



VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO TEMPO DE ESTABILIZAÇÃO NA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO DA ARGAMASSA

SÃO PAULO
2020



Diogo Gonçalves de Oliveira

Tatiane Belarmino Soares

Thais Rocha Lemos

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO TEMPO DE ESTABILIZAÇÃO NA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO DA ARGAMASSA

Projeto de pesquisa desenvolvido para futuro desenvolvimento do Trabalho de Conclusão do Curso de Pós-graduação em Patologia nas Obras Civas para obtenção do grau de especialista.

Prof. Orientador: Luis César S. De Luca, M.Sc.

SÃO PAULO

2020

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
1.1.	Problema de pesquisa.....	13
1.2.	Objetivos.....	13
1.2.1.	Objetivo geral	13
1.2.2.	Objetivos específicos	13
1.3.	Hipótese	13
1.4.	Justificativa.....	14
1.4.1.	Tecnológicas	14
1.4.2.	Sociais	14
1.4.3.	Econômicas.....	14
1.4.4.	Ecológicas.....	15
1.5.	Procedimentos metodológicos.....	15
1.6.	Apresentação do trabalho.....	15
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1.	Argamassa	17
2.1.1.	Argamassa estabilizada	17
2.1.1.1.	Recebimento e armazenamento	18
2.1.1.2.	Vantagens e Desvantagens da argamassa estabilizada.....	18
2.1.1.2.1.	Vantagens	19
2.1.1.2.2.	Desvantagens.....	19
2.1.2.	Função das argamassas.....	19
2.1.3.	Características das argamassas	21
2.1.3.1.	Trabalhabilidade.....	21
2.1.3.2.	Durabilidade	21
2.1.3.3.	Retenção de água.....	22
2.1.3.4.	Capacidade de absorver deformações	22
2.1.4.	Aderência ao substrato	23

2.1.4.1. Aderência Inicial.....	25
2.1.4.2. Aderência mecânica.....	26
2.1.4.3. Aderência química	27
2.1.5. Resistência mecânica	27
2.1.6. Classificação quanto à utilização da argamassa de assentamento ...	27
2.1.7. Classificação quanto à utilização da argamassa de revestimento	28
2.1.8. Resistência de aderência à tração	30
2.1.9. Formas de ruptura.....	30
2.1.10. Resistência de aderência ao cisalhamento	32
2.1.11. Extensão de aderência	34
2.1.12. Influência do substrato e o preparo da base na resistência de aderência	35
2.1.12.1. Matéria prima.....	35
2.1.12.2. Porosidade	36
2.1.12.3. Absorção de água	39
2.2. Patologia das Edificações.....	40
2.2.1. Origem	41
2.2.2. Principais Causas	41
2.2.3. Consequências	42
2.3. Manifestações patológicas em Revestimentos de Fachadas	43
2.3.1. Tipos de Manifestações Patológicas	44
2.3.1.1. Fissuras	45
2.3.1.1.1. Fissuras causadas por movimentações térmicas.....	46
2.3.1.1.2. Fissuras causadas por movimentações higroscópicas.....	47
2.3.1.1.3. Fissuras causadas por causadas por atuação de sobrecargas.....	48
2.3.1.1.4. Fissuras causadas por recalques de fundação	50
2.3.1.1.5. Fissuras causadas por retração de produtos à base de cimento	50

2.3.1.1.6. Fissuras causadas por alterações químicas dos materiais de construção	51
2.3.1.1.7. Fissuras causadas por hidratação retardada de cimentos	51
2.3.1.1.8. Fissuras causadas por ataques de sulfatos	51
2.3.1.1.9. Fissuras causadas por corrosão de armaduras	52
2.3.1.2. Biodeterioração	53
2.3.1.2.1. Fungos	53
2.3.1.2.2. Algas	54
2.3.1.3. Descolamento em revestimentos	54
2.3.1.3.1. Descolamento com empolamento	54
2.3.1.3.2. Descolamento em placas	54
2.3.1.3.3. Descolamento com pulverulência	55
2.3.1.3.4. Descolamento de placas cerâmicas	55
2.3.2. Eflorescência	55
3. PROGRAMA EXPERIMENTAL	57
3.1. Recebimento da argamassa pela equipe de pesquisa na obra, localizada na cidade de Ribeirão Preto/SP:	58
3.2. Aplicação da argamassa nos panos	60
3.3. Ensaio de Arrancamento	62
3.3.1. Ensaio nos panos testes	62
3.3.2. Ensaio nas placas de laboratório	67
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS	60
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	72
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA	73
ANEXO 1	78
ANEXO 2	82

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Caixa para armazenamento da argamassa estabilizada.....	18
Figura 2 - Mecanismo de penetração da pasta da argamassa no substrato.	24
Figura 3 - Ancoragem da argamassa na base.....	25
Figura 4 - a) Argamassa com boa aderência inicial; (b) Perda de aderência inicial por descontinuidade da argamassa.	26
Figura 5 - Fatores que exercem influência na aderência de argamassa sobre base porosa.....	26
Figura 6 - Argamassa de assentamento de blocos e tijolos	28
Figura 7 - Tipos de revestimentos	29
Figura 8 - Desenho esquemático de ensaio de resistência de aderência à tração	31
Figura 9 - Desenho esquemático do sistema cola/argamassa/dispositivo metálico/substrato	31
Figura 10 - Tipos de rupturas.	32
Figura 11 - Corte apresentando a aplicação do dispositivo para execução do ensaio de resistência ao cisalhamento.....	33
Figura 12 - Formato típico das fissuras	34
Figura 13 - Extensão de aderência entre o revestimento e o substrato.....	34
Figura 14 - a) Aspecto superficial do tijolo maciço. b) Distribuição de poros do tijolo maciço.....	37
Figura 15 - a) Aspecto superficial do bloco cerâmico. b) Distribuição de poros do bloco cerâmico (aumento de 10x).	38
Figura 16 - a) Aspecto superficial do bloco de concreto. b) Distribuição de poros do bloco de concreto aumento de 10x).	38
Figura 17 - Elementos atuantes nas fachadas das edificações.....	44
Figura 18 – Típica fissura no topo da parede e destacamento da platibanda por movimentações térmicas da laje.	46
Figura 19 - Fissuras decorrentes da retração da argamassa provocadas pela falha da pintura e exposição contínua da parede a água da chuva.	47
Figura 20 - O fluxo de água interceptado do peitoril da janela escorre lateralmente, provocando a fadiga do reboco desenvolvendo sua fissuração.	48
Figura 21 - Fissura típica da alvenaria causada por sobrecarga vertical.....	48

Figura 22 - Típica fissura horizontais na alvenaria, portanto, provenientes de sobrecarga no topo, fora do eixo de gravidade da parede.	49
Figura 23 - Típica fissura de ruptura pontual da alvenaria sob o ponto da aplicação da carga e propagação de fissuras a partir deste ponto.	49
Figura 24 - Deformação da viga de apoio maior que a viga superior, causando o fissuramento da alvenaria.	49
Figura 25 - Fissuras de retração em concreto armado, causadas pela elevadíssima quantidade de cimento e/ou relação água cimento do concreto	50
Figura 26 - Fissuras na argamassa de revestimento provenientes do ataque por sulfatos na argamassa de assentamento com argila da alvenaria.	52
Figura 27 - Típica forma de fissuras em viga de concreto, particularmente nas posições dos estribos. Geralmente estas fissuras são acompanhadas pelo destacamento da camada de proteção	52
Figura 28 - Foto ampliada mostrando o aspecto da textura de colônia de fungos.	53
Figura 29 - Eflorescência em fachada.	56
Figura 30 - Recebimento e armazenamento da argamassa estabilizada de 36h.	59
Figura 31 - Colocação de lâmina d'água no material armazenado.	60
Figura 32 – Preparo da argamassa para utilização.	61
Figura 33 - Aplicação da argamassa sobre muro chapiscado para execução do pano teste.	61
Figura 34 - Dinamômetro de tração.	63
Figura 35 - Marcação dos furos.	64
Figura 36 - Marcação dos furos para ensaio de arrancamento.	64
Figura 37 - Colagem das pastilhas nos furos.	65
Figura 38 - Resultado do ensaio de arrancamento do CP 1 do pano teste 1.	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - A resistência de aderência à tração é obtida pela equação abaixo:	30
Tabela 2 - Caracterização das bases utilizadas	35
Tabela 3 - Resultados de porosimetria das argamassas aplicadas sobre os diversos substratos-	37
Tabela 4 - Causas Dos Problemas Patológicos Em Estruturas De Concreto	42
Tabela 5 - Manifestações patológicas nos revestimentos: causas prováveis	45
Tabela 6. Traço da Argamassa Estabilizada	57
Tabela 7. Caracterização da argamassa estabilizada	58
Tabela 8 - Cronograma de aplicação dos panos.	62
Tabela 9 - Cronograma de aplicação nas placas.....	62
Tabela 10 - Taxa de carregamento para corpos-de-prova de seção circular de 50 mm de diâmetro	65
Tabela 11 - Resultado do ensaio - Placa teste 1	61
Tabela 12 - Resultado do ensaio - Pano teste 1.....	62
Tabela 13 - Resultado do ensaio - Placa teste 2	63
Tabela 14 - Resultado do ensaio - Pano teste 2.....	64
Tabela 15 - Resultado do ensaio - Placa teste 3	65
Tabela 16 - Resultado do ensaio - Pano teste 3.....	66
Tabela 17 - Resultado do ensaio - Placa teste 4	67
Tabela 18 - Resultado do ensaio - Pano teste 4.....	68

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Resistência de aderência à tração.....	36
Gráfico 2 - Umidade acumulada para blocos cerâmicos.	39
Gráfico 3 - Umidade acumulada para blocos de concreto	40
Gráfico 4 - Origem dos problemas patológicos com relação às etapas de produção e uso das obras civis.	41
Gráfico 5 - Lei de evolução de custos.....	43
Gráfico 6 - Resultados - Teste 1.....	60

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo verificar a influência do tempo de estabilização da argamassa estabilizada de 36 horas (tempo de garantia de trabalhabilidade fornecido pelo fabricante) na resistência de aderência à tração no estado endurecido. Tendo como premissa analisar o melhor tempo de aplicação da argamassa, a fim de mitigar manifestações patológicas em fachadas, que trazem impactos de diversas naturezas, como a perda de aderência ao substrato, fissuras provenientes de tensões de natureza térmica e/ou higroscópica, a retração, baixa resistência à tração e desagregação dos materiais constituintes. Para a realização do estudo, foi escolhida uma obra localizada na cidade de Ribeirão Preto no estado de São Paulo em uma construtora que já utilizava a argamassa estabilizada. Foram realizados testes em quatro placas de substrato padrão e quatro panos na parede da obra, dividindo as aplicações em 4 intervalos longos, de modo a concluir as aplicações em 2 dias, otimizando o tempo dos testes. Verificou-se que, a utilização da argamassa nas primeiras horas de estabilização apresentou menor resistência à aderência a tração, comprovando-se um ganho de resistência nas últimas horas.

Palavras chave: Argamassa, aderência, fachada, manifestações patológicas.

1. INTRODUÇÃO

Com a expansão do mercado imobiliário, as construtoras vêm buscando novas técnicas de aperfeiçoamento do sistema construtivo, na busca de torná-lo economicamente viável, sem perder a qualidade. Com base nisso, a argamassa de revestimento vem chamando a atenção de pesquisadores, uma vez que é o produto mais utilizado na construção civil. A busca pelo aperfeiçoamento deve-se iniciar pelo estudo das propriedades das argamassas de revestimento e de sua interação com o substrato (YOSHIDA & BARROS, 1995).

Existe atualmente na construção três principais tipos de argamassa de revestimento. A mais antiga é a produzida no canteiro de obras, composta por água, cimento, cal, agregado, podendo ou não ter aditivos na mistura. Existe também a argamassa industrializada que é comercializada em sacos, sendo necessário apenas misturar com água. Além dessas citadas, tem-se também a argamassa estabilizada, que é a mais recente. Essa argamassa é dosada em central e já vem pronta para uso (COSTA, 2016).

O revestimento argamassado, independentemente do tipo, tem como funções proteger os elementos de vedação da edificação da ação direta de agentes agressivos, contribuir com o sistema de vedação quanto a estanqueidade à água, isolamento térmico, isolamento acústico, resistência ao desgaste, segurança a fogo e abalos superficiais, regularização da superfície dos elementos de vedação, base para acabamentos decorativos (ZANELATO, 2015).

A industrialização das argamassas iniciou-se na década de 50, contudo, somente após o desenvolvimento de aditivos na década de 70, na Alemanha, foi inserida no mercado uma argamassa que tinha a capacidade de durar por mais dias. Já a argamassa estabilizada teve seu primeiro uso no Canadá em 1980 e nos Estados Unidos (PANARESE, W.C).

A demanda por produtividade vem só aumentando, o que mostra a necessidade da criação de materiais mais adequados ao atual cenário imobiliário. Nesse cenário a argamassa estabilizada surge como uma solução viável, uma vez que é dosada em central, com a garantia de trabalhabilidade por até 72 horas, sem perder as propriedades (JANTSCH, 2015). Enquanto as dosadas em obra e

industrializada possuem um tempo máximo de aplicação de aproximadamente 3 horas.

A argamassa estabilizada por ser dosada em central, com rígido controle de materiais o que proporciona uma maior homogeneidade ao produto, faz com que haja uma mitigação do risco de manifestações patológicas ligadas a erros de dosagem (HERMANN & ROCHA, 2013). Pesquisas como a de Ioshimoto (1988), indica como uma das principais incidência de manifestações patológicas, os deslocamentos de revestimento, chegando a um percentual de 25 a 29% em casas térreas pesquisadas na época (IOSHIMOTO, 1988).

As argamassas estabilizadas possuem aditivos químicos em sua composição que são classificados como estabilizadores de hidratação ou inibidores de hidratação, além dos aditivos incorporadores de ar (ANDRADE D. C., 2011). De acordo com a NBR 11768 (2011), os aditivos retardadores podem atrasar o início da pega em até 3,5 horas. Contudo, os aditivos inibidores de hidratação não podem ser classificados como retardadores, já que conseguem atrasar o início da pega em até 72 horas (ANDRADE D. C., 2011).

Um dos motivos que induziu a realização deste estudo se dá pela suspeita de que o melhor tempo de aplicação da argamassa estabilizada são as últimas 12 horas, ou seja, as 12 horas antes de vencer o tempo de garantia de trabalhabilidade fornecido pelo fabricante. E que, quando aplicada nesse intervalo de tempo, se obterá a melhor resistência de aderência à tração no estado endurecido, o que mitigará o surgimento de manifestações patológicas decorrente de baixa aderência.

As manifestações patológicas relacionadas com o sistema de revestimento argamassados são inúmeras, dentre elas, a perda de aderência ao substrato, fissuras provenientes de tensões de natureza térmica e/ou higroscópica, a retração, baixa resistência à tração e desagregação dos materiais constituintes. Os prejuízos materiais e em alguns casos, até de vidas humanas, são muitos. Esses problemas se agravam quando se fala em edifícios altos e com extensas fachadas (LEAL, 2003). Pesquisas como a de Ioshimoto (1988), indica como uma das principais incidência de manifestações patológicas, o deslocamento de revestimento, chegando a um percentual de 25 a 29% em casas térreas pesquisadas na época (IOSHIMOTO, 1988).

1.1. Problema de pesquisa

O tempo de estabilização da argamassa estabilizada influência na resistência de aderência à tração, no estado endurecido?

1.2. Objetivos

O presente capítulo tem por finalidade apresentar o objetivo do trabalho, seguido da hipótese e sua justificativa.

1.2.1. Objetivo geral

Verificar a influência do tempo de estabilização da argamassa estabilizada de 36 horas na resistência de aderência à tração no estado endurecido.

1.2.2. Objetivos específicos

- (a) Analisar a resistência de aderência à tração em diferentes intervalos de tempo, sendo três inferiores ao tempo limite de utilização e um uma hora após o vencimento.
- (b) Comparar o resultado da resistência à tração no emboço executado em obra com o emboço executado em placa substrato padrão.

1.3. Hipótese

Presume-se que o melhor tempo de aplicação da argamassa sejam as últimas 12 horas, quando há um ganho de resistência de aderência à tração, uma melhora na trabalhabilidade e a diminuição dos efeitos do aditivo retardador de pega. Caso esse estudo venha concluir essa hipótese, a aplicação da argamassa estabilizada somente nas últimas doze horas, mitigará o surgimento de manifestações patológicas como decorrentes de baixa aderência da argamassa ao substrato. Essas

manifestações colocam em risco a segurança do usuário, desvalorizam o imóvel e ainda podem gerar custos com manutenção.

1.4. Justificativa

A premissa deste trabalho se justifica na verificação do melhor tempo de aplicação da argamassa estabilizada, a fim de mitigar manifestações patológicas em fachadas, que trazem impactos de diversas naturezas.

1.4.1. Tecnológicas

É preciso que se entenda a eficiência de se aplicar o produto. O uso de argamassa estabilizada exige equipamentos mais sofisticados, além de produtos químicos na mistura, resultados de pesquisas e ensaios. Assim é necessário que sua aplicação se dê da maneira mais correta possível, e toda a tecnologia empregada na sua produção e aplicação se reflita no bom uso do produto.

1.4.2. Sociais

Um revestimento de fachada constituído com argamassa mal aplicada pode ter sua resistência comprometida. Com isto, podem surgir diversas manifestações patológicas, que podem causar impactos sociais, como desvalorização do imóvel, desconforto e insegurança ao usuário.

1.4.3. Econômicas

Para o quesito econômico, é importante que se valide o procedimento correto de uso da argamassa estabilizada, o que depende do tempo de aplicação. Dessa maneira diminui-se as manifestações patológicas no sistema, o que salva gastos referentes a correções de questões técnicas e até mesmo judiciais. Ainda, a aplicação desse produto otimiza a produção, uma vez que vem pronto de fábrica, o que acarreta também em mais espaço livre no canteiro, facilitando a logística da obra.

1.4.4. Ecológicas

Há ainda vantagens ecológicas com a elaboração deste estudo. Uma vez que se evitará a ocorrência de manifestações patológicas, e não utilização de produtos para correções, além de não ter formação de entulhos. O meio ambiente é menos agredido e recursos naturais são preservados.

1.5. Procedimentos metodológicos

O estudo será realizado através de revisão bibliográfica e programa experimental em laboratório e em campo com avaliação dos resultados obtidos com os ensaios de resistência de aderência à tração.

- a) A revisão bibliográfica abordará quatro assuntos que predominam no que tange o tema de revestimento argamassado, a saber: tipos de argamassa, aderência, resistência, matéria prima, manifestações patológicas proveniente dos revestimentos.
- b) Para o programa experimental serão executados ensaios de determinação da resistência de aderência à tração em painéis localizado em canteiro de obra na cidade de Ribeirão Preto/SP e em placas de substrato padrão normatizadas que ficarão em laboratório na mesma cidade. O intuito será verificar a influência dos resultando de campo e laboratório, bem como a influência do tempo de estabilização da argamassa na resistência de aderência à tração.

1.6. Apresentação do trabalho

O trabalho que se segue, apresenta seis capítulos, dentre os quais é verificada e analisada a influência do tempo de estabilização da argamassa na resistência de aderência à tração.

O Capítulo 1 introduz o tema apresentando o problema de pesquisa e seu objetivo, bem como o procedimento metodológico adotado.

O Capítulo 2 traz a revisão bibliográfica, em que diversas definições são apresentadas, a fim de inserir conceitos necessários para o entendimento do trabalho. Todas as informações são frutos de estudos já realizados.

