bairro do Cohajap (Figura 9) da cidade de São Luís do Maranhão.

Figura 9: Localização do Ensaio *in loco*



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Quadro 4: Localização do Ensaio *in loco*

Ensaio	Latitude	Longitude	Data do Experimento
In Loco	3°30'12"	45°45'34"	08/10/2020

Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Para execução do ensaio foram utilizadas as orientações fornecidas pela NBR 13753 e NBR 14081, bem como as informações fornecidas pelas bibliografias antes citadas.

6.3 Ensaios

Para a realização dos ensaios, o estudo teve embasamento nas normas brasileiras regidas pela ABNT, principalmente, NBR 14081 (2012), NBR 13755 (2017), NBR 13753 (1996).

6.3.1 Substrato – Placa Cimentícia

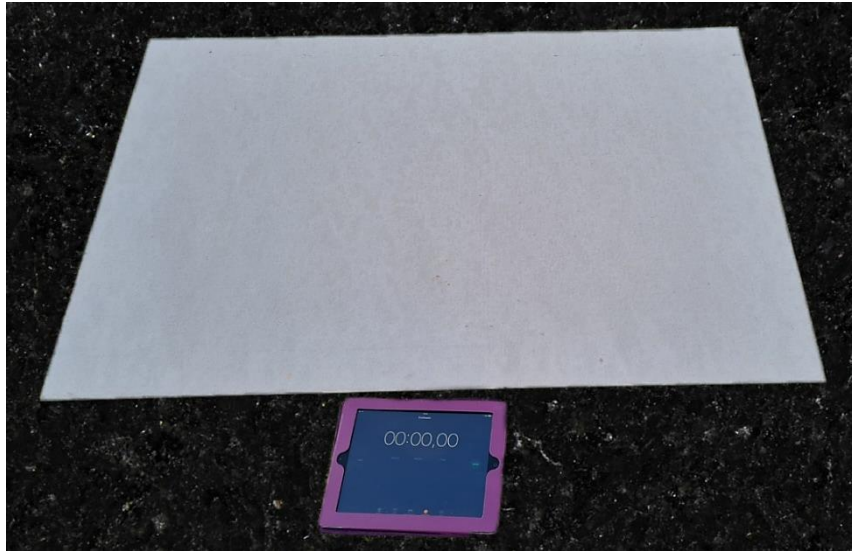
Para a realização dos ensaios, foi necessário elencar um molde padrão para que não houvesse diferentes reações químicas e físicas da argamassa com o substrato, então, foi escolhida para esta função uma placa cimentícia a fim de simular um revestimento argamassado comum em obras. Para melhor compreensão deste material, Castro (2005) define cimentícia como qualquer chapa delgada que possuir o cimento em sua composição e ainda completa a explicação afirmando que as placas cimentícias são placas compostas por fibras sintéticas ou de celulose, juntamente com agregados e cimento Portland.

Este material, em meio à construção civil, pode desempenhar diversas funções, como fechamento em áreas externas e internas, para decorações em interiores ou fachadas, pode ser usado como piso, etc. Este elemento se sobressai frente ao gesso acartonado devido à sua melhor impermeabilização e resistividade a intempéries, de acordo com Castro (2005).

Para a utilização da placa cimentícia foi comprada uma peça desta e seccionada em dimensões semelhantes para que se iniciassem as aplicações do revestimento cerâmico, como mostra a figura 10.

Figura 10: Secção da Placa Cimentícia





Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Dessa forma, a placa cimentícia para o experimento que era de 2,40mx1,20m e 6mm de espessura ficou com 0,80mx1,20m para ser trabalhada, como mostra a Figura 10 e a espessura foi mantida. Feito isto, a placa cimentícia estava apta para o assentamento cerâmico.

6.3.2 Separação da Água de Amassamento para Ensaio Laboratorial

Para esta etapa, foram seguidas as definições da NBR 14081 (2012), que explica sobre a composição esperada da água de amassamento, ratificando que a embalagem do produto, por norma, deve apresentar tanto a quantidade de água de amassamento em litros para os quilos totais presentes na embalagem quanto a sua estruturação química. Sabendo disto, fora verificada a quantidade indicada na embalagem da argamassa colante a ser trabalhada, encontrando o valor de 3,25 litros de água para 15kg de argamassa AC-I.

Diante destas informações, identificou-se um litro de água como suficiente para a realização do ensaio laboratorial e, para manter a relação de água/argamassa exigida pelo fabricante, fez-se uma equivalência entre o consumo total (saco completo) e o consumo real (utilizado para o ensaio) com evidência nas Equações 1:

Equação 1

$$\frac{CA}{CR} = \frac{Ca}{Cr}$$

Onde:

CA – Consumo de água total (l);

CR – Consumo real de água (l);

Ca – Consumo de argamassa total (kg);

Cr – Consumo real de argamassa (kg).

Logo,

$$\frac{3,25l}{1l} = \frac{15kg}{x}$$

$$3,25x = 15$$

$$x = \frac{15}{3,25}$$

$$x = 4,615kg$$

Através desta equação é possível encontrar a quantidade de argamassa a ser usada para 1 litro de água sem que se perca a proporção dita pelo fabricante. Na Figura 11 é demonstrado o processo de separação de água de amassamento.

Figura 11: Dosagem da Água de Amassamento para Ensaio Laboratorial



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Para tanto, como mostra a Figura 11, fora utilizado uma balança de precisão e, após posicionar um recipiente acima da mesma e ter sido feito a tara, foi adicionado 1kg de água que seria utilizada posteriormente na mistura da argamassa colante. Como afirma Diana (2019), a água possui a densidade de aproximadamente 1g/cm^3 em temperatura ambiente, podendo esta densidade sofrer variações por fatores como salinidade, pressão, entre outros. Sabendo disso, a água utilizada foi livre de tais interferências, permitindo a consideração de 1kg correspondente a 1 litro de água.

6.3.3 Preparo da Argamassa para Ensaio Laboratorial

Através da orientação dada pela NBR 14081, foi feita a seleção da argamassa utilizada no trabalho, sendo analisados os critérios como embalagem e marcações, que têm o dever de estarem impressos de forma de fácil legibilidade e ainda com variadas informações exigida por leis, além de respeitadas as condições de armazenamento, bem como os prazos de validade dito pelo fabricante.

Outros fatores apontados pela mesma norma, como os requisitos apresentados no Quadro 3, elencam certas exigências de desempenho, os quais, neste trabalho, foi avaliado o tempo em aberto da argamassa colante. Destas, a escolhida para ensaio foi a argamassa AC I, com o tempo em aberto mínimo para experimento laboratorial de 15 minutos.

Já na etapa da preparação da argamassa, a norma que auxiliou esta etapa foi a NBR 14082 (2012), de modo que esta determina desde os materiais indicados para a realização dos ensaios, como a balança de precisão de pelo menos 0,1g, cronômetro para checagem do tempo em aberto, desempenadeira dentada metálica e variados aparelhos encontrados no laboratório. A norma ainda exige as condições laboratoriais de velocidade máxima do vento de 0,05m/s e temperatura ambiente máxima de 25°C e mínima de 21°C.

Para que fosse feita a dosagem da quantidade necessária em quilos de argamassa proporcional, foi utilizado o cálculo feito na etapa 6.3.2 com a Equação 1, de forma que o valor encontrado de 4,615kg fosse separado e preparado para as etapas subsequentes.

Figura 12: Dosagem da Argamassa colante Industrializada para Ensaio Laboratorial



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Dessa forma, foi feita a mistura da argamassa com base no item 4.8.5 da NBR 13753 (1996, p. 7) que instrui: “[...] no preparo manual, colocar a argamassa colante em pó em caixa apropriada para argamassa e adicionar água aos poucos, misturando e amassando até obter uma argamassa sem grumos, pastosa e aderente.” Tal etapa evidenciada nas Figuras 12.

Figura 13: Estocagem de Argamassa Colante



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Após adicionar a argamassa colante em pó na caixa para massa (Figura 13) como dita a norma anterior, foi-se adicionando água enquanto iniciada a mistura

até que as proporções de água e argamassa se encontrassem misturadas de forma homogênea e como exige a norma, evidenciadas na Figura 14.