O Capítulo 3 mostra o programa experimental. Nesse capítulo, detalhou-se como se deu a parte prática do trabalho, e deixa claro como foi desenvolvido em campo, o cenário em que construímos para que os dados fossem retirados, a fim de analisar e dar sequência aos estudos.

O Capítulo 4 realiza a análise dos resultados coletados a partir do experimento prático, cruzando as informações e extraíndo os resultados obtidos com a atividade prática.

O Capítulo 5 deixa as considerações descritas, a partir de toda a realização do trabalho e desenvolvimento do estudo.

O Capítulo 6 referências as fontes de pesquisa de maneira padrão com o que a ABNT solicita.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O presente capítulo tem por objetivo apresentar referências na literatura, sendo livros, artigos técnicos e normas brasileiras e internacionais, que utilizamos para o embasamento teórico do trabalho.

2.1. Argamassa

Argamassa é um material de construção obtido a partir da mistura de uma pasta com um agregado miúdo, podendo conter ou não o emprego de aditivos e adições. Por pasta se entende o material obtido da mistura de um ou mais aglomerantes de origem mineral com água devendo também ser considerado o ar aprisionado durante a mistura ou intencionalmente incorporado pela ação de aditivos específicos. A argamassa é obtida, então, incorporando à pasta um agregado miúdo, normalmente areia natural. (RECENA, 2012)

Segundo a definição da NBR 13281:2005, argamassa é mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) inorgânico(s) e água, contendo ou não aditivos, com propriedades de aderência e endurecimento, podendo ser dosada em obra ou em instalação própria (argamassa industrializada).

2.1.1. Argamassa estabilizada

É uma argamassa industrial úmida, seus componentes são dosados em peso e misturados com água em uma central dosadora até se obter uma mistura homogênea. Para se manter trabalhável por longos períodos sem segregar, sem perder suas características e propriedades, são adicionados aditivos para este fim, com isso a argamassa estabilizada, pode ter sua trabalhabilidade estendida em 24, 36 e até 72. horas. (MACHADO, 2018).

2.1.1.1. Recebimento e armazenamento

Por orientação dos fornecedores, na obra as argamassas estabilizadas devem ser armazenadas em caixas impermeáveis (plásticas ou metálicas), como mostra a figura 1, e devido as caixas terem seu volume conhecido, contribui como controle de volume da argamassa. Estes recipientes são etiquetados com a data de vencimento da argamassa, e no armazenamento devem receber uma película de água, segundo indicação do fornecedor, para que a mistura mantenha suas propriedades – evitando a evaporação da água de amassamento para o ambiente. No momento da utilização, deve-se remover a película de água adicionada para armazenamento com o auxílio de baldes. (MACHADO, 2018)



Figura 1 - Caixa para armazenamento da argamassa estabilizada
Fonte: Google imagens

2.1.1.2. Vantagens e Desvantagens da argamassa estabilizada

Como todo material, a argamassa estabilizada traz vantagens e desvantagens, considerando tanto a produção quanto a qualidade, e são motivos de mais estudos em trabalhos acadêmicos e científicos, ainda não há nenhuma conclusão definitiva sobre o real desempenho da argamassa estabilizada, pois pode haver variação devido às diferenças de composições e traços entre os fornecedores do material, pelo tempo de estabilização e pela forma de armazenamento da argamassa. (MACHADO, 2018).

2.1.1.2.1. Vantagens

Estudos mostram que o emprego da argamassa estabilizada nas obras contribui para um aumento de produtividade que pode chegar à 35% ou mais, devido a otimização do tempo, por não precisar de mistura em obra e por sua disponibilidade a qualquer momento do dia. O que também nos retorna na redução de resíduos, como embalagens de cimento, cal e aditivos por exemplo, contribuindo para a limpeza e organização da obra, redução de perdas de materiais e perda de espaço para estocagem dos mesmos. Em relação ao custo, a argamassa confeccionada in loco resulta em média um custo 39,3% acima do valor do metro quadrado da argamassa estabilizada. Pode-se obter uma melhor qualidade com a utilização de argamassa estabilizada uma vez que seus materiais constituintes têm maior controle (sendo dosadas em massa), eliminando a responsabilidade da dosagem em obra (na maioria das vezes dosadas por volume, sem controle adequado) e obtendo-se assim misturas mais constantes, além de possibilitar maior precisão no custo do metro cúbico do produto. (MACHADO, 2018)

2.1.1.2.2. Desvantagens

Precisão da quantidade diária a ser utilizada, evitando assim a falta no fornecimento da obra, e o fato de a argamassa estabilizada ter interação com o ambiente externo, pode demorar mais do que o desejado para adquirir rigidez em dias muito úmidos, pois a mesma depende da perda da água de amassamento, seja por absorção do substrato ou por evaporação, para adquirir a resistência necessária. (MACHADO, 2018)

2.1.2. Função das argamassas

Qualquer material empregado em uma edificação, seja ele isoladamente ou compondo um sistema, deve desempenhar suas funções definidas, inclusive garantir o efeito estético esperado. No caso a argamassa, faz parte de um sistema, levando em consideração sua interação com o substrato e com o ambiente, sendo assim é possível admitir suas principais funções a seguir: (RECENA, 2012).

- impermeabilizar o substrato de aplicação;
- garantir bom acabamento ao paramento revestido;
- absorver as deformações naturais a que uma estrutura está sujeita
- regularizar e/ou proteger mecanicamente substratos constituídos por sistemas de impermeabilização ou isolamento termoacústico

No caso do emprego da argamassa de assentamento, é esperado que possam:

- unir solidariamente entre si os elementos que compõem uma alvenaria;
- garantir a adesão ao substrato de elementos de revestimento em pisos ou fachadas;
- distribuir de forma uniforme os esforços atuantes em uma alvenaria;
- garantir a impermeabilidade das alvenarias de elementos à vista (sem revestimento)

As argamassas devem necessariamente apresentar as propriedades abaixo, para o cumprir as funções relacionadas:

- trabalhabilidade adequada à função a que se destinam;
- eficiente capacidade de retenção de água;
- durabilidade compatível com a vida útil prevista para edificação;
- estabilidade química frente aos agentes de deterioração e sem ocorrência de alterações em seus constituintes representadas por reações retardadas;
- estabilidade física a partir de uma resistência mecânica compatível com as solicitações determinadas por ciclos alternados de molhagem e secagem;
- capacidade de aderir ao substrato formando um sistema com resistência de aderência compatível com as solicitações; e
- módulo de elasticidade tão baixo quanto o necessário para dotar as argamassas de capacidade de absorver por deformação tensões internas geradas pela movimentação da estrutura e/ou dos materiais que a compõem.

2.1.3. Características das argamassas

As funções apresentadas e sua relação com as características requeridas são, de pronto, bem atendidas, porém algumas características podem ser consideradas mais importantes por serem fundamentais ao bom desempenho dos diversos tipos de argamassa. (RECENA, 2012)

2.1.3.1. Trabalhabilidade

O conceito trabalhabilidade de uma argamassa é subjetivo e compreendido como a maior ou menor facilidade de dispor a argamassa em sua posição final, para cumprir adequadamente sua finalidade, sem comprometer o bom andamento da tarefa em termos de rendimento e custo. (RECENA, 2012)

2.1.3.2. Durabilidade

O conceito de durabilidade de uma argamassa pode ser entendido como a capacidade de uma argamassa manter sua estabilidade química e física ao longo do tempo em condições normais de exposição a um determinado ambiente, desde que submetida aos esforços já considerados em projeto, sem deixar de cumprir as funções para as quais foi projetada. Sua durabilidade está condicionada por suas características intrínsecas, pelas condições de agressividade do meio ao qual estará exposta e pelo tipo de solicitações de natureza física e mecânica a que estará submetida. Em condições especiais de agressividade de um determinado meio, se exigirá o emprego de argamassas especiais dosadas para resistir à ação específica dos produtos contaminantes existentes no ambiente. Outros níveis de exigência mecânica como abrasão, flexão ou compressão ou de exigência física relacionada com variações de um microclima, envolvendo temperatura e umidade, deverão ter seus parâmetros exigidos em projeto, a fim de serem garantir o desenvolvimento de sua vida útil. (RECENA, 2012)

2.1.3.3. Retenção de água

A retenção de água é a capacidade de uma argamassa de liberar demoradamente a água empregada na sua preparação para o meio ambiente ou para substratos porosos. Uma vez que quanto maior a quantidade de água empregada na preparação de uma argamassa, maior será o volume de água a ser evaporado, sempre gerando retração por maior que seja a capacidade de uma mistura em reter água. No entanto uma rápida evaporação da água de amassamento de uma argamassa de revestimento empregada em pequena espessura, pressupõem a existência de muito ampla superfície de evaporação em relação ao volume, o que determina a redução de volume ainda com a argamassa no estado plástico, etapa em que o material ainda não apresenta resistências mecânicas, principalmente a resistência a tração que deveria equilibrar os esforços de tração causados pela retração, determinando assim que esses esforços sejam dissipados por ruptura, ou seja, pela instalação de processos de fissuração. Se a argamassa apresentar grande capacidade de retenção de água, a perda da água de amassamento será lenta, desencadeado simultaneamente ao progressivo ganho de resistência o que garantirá a estruturação do material minimizando a diminuição de volume e a probabilidade de instalação de processos de fissuração. A capacidade das argamassas em reter água também é de muita importância na garantia da aderência aos substratos, pois evita o deslocamento de porções de argamassa empregadas em revestimentos de paredes e garante a homogeneidade das alvenarias pela manutenção da união dos vários elementos que a compõem na formação de um todo compacto. (RECENA, 2012)

2.1.3.4. Capacidade de absorver deformações

Em geral as argamassas são usadas para unir ou revestir elementos fabricados com materiais de diferentes naturezas e, conseqüentemente, diferentes comportamentos com relação à capacidade de absorção de água e a deformação causada por ação térmica ou higrométrica. Uma argamassa recobre, em revestimentos, materiais de diferentes coeficientes de dilatação térmica em um mesmo paramento vertical, assim como concreto armado e alvenaria de tijolos cerâmicos, onde deve absorver de forma eficiente deformações diferenciais advindas

da resposta dada pelos diferentes materiais às solicitações oriundas das constantes variações térmicas e/ou higrométricas. Embora não linearmente, o módulo de elasticidade de um material apresenta correspondência com sua resistência à compressão. Assim se espera que materiais de grande deformabilidade, ou seja, de baixo módulo de elasticidade, apresente baixa resistência à compressão. Este conhecimento da relação entre resistência mecânica e módulo de elasticidade ajuda orientar os processos de dosagem no sentido de se produzir argamassas com a mínima resistência mecânica necessária para verificar os valores definidos em norma, e se obter paralelamente baixo módulo de elasticidade. Os métodos para determinação do módulo de elasticidade são aplicáveis sobre corpos de prova cilíndricos, para os quais existe referência. A normalização vigente prevê o emprego de corpos de prova prismáticos para o ensaio de tração na flexão sendo o ensaio de compressão executado sobre prismas obtidos dos corpos de prova ensaiados à flexão o que não permite estabelecer comparação com os valores obtidos a partir do ensaio de corpos de prova cilíndricos, que representam a referência conhecida. (RECENA, 2012).

2.1.4. Aderência ao substrato

Uma das características mais importantes das argamassas é, sem dúvida nenhuma, sua capacidade de manter-se aderida ao substrato, seja no assentamento, com o objetivo de unir elementos em uma alvenaria, ou em revestimentos, mesmo diante de movimentações diferenciadas, choques térmicos, impactos e outras solicitações. A resistência de aderência é entendida como o resultado do comportamento de um sistema, dependendo tanto das características da argamassa como das características do substrato de aplicação. Como a eficiência da aplicação, está relacionada com o fator humano, torna-se a variável mais importante no processo. Outros aspectos como a temperatura do ar, sua velocidade e sua umidade podem determinar que mesmos materiais acabem por definir sistemas de revestimento com desempenhos diferentes. E se a capacidade de reter água de uma argamassa for insuficiente a ponto de permitir a sucção por parte do elemento poroso, onde foi aplicado a argamassa, apenas de água e não de pasta, não haverá a formação de estruturas resistentes que possam garantir a micro aderência, e havendo

uma absorção de água muito intensa, a hipótese de que poderá haver falta de água para as reações de hidratação do cimento e para a manutenção do meio aquoso necessário para predispor o hidróxido de cálcio às reações de carbonatação não pode ser descartada. Em resumo haverá uma interface de baixa resistência mecânica no sistema que fatalmente representará o elo mais fraco. (RECENA, 2012).

Segundo Sabatini (1984), a aderência entre a argamassa e a base pode ser definida como o resultado da unificação das propriedades de resistência de aderência à tração da camada do revestimento argamassado, da resistência ao cisalhamento entre as camadas e da extensão de aderência.

A aderência é a propriedade do revestimento de resistir as tensões atuantes na interface com o substrato. Portanto, a aderência não é uma propriedade da argamassa, mas sim a interação entre o substrato e o revestimento. (NBR 13528, 2019).

Quando a argamassa está no estado plástico e ela entra em contato a superfície do substrato, parte da água de amassamento penetra nas cavidades e poros desse substrato. Então, ocorre o fenômeno de precipitação dos produtos de hidratação da cal e do cimento que com o tempo e com a cura adequada serão responsáveis pela ancoragem do revestimento à base (BARRETO & Brandão, 2014). Na figura 2, pode-se observar o mecanismo de penetração da pasta da argamassa no substrato.

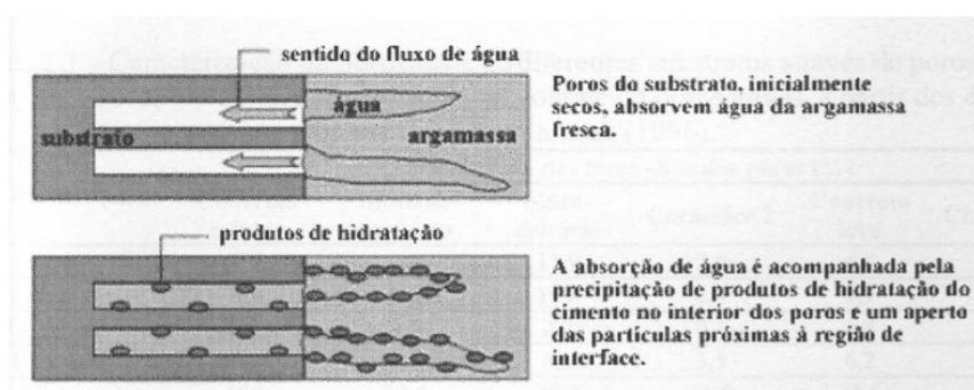


Figura 2 - Mecanismo de penetração da pasta da argamassa no substrato.
Fonte: BAUER & CARASEK (1998)

2.1.4.1. Aderência Inicial

Segundo ROSELLO (1976) citada por SELMO (1989), a adesão inicial ou a aderência da argamassa no estado fresco ao substrato ao qual será revestido, está relacionada às características reológicas dessa pasta aglomerante, a baixa tensão superficial da pasta, que é função inversa do consumo de aglomerantes, com isso se tem a adesão física ao substrato, bem como os grãos do agregado miúdo. Garantir a limpeza do substrato, de modo que fique isento de partículas soltas, gorduras ou poeiras, são fatores essenciais para uma boa aderência inicial da argamassa.

Sabbatini e Baia (2008), afirmaram que a aderência inicial está relacionada com a capacidade que a argamassa tem de se ancorar na superfície da base através da penetração da pasta aglomerante nos poros. A figura 3 apresenta como se dá a ancoragem da argamassa na base.



Figura 3 - Ancoragem da argamassa na base.
Fonte: Adaptado de BAÍA & SABBATINI,(2008)

Segundo Sabbatini e Baia (2008), a aderência inicial depende dos seguintes fatores:

- a) Propriedades da argamassa no estado fresco;
- b) Características da base de aplicação (porosidade, rugosidade);
- c) Limpeza do substrato (isenção de poeiras, partículas soltas e gorduras);
- d) Contato efetivo entre a superfície de argamassa e a base;

A figura 4, apresenta uma argamassa com uma boa aderência inicial. Se a capacidade de sucção do substrato for maior que a retenção de água, ocorrerá uma migração muito rápida da pasta para os poros da base, o que vai acarretar a diminuição da aderência inicial. Gerando assim, uma descontinuidade da camada de argamassa sobre a base, assim como apresentando na figura acima.



Figura 4 - a) Argamassa com boa aderência inicial; (b) Perda de aderência inicial por descontinuidade da argamassa.

Fonte: BAÍA & SABBATINI,(2008)

2.1.4.2. Aderência mecânica

Segundo Carasek, Cascudo e Scartezini (2001), a aderência da argamassa no estado endurecido ao substrato é uma interação essencialmente mecânica, fenômeno este que acontece devido a penetração da pasta aglomerante ou da própria argamassa nos poros, ou retida na rugosidade do substrato. Na figura 5, podemos verificar os fatores que exercem influência na aderência de argamassa sobre base porosa.



Figura 5 - Fatores que exercem influência na aderência de argamassa sobre base porosa

Fonte: CARASEK H. (2007)

2.1.4.3. Aderência química

De acordo com Santos (2008), a aderência química pode ser proporcionada com a utilização de aditivos adesivos. Estes aditivos podem ser de base de PVA, resinas ou polímeros.

Segundo Silva(2004), a parcela de aderência química corresponde a 10% da resistência de aderência, por ser uma parcela tão pequena, ela pode se tornar insignificante em algumas situações.

2.1.5. Resistência mecânica

A resposta a essa questão está diretamente vinculada com o emprego previsto para a argamassa e com as solicitações previstas em projeto, quando for o caso. Uma argamassa que é destinada à recuperação de uma peça estrutural sua resistência mecânica torna-se um elemento de projeto de fundamental importância, de forma igual é importante a resistência de uma argamassa a ser empregada na fixação de equipamentos, na execução de pilaretes, em alvenaria estrutural, ou quando for empregada na forma de microconcreto, em estruturas. (RECENA, 2012). No entender de (RECENA, 2012) a resistência mecânica das argamassas sempre será um elemento importante, cita que, no mínimo como um elemento de controle na avaliação da qualidade, pela verificação da homogeneidade das operações de produção.

2.1.6. Classificação quanto à utilização da argamassa de assentamento

Empregadas no assentamento de elementos de alvenarias. Têm como funções distribuir uniformemente as cargas atuantes, e absorver as deformações a que uma alvenaria está sujeita, impermeabilizar ou contribuir para impermeabilização das paredes, além de unir solidariamente os elementos da alvenaria, na formação de um todo compacto. Podem ser argamassas aéreas, ricas em cal, como aquelas empregadas na elevação de paredes de uma edificação, como hidráulicas, no caso de um alicerce feito em alvenaria de pedras sujeito à ação direta da umidade. Podemos observar sua aplicação na ilustração da figura 6, que segue abaixo.



Figura 6 - Argamassa de assentamento de blocos e tijolos
Fonte: (FIDA NOTÍCIAS, 2019).

2.1.7. Classificação quanto à utilização da argamassa de revestimento

Empregadas, como o próprio nome sugere, no revestimento de alvenarias em paredes, em muros ou de estruturas de concreto armado. Devem apresentar adequada resistência de aderência ao substrato e contribuir para impermeabilidade e, em menor escala para o isolamento termoacústico, contribuindo para um bom aspecto ao elemento revestido e assumindo importância quanto ao fator estético das edificações. (RECENA, 2012)

O revestimento em argamassas aplicado sobre o paramento de alvenarias é atualmente composto de uma única camada chamada de reboco, determinando que as expressões revestimento em argamassa e reboca sejam empregadas como sinônimos. (RECENA, 2012). Podemos observar sua aplicação na ilustração da figura 7 abaixo.