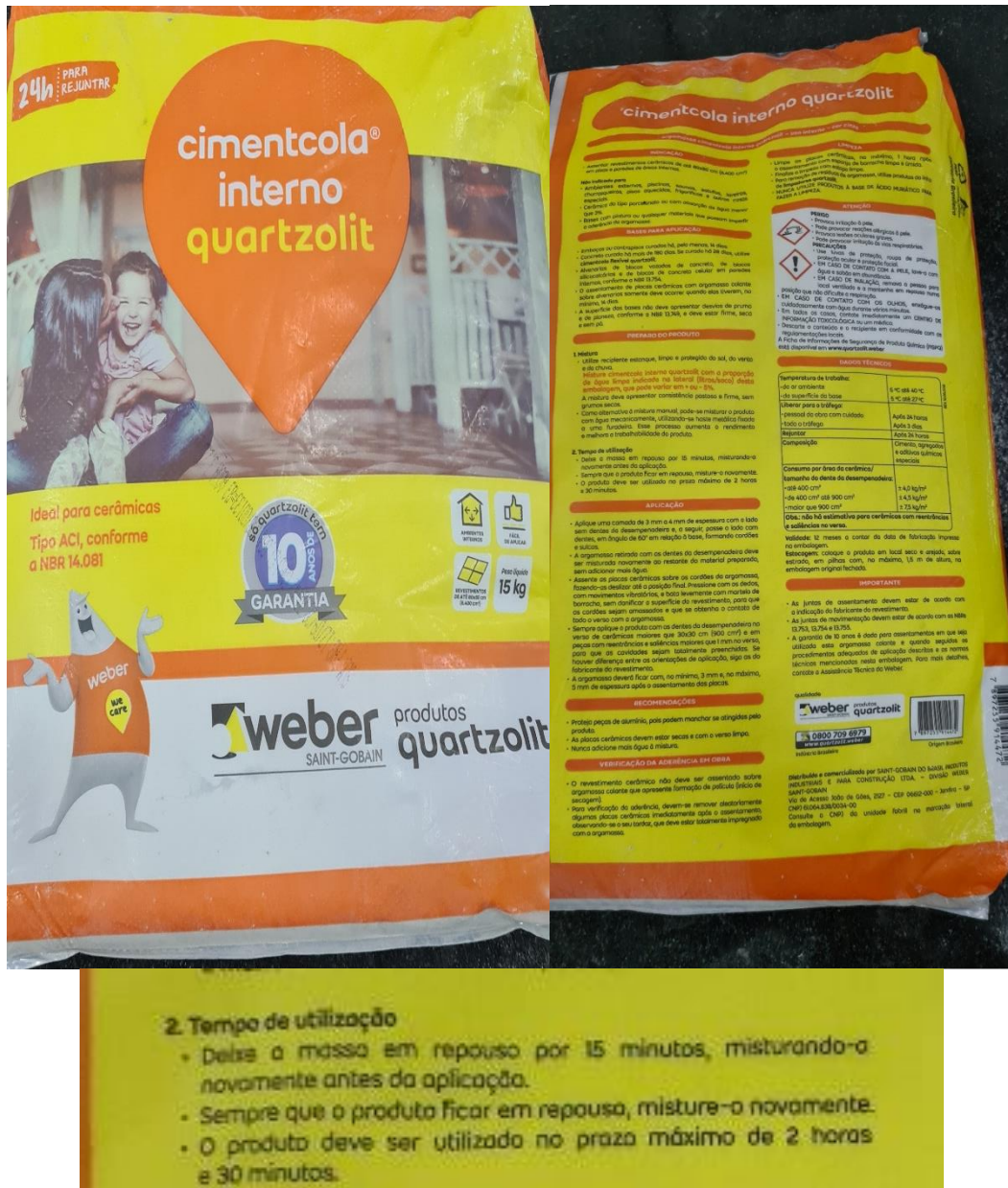
Figura 14: Adição de Água e Mistura à Argamassa Colante para Ensaio Laboratorial



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Dessa maneira, encontrou-se (Figura 14) a pasta sem grumos, como a norma pede, a partir desse ponto são iniciadas as ações dos aditivos da mistura, por isso, a NBR 13753 (1996, p. 7) exige que “Para os aditivos iniciarem sua ação, a argamassa colante preparada deve ficar em repouso por um período de tempo indicado na embalagem do produto, expresso em minutos, e a seguir deve ser novamente reamassada.” Então, através da Figura 15, constatou-se o tempo de espera necessário.

Figura 15: Verificação do Tempo em Repouso



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Após análise da embalagem, entendeu-se que o tempo de repouso da argamassa colante deveria ser de 15 minutos para o início de sua utilização e com o prazo máximo de utilização após esse período de 2 horas e 30 minutos, sempre o misturando após o período de repouso. Feito isto, a argamassa colante estava pronta para iniciar o ensaio laboratorial para verificação de tempo em aberto.

6.3.4 Assentamento Cerâmico para Ensaio Laboratorial

Para começar esta parte do experimento, foram analisadas as instruções da NBR 13755 (2017), onde a mesma recomenda e explica como executar cada etapa do assentamento cerâmico. A utilização desta norma como referência se deu pelo fato de a mesma ter sido revisada há poucos anos, quando sofreu diversas alterações e adições no seu conteúdo, a fim de explicar da melhor maneira para o leitor, facilitando a total compreensão de cada detalhamento existente e garantindo a execução de forma mais eficiente. Sabendo disto, a Figura 16 demonstra os primeiros passos para o assentamento cerâmico recomendado.

Figura 16: Abertura da Argamassa Colante Industrializadas



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Na Figura 16 é possível notar, como bem remonda a norma citada, que primeiramente foi adicionada argamassa colante ao substrato e nesta etapa a massa deve ser estendida com auxílio da desempenadeira dentada metálica, tal ação deve ser feita primeiramente com o lado liso da peça para que a argamassa seja totalmente distribuída sobre o emboço até formar uma única camada uniforme.

Logo em sequência, como é possível ainda analisar na imagem anterior, é passada novamente a desempenadeira dentada, porém, desta vez o seu lado

dentado, esta segunda ação com a desempenadeira deve, por norma, ser feita em um único movimento ao longo de toda pasta, que formará os cordões de argamassa que auxiliarão no nivelamento da peça cerâmica e ainda fomentará sua fixação junto ao substrato.

Neste momento, começa a contagem do tempo em aberto da argamassa colante e logo em seguida são assentadas as primeiras peças cerâmicas de forma a acompanhar o desempenho da argamassa escolhida na situação descrita. A Figura 17 demonstra a primeira cerâmica aplicada.

Figura 17: Ensaio Assentamento Cerâmico aos 2min30s



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Na Figura 17 são demonstradas várias informações, sabendo que a primeira peça cerâmica foi assentada aos 2 minutos e 30 segundos de abertura da massa, fundamentada na norma 13755 (2017) que determina possíveis maneiras de

assentamento cerâmico, permitindo que o profissional escolha a que irá utilizar dentre as opções existentes, foi então escolhida e utilizada a técnica da vibração de forma manual, sendo executados em duas peças a cada tempo aleatoriamente escolhido até o fim do tempo em aberto da argamassa.

Tais modos de assentamento são a percussão com assistência de martelo de borracha, vibração manual ou sob auxílio de máquina e o arrasto cerâmico, este último consiste em posicionar a peça fora da sua posição final separada em pelo menos dois cordões de distância e posiciona-la no local escolhido através do arrasto da peça contra os cordões de argamassa, todas estas técnicas tem o intuito de romper os cordões de argamassa no verso da cerâmica e alcançando o preenchimento total do verso da placa.

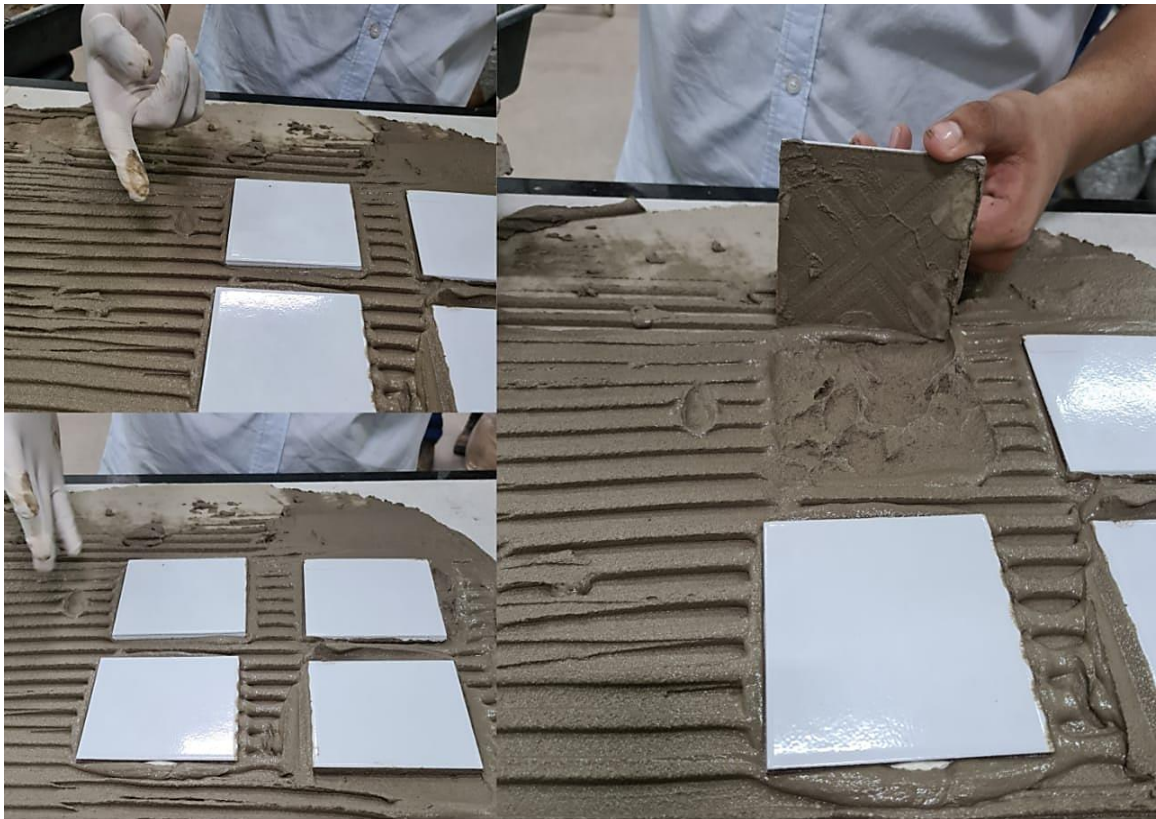
Ainda na imagem, pode se ver o que Krügher (1997) chama de teste do toque, onde o mesmo explica que:

Periodicamente deve ser feito um teste de toque para se verificar a aderência da argamassa colante já aplicada sobre o painel e ainda não coberta pelas peças cerâmicas. O teste de toque consiste em pressionar a camada de argamassa com o dedo. A aderência ainda será possível se a argamassa úmida lambuzar o dedo. Em caso contrário, a argamassa seca é uma indicação de comprometimento da aderência, devendo a camada restante ser removida e descartada. (KRÜGHER, 1997, p. 144)

Tal teste foi feito e demonstrado na Figura 16, para estes minutos transcorridos, a argamassa se encontrava adequada para o assentamento cerâmico, por fim, na mesma imagem é possível notar o rompimento total dos cordões de argamassa e ainda foi garantido o total preenchimento do tardo da peça, cumprindo todos requisitos exigidos nas normas referentes ao assentamento.

Então, continuou-se o assentamento cerâmico, cada vez com maior tempo passado da argamassa aberta sobre a placa cimentícia, a Figura 18 foi posta no minuto 5 e 40 segundos.

Figura 18: Ensaio Assentamento Cerâmico aos 5min40s

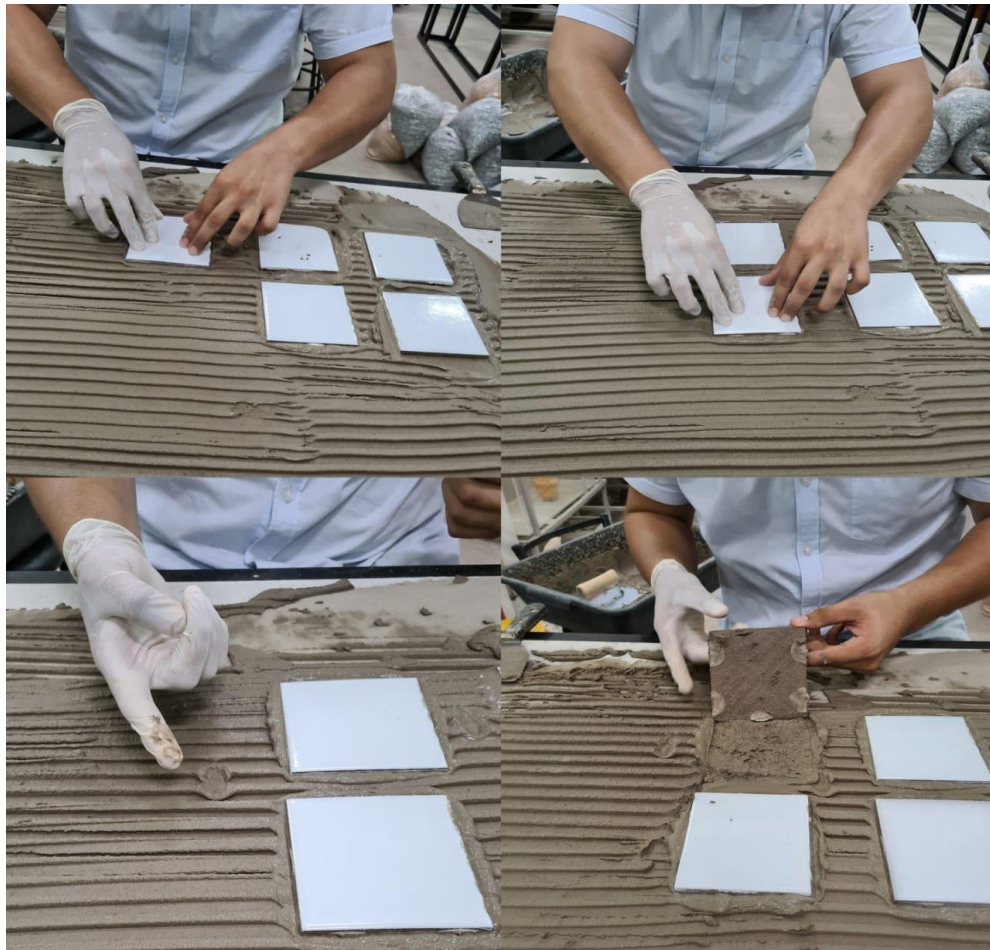


Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Na Figura 18, ao reparar a segunda fileira de placa cerâmica, ainda é possível notar uma boa facilidade e eficiência no assentamento da peça, onde, ao realizar teste do toque, percebeu-se que houve o esmagamento de todos os cordões de argamassa conciliado ao preenchimento completo do tardo da peça utilizada, é possível notar que o procedimento também estava compatível ao esperado no teste do toque.

Dando sequência aos ensaios, pode-se constatar o bom desempenho da argamassa às condições laboratoriais durante o tempo transcorrido, que para a terceira fileira vinha a ser de 10min15s, mostrados na Figura 19.

Figura 19: Ensaio Assentamento Cerâmico aos 10min15s

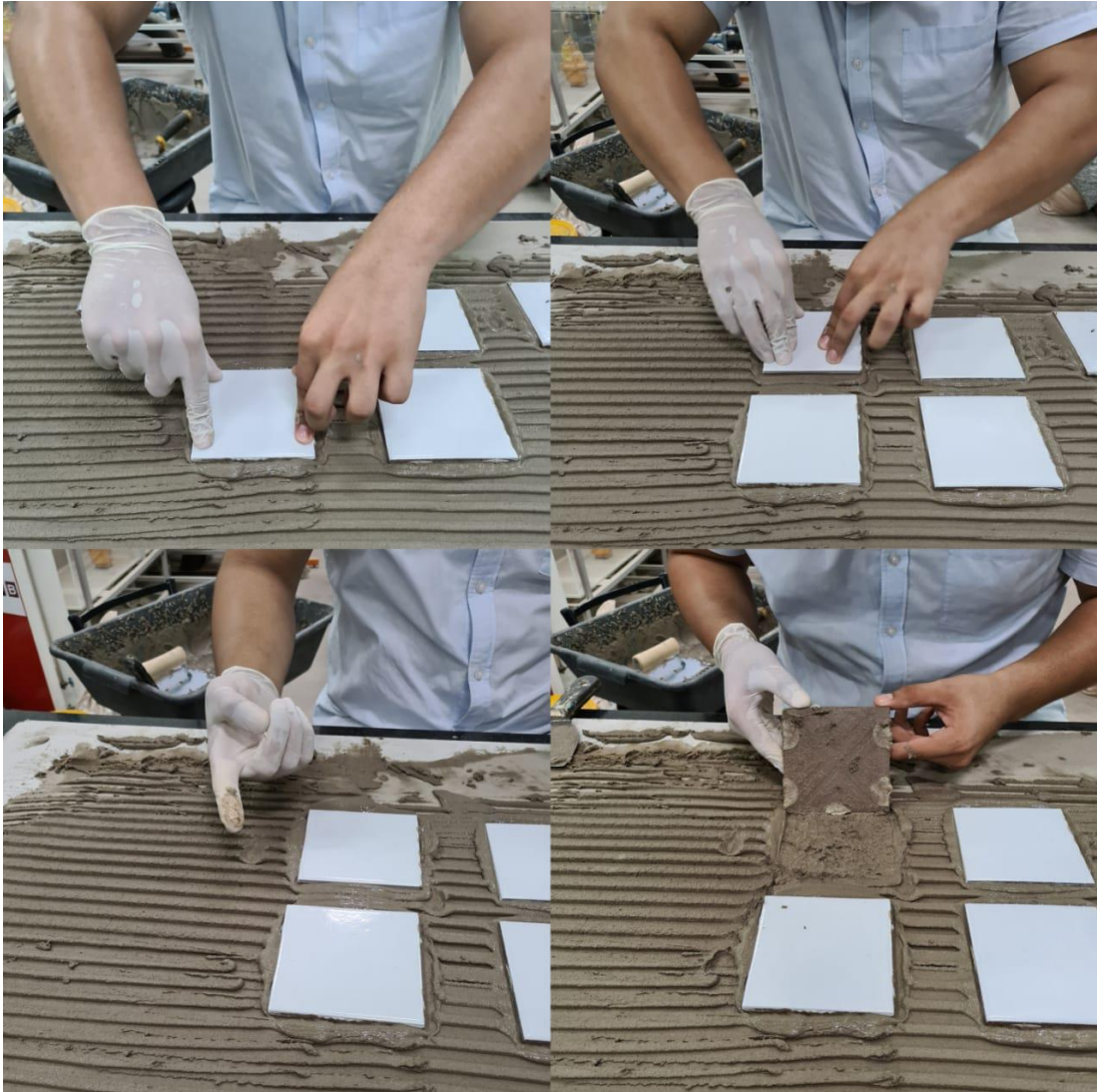


Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Como demonstrado na Figura 19, até dado momento as condições da argamassa colante AC I ainda estavam compatíveis às exigidas nas normas, mantendo o rompimento de cordões de argamassa, bem como lambuzando o dedo durante o teste ao toque e, por fim, preenchendo o verso da peça, tornando a terceira fileira aprovada para o tempo em aberto.

Na Figura 20 foi sabido se a argamassa estava dentro das exigências da NBR 14081 (2012), que indica em tabela que a argamassa deve cumprir eficácia com o tempo em aberto de maior ou igual a 15 minutos, duração que é semelhante ao ensaio da quarta fileira de placas cerâmicas.

Figura 20: Ensaio Assentamento Cerâmico aos 15min



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Nesta etapa foi possível validar a argamassa colante industrializada do fabricante escolhido, uma vez que, ao seguir as determinações das normas referentes aos requisitos e ensaios, constatou-se que se passado os 15 minutos de tempo em aberto a argamassa ainda estava em perfeitas condições para colagem do componente cerâmico.

No intervalo de tempo descrito, o ensaio cumpria todos os requisitos antes citados, como rompimento dos cordões, teste ao toque e enchimento completo do tardo da peça com a massa. Mediante aprovação desta argamassa na condição de tempo em aberto, o experimento não se deu por encerrado, pois, apesar de já aprovado o ensaio laboratorial, este trabalho busca avaliar e comparar os resultados deste experimento com o ensaio feito *in loco*.