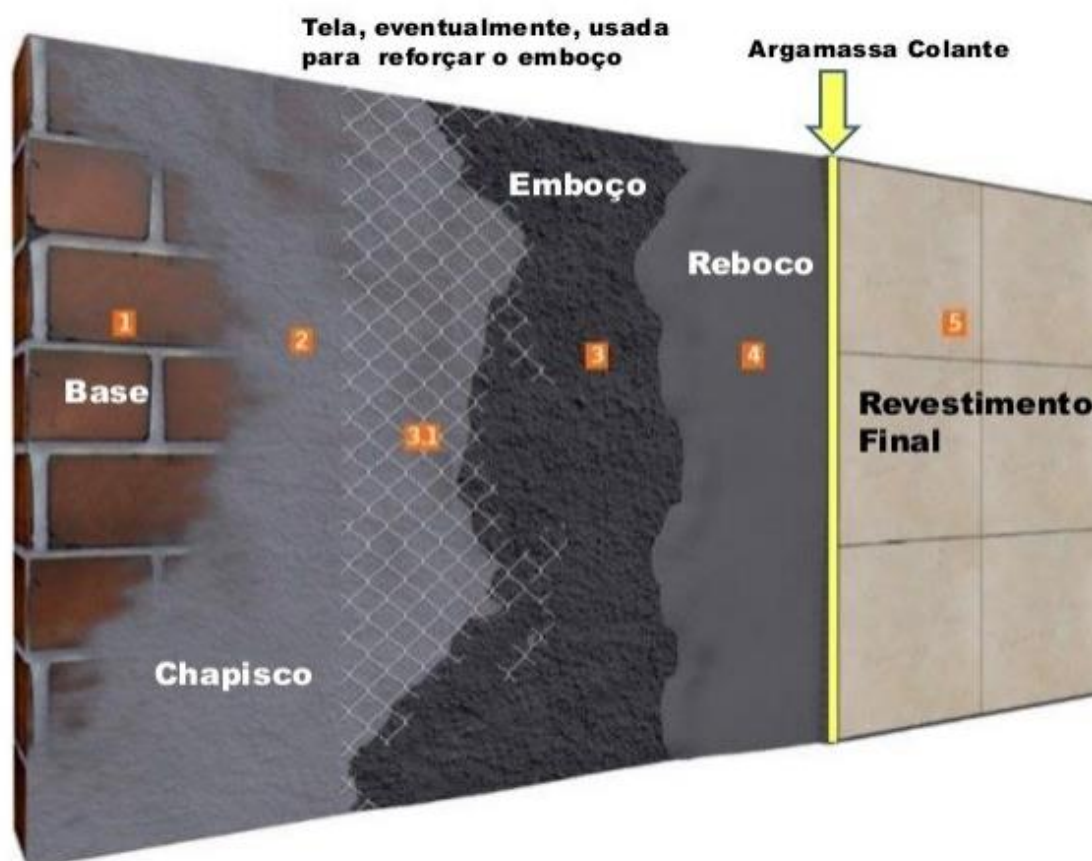


Figura 7 - Tipos de revestimentos
 Fonte: (CADERNO DE ENCARGOS SUDECAP, 2018).

As argamassas devem atender os requisitos estabelecidos na NBR13281:2005, de forma a serem classificadas conforme as características e propriedades apresentadas e determinadas pelos métodos de ensaios especificados abaixo:

- a) Resistência a compressão - ABNT NBR 13279
- b) Densidade de massa aparente no estado endurecido - ABNT NBR 13280
- c) Resistência a tração na flexão - ABNT NBR 13279
- d) Coeficiente de capilaridade - ABNT NBR 15259
- e) Densidade de massa no estado fresco - ABNT NBR 13278
- f) Retenção de água - ABNT NBR 13277
- g) Resistência potencial de aderência à tração - ABNT NBR 15258

Em todos os casos, para determinação da classificação na sobreposição entre as faixas, deve ser considerado o desvio de cada ensaio. Caso o valor fique no meio

de duas faixas, adota-se a maior como classificação. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005).

2.1.8. Resistencia de aderência à tração

De acordo com a norma europeia EN 1015-12EN, a resistência de aderência à tração é a tensão máxima aplicada por uma carga no sentido perpendicular em um revestimento de argamassa em um substrato. Conforme a norma norte americana ASTM D4541, a medida dessa tensão está diretamente relacionada aos parâmetros do material e do equipamento utilizado para medição. O revestimento de argamassa deve apresentar aderência com a base de revestimento e entre suas camadas constituintes. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013).

A NBR 13749 (ABNT, 2013) apresenta os limites de resistência de aderência à tração. (Ra) para emboço e camada única, como descrito na Tabela 1.

Tabela 1 - A resistência de aderência à tração é obtida pela equação abaixo:

LOCAL	ACABAMENTO	Ra (MPa)
Parede Interna	Pintura ou base para reboco	≥ 0,20
	Cerâmica ou laminado	≥ 0,30
Parede Externa	Pintura ou base para reboco	≥ 0,30
	Cerâmica ou laminado	≥ 0,30
Teto	-	≥ 0,30

Fonte: NBR 13749 (ABNT, 2013)

$$Ra = \frac{P}{A},$$

Onde:

- a) Onde Ra é a resistência de aderência à tração, em Mpa;
- b) P é a carga normal de ruptura (perpendicular à área, em N);
- c) A é a área da seção transversal, mm²;

2.1.9. Formas de ruptura

A ruptura não acontece somente na interface entre o revestimento e o substrato. A forma de ruptura de ser expressa junto com o valor de resistência de

aderência. A figura 8, apresenta o desenho esquemático do ensaio de aderência à tração (MOREIRA, SILVA, OLIVEIRA, & SANTOS, 2018).

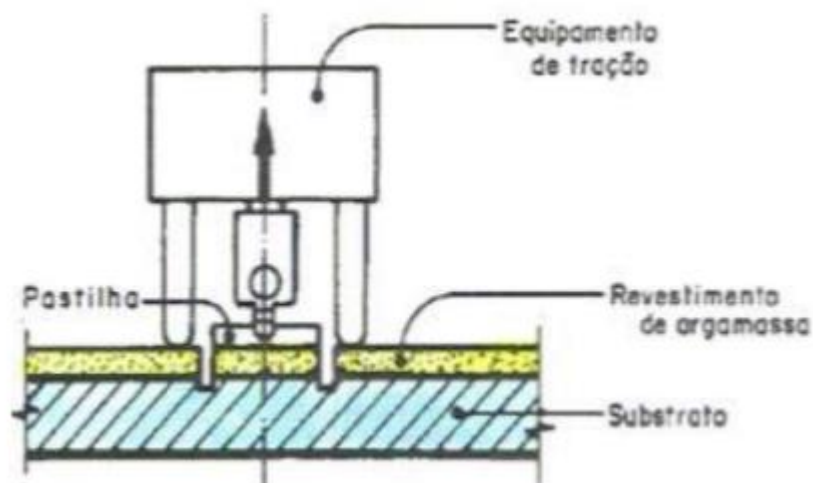


Figura 8 - Desenho esquemático de ensaio de resistência de aderência à tração
Fonte: MALAGONI & SCARTEZINI, (2013).

Na figura 9, pode-se observar o desenho esquemático do sistema cola/argamassa/dispositivo metálico/substrato

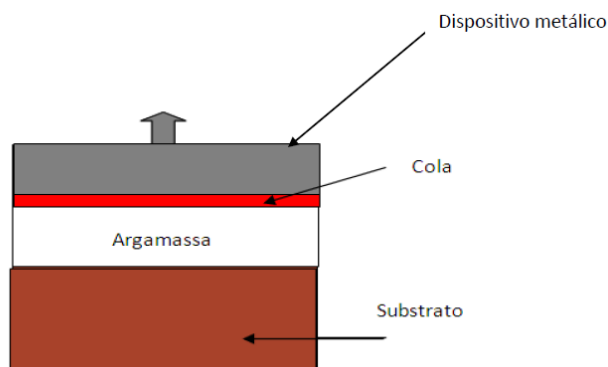


Figura 9 - Desenho esquemático do sistema cola/argamassa/dispositivo metálico/substrato
Sistema: cola/argamassa/dispositivo metálico/substrato
Fonte: NBR 13528 (2019)

A figura 10, apresenta as formas de rupturas prováveis, com suas denominações (MOREIRA, SILVA, OLIVEIRA, & SANTOS, 2018).

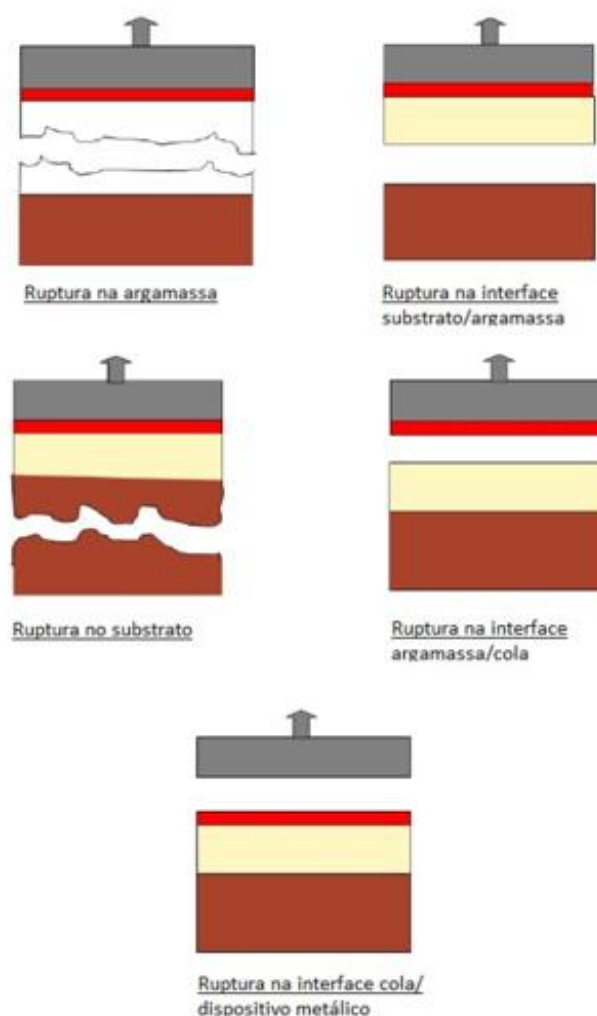


Figura 10 - Tipos de rupturas.
Fonte: NBR 13528 (2019)

2.1.10. Resistência de aderência ao cisalhamento

A resistência de aderência ao cisalhamento é a tensão gerada pelos esforços verticais e tangenciais ao revestimento gerados com a atuação da gravidade na argamassa aderida ao substrato (STOLZ, Masuero, & Kirchheim, 2016).

Diferentemente do ensaio de resistência de aderência a tração, o ensaio de resistência de aderência ao cisalhamento não é normalizado no Brasil. Contudo, não podemos desconsiderar a ação da gravidade no sistema argamassado, pois a ação dessa força pode influenciar a adesão e a aderência do revestimento. No que se refere ao ensaio da resistência de aderência de revestimentos de argamassa ao cisalhamento, a RILEM – REUNION INTERNACIONAL DES LABORATORIES

D'ESSAIS ET MATERIAUX, propõe dois métodos em laboratório: por torção (MR-20) e por corte (MR- 14).

Atualmente, as nossas edificações possuem um índice de esbeltez cada vez mais elevados, conseqüentemente acarreta estruturas com maiores flexões, gerando assim maiores esforços de cisalhamento entre o sistema. Na figura 11, pode-se observar um corte que apresenta como se dá a aplicação do dispositivo chamado Aderímetro.



Figura 11 - Corte apresentando a aplicação do dispositivo para execução do ensaio de resistência ao cisalhamento.

Fonte: Stolz, Masuero, & Kirchheim (2016)

O cálculo do cisalhamento é feito considerando o pico de carga, cisalhante, na qual se obtém a tensão por meio da equação abaixo:

$$\tau = \frac{F}{A}$$

Onde:

- a) Onde τ é a tensão cisalhante, em Mpa;
- b) F é a carga normal de ruptura (perpendicular à área, em N);
- c) A é a área da seção cisalhada, m²;

Na figura 12, é apresentado como se dá as fissuras causadas por cisalhamento.



Figura 12 - Formato típico das fissuras

Fonte: Almeida, Silva, Silva, & Gonçalves(2013)

2.1.11. Extensão de aderência

A propriedade relacionada a extensão de aderência é a razão entre a área de contato efetiva e a área total possível de ser unida. Essa propriedade evidencia possíveis falhas de contato com espaços vazios na interface. (CARASEK H. , 1996). A figura 13, é possível observar a extensão de aderência entre o revestimento e o substrato.

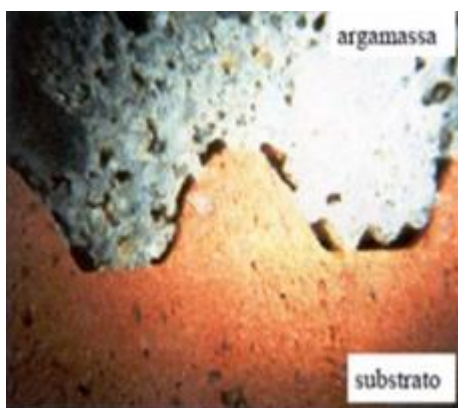


Figura 13 - Extensão de aderência entre o revestimento e o substrato.

Fonte: (CARASEK H. , 1996)

2.1.12. Influência do substrato e o preparo da base na resistência de aderência

As características e propriedades do substrato, como a matéria prima, a porosidade, a capacidade de absorção de água são fatores que influenciam na intensidade da ancoragem (CARASEK H. , 2001).

2.1.12.1. Matéria prima

Existem diversos tipos de substratos, tais como, bloco cerâmico, bloco de concreto, tijolo maciço. Os substratos possuem diferentes propriedades físicas que podem ser observadas no modo como absorvem a água, na distribuição dos poros.

Kazmierczak, Brezezinski, Collatto (2007), observou em seu estudo que a distribuição dos poros na argamassa endurecida, varia de acordo com o tipo de substrato.

Scartezini e Carasek (2003), em seu estudo, utilizou blocos de concreto, cerâmico e tijolo maciço e realizou diferentes tipos de preparo da base para aplicação de argamassa, concluíram que o tipo de substrato é o principal responsável pela resistência de aderência, e que a elevada rugosidade superficial presente nos blocos de concreto faz com que se tenha uma alta aderência quando comparado aos blocos cerâmico, o que permite a não utilização de chapisco nos mesmos. A tabela 2, apresenta a caracterização das bases utilizadas no estudo.

Tabela 2 - Caracterização das bases utilizadas

Tipo de base	Dimensões (mm)	Desvio padrão (mm)	Planeza das faces (mm)	Resistência à compressão (MPa)	Absorção de água (%)	Absorção inicial (IRA) g/194cm ²
Bloco de concreto	390x140x190	0,89	0,00	13,1	6,6	43
Bloco cerâmico	200x100x145	1,71	1,05	0,5	19,7	27
Tijolo maciço	205x100x55	2,71	1,90	3,7	17,0	62

Fonte: Claudio de Souza Kazmierczak,(2007)

O gráfico 1, apresenta os valores de resistência de aderência à tração para cada tipo de substrato e preparo de base utilizados, para as idades de 7 e 28 dias. Os valores correspondem à média entre no mínimo cinco determinações.

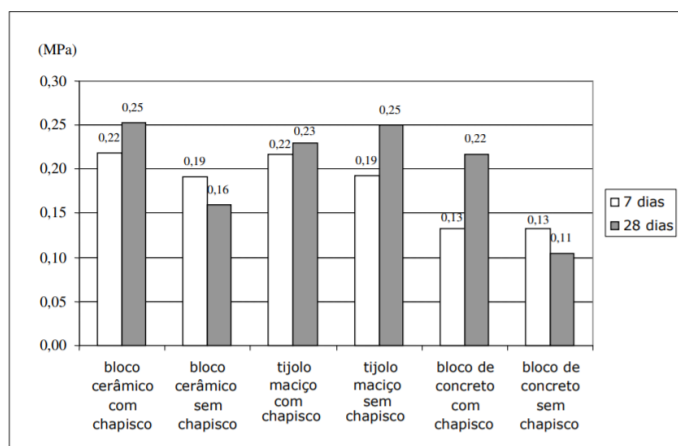


Gráfico 1 - Resistência de aderência à tração.
Fonte: Claudio de Souza Kazmierczak, (2007)

Com a análise do gráfico acima, é possível observar que a idade e o tipo de bloco em que foi aplicada a argamassa influenciam na resistência de aderência à tração. Na maioria dos sistemas ensaiados, é possível observar um acréscimo de resistência entre as idades de sete e vinte e oito dias (Kazmierczak, C.S; Brezezinski, D.E; Collatto, D., 2007).

Se compararmos a resistência de aderência à tração do bloco cerâmico com e sem chapisco, podemos afirmar que houve um ganho de resistência na idade de 28 dias para o bloco com chapisco e no bloco de concreto houve um aumento na ordem de 100%. Contudo, no tijolo maciço não houve influência significativa do chapisco. Em todos os sistemas nos quais foi utilizado chapisco, a ruptura por tração ocorreu na argamassa ou na interface argamassa/chapisco, concluindo-se que a aderência entre o chapisco e o substrato foi superior à sua aderência com o emboço (Kazmierczak, C.S; Brezezinski, D.E; Collatto, D., 2007).

2.1.12.2. Porosidade

Segundo Kazmierczak, Brezezinski, Collatto (2007), a aderência é diretamente ligada a distribuição dos poros da base, isto se dá pela capacidade de absorção de água do substrato.

O ensaio de porosimetria por intrusão de mercúrio é um dos métodos existentes para caracterizar a distribuição dos poros de um substrato que pode ser cerâmico ou de concreto. Nesse ensaio é possível determinar a curva porosimétrica que representa o volume de poros de um material em estudo que foi permeado por mercúrio com uma certa pressão. (KAZMIERCZAK, BREZEZINSKI, & COLLATO, 2007). A tabela 3, apresenta os resultados de porosimetria das argamassas aplicadas sobre os diferentes substratos.

Tabela 3 - Resultados de porosimetria das argamassas aplicadas sobre os diversos substratos-

características da base	tipo de base					
	tijolo maciço		bloco cerâmico		bloco de concreto	
	sem chapisco	com chapisco	sem chapisco	com chapisco	sem chapisco	com chapisco
diâmetro crítico (µm)	3,8	3,8	3,8	3,8	3,9	4,0
volume intrudido médio(ml/g)	0,12	0,11	0,12	0,12	0,12	0,14

Fonte: Claudio de Souza Kazmierczak, (2007)

Paes (2004), em um estudo onde analisou o transporte de água em revestimentos argamassados, concluiu que existe uma grande influência da distribuição de poros da base nas propriedades das argamassas utilizadas.

A figura 14, representa o aspecto superficial obtido através de microscopia dos substratos de tijolo maciço, bem como a curva de distribuição dos poros (KAZMIERCZAK, BREZEZINSKI, & COLLATO, 2007).