Visto isso, dá-se sequência à contagem de tempo em aberto e, através da observação do cronômetro, a Figura 21 representa o estado do ensaio aos 20 minutos.

Figura 21: Ensaio Assentamento Cerâmico aos 20min

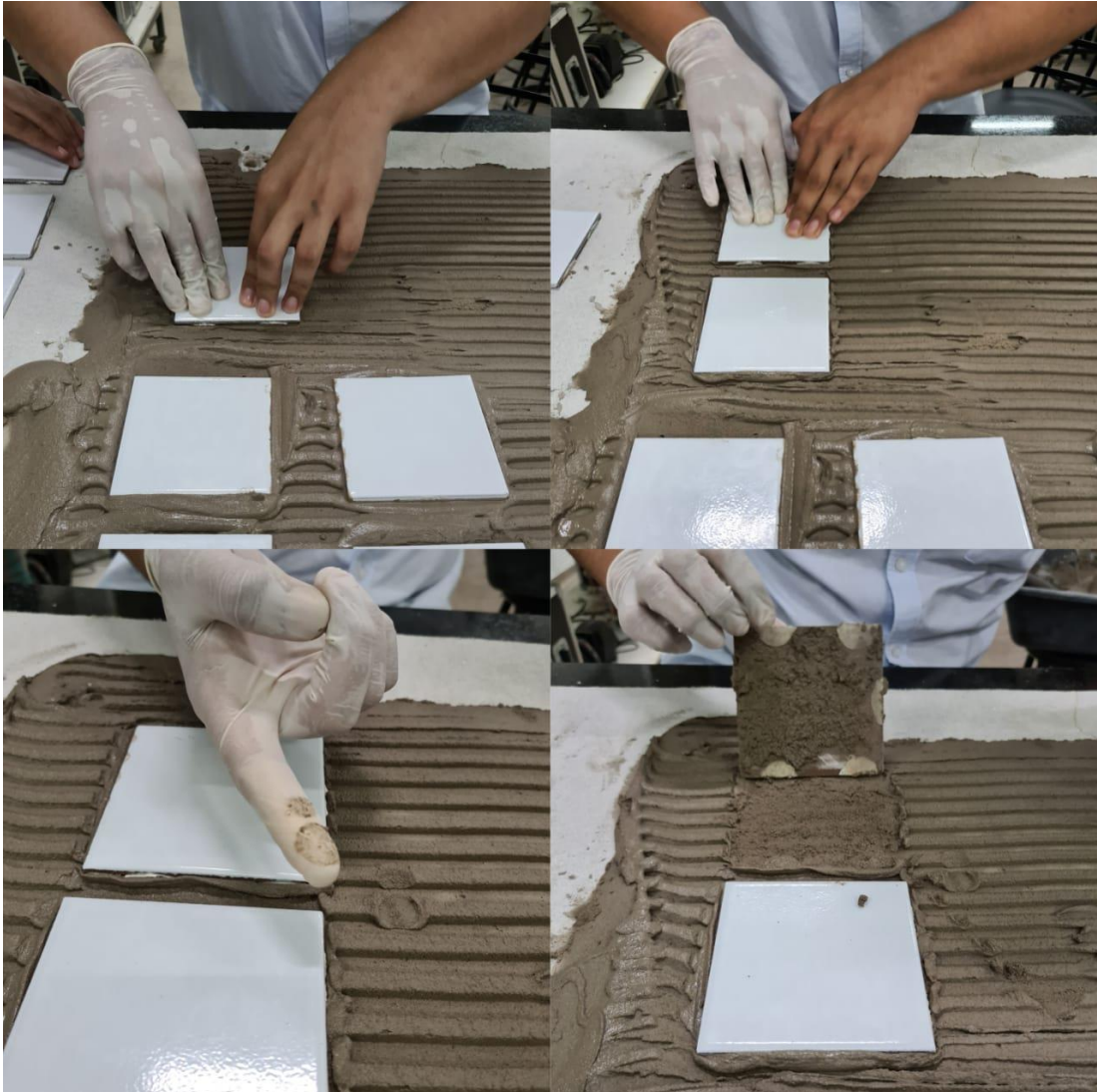


Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

A partir deste tempo decorrido notou-se que a argamassa colante manteve suas características de forma que as qualidades fossem asseguradas e, por isso, correspondeu aos critérios de avaliação, permanecendo apta ao assentamento cerâmico. Devido a este fator e por observação do autor do experimento, foi aumentado o tempo entre as aplicações, visando chegar na condição do tempo em aberto teórico, ou seja, laboratorial.

Então, a seguir (Figura 22), após 30 minutos de aplicação da argamassa sobre a placa cimentícia, começou-se a perceber algumas diferenças nas reações entre a peça cerâmica e a argamassa.

Figura 22: Ensaio Assentamento Cerâmico aos 30min



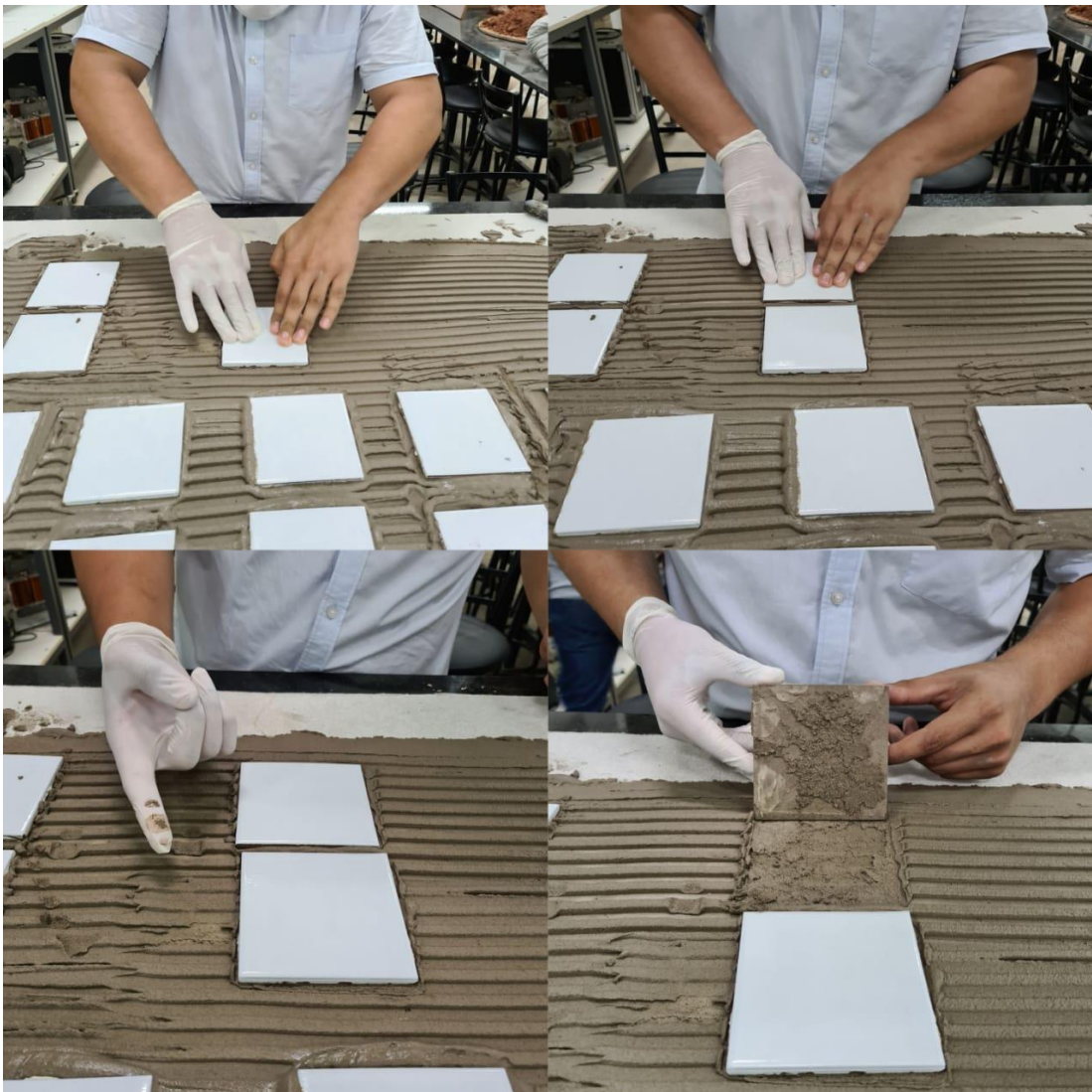
Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Neste momento, notou-se algumas mudanças na colagem, tais mudanças que podem ser observadas na Figura 22. Durante a execução percebeu-se uma menor facilidade na vibração da cerâmica por conta de certa resistência gerada pela argamassa, mas ainda assim foi possível executar o assentamento de forma satisfatória.

No entanto, ao realizar o teste do toque, nota-se uma diminuição considerável no que se refere ao sujo deixado no dedo, a textura da massa começava a se tornar mais arenosa, isto é, as partículas que ainda não estavam a endurecer, e menos pastosa. Ainda se analisou que os cordões, apesar de esmagados, não foram totalmente desfeitos, o que acarretou também em um não preenchimento total do tardo da peça.

Deu-se, assim, sequência ao próximo assentamento (Figura 23), o qual mostrou mudanças ainda mais perceptíveis na etapa de execução do ensaio. Onde, a partir desta fase do ensaio, a argamassa já poderia ser considerada inapta à sua função, no entanto, como a ideia do experimento é apenas comparar o desempenho do assentamento feito em laboratório contra o mesmo feito *in loco*, deu-se continuidade às colagens, visto que os cordões ainda estavam sendo rompidos e o tardo da peça preenchido parcialmente.

Figura 23: Ensaio Assentamento Cerâmico aos 40min



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Nessa imagem (Figura 23), é perceptível que a argamassa não mais cobre o verso da placa cerâmica, preenchendo menos ainda do que no minuto anterior. A resposta ao teste do toque é menos evidente e, conseqüentemente, os cordões de

argamassa se tornam menos maleáveis, ocorrendo com que, apesar de rompidos, comecem a dificultar a sua destruição de argamassa na cerâmica.

Logo, na Figura 24, tornou-se notório que, além das dificuldades que surgiram, a parte da argamassa em contato com a placa cimentícia começa a secar totalmente em algumas áreas do ensaio, o que acarretará em maiores empecilhos durante o assentamento.

Figura 24: Ensaio Assentamento Cerâmico aos 50min



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Para a reta final do ensaio laboratorial, já era vista a real dificuldade para prosseguir com o assentamento cerâmico, onde o tardo da peça começou a apresentar partes sem sequer resquício de argamassa, maior rigidez dos cordões de argamassa, resistência vista também ao teste do toque, esta secagem é notada pela película formada entre a última camada da argamassa e o meio ambiente, intensificando a perda de aderência, característica principal das argamassas.

Por fim, foi aguardado um intervalo de tempo ainda maior com o propósito de alcançar a extrema situação de secagem, ainda que moldável, da argamassa colante industrializada, sendo assim, tem-se a Figura 25, com o processo finalizado aos 70 minutos de experimento:

Figura 25: Ensaio Assentamento Cerâmico aos 70min



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Na etapa final (Figura 25), é possível evidenciar a importância dos cordões de argamassa que, além de auxiliarem na colagem da peça, servem também como sinalizadores do tempo em aberto, uma vez que não sejam rompidos ou sejam com maior dificuldade, o assentamento cerâmico não está ocorrendo da forma mais eficiente.

Na imagem, é possível notar que os cordões de argamassa permanecem quase intactos devido ao nível de secagem da massa, fator que está diretamente relacionado ao tardoz da peça não receber o preenchimento mínimo, determinando como tempo em aberto excedido. A última peça colocada ao ensaio não ficou aderida à argamassa, finalizando, dessa forma, o experimento laboratorial (Figura 26).

Figura 26: Ensaio Assentamento Cerâmico em Laboratório



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

6.3.5 Separação da Água de Amassamento para Ensaio In Loco

Bem como foi reproduzido no ensaio laboratorial, as determinações normativas para esta etapa foram respeitadas. Tendo posse da quantidade de litros necessária para a mistura de todo conteúdo do saco de 15kg de argamassa AC I, foi repetida a equação para determinar a quantidade de litros para o saldo existente de argamassa. Sendo assim, foi feita a Equação 2.

Equação 2

$$\frac{CA}{CR} = \frac{Ca}{Cr}$$

Onde:

CA – Consumo de água total (l);

CR – Consumo real de água (l);

Ca – Consumo de argamassa total (kg);

Cr – Consumo real de argamassa (kg).

Logo,

$$\frac{3,25l}{x} = \frac{15kg}{3,69kg}$$

$$11,99 = 15x$$

$$x = \frac{11,99}{15}$$

$$x = 0,799l$$

Este valor encontrado foi usado na mistura, mantendo a proporção água/argamassa dita pelo fabricante do produto, bem como a dosagem laboratorial. Este ensaio também contou com o auxílio da balança de precisão para aferição das medidas corretas da água de amassamento, evidenciado pela Figura 27.

Figura 27: Dosagem da Água de Amassamento para Ensaio In Loco



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

6.3.6 Preparo da Argamassa para Ensaio In Loco

Assim como a separação e dosagem da água de amassamento manteve a metodologia utilizada em laboratório, para a preparação da argamassa aconteceu o mesmo, visto que todos estes processos possuem embasamento normativo, então prosseguirão semelhantes independente da sua localização.

Para este experimento *in loco*, foi utilizada a mesma argamassa utilizada no ensaio anterior, apenas mudando o ambiente de execução, sabendo-se das orientações das normas já expostas, deu-se início à separação da argamassa, sendo (Figura 28) o primeiro passo, a dosagem.

Figura 28: Dosagem da Argamassa colante Industrializada para Ensaio In Loco



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Feito isso, são repetidos os passos executados em laboratório de, após a pesagem da argamassa colante industrial, a mesma é estocada (Figura 29) em uma caixa apropriada para argamassa. A norma 13753 (1996) aponta que após esse processo é dado o início da mistura com água de amassamento.

Figura 29: Estocagem de Argamassa Colante para Ensaio In Loco



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Como dito, é iniciada a etapa de mistura em busca da criação da pasta homogênea de água e argamassa. Essa mistura, segundo a norma 13755 (2017, p. 25): “A mistura mecânica é obrigatória em qualquer caso, preferencialmente com auxílio de haste helicoidal acoplada em furadeira com controle de rotação, evitando o excessivo acúmulo de ar na mistura.” E dessa forma foi feito, onde, na Figura 30, é mostrado o resultado da adição de água de amassamento e mistura.

Figura 30: Adição de Água e Mistura à Argamassa Colante para Ensaio In Loco



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Após a homogeneização da pasta por completo, é esperado o tempo de repouso da argamassa colante, tempo que fora verificado anteriormente na embalagem do produto, aguardando 15 minutos para que se possa iniciar o processo de abertura da argamassa para o assentamento cerâmico.

Se apresentando apta para uso, a NBR 13755 (2017) ainda acrescenta que se deve misturar novamente a argamassa sempre após qualquer período de descanso antes de aplica-la à base escolhida. Nessa mistura não é permitida a adição de nada, tampouco de mais água de amassamento, visto que tal ação iria interferir na proporção de litros por quilogramas do material.

6.3.7 Assentamento Cerâmico para Ensaio *In Loco*

Novamente, seguindo as recomendações da NBR 13755 (2017), foram realizadas as etapas de assentamento cerâmico, sendo representado na Figura 31 o primeiro passo, que é a abertura da argamassa sobre o substrato, o qual foi feito com a desempenadeira dentada metálica, utilizando seu lado liso.

Figura 31: Abertura da Argamassa Colante Industrializadas para Ensaio *In Loco*

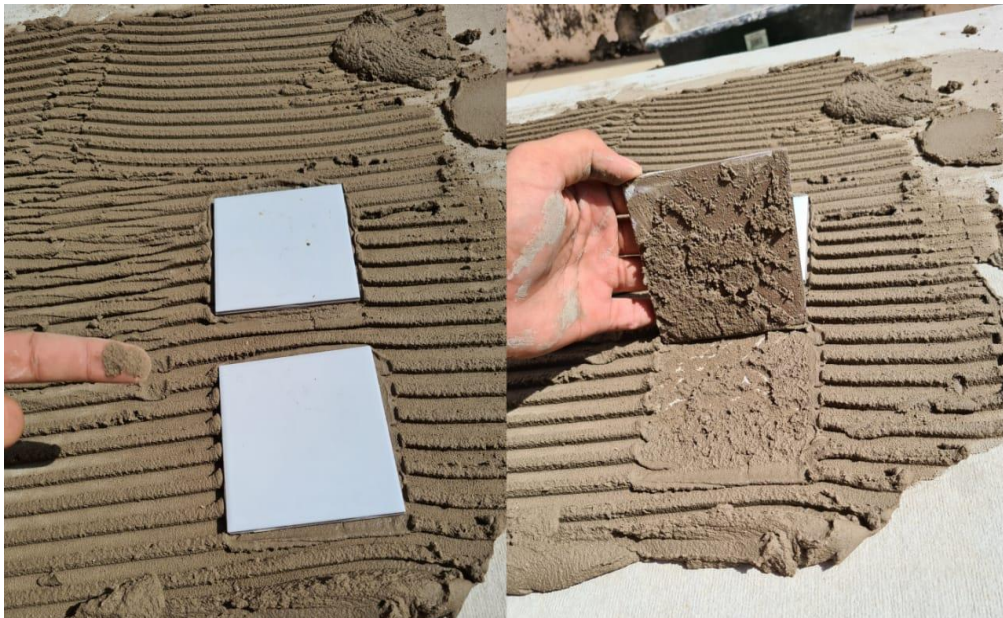


Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Esta etapa tem o intuito de distribuir a argamassa de maneira uniforme sobre a placa cimentícia e, posteriormente, serem feitos os cordões de argamassa para que se dê início ao assentamento das placas cerâmicas. Neste caso do ensaio *in loco* não foi possível controlar fatores como a velocidade do vento, umidade ou incidência solar, fatores que são determinantes para o ensaio proposto pela norma (NBR 14082).

De posse destas informações, foram feitos os cordões cerâmicos com auxílio da desempenadeira dentada e iniciou-se o assentamento para o ensaio *in loco* (Figura 32).

Figura 32: Ensaio Assentamento Cerâmico In Loco à 1min



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

No primeiro minuto, é possível perceber uma diferença de apresentação da argamassa, apesar do uso da mesma relação no fator água/argamassa, o ambiente natural causou uma rápida reação da pasta, diferenciando a colagem desde o primeiro momento, se comparada ao laboratório.

A Figura 33 apresenta um melhor preenchimento do tardez, se comparado ao primeiro assentamento, no entanto, já começa a dar sinais de não rompimento total dos cordões de argamassa e é possível notar um início da secagem da argamassa ao fundo dos cordões.