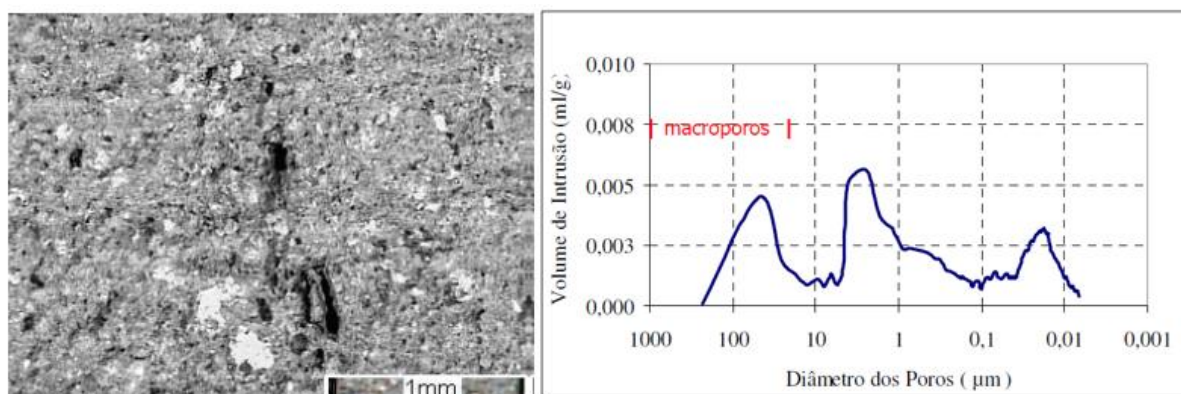


Figura 14 - a) Aspecto superficial do tijolo maciço. b) Distribuição de poros do tijolo maciço.
Fonte: Claudio de Souza Kazmierczak, (2007)

A figura 15, representa o aspecto superficial obtido através de microscopia dos substratos de bloco cerâmico, bem como a curva de distribuição dos poros (KAZMIERCZAK, BREZEZINSKI, & COLLATO, 2007).

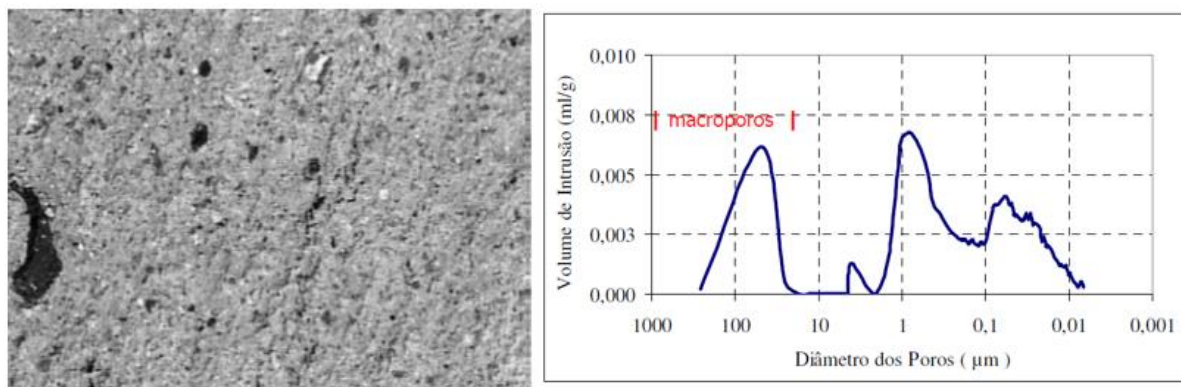


Figura 15 - a) Aspecto superficial do bloco cerâmico. b) Distribuição de poros do bloco cerâmico (aumento de 10x).

Fonte: Claudio de Souza Kazmierczak, (2007)

A figura 16, representa o aspecto superficial obtido através de microscopia dos substratos de bloco de concreto, bem como a curva de distribuição dos poros (KAZMIERCZAK, BREZEZINSKI, & COLLATO, 2007).

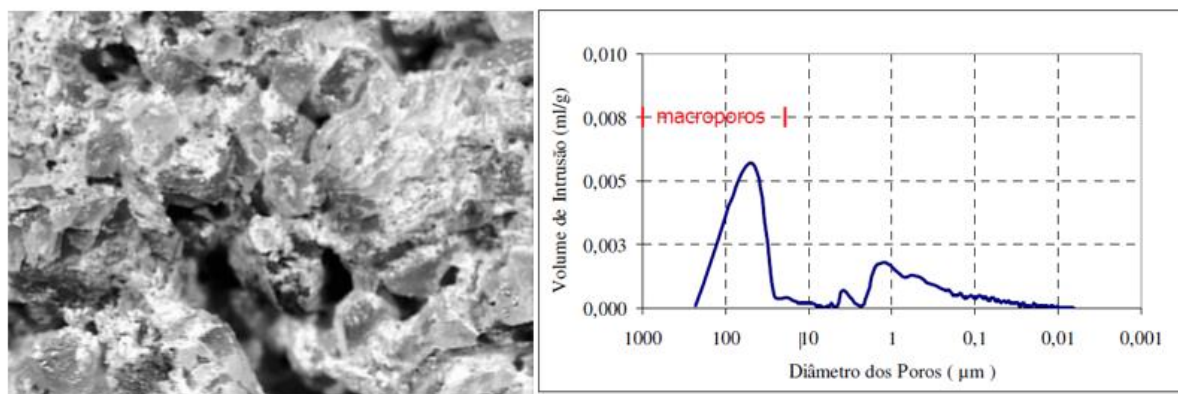


Figura 16 - a) Aspecto superficial do bloco de concreto. b) Distribuição de poros do bloco de concreto (aumento de 10x).

Fonte: Claudio de Souza Kazmierczak, (2007)

2.1.12.3. Absorção de água

A absorção é um fenômeno rápido e possui uma duração curta e está diretamente ligado ao endurecimento da argamassa e as propriedades mecânicas que o revestimento irá adquirir (OUZIT, 1990).

O gráfico 2, apresenta o comportamento da curva de absorção de água por capilaridade ao longo do tempo, no bloco cerâmico.

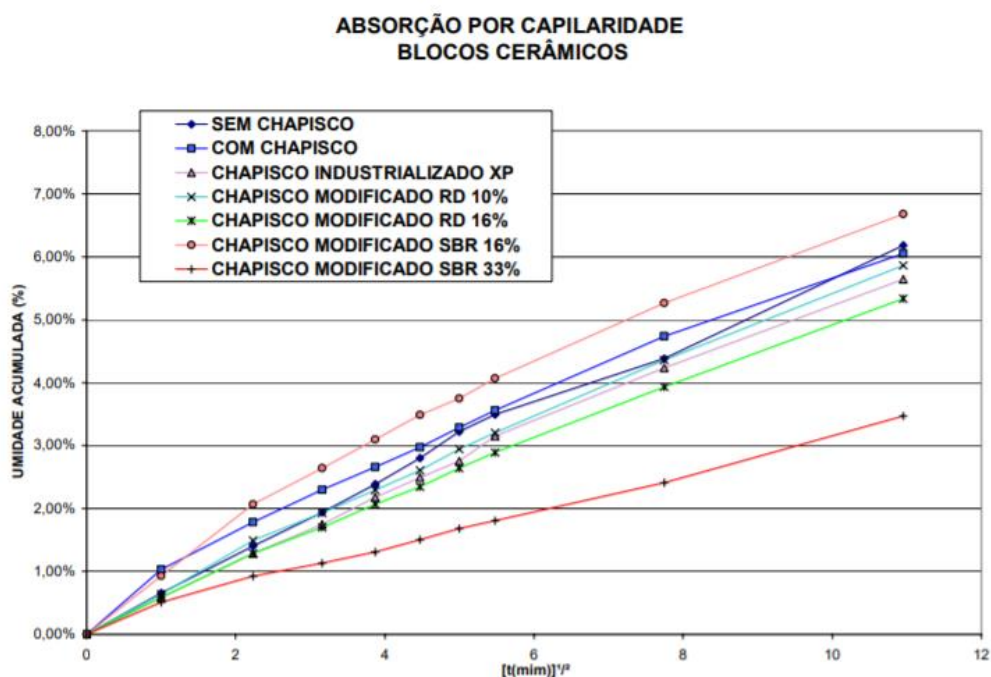


Gráfico 2 - Umidade acumulada para blocos cerâmicos.
Fonte: Leal(2003)

O gráfico 3, apresenta o comportamento da curva de absorção de água por capilaridade ao longo do tempo, no bloco de concreto.

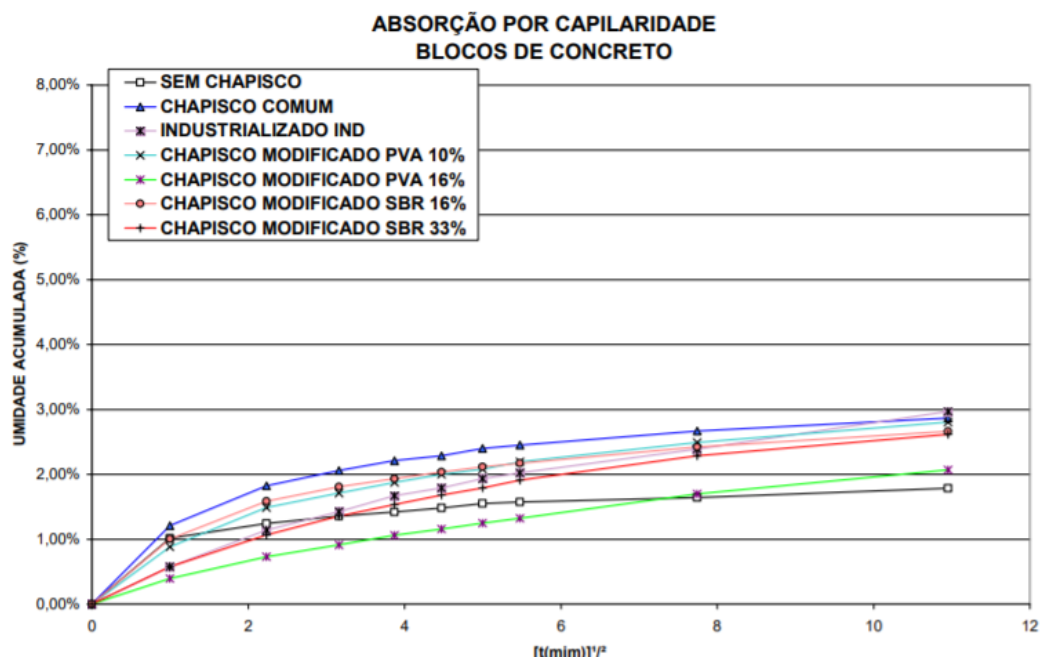


Gráfico 3 - Umidade acumulada para blocos de concreto
Fonte: Leal (2003)

O Estudo de Leal (2003) faz uma análise dos diferentes tipos de tratamento de base aplicados sobre diferentes substratos (bloco cerâmico e bloco de concreto). Analisando os gráficos, é possível concluir que apesar de terem sido aplicados os mesmos tipos de tratamento, dependendo do substrato, a absorção de água ao longo do tempo pode apresentar resultados.

2.2. Patologia das Edificações

Segundo Verçosa (1991), a patologia das edificações refere-se ao estudo da identificação dos efeitos e causas das manifestações encontradas nas edificações.

Pode-se definir as manifestações patológicas como qualquer desvio de normalidade sob o ponto de vista da fisiologia e anatomia e que constitui e dá as características de uma doença (FERREIRA, 2009).

Em relação a construção civil, entende-se como manifestações patológicas pelo comprometimento do desempenho da estrutura em no que condiz a estética, condições de serviço, estabilidade e a durabilidade (SOUZA E RIPPER, 1998).

2.2.1. Origem

Helene (1993), defende que um diagnostico de uma manifestação deve indicar em qual etapa do processo construtivo que teve origem o fenomeno que fez com que a manifestação surgisse.

Segundo Grunau (1981), citado por Verçosa (1991), as manifestações têm origem, na maioria das vezes, nas etapas de projeto e de planejamento da construção, como mostra o gráfico 4.

Origens em relação as etapas de produção

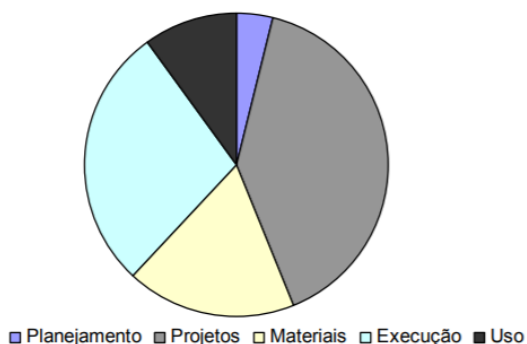


Gráfico 4 - Origem dos problemas patológicos com relação às etapas de produção e uso das obras civis.

Fonte: Grunau, apud Verçosa (1991).

2.2.2. Principais Causas

Para Souza (1998), é fundamental esclarecer as causas da “doença” detectada em alguma análise de estrutura, a fim de buscar o motivo da formação e desenvolvimento dessa “doença”. Apenas assim será possível prescrever o remédio correto para o caso e evitar que esse problema volte a causar danos na estrutura.

Algumas pesquisas mostram que as falhas construtivas possuem, de maneira geral, quatro principais grandes causas:

- a) Falha de projeto;
- b) Erros de execução;
- c) Materiais indevidos;
- d) Má utilização pelo usuário;

Na tabela 4 é evidenciada a relação de diversos estudos, e demonstra os resultados da análise das causas das manifestações patológicas em estruturas de concreto.

Tabela 4 - Causas Dos Problemas Patológicos Em Estruturas De Concreto

	CAUSAS DOS PROBLEMAS PATOLÓGICOS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO			
FONTE DE PESQUISA	Concepção e Projeto	Materiais	Execução	Utilização e Outras
Edward Grunau Paulo Helene (1992)	44	18	28	10
D. E. Allen (Canadá) (1979)	55	⇐ 49 ⇒		
C.S.T.C. (Bélgica) Verçoza (1991)	46	15	22	17
C.E.B. Boletim 157 (1982)	50	⇐ 40 ⇒		10
Faculdade de Engenharia da Fundação Armando Álvares Penteadó Verçoza (1991)	18	6	52	24
B.R.E.A.S. (Reino Unido) (1972)	58	12	35	11
Bureau Securitas (1972)	⇐ 88 ⇒			12
E.N.R. (U.S.A.) (1968 - 1978)	9	6	75	10
S.I.A. (Suíça) (1979)	46		44	10
Dov Kaminetzky (1991)	51	⇐ 40 ⇒		16
Jean Blévet (França) (1974)	35		65	
L.E.M.I.T. (Venezuela) (1965-1975)	19	5	57	19

Fonte: RIPPER (1998)

2.2.3. Consequências

Segundo Helene (1993) e Thomas (1992), as manifestações patológicas têm efeito evolutivo e tendem a piorar com o tempo, o que pode gerar novos problemas em decorrência dos primeiros. Por esse motivo, pode-se afirmar que as correções terão um custo menor, serão mais duráveis, mais efetivas se forem executadas no início, como expressa a lei de Sitter, representada no gráfico 5, onde pode-se observar que o custo cresce progressão geométrica de fator cinco, de acordo com tempo da realização de cada etapa construtiva.

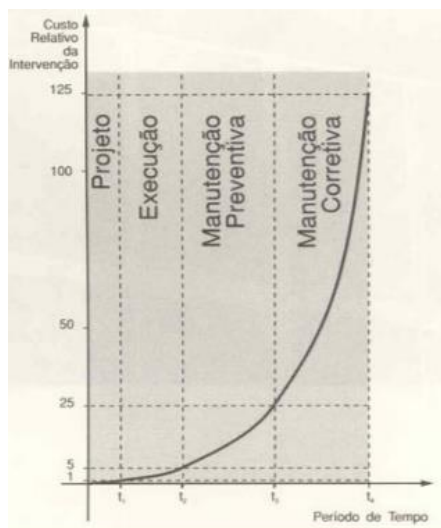


Gráfico 5 - Lei de evolução de custos
Fonte: SITTER (1993)

As medidas corretivas são os reparos dos problemas levantados durante os trabalhos de diagnóstico, prognóstico e desenvolvimento das formas de intervenção. A essas atividades pode-se associar um custo cento e vinte e cinco vezes superior ao custo das medidas que poderiam ter sido tomadas durante as fases iniciais da construção (HELENE, 1993).

2.3. Manifestações patológicas em Revestimentos de Fachadas

As fachadas em revestimentos argamassados estão sujeitas a vários fenômenos, sejam eles decorrentes de métodos construtivos, do modo de como foi projetado, do meio ambiente, das propriedades químicas e físicas dos componentes empregados na construção, da manutenção, bem como do uso inadequado dos edifícios (SILVA A. F., 2007).

As estruturas e superfícies das edificações estão sob a ação de pressões exercidas de natureza estática e dinâmica, o que contribui para o aparecimento de manifestações patológicas. A figura 17, mostra a atuação de alguns fatores na superfície de uma estrutura (CARASEK, 2007).

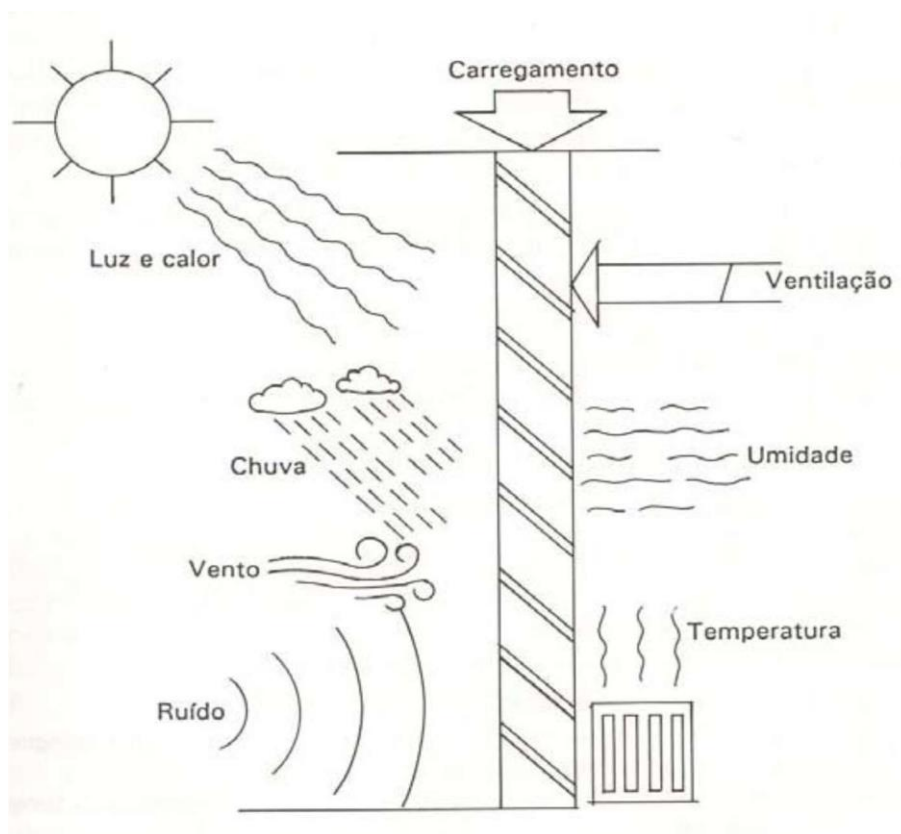


Figura 17 - Elementos atuantes nas fachadas das edificações.
Fonte: CINCOTTO, SILVA, CARASEK (1995).

2.3.1. Tipos de Manifestações Patológicas

Devido à complexidade e a grande extensão do assunto, foram abordadas nesse estudo, somente as manifestações patológicas com maior incidência nas fachadas: as fissuras, a biodeterioração, descolamento de revestimento, eflorescência. Na tabela 5, pode-se ter uma noção mais ampla das manifestações patológicas mais frequentes nas fachadas.(SILVA A. F., 2007).