Figura 33: Ensaio Assentamento Cerâmico In Loco aos 4min



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Dando sequência ao experimento, continuou-se a notar uma disparidade com o teste realizado em laboratório muito evidente em relação ao tempo em aberto, na colagem seguinte, Figura 34, é possível notar que, ao realizar o teste do toque proposto por Krügher (1997), o resultado começa a não corresponder com o esperado.

Figura 34: Ensaio Assentamento Cerâmico In Loco aos 7min

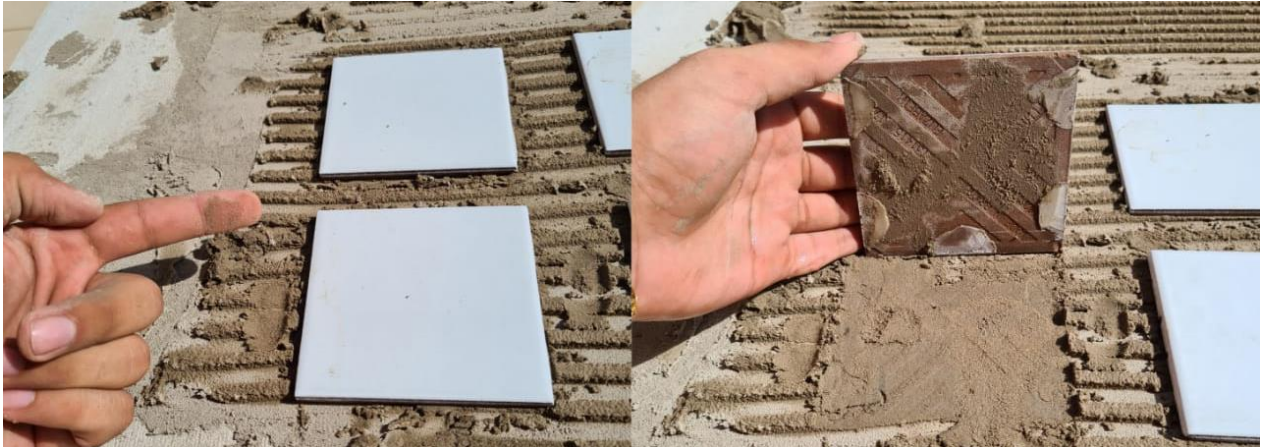


Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

É perceptível que o tardoz da peça deixa de ser preenchido, encontrando regiões do mesmo sem qualquer rastro deixado pela argamassa colante. Há exigências mínimas de preenchimento do tardoz da peça cerâmica, a NBR 13755 (2017) exige que este preenchimento represente de 90% a 100% do verso da cerâmica e ainda afirma que caso os 10% de não preenchimento estejam concentrados em apenas um lado da peça, a mesma estaria reprovada.

Já na quarta colagem, torna-se mais evidente que a argamassa tem seu tempo em aberto excedido por um conjunto de fatores, na Figura 35 é possível identificá-los:

Figura 35: Ensaio Assentamento Cerâmico In Loco aos 10min



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Neste momento, o tempo em aberto da argamassa já está excedido, descumprindo as principais exigências para assentamento cerâmico. Ao analisar o teste do toque é possível notar que o dedo não lambuzou, somado a isso, ao retirar a cerâmica assentada, é possível notar que seu tardoço está mais de 50% limpo, ou seja, sem preenchimento por argamassa, apesar de reprovada a argamassa para este tempo transcorrido de 10 minutos, a peça ainda se manteve aderida ao substrato após o assentamento.

É possível perceber que os cordões de argamassa foram rompidos por esmagamento, mas, pelo fato do tempo em aberto estar excedido, essa ruptura não é suficiente para garantir o assentamento eficiente, visto que a camada mais externa da argamassa se encontra inapta à colagem na cerâmica. Como a NBR 14082 (2012) indica que a argamassa AC I deveria ter o tempo em aberto de no mínimo 15 minutos, os testes continuaram até esta cronometragem (Figura 36).

Figura 36: Ensaio Assentamento Cerâmico In Loco aos 13min



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

A Figura 36 mostra o experimento após 13 minutos de abertura da argamassa, é notório que não há mais nenhuma eficiência na colagem, a peça não se mantém fixada por si só após a aplicação. A mesma não mantém aderência ao substrato. O tardo da peça cerâmica fica praticamente limpo, ainda que tenha rompido os cordões de argamassa. Dessa forma, é constatada a incompatibilidade com a NBR 14082 (2012), que pede aplicabilidade de no mínimo 15 minutos.

Ao fim do experimento, após transcorridos 15 minutos de tempo em aberto da argamassa, foi feita a última tentativa de assentamento cerâmico, ainda que já fosse constatado o resultado insatisfatório da argamassa colante, esta última peça foi aplicada apenas com intuito demonstrativo de como a argamassa se encontrava ao fim do ensaio (Figura 37).

Figura 37: Ensaio Assentamento Cerâmico In Loco aos 15min



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Como esperado, novamente não foram cumpridas as exigências das normas envolvidas, ainda é possível notar que, além do tardoz sem preenchimento e a peça sem fixação ao substrato, a argamassa do contexto geral se encontrava parcialmente seca, sendo assim, sem qualquer possibilidade de aproveitamento para esta função.

6.4 Coleta de Dados

Os dados coletados serão derivados dos ensaios reproduzidos no laboratório de engenharia do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco (UNDB), obedecendo às exigências da NBR 13.753 (Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento) e NBR 13.755 (Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante).

6.5 Análise de dados

A análise de dados acontecerá a partir das informações obtidas através do acompanhamento dos protótipos produzidos. Após a verificação dos resultados será feito o comparativo entre o corpo de prova modelo e o com execução *in loco*, a fim de

detectar os tempos em aberto da argamassa colante hábeis para aplicação do revestimento cerâmico, comparando a execução em campo frente ao laboratorial, bem como o cumprimento da norma no que diz respeito a esta etapa, por exemplo.

6.6 Métodos e Materiais

6.6.1 Métodos

O estudo será realizado através da metodologia experimental e comparativa, a fim de entender o comportamento do revestimento cerâmico quando executado da maneira correta em laboratório, dita pela norma 13.753 (Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento), comparado à aplicação deste revestimento da mesma forma, no entanto, executada em condições semelhantes às cotidianas das obras.

Os protótipos serão produzidos com duas configurações distintas, um será usado como modelo e seguirá as exigências da norma citada anteriormente e será executado dentro do laboratório, sem interferência de variações climáticas como: ventos, sol ou umidade, enquanto o segundo ensaio será executado em condições reais de uma construção qualquer, sob efeito do calor do sol e ventos variados, como ocorre durante a aplicação de um revestimento cerâmico em obra.

6.6.2 Materiais

Assim como as normas brasileiras exigem e instruem os métodos e condições coerentes para a execução de cada etapa dos ensaios, visando um resultado próprio e esperado, as mesmas normas também determinam alguns tipos e especificações de materiais a serem utilizados para que o ensaio tenha respaldo pelas NBR's. Para a realização deste estudo serão utilizados os seguintes materiais:

- Água de amassamento;
- Argamassa Colante AC I;
- Balança;
- Balde;

- Desempenadeira Dentada;
- EPI's.
- Espátula;
- Esponja;
- Furadeira;
- Haste Helicoidal;
- Martelo de Borracha;
- Maseira Plástica para Cimento;
- Placa cimentícias;
- Placa cerâmica 10x10cm;
- Trolha.

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme os ensaios realizados e expostos anteriormente, constatou-se que, para o ensaio realizado em condições laboratoriais, a argamassa utilizada apresentou uma qualidade satisfatória para o tempo em aberto, já no ensaio realizado *in loco* o resultado foi diferente, na situação de obra foi visto que a mesma argamassa não se manteve apta à colagem da peça cerâmica dentro do tempo exigido em norma.

O Quadro 5, evidencia, para cada tempo de assentamento e a sua resposta aos critérios de avaliação da argamassa, sendo estas o teste ao toque, rompimento dos cordões de argamassa e o preenchimento do tardez da peça cerâmica, obedecendo assim as exigências propostas pela norma 13755 (2017).