Tabela 5 - Manifestações patológicas nos revestimentos: causas prováveis

Manifestação patológica	Efeitos	Causas prováveis
Eflorescência	- manchas de umidade - pó branco acumulado na superfície	- umidade constante - sais solúveis nas alvenarias e água de amassamento
Bolor (fungos, algas, líquens etc)	- manchas esverdeadas, avermelhadas ou escuras - revestimento em desagregação	- umidade constante - área não exposta ao sol
Vesículas	- empolamento da pintura - bolhas com umidade	- hidratação retardada da CaO (hidróxido de cálcio/cor branca) - pirita ou matéria orgânica na areia (cor escura) - concentrações ferruginosas na areia - aplicação prematura de tinta impermeável
Descolamento do reboco com empolamento	- descolamento do emboço formando bolhas - reboco com som cavo	- infiltração de umidade - hidratação retardada do MgO (hidróxido de magnésio)
Descolamento do reboco em placas	- placa endurecida quebrando com dificuldade - som cavo	- placas freqüentes de mica na camada interior - argamassa muito rica ou espessa. - superfície com substâncias hidrófugas - falta de aderência da superfície
	- placa endurecida e desagregando-se - som cavo	- argamassa magra - ausência de chapisco
Fissuras horizontais	- ao longo da parede - descolamento do revestimento com som cavo	- expansão da argamassa por hidratação retardada do MgO - expansão da argamassa por reação cimento-sulfatos ou de argilo-minerais nos agregados
Fissuras mapeadas	- forma variada e em toda a superfície	- retração da argamassa de base

Fonte: (CINCOTTO, Patologia das argamassas de revestimento: análise e recomendações, 1988)

2.3.1.1. Fissuras

Fissuras são as manifestações que ocupam o segundo lugar em frequência de recorrência em construções. Elas possibilitam que ocorram infiltrações, gerando manchas e aparências deterioradas na estrutura. Constante infiltração desagrega o revestimento, ainda com pulverulência ou formação de bolor em locais sem incidência de raios solares (SOTANA et al., 2012).

Segundo Thomaz (1989), as fissuras merecem uma atenção em especial, por três motivos:

- Podem ser um aviso, quanto a um estado de perigo da estrutura;
- Compromete o desempenho, quanto à durabilidade, estanqueidade à água, isolamento acústico etc.;

- c) Constrangimento psicológico que a fissuração de um edifício exerce sobre os usuários;

2.3.1.1.1. Fissuras causadas por movimentações térmicas

Thomaz (1992) indica três fatores causadores de fissuras decorrentes de movimentações térmicas entre materiais.

O primeiro refere-se às fissuras causadas pela junção de materiais com diferentes coeficientes de dilatação térmica, expostos às mesmas variações de temperatura. Os materiais utilizados na construção estão sujeitos a grande variação de temperaturas diárias ou sazonais. A fachada de um edifício é o elemento que está mais exposto ao sol, principal fonte de calor (SILVA A. F., 2007).

Um segundo fator, é a exposição de elementos a diferentes solicitações térmicas naturais. Para exemplificar, pode-se citar o concreto e as alvenarias, onde sem tem coeficientes de dilatação térmica diferentes. O coeficiente do concreto é aproximadamente duas vezes maior que o da alvenaria (SILVA A. F., 2007). A figura 18, mostra uma típica fissura no topo da parede e destacamento da platibanda por movimentações térmicas da laje.



Figura 18 – Típica fissura no topo da parede e destacamento da platibanda por movimentações térmicas da laje.

Fonte: Thomaz (1992)

Um terceiro fator seria o gradiente de temperaturas ao longo de um mesmo componente da edificação. Thomaz (1992), relatou que as fissuras que ocorrem nas

lajes de cobertura são provocadas por esforços internos direcionados, resultantes da diferença de temperatura entre a superfície da laje inferior e a superfície da laje exterior. Como o objetivo é o estudo de manifestações patológicas em fachadas, esse tema não será aprofundado nesse estudo.

2.3.1.1.2. Fissuras causadas por movimentações higroscópicas

Pode-se dizer que o volume de água que é absorvido por um material de construção está diretamente relacionando com a capilaridade e com a porosidade. A força de sucção que é provocada pelo efeito de capilaridade, é inversamente proporcional à espessura dos poros abertos, assim, quanto menor a espessura dos poros, maior será a intensidade da sucção. Dessa forma, quando o material estiver com todos os poros preenchidos com água, irá aumentar de volume e depois de perder a água por evaporação irá diminuir (THOMAZ E. , 1992). Esse fenômeno pode provocar a fadiga desse material, induzindo assim a formação de fissuras semelhantes à de retração da argamassa provocadas pela falha da pintura e exposição contínua da parede a água da chuva, como mostra a figura 19, onde houve fissuras decorrentes da retração da argamassa:



Figura 19 - Fissuras decorrentes da retração da argamassa provocadas pela falha da pintura e exposição contínua da parede a água da chuva.

Fonte: Thomaz (1992)

Na figura 20, podemos observar as fissuras provocadas pelo fluxo de água interceptado do peitoril da janela, que escorre lateralmente.



Figura 20 - O fluxo de água interceptado do peitoril da janela escorre lateralmente, provocando a fadiga do reboco desenvolvendo sua fissuração.

Fonte: Thomaz (1992)

2.3.1.1.3. Fissuras causadas por causadas por atuação de sobrecargas

As fissuras podem surgir nas paredes devido aos esforços de flexão e compressão, originados pela ação das cargas superiores às que foram previstas em projeto. Segundo Argilés (1999).

A figura 21, apresenta fissuras na alvenaria, causadas pro sobrecarga vertical,

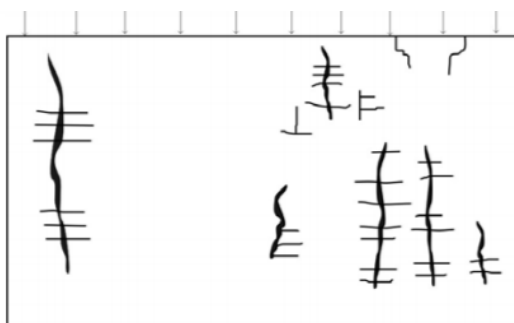


Figura 21 - Fissura típica da alvenaria causada por sobrecarga vertical

Fonte: THOMAZ (1989)

A figura 22, apresenta fissura horizontais na alvenaria, causadas no topo, fora do eixo de gravidade da parede

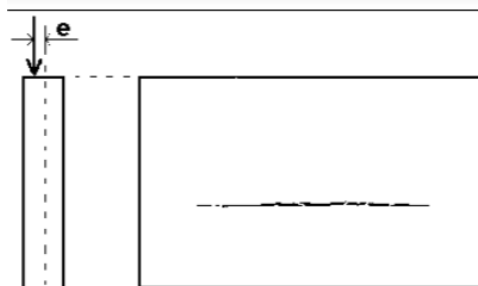


Figura 22 - Típica fissura horizontal na alvenaria, portanto, provenientes de sobrecarga no topo, fora do eixo de gravidade da parede.

Fonte: THOMAZ (1989)

A figura 23, apresenta fissura de ruptura pontual da alvenaria, sob o ponto da aplicação da carga e propagação de fissuras a partir deste ponto.

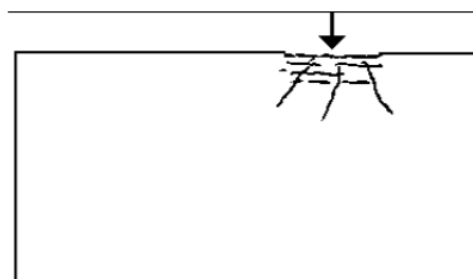


Figura 23 - Típica fissura de ruptura pontual da alvenaria sob o ponto da aplicação da carga e propagação de fissuras a partir deste ponto.

Fonte: Argilés (1999)

A figura 24, apresenta a deformação da viga de apoio maior que a viga superior, causando o fissuramento da alvenaria.

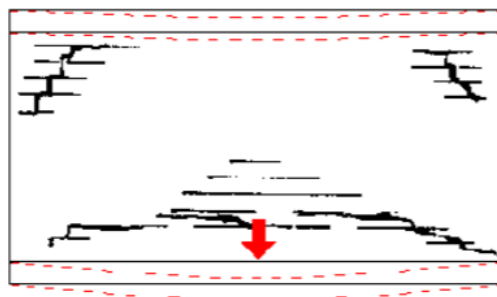


Figura 24 - Deformação da viga de apoio maior que a viga superior, causando o fissuramento da alvenaria.

Fonte: THOMAZ (1989)

2.3.1.1.4. Fissuras causadas por recalques de fundação

De acordo com Thomaz (1989) e Helene (1993), as fissuras causadas por movimentos da fundação são as mais preocupantes, por indicarem problemas na estrutura de fundação.

De maneira geral, estas fissuras são inclinadas, assemelhando-se algumas vezes aquelas provenientes da deflexão de componentes estruturais, mas geralmente são maiores, “deitando-se” em direção ao ponto onde ocorreu o maior recalque Thomaz (1989).

Para Thomaz (1989), alguns fatores que causam recalques de fundações são:

- a) O tipo e estado do solo;
- b) Disposição do lençol freático;
- c) Intensidade da carga, tipo de fundação e cota de apoio;
- d) Dimensões e formato da placa carregada;
- e) Interferência de fundações vizinhas;

2.3.1.1.5. Fissuras causadas por retração de produtos à base de cimento

O consumo de água e/ou cimento excepcionalmente altos, provocam fissuras de retração com diferentes configurações e semelhantes às fissuras de retração em argamassas, como mostrado na figura 25 (SILVA A. F., 2007).



Figura 25 - Fissuras de retração em concreto armado, causadas pela elevadíssima quantidade de cimento e/ou relação água cimento do concreto

Fonte: THOMAZ (1992)

Segundo Thomaz (1992), essas retrações são provocadas por fatores como: a retração por secagem da água excedente empregada na preparação da argamassa; retração química entre a água e o cimento que provoca a redução do volume, gerando as fissuras.

2.3.1.1.6. Fissuras causadas por alterações químicas dos materiais de construção

Os materiais da construção estão sujeitos a sofrerem deterioração causada pela ação das substâncias químicas que interagem com seus componentes. As substâncias são: álcoois, ácidos, sais solúveis. De todas as deteriorações que surgem nos materiais da construção, as que merecem atenção são os ataques por sais e a corrosão das armaduras (THOMAZ E. , 1992).

2.3.1.1.7. Fissuras causadas por hidratação retardada de cales

Quando há grãos de cal mal hidratada na cal utilizada na execução da argamassa, faz com que haja um retardamento na hidratação da cal. Esses grãos isolados de óxidos ativos entram em contato com a água e se hidratam, aumentando assim, de volume em até 100%. Segundo Thomaz (1992), em argamassas de assentamentos, essa hidratação vai gerar esforços na fachada, provocando o surgimento de fissuras que irão acompanhar as juntas de assentamento da alvenaria.

2.3.1.1.8. Fissuras causadas por ataques de sulfatos

De acordo com Thomaz (1992), o sulfato em solução reage com substâncias químicas presentes nos cimentos, como o aluminato tricálcico, gerando uma reação, que resulta em uma grande expansão e forma o sulfoaluminato tricálcico, também conhecido como etringita. Esses sulfatos, podem derivar de água contaminada presentes no solo, e de componentes

Segundo Thomaz (1992), o sulfato em solução pode reagir com elementos químicos constituintes dos cimentos, como o aluminato tricálcico. Tal reação, que é

acompanhada de grande expansão, forma o sulfoaluminato tricálcico, também conhecido como etringita. $\text{Ca}_6[\text{Al}(\text{OH})_6]_2 \cdot 24\text{H}_2\text{O} \cdot [(\text{SO}_4)]_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Os sulfatos podem provir de águas contaminadas contidas no solo, bem como em componentes cerâmicos constituídos por argilas com altos teores de sais solúveis. A figura 26, apresenta as fissuras na argamassa de revestimento provenientes do ataque por sulfatos na argamassa de assentamento com argila da alvenaria.

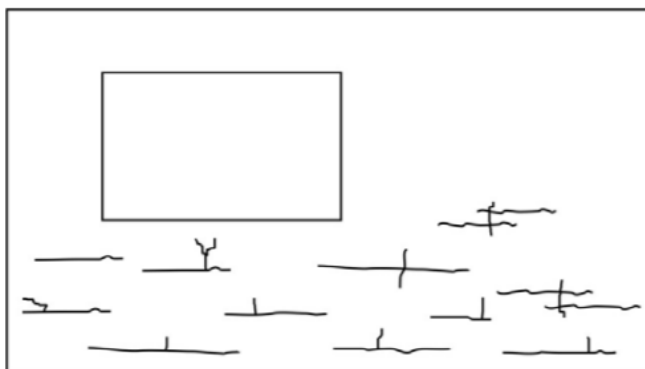


Figura 26 - Fissuras na argamassa de revestimento provenientes do ataque por sulfatos na argamassa de assentamento com argila da alvenaria.

Fonte: Thomaz (1992)

2.3.1.1.9. Fissuras causadas por corrosão de armaduras

A corrosão de armaduras em estruturas de concreto armado vem sendo um tema bastante discutido, pois apresenta grande recorrência e por prejudicar a durabilidade da estrutura. Segundo Helene (1993), em alguns casos os problemas são tão graves que é melhor demolir a estrutura o que fazer reparo, devido ao elevado custo.

As fissuras originadas da corrosão, geralmente são acompanhadas pelo alinhamento da armadura corroída, como mostra a figura 27:

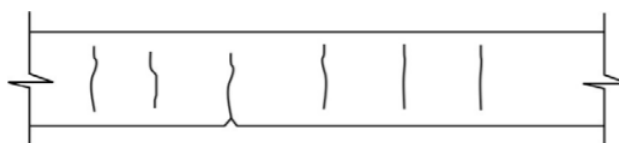


Figura 27 - Típica forma de fissuras em viga de concreto, particularmente nas posições dos estribos. Geralmente estas fissuras são acompanhadas pelo destacamento da camada de proteção

Fonte: HELENE (1993)

2.3.1.2. Biodeterioração

Existem fatores biológicos que afetam uma edificação, chamados de fatores bióticos, são eles: bactérias, raízes, algas, fungos, insetos, entre outros (SILVA A. F., 2007). Devido ao tema do estudo, falaremos apenas dos mais comuns que são fungos, algas.

2.3.1.2.1. Fungos

Para que ocorra a propagação de fungos, é necessário um elevado teor de umidade no material ou no ambiente. Existem diversos fatores que favorecem o surgimento de umidade nas edificações, dentre eles estão: vazamento na obra, falhas na estrutura que permitirá que a água percole. Como método para que se evite o surgimento de bolor nas edificações, algumas medidas devem ser tomadas ainda na fase de projeto. Essas medidas, devem ter como parâmetros, a ventilação, a diminuição do risco de condensação nas superfícies internas dos componentes e, mitigar os riscos de surgimento de infiltrações de água através das paredes, pisos e tetos (ALUCCI & FLAUZINO & MILANO, 1988). Na figura 28, pode-se observar de forma ampliada, aspecto da textura de colônia de fungos.



Figura 28 - Foto ampliada mostrando o aspecto da textura de colônia de fungos.

Fonte: Thomaz (1992)

De acordo com Cincotto (1995), existem várias espécies de fungos, dentre elas, as mais comuns encontradas nos materiais de construção são: o *cladosporium* sp, fungo com uma coloração escura, presente em quase todos os casos; o

aureobasidium sp, fungo que também tem uma coloração escura; e o penicillium sp, fungo com uma coloração clara, sendo um fundo menos encontrado.

2.3.1.2.2. Algas

De acordo com UEMOTO (1999), as algas utilizam a luz do sol para gerar seu próprio alimento, ou seja, elas são fotossintetizantes. Sendo assim, não precisam das substancias dos materiais a que estão aderidos para se desenvolverem. Por serem vegetais, precisam apenas de luz e água para crescerem, princilpamente em ambientes externos.

2.3.1.3. Descolamento em revestimentos

Os descolamentos em revestimentos de argamassa ocorrem pela separação de uma ou mais camadas dos revestimentos argamassados e apresentam extensão variada. Manifestam-se com empolamento em placas, ou com pulverulência (BAUER, 1994).

2.3.1.3.1. Descolamento com empolamento

De acordo com Cincotto (1988), a causa provável dessa manifestação é a infiltração de umidade e a surgimento de cal parcialmente hidratada presente na argamassa, que ao extinguir após a aplicação, tem um aumento de volume e expande.

2.3.1.3.2. Descolamento em placas

Ocorre quando partes do revestimento se desprendem da base (alvenaria ou estrutura). Uma característica deste fenômeno é que o revestimento apresenta som cavo ao ser percutido (BAUER, 2004)).

Para Bauer (2004) As principais causas deste descolamento em placas são os seguintes:

- a) Argamassa muito rica em cimento;
- b) Camada muito espessa;

- c) Ausência de chapisco ou chapisco inadequado;
- d) Preparação deficiente da base, comprometendo a hidratação do cimento;
- e) Base apresentando presença em quantidade considerável de mica;
- f) Superfície da base demasiadamente lisa ou com presença de substância hidrófuga.

2.3.1.3.3. Descolamento com pulverulência

Caracteriza-se pela desagregação e esfarelamento da camada de revestimento. A argamassa se torna friável, resultando no descolamento por pulverulência (BAUER, 2004).

As causas do descolamento por pulverulência para Bauer (1994) são:

- a) Camadas de revestimento muito espessas;
- b) Ausência de carbonatação da cal (geralmente quando a pintura é aplicada em período inferior a 30dias);
- c) Traço demasiadamente rico em cal;
- d) Argamassas muito pobres;
- e) Excesso de finos nos agregados;

2.3.1.3.4. Descolamento de placas cerâmicas

É caracterizado pela perda de aderência das placas cerâmicas do substrato, ou da argamassa colante, quando as tensões no revestimento cerâmico ultrapassam a capacidade de aderência das ligações entre a placa cerâmica e argamassa colante e/ou emboço (BAUER, 2004).

2.3.2. Eflorescência

As eflorescências são ocasionadas pela cristalização de sais solúveis dos elementos, na maioria das vezes, potássio, magnésio, sulfato de sódio que estão presentes nos materiais utilizados na execução da fachada (BAUER, 1994).

De um modo geral, essa manifestação apresenta apenas um efeito estético ruim, porém pode causar descolamento do revestimento argamassado (BAUER, 1994).

A figura 29, mostra uma fachada que apresenta eflorescência em alguns pontos.



Figura 29 - Eflorescência em fachada.
Fonte: LOPES, FONSÊCA, NEVES, FREITAS, & SILVA (2018)

3. PROGRAMA EXPERIMENTAL

Para a elaboração deste estudo serão utilizados estudos e artigos pertinentes ao tema proposto, a fim de criar uma boa e fundamentada base teórica.

Serão também realizados experimentos práticos em campo e em laboratório, a fim de comparar diferentes cenários de aplicação da argamassa estabilizada, e assim levantar dados que comprovem ou que contrariem a hipótese apresentada.

Para esse estudo foi escolhida a argamassa de 36h (tempo de garantia de trabalhabilidade fornecido pelo fabricante), pois possibilitou dividir as aplicações em 4 intervalos longos e ao mesmo tempo, concluir as aplicações em 2 dias, otimizando o tempo dos testes. Além disso, como o fornecimento desta argamassa de 36 horas, tinha uma alta demanda pela construtora, dona do canteiro, onde foi realizado os testes, o fabricante que é o fornecedor da argamassa, doou a quantidade necessária para o estudo.