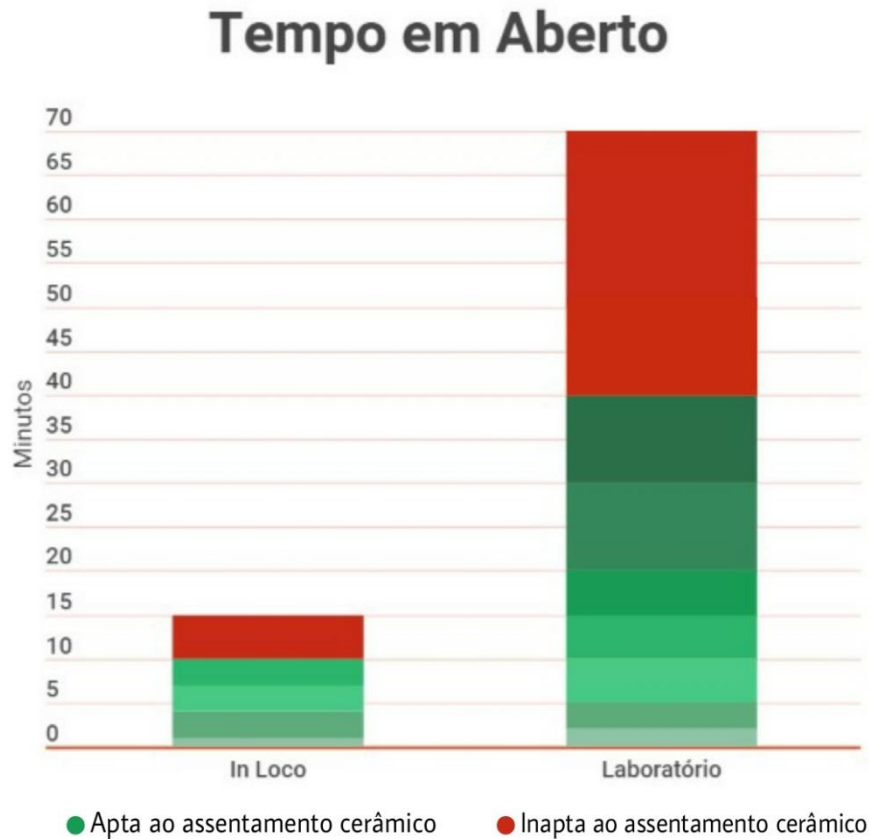
Quadro 5: Localização do Ensaio in loco

INLOCO				LABORATÓRIO			
Tempo (min)	Teste ao Toque	Rompimento Cordões	Preenchimento do Tardoz	Tempo (min)	Teste ao Toque	Rompimento Cordões	Preenchimento do Tardoz
1	✓	✓	✓	02:30	✓	✓	✓
4	✓	✗	✓	05:40	✓	✓	✓
7	✗	✗	✓	10:15	✓	✓	✓
10	✗	✓	✗	15	✓	✓	✓
13	✗	✓	✗	20	✓	✓	✓
15	✗	✓	✗	30	✓	✓	✓
				40	✓	✓	✗
				50	✗	✓	✗
				70	✗	✗	✗

Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Para representação destes resultados, foi elaborado o Gráfico 1, trazendo consigo a indicação dos ensaios realizados e distinguindo o tempo em aberto cujo assentamento fora satisfatório e os quais não foram. A confecção do gráfico contou com as cores verdes, onde cada tom representa um ensaio e seu tempo corrido correspondente e vermelho, indicando o ensaio correspondente ao tempo em aberto excedido.

Gráfico 1: Tempo em Aberto



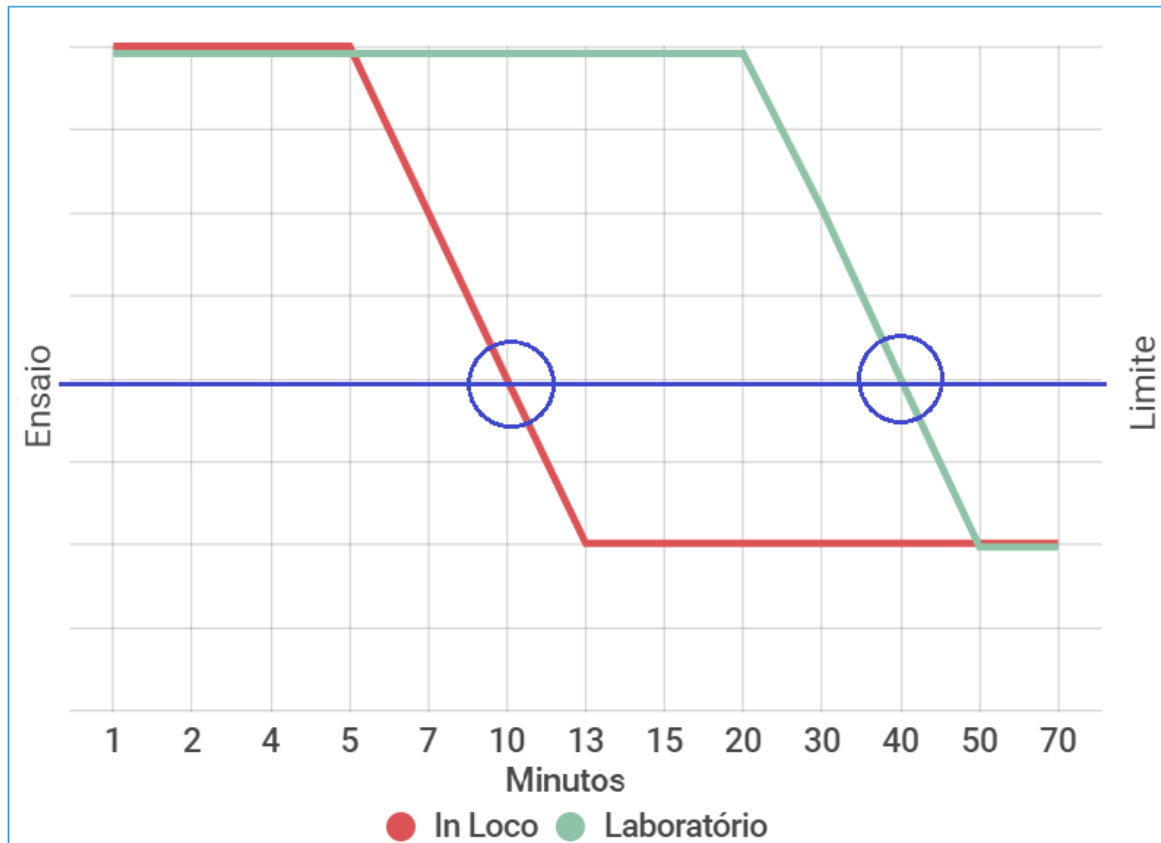
Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

As características utilizadas para decisão da capacidade da argamassa colante para receber o assentamento cerâmico foram escolhidas de acordo com as determinações das normas, respeitando seu cumprimento, ou seja, o ensaio que esteve compatível com todas exigências das NBR's 14081 e 13755 teve a argamassa considerada como apta para o assentamento cerâmico, para aquele tempo específico, e os ensaios que deixaram de cumprir qualquer requisitos destas normas foram expostos como inaptos ao assentamento cerâmico.

Já o Gráfico 2 traz uma nova representação dos mesmos resultados, onde, desta vez, é demonstrado através do gráfico de linhas, neste, apresentam-se duas linhas referentes aos dois ambientes testados.

Gráfico 2: Tempo em Aberto Argamassa Colante

Tempo em Aberto



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

A amostra explica graficamente como funciona o desempenho da argamassa colante com o passar dos minutos, no Gráfico 2 é possível analisar que no início dos ensaios as argamassas apresentam uma boa performance, no entanto, ao passar do tempo, é possível notar uma diferenciação entre as mesmas, uma vez que no ensaio *in loco*, logo aos 7 minutos sua atuação começa a perder a confiabilidade e aos 10 minutos atinge o limite de aprovação exigido em norma, tal momento é exibido no gráfico com a linha azul e ao cruzar a linha referente ao ensaio, é caracterizado o tempo em aberto excedido.

Quando se acompanha graficamente o ensaio laboratorial, nota-se que para os mesmos minutos transcorridos seu desempenho ainda está máximo. Em laboratório, nota-se uma permanência duradoura da eficiência da argamassa colante estudada, neste ensaio, a argamassa apenas começou a demonstrar declive na eficiência após 30 minutos de abertura, chegando ao limite do tempo em aberto depois de 40 minutos corridos.

8 CONCLUSÃO

Conclui-se que foi alcançado o objetivo proposto, uma vez que constatou-se não apenas a influência do tempo em aberto da argamassa sobre o rompimento dos cordões de argamassa como também foi possível entender a relação entre estes processos frente ao preenchimento do tardo da peça, fator que determina a aprovação ou não do assentamento cerâmico, como define a normativa nacional.

Ao analisar os experimentos, é conclusivo que o tempo em aberto da argamassa é determinante, em situação de laboratório, para que o rompimento dos cordões de argamassa mantenham relação de eficácia com o assentamento, visto que para o ensaio laboratorial notou-se que, com o passar do tempo e quanto mais se aproximava de se exceder o tempo em aberto da argamassa, proporcionalmente é aumentada a dificuldade no rompimento dos cordões de argamassa, fator que tem influência no preenchimento do tardo da peça e, conseqüentemente, com sua colagem eficaz.

Para o ensaio em laboratório, como o citado anteriormente, o rompimento dos cordões de argamassa pode servir como termômetro para o profissional que realiza o processo de assentamento cerâmico, posto que quanto menor for a totalidade de cordões rompidos, menor será a eficiência da colagem da cerâmica. Exemplo que, para a situação de obra, não pode ser aplicado de forma tão concisa.

Para o tempo em aberto proposto por norma, houve uma discordância de resultados, pois, no caso do ensaio laboratorial o indicado pela norma foi atingido, para tais condições, o tempo em aberto superou o maior tempo citado em norma de argamassas colante, mas para a condição do ensaio *in loco* não foram atingidos os 15 minutos mínimos de tempo em aberto exigidos pelas normas de argamassa colante industrializada.

Dessa forma, conclui-se que apenas o rompimento dos cordões de argamassa não determina a eficiência do sistema, além disso, o tempo em aberto da argamassa interferiu nos rompimentos dos cordões apenas em condição de laboratório, não sendo determinante para a avaliação do tempo em aberto.

Com o intuito de complementar o estudo, recomenda-se para futuras pesquisas o uso de equipamento para testar a tração, a fim de classificar o ensaio de forma quantitativa e ainda se sugere o uso de variados tipos de argamassas para ampliar e fomentar o trabalho deste tema.

REFERÊNCIAS

- RCPISOS. **10 MOTIVOS PARA TROCAR A ALVENARIA POR PLACAS CIMENTÍCIAS**. Rcpisos, 2015. Disponível em: <http://www.rcpisos.com.br/blog/>. Acesso em: 01 dez. 2020.
- ALVAREZ, José António Sequeira. Alvenarias e argamassas anteriores ao Império Romano. In: **2º Congresso Nacional de Argamassas de Construção**, APFAC, Lisboa. 2007.
- ANFACER. **Associação Nacional de Fabricantes de Cerâmicas**. Disponível em: <http://www.anfacer.org.br>. Acesso em: 22 mar. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11768: Aditivos para concreto de cimento Portland**. Rio de Janeiro, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15900-1: Água para amassamento do concreto - Parte 1: Requisitos**. Rio de Janeiro, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13529: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. Terminologia**. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13529: Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas**. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13753: Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento**. Rio de Janeiro, 1996.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13755: Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas**. Rio de Janeiro, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14081: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14081-3: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas Parte 3: Determinação do tempo em aberto**. Rio de Janeiro, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14081-4: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas - Parte 4: Determinação da resistência de aderência à tração**. Rio de Janeiro, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15498: Placa de fibrocimento sem amianto – Requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16697 - Cimento Portland — Requisitos**. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7200: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – procedimentos.** Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9935: Agregados – Terminologia.** Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR: Agregados para concreto - Especificação.** Rio de Janeiro, 2005.

BATTAGIN, A. F. **Uma breve história do cimento Portland.** Associação Brasileira de Cimento Portland. 2009. p.1. Disponível em: <https://www.abcp.org.br/cms/basico-sobre-cimento/historia/uma-breve-historia-do-cimento-portland/>. Acesso em: 21 set. 2019.

BAUER, E.; PAVON, E.; PEREIRA, H. F.; NASCIMENTO, M. L. M. Criteria for Identification of Ceramic Detachments in Building Facades with Infrared Thermography. In: **Recent Developments in Building Diagnostic.** 5p. 51–68, 2016b.

BAUER, ELTON; LEAL, FRANZ E. CASTELO BRANCO. **Condicionantes das medições termográficas para avaliação de temperatura em fachadas. X Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas,** Fortaleza: CE (Brasil), 2013

BAUER, F. **Materiais de Construção.** 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

BIAVA, Juceane de Fátima et al. **Contribuição ao estudo de argamassas de emboço com aditivo incorporador de ar.** 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

CARASEK, H. Argamassas. In: ISAIA, G.C. **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais.** São Paulo: IBRACON, 2007. 2 v.

CASS, C. Achieving 100% Adhesive Coverage, an Industry Wide Approach. In: **VIII WORLD CONGRESS ON CERAMIC TILE QUALITY – QUALICER 2004.** 2004, Castellón, Espanha. Anais ... Castellón: Logui Impresión, 2004. p. P.GII.-99 – P.GII.-108.

COSTA, Pedro Laranja d'Araujo. **Patologias do Processo Executivo de Revestimentos de Fachada de edifícios.** Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: light steel framing.** 2005.

DA SILVA, Marinilda Nunes Pereira et al. Revestimentos cerâmicos e suas aplicabilidades. **Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS,** v. 2, n. 3, p. 87-97, 2015.

DA SILVA, Narciso Gonçalves. **Argamassa de revestimento de cimento, cal e areia britada de rocha calcária.** 2006.

DE FREITAS, Juliana Gomes; CARASEK, Helena; CASCUDO, Oswaldo. Utilização de termografia infravermelha para avaliação de fissuras em fachadas com revestimento de argamassa e pintura. **Ambiente Construído**, v. 14, n. 1, p. 57-73, 2014.

DE SOUZA KAZMIERCZAK, Claudio; BREZEZINSKI, Débora Elisiane; COLLATTO, Décio. Influência das características da base na resistência de aderência à tração e na distribuição de poros de uma argamassa. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 3, n. 1, p. 47-58, 2007.

DIANA, Juliana. **Densidade da Água**. Todamatéria, 2019. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/densidade-da-agua/>. Acesso em: 18 nov. 2020.

DOS SANTOS, Leandro Damião; AMARAL, Fernanda Ferreira; SOMMERFELD, karin Cristina. SISTEMA DE REVESTIMENTO COM ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA: um. **Revista Pensar Engenharia**, v. 2, n. 2, 2014.

DUBAJ, Eduardo. **Estudo comparativo entre traços de argamassa de revestimento utilizadas em Porto Alegre**. 2000.

Etapas do assentamento de revestimento. **Quartzolit.Weber**, 2020. Disponível em: <https://www.quartzolit.weber/ajuda-e-dicas-para-construir/etapas-do-assentamento-de-revestimento>. Acesso em: 17 maio 2020.

FANTINI, Paloma Rodriguez. **Patologias em revestimentos cerâmicos em escolas de Maringá-PR**. 2010.

FARIA, Paulina. **Revestimentos de ligantes minerais e mistos com base em cimento, cal e resina sintética**. Curso de Especialização sobre Revestimentos de Paredes. 1º Módulo, p. 40-173, 1990.

FONTENELLE, João Heitzmann. **Sistema de fixação e juntas em vedações verticais constituídas por placas cimentícias: estado da arte, desenvolvimento de um sistema e avaliação experimental**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

HATTGE, Alex Fabiano. **Estudo comparativo sobre a permeabilidade das alvenarias em blocos cerâmicos e alvenarias em blocos de concreto**. 2004.

HOLST, Gerald C. **Common sense approach to thermal imaging**. Washington: SPIE Optical Engineering Press, 2000.

INAGAKI, Terumi; ISHII, Toshimitsu; IWAMOTO, Toshikatsu. On the NDT and E for the diagnosis of defects using infrared thermography. **NDT & E International**, v. 32, n. 5, p. 247-257, 1999.

JUNGINGER, Max. **Rejuntamento de revestimentos cerâmicos: influência das juntas de assentamento na estabilidade de painéis**. 2003. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

KOHLSDORF, M.E. **A apreensão da forma da cidade**. Brasília: Ed. UNB., 1996.

KRÜGER, José Adelino. **Elaboração de Procedimentos Padronizados de Execução dos Serviços de Assentamento de Azulejos e Pisos Cerâmicos estudo de caso**. 1997. Tese (Dissertação) Curso de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

KUDO, Elisabete Kioko; CARDOSO, Fábio Alonso; PILEGGI, Rafael Giuliano. Avaliação de argamassas colantes por reometria rotacional. **Ambiente Construído**, v. 13, n. 2, p. 125-137, 2013.

LIMA, Valtencir Lucio de. **Efeito da adição de diatomita no comportamento reológico e mecânico de argamassas colantes**. 2013.

LOTURCO, Bruno. Chapas cimentícias são alternativa rápida para uso interno ou externo. **Revista Técnica**, São, 2003.

LUZ, Marcos de Almeida, et al. **Manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachada em três estudos de caso na cidade de Balneário Camboriú**. 2004.

MANSUR, Alexandra A. Piscitelli; DO NASCIMENTO, Otávio Luiz; MANSUR, Herman Sander. Mapeamento de Patologias em Sistemas de Revestimento Cerâmico de Fachadas. **Construindo**, v. 4, n. 01, 2012.

MENDONÇA, Luís V.; AMARAL, M.; CATARINO, P. A termografia por infravermelhos como ferramenta para auxílio à inspeção e manutenção dos edifícios. **Jornadas de Engenharia de Manutenção**. ISEL, 2013.

PAIVA, J.V; VEIGA M.R. Aspectos gerais dos revestimentos de paredes. In: LABORATÓRIO NACIONAL DE ENG. CIVIL. **Curso de especialização sobre revestimento de paredes**. Lisboa: LNEC, 1990. Cap. 1: p. 01-39.

PAVÓN DE LA FÉ, Elier. **Critérios e padrões de comportamento para avaliação de descolamentos cerâmicos com termografia de infravermelho**. 2017.

PETRUCCI, E. G. R.. **Concreto de cimento Portland**. São Paulo: Globo. 1998

PUGLIESI, Nataly. CIMENTO: DIFERENTES TIPOS E APLICAÇÕES. **ABCP**, 2020. Disponível em: <https://abcp.org.br/imprensa/artigos/cimento-diferentes-tipos-e-aplicacoes/>. Acesso em: 07 ago. 2020.

SILVA, Amanda Alfredo da. Formulação de argamassa colante industrializada conforme critérios exigidos pela NBR 14081. **Engenharia Química-Tubarão**, 2019.

SOUZA, Diego Vinícius Azevedo. **Diferenças entre as argamassas colantes ACI, ACII E ACIII comercializadas em Sergipe**. 2017.

SZLAK, Bruno et al. Manual de revestimentos de argamassa. **Associação Brasileira de Cimento Portland**, v. 104, 2003.

TERRA, Ricardo Curi. **Levantamento de manifestações patológicas em revestimentos de fachadas das edificações da cidade de Pelotas**. 2001.

TOZZI, Adriana Regina; CURI, Carlos Eduardo; GALLEGOS, Rafael Fernando. **Sistemas construtivos nos empreendimentos imobiliários**. Curitiba: IESDE BRASIL, 2009

VALVERDE, Fernando Mendes. **AGREGADOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2001.

WESTPHAL, Eduardo. Argamassas. – **Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Arquitetura e Urbanismo**. – Disponível em: <http://arq5661.arq.ufsc.br/Argamassas/telaprinc.html>. Acesso em: 22 mar. 2020.

ZANELATO, EUZÉBIO BERNABÉ; et al. **INFLUÊNCIA DA ABSORÇÃO DE ÁGUA DAS PLACAS CERÂMICAS NO ENSAIO DE ADERÊNCIA DE ARGAMASSAS COLANTES**.

ZATT, Gustavo. **Fechamento de paredes de vedação: sistema Light Steel Frame** utilizando placas cimentícias. 2010.

ZEFERINO, Tiago da Silveira. **Tempo em aberto das argamassas colantes: uma análise da interferência do emboço e dos tipos de exposição**. 2019.