Na tabela 6 abaixo, segue o traço da argamassa utilizada no estudo. Uma observação especial é que essa argamassa foi desenvolvida exclusivamente para um cliente em específico, por isso, a mesma contém areia artificial em sua composição, pouco usual no mercado.

Tabela 6. Traço da Argamassa Estabilizada

MATERIAIS			
CIMENTO	CPII F40	220	Kg
AREIA (1)	QUARTZO	1150	Kg
AREIA (2)	ARTIFICIAL	151	Kg
ÁGUA		245	Kg
ADITIVO (1)	INCORPORADOR DE AR	0,330	Kg
ADITIVO (2)	ESTABILIZADOR DE ARGAMASSA	2,210	Kg

Fonte: autores, 2020.

Na tabela 7 abaixo, temos uma síntese dos resultados obtidos e a classificação da argamassa segundo a NBR 13281:2005. No ANEXO 1, contém a caracterização completa.

Tabela 7. Caracterização da argamassa estabilizada

Ensaio	Método de ensaio	Resultados	Classificação
Retenção de água (%)	NBR 13277/05	86	U3
Densidade de massa no estado fresco (kg/m ³)	NBR 13278/05	1842	D5
Resistência à tração na flexão aos 28 dias (MPa)	NBR 13279/05	2,9	R5
Resistência à compressão aos 28 dias (MPa)	NBR 13279/05	9,9	P6
Densidade de massa no estado endurecido (kg/m ³)	NBR 13280/05	1714	M6
Resistência potencial de aderência à tração (MPa) aos 28 dias	NBR 15258/05	0,55	A3
Coefficiente de capilaridade (g/dm ² .min ^{1/2})	NBR 15259/05	2,5	C3

Fonte: autores,2020.

Esse procedimento prático seguirá o seguinte escopo:

- Utilização de quatro placas de substrato padrão, em acordo com normas técnicas. Cada placa terá um pano correspondente;
- Aplicar argamassa estabilizada de 36h em diferentes intervalos de tempo, considerando três tempos inferiores a esse limite e um tempo excedente a este limite. Cada aplicação deve se dar em placas e panos diferentes;
- Realizar teste de resistência de aderência à tração em cada um das placas e panos;
- Compilar as informações colhidas em gráficos e tabelas, considerando os resultados de resistência e o tempo de aplicação do produto.

3.1. Recebimento da argamassa pela equipe de pesquisa na obra, localizada na cidade de Ribeirão Preto/SP:

No dia 02/08/2020, o grupo recebeu a argamassa estabilizada de 36 horas e armazenou nos recipientes fornecidos pelo fornecedor da argamassa, como mostra a figura 30.



Figura 30 - Recebimento e armazenamento da argamassa estabilizada de 36h.
Fonte: autores, 2020.

. A fim de manter o material estável para utilização posterior, como mostrado na figura 31, colocou-se uma lâmina de água de aproximadamente 2cm na camada superior, conforme orientado pelo fabricante.



Figura 31 - Colocação de lâmina d'água no material armazenado.
Fonte: autores, 2020.

3.2. Aplicação da argamassa nos panos

Definiu-se a execução de quatro panos teste para aplicação do produto em diferentes tempos de estabilização, de modo que se pudesse analisar o comportamento da resistência de aderência para cada cenário.

A aplicação da argamassa foi acompanhada pelos autores desse estudo e pelo técnico do fabricante. Para aplicar a argamassa, foi fornecido um pedreiro da construtora.

A primeira aplicação no pano se deu com 15h de estabilização. O segundo pano foi executado após 19h. O terceiro e quarto após 24h e 37h, respectivamente.

Para a aplicação retirou-se a lâmina de água com um balde e então misturou todo o material dentro de cada caixa de armazenamento com uma pá. Após, com a mesma pá, colocou-se o material suficiente para encher uma carriola, e assim a

argamassa foi transportada para perto do local de aplicação, como podemos observar na figura 32.



Figura 32 – Preparo da argamassa para utilização.
Fonte: autores, 2020

Com uma colher de pedreiro, aplicou-se a argamassa na parede, formando assim o pano teste e após 6h de aplicação, foi realizado o desempenamento da argamassa, conforme podemos observar na figura 33.



Figura 33 - Aplicação da argamassa sobre muro chapiscado para execução do pano teste
Fonte: autores, 2020

Na tabela 8, segue o cronograma de aplicação da argamassa estabilizada em cada pano, com o tempo de estabilização exposto em horas.

Tabela 8 - Cronograma de aplicação dos panos.

PANO	DATA	HORÁRIO	TEMPO DE ESTABILIZAÇÃO (HORAS)
1	03/08/2020	08:00:00	15
2	03/08/2020	12:00:00	19
3	03/08/2020	17:00:00	24
4	04/08/2020	06:00:00	37

Fonte: autores,2020.

Na tabela 9, segue o cronograma de aplicação da argamassa estabilizada em cada placa, com o tempo de estabilização exposto em horas.

Tabela 9 - Cronograma de aplicação nas placas.

PANO	DATA	HORÁRIO	TEMPO DE ESTABILIZAÇÃO (HORAS)
1	03/08/2020	06:00:00	13
2	03/08/2020	12:00:00	19
3	03/08/2020	17:00:00	24
4	04/08/2020	06:00:00	37

Fonte: autores,2020.

3.3. Ensaio de Arrancamento

Conforme recomendações da ABNT NBR 13528:2019, esperou-se 28 dias para a realização dos testes, de modo que ocorresse a cura da argamassa.

O ensaio em questão fez a aferição da resistência de aderência à tração em áreas pré-estabelecidas, denominada CP (corpo de prova) no canteiro de obras e em laboratório.

3.3.1. Ensaio nos panos testes

Os testes foram realizados pelos autores deste estudo e pelo técnico do fabricante.

Para a execução dos panos testes, foram utilizados os materiais abaixo:

- a) Pastilhas metálicas circulares, com diâmetro de 50mm;
- b) Serra copo diamantado de 50mm;
- c) Dinamômetro de tração;
- d) Pastilhas metálicas circulares, com diâmetro de 50mm;
- e) Adesivo plástico
- f) Escova para limpeza do revestimento;
- g) Estilete;
- h) Espátula;

Podemos observar na figura 34, o equipamento utilizado para o ensaio de arrancamento e o certificado de calibração no ANEXO 2.

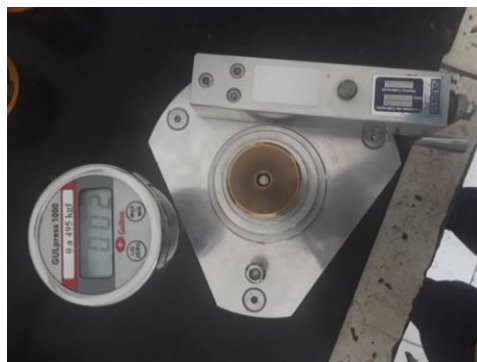


Figura 34 - Dinamômetro de tração.
Fonte autores, 2020

Foi utilizado uma serra copo para fazer 12 cortes à seco de seção circular de 50 mm em cada pano teste com auxílio de um gabarito, conforme figura 35.



Figura 35 - Marcação dos furos.
Fonte: autores, 2020

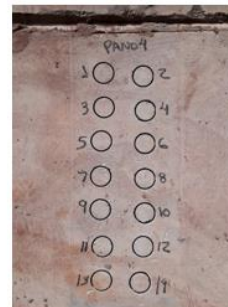
Após a realização dos cortes e marcação dos furos foram feitas as limpezas na superfície para remoção de partículas pulverulentas dos panos, como observado na figura 36.



a) Pano 1 e 2



b) Pano 3



c) Pano 4

Figura 36 - Marcação dos furos para ensaio de arrancamento.
Fonte autores, 2020

Para aplicação da cola à base de resina epóxi nas pastilhas metálicas foi utilizada uma espátula e em seguida as pastilhas foram coladas nos furos, conforme mostrado na figura 37.

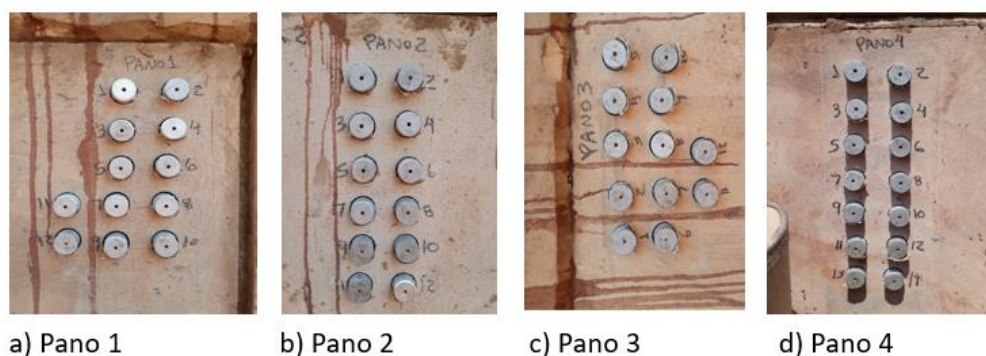


Figura 37 - Colagem das pastilhas nos furos.

Fonte autores, 2020

A taxa de carregamento do dinamômetro de tração deve ser selecionada conforme a tabela 10, em função da resistência de aderência à tração possível. O ensaio deve durar de 10 a 80 segundos.

Tabela 10 - Taxa de carregamento para corpos-de-prova de seção circular de 50 mm de diâmetro

Resistencia de Aderência (MPa)	Taxa de carregamento (N/s)
Acima de 2,0	5
Acima de 0,20 a 0,50	25
Acima de 0,50 a 1,00	100
Acima de 1,00	200

Fonte: NBR 13528, ABNT 2019.

O dinamômetro faz a aferição a carga registrada em MegaPascal (MPa), conforme mostrado na figura 38.



Figura 38 - Resultado do ensaio de arrancamento do CP 1 do pano teste 1.
Fonte: autores, 2020

Segundo a NBR 13528 (2019), deve-se registrar a carga de ruptura, efetuar a análise dos rompimentos, observando os itens abaixo:

- a) Ruptura da argamassa de revestimento;
Ruptura na interface substrato/argamassa;
- b) Ruptura no substrato;
- c) Ruptura na interface argamassa/cola;
- d) Ruptura na interface cola/dispositivo metálico;

De acordo com a NBR 13528 (2019) registra-se a carga de ruptura, e analisa-se o rompimento, observando-se:

- a) Falhas de colagens das pastilhas;
- b) Ruptura na interface do revestimento com o substrato;
- c) Ruptura da argamassa de revestimento;
- d) Ruptura do substrato;
- e) Ruptura da interface do revestimento com a cola;
- f) Ruptura da interface da cola com a pastilha.

Dessa forma, foi realizado o ensaio de arrancamento em cada pano preparado, como apresentado na figura 42

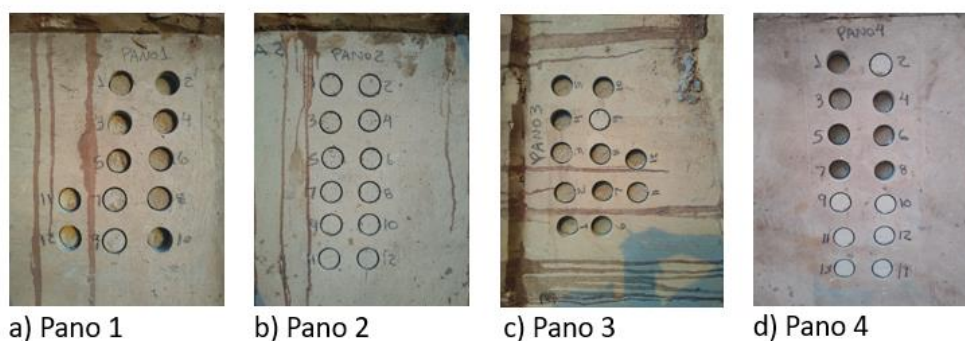


Figura 42 - Pano teste 1, 2, 3 e 4, após o ensaio de arrancamento.
Fonte: autores, 2020.

3.3.2. Ensaio nas placas de laboratório

Para as argamassas aplicadas em substrato inorgânico não metálico, a ABNT NBR 13.528:2019 prescreve o método de ensaio de arrancamento. O método serve para situações de canteiro de obra ou laboratório. Logo para as placas que estavam no laboratório seguiu-se os mesmos procedimentos. Segue abaixo a descrição dos equipamentos utilizados:

- a) Pastilhas metálicas circulares, com diâmetro de 50mm;
- b) Serra copo diamantado de 50mm;
- c) Dinamômetro de tração;
- d) Pastilhas metálicas circulares, com diâmetro de 50mm;
- e) Adesivo estrutural de base epóxi e média fluidez
- f) Escova para limpeza do revestimento;
- g) Estilete;
- h) Espátula;

Foi utilizado uma serra copo para fazer 12 cortes à seco de seção circular de 50 mm em placa teste.

Houve também a colagem das pastilhas em cada placa de teste, como mostra a figura 43.

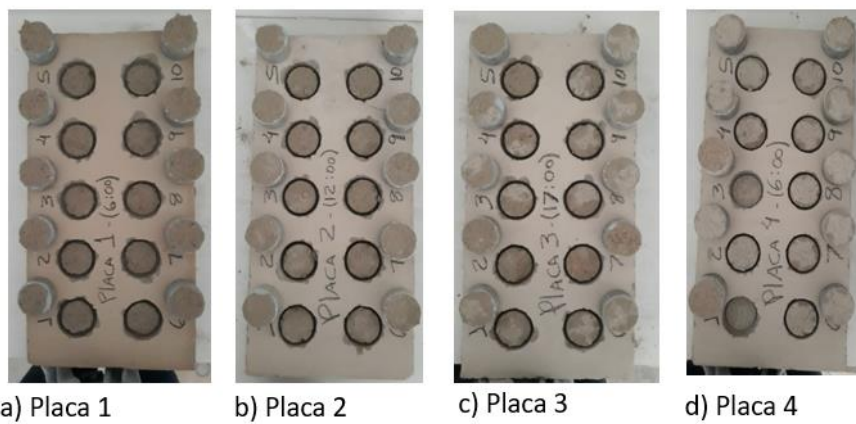


Figura 43 - Placa teste 1, 2, 3 e 4, após o ensaio de arrancamento.
Fonte autores, 2020.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

No presente capítulo iremos apresentar e comentar os resultados obtidos no trabalho.

A argamassa utilizada para o estudo, foi de 36hs de estabilização, produzida em usina às 17hs, é importante citar que o tempo de estabilização é a capacidade em que a argamassa consegue permanecer em estado fresco e com trabalhabilidade, desde que seja recebida e estabilizada em caixa impermeável e com uma película de água, conforme orientação do fornecedor.

Teste 1 (placa) - Moldado e executado às 6:00hs - tempo de estabilização 13hs

Teste 1 (pano) - Moldado e executado às 8:00hs - tempo de estabilização 15hs

Teste 2 - Moldado e executado às 12:00hs - tempo de estabilização 19hs

Teste 3 - Moldado e executado às 17:00hs - tempo de estabilização 24hs

Teste 4 - Moldado e executado às 6:00hs - tempo de estabilização 37hs

Como podemos observar no gráfico 6, a linha laranja representa os resultados da resistência potencial de aderência à tração obtidos na parede e a linha azul, os resultados obtidos na placa de substrato padrão (NBR 14081-2:2015).

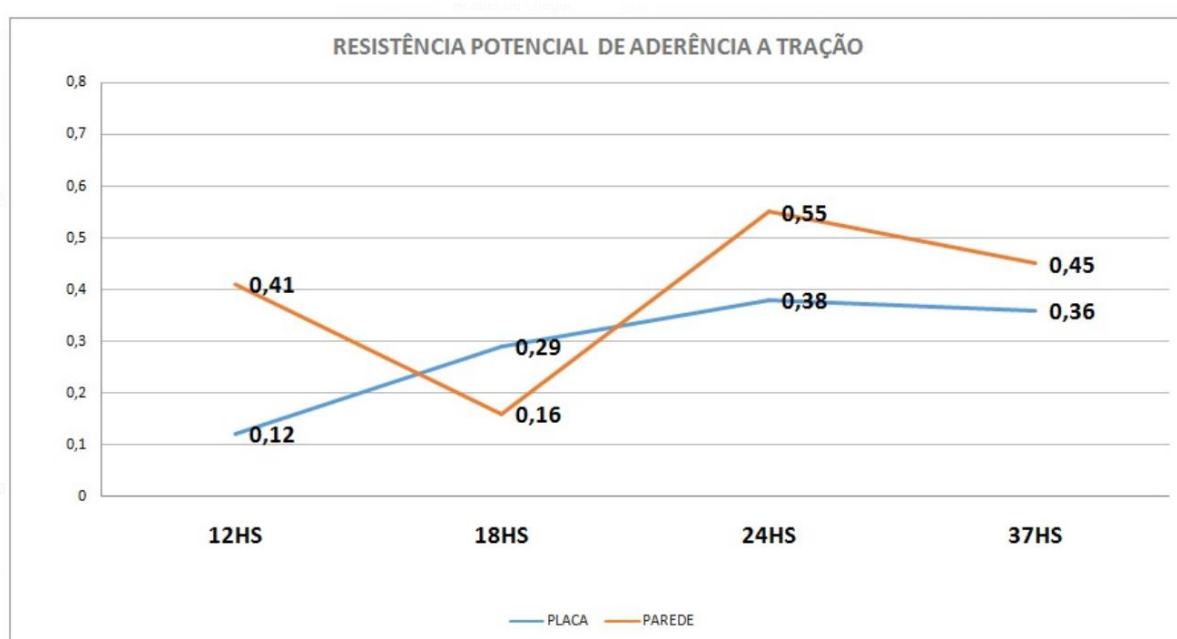


Gráfico 6 - Resultados - Teste 1
Fonte: autores, 2020.

Resultado da Placa teste 1, executado no substrato padrão (NBR 14081-2:2015), como mostra a tabela 11.

Tabela 11 - Resultado do ensaio - Placa teste 1

Nº DO CORPO DE PROVA	CARGA (Kgf)	SEÇÃO (mm²)	RESISTÊNCIA (Mpa)	FORMA DE RUPTURA (%)			
				S - ruptura no substrato	S/A - ruptura na interface substrato argamassa	A - ruptura na argamassa	F - falha na colagem da peça metálica
1	*	*	*				
2	26	1963	<u>0,13</u>			100	
3	22	1963	<u>0,11</u>			100	
4	24	1963	<u>0,12</u>			100	
5	18	1963	<u>0,09</u>			100	
6	22	1963	<u>0,11</u>			100	
7	30	1963	<u>0,15</u>			100	
8	33	1963	<u>0,16</u>			100	
9	22	1963	<u>0,11</u>			100	
10	22	1963	<u>0,11</u>			100	
MÉDIA	24	1963	<u>0,12</u>	*erro na execução do ensaio			

Fonte: autores,2020.

Resultado do Pano teste 1, executado parede, como mostra a tabela 12.

Tabela 12 - Resultado do ensaio - Pano teste 1

Nº DO CORPO DE PROVA	CARGA (Kgf)	SEÇÃO (mm²)	RESISTÊNCIA (Mpa)	FORMA DE RUPTURA (%)			
				ruptura na interface substrato chapisco	S/A - ruptura na interface substrato argamassa	A - ruptura na argamassa	F - falha na colagem da peça metálica
1	107	1963	<u>0,53</u>			100	
2	98	1963	<u>0,49</u>	85		15	
3	80	1963	<u>0,40</u>	20		80	
4	72	1963	<u>0,36</u>			100	
5	83	1963	<u>0,41</u>	25		75	
6	52	1963	<u>0,26</u>			100	
7	98	1963	<u>0,49</u>			100	
8	73	1963	<u>0,36</u>			100	
9	60	1963	<u>0,30</u>			70	30
10	83	1963	<u>0,41</u>	75		25	
11	116	1963	<u>0,58</u>	75		25	
12	54	1963	<u>0,27</u>	50		50	
MÉDIA	81	1963	<u>0,41</u>				

Fonte: autores, 2020.

O **TESTE 1 com tempo de estabilização de 13 horas**, a placa teste executada no substrato padrão e mantida em condições de laboratório, apresentou resultado inferior ao pano executado na parede. Uma observação importante, é que devido um problema de logística na obra, o pano da parede foi aplicado 2 horas após a placa ser moldada, ou seja, com **15 horas** de estabilização. Acredita-se que o aditivo estabilizador que atua como um inibidor de hidratação estando no ápice da sua ação com apenas 13hs de estabilização da argamassa, e uma rápida evaporação da água de amassamento, ocasionou uma falta de água para as reações de hidratação do cimento e para a manutenção do meio aquoso necessário para predispor o hidróxido de cálcio às reações de carbonatação, outro ponto seria o fato do laboratório predispor menor quantidade de CO₂. Em resumo, há uma interface de baixa resistência mecânica no sistema que fatalmente representou o elo mais fraco. Há hipótese de que devido o pano teste executado na parede ter recebido cura no dia seguinte, alguns dias de chuva durante o período dos 28 dias em que ficou exposto, e maior exposição

ao CO₂, tudo isso tenha contribuído para as reações de hidratação acontecerem nos retornando assim um melhor resultado.

Resultado da Placa teste 2, executado no substrato padrão (NBR 14081-2:2015), como mostra a tabela 13.

Tabela 13 - Resultado do ensaio - Placa teste 2

Nº DO CORPO DE PROVA	CARGA (Kgf)	SEÇÃO (mm²)	RESISTÊNCIA (Mpa)	FORMA DE RUPTURA (%)			
				S - ruptura no substrato	S/A - ruptura na interface substrato argamassa	A - ruptura na argamassa	F - falha na colagem da peça metálica
1	41	1963	<u>0,20</u>			100	
2	51	1963	<u>0,25</u>			100	
3	55	1963	<u>0,27</u>			100	
4	59	1963	<u>0,29</u>			100	
5	41	1963	<u>0,20</u>			100	
6	70	1963	<u>0,35</u>			100	
7	72	1963	<u>0,36</u>			100	
8	72	1963	<u>0,36</u>			100	
9	53	1963	<u>0,26</u>			100	
10	61	1963	<u>0,30</u>			100	
MÉDIA	58	1963	<u>0,29</u>				

Fonte: autores,2020.

Resultado do Pano teste 2, executado parede, como mostra a tabela 14.

Tabela 14 - Resultado do ensaio - Pano teste 2

Nº DO CORPO DE PROVA	CARGA (Kgf)	SEÇÃO (mm²)	RESISTÊNCIA (Mpa)	FORMA DE RUPTURA (%)			
				S - ruptura no substrato	S/A - ruptura na interface substrato argamassa	A - ruptura na argamassa	F - falha na colagem da peça metálica
1	37	1963	<u>0,18</u>			100	
2	29	1963	<u>0,14</u>			100	
3	72	1963	<u>0,36</u>			100	
4	14	1963	<u>0,07</u>			100	
5	39	1963	<u>0,19</u>			100	
6	0	1963	<u>0,00</u>			100	
7	58	1963	<u>0,29</u>			100	
8	28	1963	<u>0,14</u>			100	
9	22	1963	<u>0,11</u>			100	
10	40	1963	<u>0,20</u>			100	
11	16	1963	<u>0,08</u>			100	
12	22	1963	<u>0,11</u>			100	
MÉDIA	31	1963	<u>0,16</u>				

Fonte: autores,2020.

O **TESTE 2 com tempo de estabilização de 19 horas**, a placa teste executada no substrato padrão e mantida em condições de laboratório, apresentou resultado superior ao pano executado na parede. Acredita-se que o aditivo estabilizador que atua como um inibidor de hidratação não estando mais no ápice da sua ação com **19 horas** de estabilização da argamassa, fez com que o processo de hidratação se iniciasse ainda que lentamente, onde houve uma melhora no resultado comparado com o resultado da placa do teste 1. Já o resultado do pano 2 executado na parede, há hipótese de que o processo que foi executado para a lavagem do pano com jato de água, tenha interferido nos resultados, pois a vista desarmada foi possível notar um maior desgaste superficial que os demais panos, possivelmente interferindo na área de seção para colagem das pastilhas, e com isso nos retornou um resultado discrepante e fora da curva.

Resultado da Placa teste 3, executado no substrato padrão (NBR 14081-2:2015), como mostra a tabela 15.

Tabela 15 - Resultado do ensaio - Placa teste 3

Nº DO CORPO DE PROVA	CARGA (Kgf)	SEÇÃO (mm²)	RESISTÊNCIA (Mpa)	FORMA DE RUPTURA (%)			
				S - ruptura no substrato	S/A - ruptura na interface substrato argamassa	A - ruptura na argamassa	F - falha na colagem da peça metálica
1	74	1963	<u>0,37</u>			100	
2	83	1963	<u>0,41</u>			100	
3	61	1963	<u>0,30</u>			100	
4	52	1963	<u>0,26</u>			90	10
5	68	1963	<u>0,34</u>			100	
6	74	1963	<u>0,37</u>			100	
7	47	1963	<u>0,23</u>			95	5
8	103	1963	<u>0,51</u>			100	
9	111	1963	<u>0,55</u>			100	
10	84	1963	<u>0,42</u>			100	
MÉDIA	76	1963	<u>0,38</u>				

Fonte: autores, 2020.

Resultado do Pano teste 3, executado parede, como mostra a tabela 16.

Tabela 16 - Resultado do ensaio - Pano teste 3

Nº DO CORPO DE PROVA	CARGA (Kgf)	SEÇÃO (mm²)	RESISTÊNCIA (Mpa)	FORMA DE RUPTURA (%)			
				ruptura na interface substrato chapisco	S/A - ruptura na interface substrato argamassa	A - ruptura na argamassa	F - falha na colagem da peça metálica
1	87	1963	<u>0,43</u>	60		40	
2	136	1963	<u>0,68</u>			100	
3	108	1963	<u>0,54</u>			100	
4	89	1963	<u>0,44</u>	40		60	
5	154	1963	<u>0,77</u>			100	
6	92	1963	<u>0,46</u>	100			
7	56	1963	<u>0,28</u>			100	
8	151	1963	<u>0,75</u>			100	
9	124	1963	<u>0,62</u>			100	
10	76	1963	<u>0,38</u>			100	
11	151	1963	<u>0,75</u>			100	
12	90	1963	<u>0,45</u>	5		95	
MÉDIA	110	1963	<u>0,55</u>				

Fonte: autores, 2020.

○ **TESTE 3 com tempo de estabilização de 24 horas**, a placa teste executada no substrato padrão e mantida em condições de laboratório, apresentou resultado inferior ao pano executado na parede. Acredita-se que o aditivo estabilizador que atua como um inibidor de hidratação perdendo força de ação agora com **24 horas** de estabilização da argamassa, permitiu as reações de hidratação do cimento, onde podemos observar o crescimento dos resultados das placas 1, 2 e 3, porém para a manutenção do meio aquoso necessário para predispor o hidróxido de cálcio às reações de carbonatação, há hipótese de que devido o pano teste executado na parede ter recebido cura no dia seguinte, alguns dias de chuva durante o período dos 28 dias em que ficou exposto, e maior exposição ao CO₂, tudo isso tenha contribuído para as reações de hidratação acontecerem em condições melhores, nos retornando assim um melhor resultado, pois o mesmo também apresenta um crescimento em relação ao teste 1, desconsiderando o ponto do teste 2 que ficou fora da curva.

Resultado da Placa teste 4, executado no substrato padrão (NBR 14081-2:2015), como mostra a tabela 17.

Tabela 17 - Resultado do ensaio - Placa teste 4

Nº DO CORPO DE PROVA	CARGA (Kgf)	SEÇÃO (mm²)	RESISTÊNCIA (Mpa)	FORMA DE RUPTURA (%)			
				S - ruptura no substrato	S/A - ruptura na interface substrato argamassa	A - ruptura na argamassa	F - falha na colagem da peça metálica
1	80	1963	<u>0,40</u>		100		
2	48	1963	<u>0,24</u>			100	
3	79	1963	<u>0,39</u>		100		
4	70	1963	<u>0,35</u>			100	
5	84	1963	<u>0,42</u>			100	
6	47	1963	<u>0,23</u>			100	
7	70	1963	<u>0,35</u>			100	
8	50	1963	<u>0,25</u>			100	
9	97	1963	<u>0,48</u>			100	
10	105	1963	<u>0,52</u>			100	
MÉDIA	73	1963	<u>0,36</u>				

Fonte: autores, 2020.

Resultado do Pano teste 4, executado parede, como mostra a tabela 18.

Tabela 18 - Resultado do ensaio - Pano teste 4

Nº DO CORPO DE PROVA	CARGA (Kgf)	SEÇÃO (mm²)	RESISTÊNCIA (Mpa)	FORMA DE RUPTURA (%)			
				ruptura na interface substrato chapisco	S/A - ruptura na interface substrato argamassa	A - ruptura na argamassa	F - falha na colagem da peça metálica
1	62	1963	<u>0,31</u>			100	
2	141	1963	<u>0,70</u>			100	
3	153	1963	<u>0,76</u>			100	
4	70	1963	<u>0,35</u>	85		15	
5	140	1963	<u>0,70</u>	20		80	
6	82	1963	<u>0,41</u>			100	
7	92	1963	<u>0,46</u>	30		70	
8	65	1963	<u>0,32</u>	30		70	
9	50	1963	<u>0,25</u>			100	
10	69	1963	<u>0,34</u>			100	
11	74	1963	<u>0,37</u>			100	
12	71	1963	<u>0,35</u>			100	
MÉDIA	89	1963	<u>0,45</u>				

Fonte: autores, 2020.

O **TESTE 4 com tempo de estabilização de 37 horas**, a placa teste executada no substrato padrão e mantida em condições de laboratório, apresentou resultado inferior ao pano executado na parede. Neste caso, a argamassa que já pode ser considerada como vencida, ainda assim tanto na placa, como na parede, a argamassa apresentou resultados superiores ao da normalização vigente. Segundo o aplicador do pano executado na parede, o mesmo notou grande perda de trabalhabilidade, onde a argamassa apresentou uma consistência mais pesada, mas foi possível aplicá-la sem qualquer adição de água. Acredita-se que tenhamos perdido desempenho por parte da execução, devido a argamassa se mostrar mais difícil de se manusear, perdemos então força de aplicação na vertical. Já na placa de substrato padrão, a perda de desempenho foi menor, acredita-se que isso ocorreu por sua aplicação ser na horizontal onde a força aplicada pode ser mantida. Para a manutenção do meio aquoso necessário para predispor o hidróxido de cálcio às reações de carbonatação, há hipótese de que devido o pano teste executado na parede ter recebido cura no dia seguinte, alguns dias de chuva durante o período dos

28 dias em que ficou exposto, e maior exposição ao CO₂, tudo isso tenha contribuído para as reações de hidratação acontecerem em condições melhores.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se que foram atingidos os objetivos propostos no início dessa pesquisa e que a hipótese foi confirmada e pode-se observar que:

a) o melhor tempo de aplicação da argamassa é nas últimas 12 horas, quando há um ganho de resistência de aderência à tração, uma melhora na trabalhabilidade e a diminuição dos efeitos do aditivo inibidor de hidratação.

b) Para um tempo de **estabilização de 13hs**, obteve-se a resistência potencial de aderência a tração de 0,12 MPa no ensaio executado na placa de substrato padrão NBR 14081-2:2015, e obteve-se 0,41 MPa no ensaio executado na parede, observa-se no entanto uma diferença discrepante entre os resultados, no qual a placa executada no substrato padrão e mantida em condições de laboratório, apresentou um resultado muito inferior ao pano executado em obra, sendo assim um resultado que seria reprovado segundo a NBR13749:2013 que exige uma resistência igual ou maior que 0,30 MPa para ambientes externos, enquanto o ensaio executado na parede mesmo com apenas 13hs de estabilização já atenderia a normalização. Para um tempo de **estabilização de 19hs** houve um crescimento significativo no resultado do ensaio executado na placa de substrato padrão NBR 14081-2:2015, e obteve-se a resistência potencial de aderência a tração de 0,29 MPa, onde se aproximou mais da resistência esperada para ambientes externos segundo a normalização vigente, enquanto a resistência potencial de aderência a tração do pano executado na parede sofreu uma queda brusca e obteve-se 0,16 MPa apenas, onde acreditamos piamente ter sido prejudicado pelas intempéries do ensaio já citado na análise de resultados item 4.2 deste trabalho. Para um tempo de **estabilização de 24hs** onde havia a hipótese de que teríamos os melhores resultados, a mesma foi confirmada com o resultado de resistência potencial de aderência a tração de 0,38 MPa para o ensaio executado na placa de substrato padrão NBR 14081-2:2015, e de 0,55 MPa no ensaio executado na parede, ambos apresentaram seus melhores resultados justamente no tempo de estabilização considerado ideal no início da pesquisa, que seria nas últimas 12 horas de estabilização. Para um tempo de **estabilização de 37hs**, neste caso, a argamassa que seria de 36hs, já pode ser considerada como vencida, mas ainda assim em ambos os casos, apresentou resultados superiores ao da normalização vigente, nos retornando a resistência

potencial de aderência a tração de 0,36 MPa para o ensaio executado na placa de substrato padrão NBR 14081-2:2015, apenas 0,02 MPa menor que a resistência apresentada no tempo ideal de aplicação comentado acima, e no ensaio executado na parede obteve-se 0,45 MPa, ou seja, 0,10 MPa menor que a resistência apresentada no tempo ideal de aplicação comentado acima. Como a eficiência da aplicação, está relacionada com o fator humano, torna-se a variável mais importante no processo, em que acreditamos que o ensaio executado na parede tenha tido uma queda maior pela modificação da consistência da argamassa que se mostrou mais pesada e de menor trabalhabilidade. Ainda assim, mesmo a argamassa vencida, ambos os resultados atendem a normalização vigente.

Acredita-se que o aditivo estabilizador que atua como um inibidor de hidratação estando no ápice da sua ação, ou seja, quanto menor o tempo de estabilização mais ele minora o potencial de retenção de água da argamassa, e contribui para uma rápida evaporação da água de amassamento, ocasionando assim uma falta de água para as reações de hidratação do cimento e para a manutenção do meio aquoso necessário para predispor o hidróxido de cálcio às reações de carbonatação. Há também a hipótese de que devido o pano teste executado na parede, ter recebido cura no dia seguinte e alguns dias de chuva durante o período dos 28 dias em que ficou exposto, e sua maior exposição ao CO₂, tudo isso tenha contribuído para as reações de hidratação acontecerem nos retornando assim resultados melhores em todos os tempos de estabilização, comparado ao ensaio executado na placa padrão e em condições de laboratório.

6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Sugestão para os próximos trabalhos científicos, estudar com mais profundidade a questão química dos aditivos e suas reações no produto argamassa estabilizada, outro ponto importante seria se o processo de carbonatação quando se trata de argamassa, se de fato há um ganho na resistência mecânica.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- ALMEIDA, R. S., SILVIA, F. G., SILVIA, V. S., & GONÇALVES, J. P. (2013). Avaliação da resistência ao cisalhamento em argamassas à base de cimento.
- ALUCCI, M. P., FLAUZINO, W. D., MILANO, S. (1988. p.565-70.). *Bolor em edifícios: causas e recomendações. Tecnologia de Edificações, São Paulo. Pini, IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Coletânea de trabalhos da Divisão de Edificações do IPT*. SAO PAULO: PINI.
- ANDRADE D. C., A. N. (2011). Avaliação das propriedades do estado fresco e endurecido da argamassa estabilizada para revestimento. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas, 9. Belo Horizonte: ANTAC, 2011.
- ARGILÉS, J. M. (1999). Patología y técnicas de intervención: fachadas y cubiertas. Madrid: Munilla- Lérvia.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1988). *NBR7200 - Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento*. Rio de Janeiro: ABNT.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2005). *NBR13281 - Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos*. Rio de Janeiro: ABNT.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2005). *NBR15258 - Argamassa para revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência potencial de aderência à tração*. Rio de Janeiro: ABNT.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2013). *NBR13749 - Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificações*. Rio de Janeiro: ABNT.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2019). *NBR 13528 - Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - determinação da resistência de aderência à tração*. Rio de Janeiro: ABNT.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2019). *NBR 13529 - Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração*. Rio de Janeiro.
- BAÍA, L. L., & SABBATINI, F. H. (2008). Projeto e execução de de revestimento de argamassa. 4ª edição, O nome da rosa editora Ltda . São Paulo.
- BARRETO, M. F., & Brandão, P. R. (2014). Avaliação da resistência de aderência à tração de argamassas de cimento portland novas e envelhecidas.

- BAUER, E., & CARASEK, H. (agosto de 1998). "Argamassas de revestimento", 2º Curso de tecnologia das construções, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás.
- BAUER, L. A. (s.d.). *Materiais de Construção*. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos Editora – 2 volumes – 5a Edição – 1994.
- CADERNO DE ENCARGOS SUDECAP. (Agosto de 2018). Acesso em 06 de Setembro de 2020, disponível em PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE: https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura/Capitulo_14_R5.pdf
- CARASEK, H. (1996). Aderência de argamassas à base de cimento portland a substratos porosos: avaliação dos fatores intervenientes e contribuição ao estudo do mecanismo da ligação.
- CARASEK, H. (2001). Importância dos materiais na aderência dos revestimentos de argamassa.
- CARASEK, H. (2007). *Argamassas*. In: *Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais*. ISAIA, G.C. (Organizador/Editor). São Paulo: IBRACON.
- CARASEK, H., & CASCUDO, O. e. (2001). Importância dos materiais na aderência dos revestimentos de argamassa. In: *Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas*.
- CINCOTTO, M. A. (1988). *Patologia das argamassas de revestimento: análise e recomendações*. Pini/IPT.
- CINCOTTO, M. A., SILVA, M. A. C., CARASEK, H.. (s.d.). *Argamassas de revestimento: Características, propriedades e métodos de ensaio (Publicação IPT 2378)*. 1ª ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1995. 118p.
- CINCOTTO, M. A., SILVA, M. A., & CASCUDO, H. C. (1995). Argamassas de revestimento: características, propriedades e métodos de ensaio. *Boletim*, v. 68, p. 118.
- COSTA, I. d. (2016). Estudo comparativo entre as argamassas de revestimento externo: preparada em obra, industrializada fornecida em sacos, e estabilizada dosada em central.
- FIDA NOTÍCIAS. (14 de Agosto de 2019). Acesso em 06 de Setembro de 2020, disponível em fida: <https://www.fida.com.br/como-usar-argamassa-quais-sao-os-principais-cuidados/>
- HEERDT, G. B., PIO, V. M., & BLEICHVEL, N. C. (s.d.). *Principais Patologias na Construção Civil. Trabalho de Graduação, Bacharelado em Engenharia Civil -*

Faculdade Metropolitana de Rio do Sul – UNIASSELVI/FAMESUL, Rio do Sul, 2016.

HELENE, P. (1993). Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da USP. São Paulo.

HELENE, P. (s.d.). *Manual de Reparo, Proteção e Reforço de Estruturas de Concreto. Editora Reabilitar, São Paulo, 2003.*

HERMANN, A., & ROCHA, J. P. (2013). Pesquisa de viabilidade da utilização da argamassa estabilizada modificada para revestimento sem a necessidade de aplicação do chapisco.

http://www.ibracon.org.br/eventos/53cbc/pdfs/argamassa_estabilizada.pdf. (s.d.). *IBRACON.ORG.BR*. Acesso em 14 de 12 de 2020, disponível em IBRACON: http://www.ibracon.org.br/eventos/53cbc/pdfs/argamassa_estabilizada.pdf

<http://www.supermix.com.br/argamassas/>. (s.d.). Acesso em 06 de Setembro de 2020, disponível em SUPERMIX: <http://www.supermix.com.br/wp-content/themes/supermix/assets/files/cartilha-argamassa.pdf>

IOSHIMOTO, E. (1988). Incidência de manifestações patológicas em edificações habitacionais.

JANTSCH, A. C. (2015). Análise do desempenho de argamassas estabilizadas submetidas a tratamento superficial com aditivos cristalizantes.

KAZMIERCZAK, C. d., BREZEZINSKI, D. E., & COLLATO, D. (2007). Influência das características da base na resistência de aderência à tração e na distribuição de poros de uma argamassa.

Kazmierczak, C.S; Brezezinski, D.E; Collatto, D. (2007). *Influência das características da base na resistência aderência à tração e na distribuição de poros de uma argamassa.*

Kazmierczak, C.S; Brezezinski, D.E; Collatto, D. (Estudos tecnológicos - Vol. 3, nº 1:47-58 Jan/Jun 2007). *Influência das características da base na resistência aderência à tração e na distribuição de poros de uma argamassa.*

LEAL, F. E. (2003). Estudo do desempenho do chapisco como procedimento de preparação de base em sistemas de revestimento.

LOPES, M. A., FONSÊCA, B. A., NEVES, D. C., FREITAS, P. J., & SILVA, D. L. (2018). ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FACHADAS DE EDIFÍCIOS EM RECIFE . Maceió.

MACHADO, L. T. (2018). *CARACTERIZAÇÃO DE ARGAMASSAS ESTABILIZADAS PARA REVESTIMENTO. PORTO ALEGRE.*

- MALAGONI, M. A., & SCARTEZINI, V. (2013). Análise dos resultados de resistência de aderência em revestimentos de argamassa.
- MOREIRA, A. R., SILVA, C. D., OLIVEIRA, J. L., & SANTOS, P. H. (2018). Avaliação da aderência da argamassa no substrato de concreto estrutural, a partir de diferentes tipos de aplicação de chapisco.
- NEVILLE, A. M. (2016). *PROPRIEDADES DO CONCRETO*. PORTO ALEGRE: BOOKMAN.
- OUZIT. (1990). Contribution a l'étude du comportement mécanique des enduits de façade a base de liants hydrauliques .
- PAES, I. (2004). *Avaliação do transporte de água em revestimentos de argamassa nos momentos iniciais pós-aplicação*. Brasília, DF. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, 260 p.
- RECENA, F. A. (2012). *CONHECENDO ARGAMASSA*. PORTO ALEGRE: EDIPUCRS,2012.
- SANTO, H. B. (2008). ENSAIO DE ADERÊNCIA DAS ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO: Tecnologia e Produtividade das Construções. 2008. 50 f. Monografia (Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Minas Gerais .
- SCARTEZINI, L., & CARASEK, H. (2003). O tipo e preparo da alvenaria na prevenção do descolamento em revestimentos de argamassa. In: CONPAT - Congreso Latinoamericano de Patología de la Construcción, 7, 2003, Mérida. Anais... Mérida, Cinvestav/ALCONPAT, 1:73-80.
- SELMO. (1989). Dosagem de argamassas de cimento Portland e cal para revestimento externo de fachada de edifícios. Dissertação de mestrado – Escola Politécnica da USP, São Paulo.
- SILVA, A. F. (2007). *MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FACHADAS COM REVESTIMENTOS ARGAMASSADOS ESTUDO DE CASO EM EDIFÍCIOS EM FLORIANÓPOLIS* . Florianopolis.
- SILVA, J. M., & ABRANTES, V. (s.d.). *Patologias em paredes de alvenaria: causas e soluções*. In: *Seminário sobre Paredes de Alvenaria – Inovação e possibilidades atuais*. Universidade do Minho. Lisboa. 2007.
- SILVA, V. S. (2004). Aderência de chapiscos em concretos estruturais –Melhoria da microestrutura da zona de interface pela adição da sílica da casca de arroz. 2004. 229p. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais – Universidade de São Paulo, São Carlos.

- SITTER. (1993). Costs for service life optimization. The “law of fives”. Durability of concrete structures. Copenhagen: Precedings of the international workshop help in Copenhagen.
- SOTANA, A. F. (s.d.). *PATOLOGIA DAS ESTRUTURAS E PISOS DE CONCRETO ARMADO E REVESTIMENTO*. 2012. 33f. Trabalho apresentado a disciplina de Construção Civil II, Chapecó/SC, 2012.
- SOUZA, V. C., & RIPPER, T. (s.d.). *Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto*. São Paulo: Pini, 1998.
- STOLZ, C. M., Masuero, A. B., & Kirchheim, A. P. (2016). Dispositivo para ensaio de resistência de aderência ao cisalhamento em revestimentos: desenvolvimento e validação. Porto Alegre, RS, Brasil.
- STOLZ, C., MASUERO, A., & KIRCHHEIM, A. (2016). Dispositivo para ensaio de resistência de aderência ao cisalhamento em revestimentos: desenvolvimento e validação. Porto Alegre, RS, Brasil.
- TERRA, R. (s.d.). *Levantamento de Manifestações Patológicas em Revestimentos de Fachadas das Edificações da Cidade de Pelotas*. Dissertação de Mestrado, Mestre em Engenharia Civil. Porto Alegre, 2001.
- THOMAZ, E. (1989). *Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação*. São Paulo: Pini.
- THOMAZ, E. (1992). *Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação*. São Paulo: Ed. PINI.
- UEMOTO, K. L. (1999). Degradação de pinturas e elementos de fachada por organismos biológicos. São Paulo: EPUSP.
- VERÇOSA, Ê. J. (1991). *Patologia das edificações*. Porto Alegre.
- YOSHIDA, A. T., & BARROS, M. (1995). Caracterização de argamassas no estado fresco: peculiaridade na análise de argamassas industrializadas. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, I, p. 53-62.
- ZANELATO, E. B. (2015). INFLUÊNCIA DO CHAPISCO NA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO DE REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA EM BLOCOS CERÂMICOS.

ANEXO 1

parte 1/4

 Associação Brasileira de Cimento Portland	ÁREA DE TECNOLOGIA - LABORATÓRIO 1/4 RELATÓRIO DE ENSAIO Nº Confidencial		Ensaios NBR ISO/IEC 17025
	Interessado Endereço: Confidencial Referência:		

Amostra nº: Confidencial Material declarado: Argamassa estabilizada 36 h Período de realização dos ensaios: 16.01.20 a 14.02.20 Objetivo: Caracterização de argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos	Data de entrada: 17.01.20
--	---------------------------

1. INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta os resultados dos ensaios de caracterização de argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos. A amostra coletada e enviada pelo interessado recebeu as seguintes identificações:

ABCP	Interessado
Confidencial	Argamassa estabilizada 36 horas – produzida pelo interessado em 15.01.2020

2. MÉTODOS DE ENSAIO E DOCUMENTOS REFERENCIADOS

ABNT NBR 13277:2005	Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da retenção de água
ABNT NBR 13278:2005	Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado
ABNT NBR 13279:2005	Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão
ABNT NBR 13280:2005	Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido
ABNT NBR 13281:2005	Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos
ABNT NBR 15258:2005	Argamassa para revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência potencial de aderência à tração
ABNT NBR 15259:2005	Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade

3. RESULTADOS

As Tabelas 1 a 6 apresentam os resultados obtidos com a amostra de argamassa estabilizada 36 horas produzida pelo interessado em 15.01.2020.

Este documento tem significação restrita e diz respeito tão somente à(s) amostra(s) ensaiada(s). Sua reprodução só poderá ser total e depende da aprovação formal deste Laboratório.

Av. Torres de Oliveira, 76 - CEP 05347-902 - São Paulo/SP - Fone (11) 3760-5370 - e-mail: laboratorio@abcp.org.br
 Laboratório de Ensaios Acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob nº CLF 0024

Parte 2/4



2/4

Relatório de ensaio nº Confidencial

TABELA 1 – Ensaio no estado fresco
ABNT NBR 13277/05 e ABNT NBR 13278/05

Ensaio	Resultados
Retenção de água (%)	86
Densidade de massa (kg/m³)	1842
Teor de ar incorporado (%)	17

TABELA 2 – Resistência à tração na flexão – ABNT NBR 13279/05

Idade (dias)	Resistência à tração na flexão (MPa)		
	Corpo de prova nº	Carga (N)	Resistência à tração na flexão (MPa)
28	1	1278	3,00
	2	1313	3,08
	3	1178	2,76
Resistência à tração na flexão média (MPa)			2,9
Desvio absoluto máximo (MPa)			0,2

A amostra foi moldada em formas prismáticas com dimensões de (40 x 40 x 160) mm e permaneceu por 48 h em ambiente de laboratório. Após a desforma os corpos de prova foram mantidos até a data de ruptura em ambiente com umidade relativa de (60 ± 5) % e temperatura de (23 ± 2) °C.

TABELA 3 – Resistência à compressão – ABNT NBR 13279/05

Idade (dias)	Resistência à compressão (MPa)		
	Corpo de prova nº	Carga (N)	Resistência à compressão (MPa)
28	1	16380	10,24
	2	15670	9,79
	3	16380	10,24
	4	15230	9,52
	5	16240	10,15
	6	15140	9,46
Resistência à compressão média (MPa)			9,9
Desvio absoluto máximo (MPa)			0,4

A amostra foi moldada em formas prismáticas com dimensões de (40 x 40 x 160) mm e permaneceu por 48 h em ambiente de laboratório. Após a desforma os corpos de prova foram mantidos até a data de ruptura em ambiente com umidade relativa de (60 ± 5) % e temperatura de (23 ± 2) °C.

Este documento tem significação restrita e diz respeito tão somente à(s) amostra(s) ensaiada(s). Sua reprodução só poderá ser total e depende da aprovação formal deste Laboratório.

Av. Torres de Oliveira, 76 - CEP 05347-902 - São Paulo/SP - Fone (11) 3760-5370 - e-mail: laboratorio@abcp.org.br
Laboratório de Ensaio Acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob nº CLF 0024

Parte 3/4



3/4

Relatório de ensaio nº Confidencial

TABELA 4 – Densidade de massa no estado endurecido – ABNT NBR 13280/05

Idade (dias)	Corpo de prova nº	Massa dos cp's (g)	Volume dos cp's (cm³)	Densidade de massa (kg/m³).	
				ρ máx	Média
28	1	438,6	254,4	1724	1714
	2	437,1	254,4	1718	
	3	432,1	254,4	1699	

A amostra foi moldada em fôrmas prismáticas com dimensões de (40 x 40 x 160) mm e permaneceu por 48 h em ambiente de laboratório. Após a desforma os corpos de prova foram mantidos até a data de ensaio em ambiente com umidade relativa de (60 ± 5) % e temperatura de (23 ± 2) °C.

TABELA 5 – Resistência potencial de aderência à tração – ABNT NBR 15258/05

Idade (dias)	Resistência potencial de aderência à tração (MPa)					
	Corpo de prova nº	Seção (mm)	Carga (N)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura (%)	
28	1	1963	930	0,47	A	100
	2	1963	1210	0,62	A	100
	3	1963	1260	0,64	A	100
	4	1963	1060	0,54	A	100
	5	1963	930	0,47	A	100
	6	1963	790	0,40	A	100
	7	1963	1110	0,57	A	100
	8	1963	1370	0,70	A	100
	9	1963	1120	0,57	A	100
	10	1963	990	0,50	A	100
Resistência potencial de aderência à tração média (R _t) (MPa)				0,55	-	

A amostra foi aplicada no substrato padrão com dimensões de (20 x 50 x 2,5) cm, que foi mantido até a data do ensaio em ambiente com umidade relativa de (60 ± 5) % e temperatura de (23 ± 2) °C.

Formas de Ruptura → S – ruptura no substrato, S/A – ruptura na interface substrato/argamassa, A – ruptura na argamassa, F – falha na colagem da peça metálica.

Este documento tem significação restrita e diz respeito tão somente à(s) amostra(s) ensaiada(s). Sua reprodução só poderá ser total e depende da aprovação formal deste Laboratório.

Av. Torres de Oliveira, 76 - CEP 05347-902 - São Paulo/SP - Fone (11) 3760-5370 - e-mail: laboratorio@abcp.org.br
Laboratório de Ensaios Acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob nº CLF 0024

parte 4/4



4/4

Relatório de ensaio nº Confidencial

TABELA 6 – Absorção de água e coeficiente de capilaridade
ABNT NBR 15259/05

Idade (dias)	Corpo de prova nº	Absorção de água por capilaridade (g/cm ²)		Coeficiente de capilaridade (g/dm ² .min ^{1/2})
		10 min	90 min	
28	1	0,10	0,24	2,3
	2	0,12	0,28	2,7
	3	0,08	0,24	2,5
Média		0,10	0,25	2,5
Desvio relativo máximo (%)		—	—	8,0

A amostra foi moldada em formas prismáticas com dimensões de (40 x 40 x 160) mm e permaneceu por 48 h em ambiente de laboratório. Após a desforma os corpos de prova foram mantidos até a data do ensaio em ambiente com umidade relativa de (60 ± 5) % e temperatura de (23 ± 2) °C.

4. CLASSIFICAÇÃO

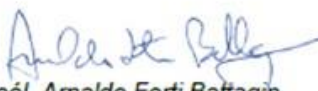
A Tabela 7 apresenta uma síntese dos resultados obtidos e a classificação segundo os requisitos da ABNT NBR 13281/05 para argamassas para assentamento e revestimento de paredes e tetos.

TABELA 7 – Síntese dos resultados obtidos e classificação

Ensaio	Método de ensaio	Resultados	Classificação
Retenção de água (%)	NBR 13277/05	86	U3
Densidade de massa no estado fresco (kg/m ³)	NBR 13278/05	1842	D5
Resistência à tração na flexão aos 28 dias (MPa)	NBR 13279/05	2,9	R5
Resistência à compressão aos 28 dias (MPa)	NBR 13279/05	9,9	P6
Densidade de massa no estado endurecido (kg/m ³)	NBR 13280/05	1714	M6
Resistência potencial de aderência à tração (MPa) aos 28 dias	NBR 15258/05	0,55	A3
Coeficiente de capilaridade (g/dm ² .min ^{1/2})	NBR 15259/05	2,5	C3

São Paulo, 20 de fevereiro de 2020.


Eng. Flávio André da Cunha Munhoz
Supervisor Laboratório de Cimento


Geól. Arnaldo Forti Battagin
Gerente do Laboratório
CREA nº 0600586647

Este documento tem significação restrita e diz respeito tão somente à(s) amostra(s) ensaiada(s). Sua reprodução só poderá ser total e depende da aprovação formal deste Laboratório.

Av. Torres de Oliveira, 76 - CEP 05347-902 - São Paulo/SP - Fone (11) 3760-5370 - e-mail: laboratorio@abop.org.br
Laboratório de Ensaio Acreditado pela Cgore de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob nº CLF 0024

ANEXO 2



DINATESTES INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.
ASSISTÊNCIA TÉCNICA EM MÁQUINAS DE ENSAIOS DE COMPRESSÃO, TRAÇÃO
E INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO DE FORÇA DE USO GERAL (DINAMÔMETROS)

**CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DNTT/ 336c/20.**

1/1.

Solicitante / Interessado:

Supermix Concreto S/A
Avenida Engenheiro Carlos Reinaldo Mendes, 4760
18013-280 - Sorocaba - SP.

Referência: proposta 228/20; pedido e-mail de 17/04/2020

Instrumento de Medição de Força de Uso Geral (Aparelho Portátil para Ensaio de Arrancamento).

Marca n/c, modelo n/c,

Nº. AX157, n°.pat. n/c, ano n/c,

Cap. Máx.: 495 kgf,

Faixa(s) nominal(is) de 495 kgf,

Identif.: n/c.

- Indicador Digital, marca Gultron,

Mod. Gulpress 1000, n°. 121918, n°.pat. n/c,

Identif.: n/c.

RESULTADOS

Faixa nominal de 495 kgf, valor de uma divisão 1 kgf.							
Indicação no Dinamômetro	Valores Médios Indicados pelo Padrão		Erros Relativos de Indicação		Incerteza Expandida	k	v _{eff}
(kgf)	(N)	(kgf)	q (%)	b (%)	U (%)	-	-
0	0	0,0	-	-	-	-	-
100	924	94,3	6,09	0,92	0,94	2,21	14
150	1418	144,6	3,73	0,83	0,84	2,52	6
200	1912	195,0	2,6	1,0	1,1	3,31	3
250	2409	245,6	1,78	0,11	0,29	2,00	∞
300	2898	295,6	1,50	0,16	0,26	2,02	150
350	3403	347,0	0,87	0,06	0,22	2,00	∞
400	3896	397,3	0,69	0,16	0,22	2,05	50
450	4394	448,1	0,43	0,10	0,19	2,02	150
470	4594	468,4	0,34	0,24	0,25	2,25	12
495	4844	494,0	0,21	0,34	0,38	2,87	4

Temperatura ambiente durante a calibração: 22,5 ± 0,7 °C.

Informações gerais:

Ambiente com ar condicionado.

Equipamento calibrado no LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO 1 DA DINATESTES.

Data da última calibração: 11/03/2019.

Calibração efetuada conforme IT-004, baseada na norma ABNT NBR 8197-abr/12.

A incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com v_{eff} graus de liberdade efetivos corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. A incerteza padrão da medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.

Fator de Conversão: 1 kgf = 9,80665 N.

Obs.: A calibração foi efetuada sem a realização de ajuste no equipamento.

Data desta calibração: 23/04/2020.

Padrão(ões) utilizado(s):

CC Identif.: CO 34, n°. 1168932, cap. máx. 10 kN, Cert. RBC (IPT - CAL 0003) n°. 168 248-101 de 21/09/18 - calib. válida até 21/11/20.

TE N°. 372T, Cert. RBC (Visomes - CAL 0127) n°. LV01339-14241-19-R1 de 23/05/19 - calib. válida até 23/05/21.

São Paulo, 27 de abril de 2020.

Dinateste Indústria e Comércio Ltda.

RICARDO LUIZ ZANETTI:13642428851

Assinado de forma digital por RICARDO LUIZ ZANETTI:13642428851
Dados: 2020.04.28 17:01:01 -03'00'

Ricardo Luiz Zanetti

Gerente Técnico

CC = Célula de Carga; TE = Termômetro

Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela Cgcre que avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade ao Sistema Internacional de Unidades - SI.
O ajuste não faz parte do escopo da acreditação deste laboratório. A reprodução do presente documento somente poderá ser efetuada desde que integralmente, sem quaisquer alterações. Os resultados deste certificado referem-se exclusivamente ao instrumento submetido à calibração nas condições específicas, não sendo extensivo a quaisquer lotes.

AVENIDA CORIFEU DE AZEVEDO MARQUES, Nº 1468 - CEP 05582-001 - BUTANTÃ - SÃO PAULO - BRASIL
TELEFONE: (11) 3723-2710 E-mail: dinateste@dinateste.com.br Site: www.dinateste.com.br