

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

MATHEUS SOUZA DE MORAIS PIMENTA

MAYCON DOUGLAS FURTADO DA SILVA

**ESTUDO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA A TRAÇÃO DE
REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA DE FACHADA
ATRAVÉS DO ENSAIO DE ARRANCAMENTO EM
SUBSTRATOS INORGÂNICOS**

ANÁPOLIS / GO

2021

MATHEUS SOUZA DE MORAIS
MAYCON DOUGLAS FURTADO DA SILVA

**ESTUDO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA A TRAÇÃO DE
REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA DE FACHADA
ATRAVÉS DO ENSAIO DE ARRANCAMENTO EM
SUBSTRATOS INORGÂNICOS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

ORIENTADOR: EDUARDO MARTINS TOLEDO

ANÁPOLIS / GO: 2021

FICHA CATALOGRÁFICA

PIMENTA, MATHEUS SOUZA DE MORAIS/ SILVA, MAYCON DOUGLAS FURTADO

Estudo da resistência de aderência a tração de revestimentos de argamassa de fachada através do ensaio de arrancamento em substratos inorgânicos

64 Páginas, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2020).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

1. Aderência

2. Substratos

3. Revestimentos

4. Argamassas

I. ENC/UNI

II. Bacharel

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

PIMENTA, Matheus Souza de Moraes; SILVA, Maycon Douglas Furtado. Estudo da resistência de aderência a tração de revestimentos de argamassa através do ensaio de arrancamento em substratos inorgânicos. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, 64p. 2021.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Matheus Souza de Moraes Pimenta

Maycon Douglas Furtado da Silva

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Estudo da resistência de aderência a tração de revestimentos de argamassa de fachadas através do ensaio de arrancamento em substratos inorgânicos

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2021

É concedida à UniEVANGÉLICA a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Matheus S. de Moraes Pimenta

Matheus Souza de Moraes Pimenta
E-mail: mateus.souza.10@hotmail.com

Maycon Douglas F. da Silva

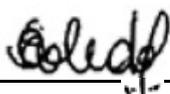
Maycon Douglas Furtado da Silva
E-mail: douglas.furtado.md@gmail.com

MATHEUS SOUZA DE MORAIS PIMENTA
MAYCON DOUGLAS FURTADO DA SILVA

**ESTUDO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA A TRAÇÃO DE
REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA DE FACHADA
ATRAVÉS DO ENSAIO DE ARRANCAMENTO EM
SUBSTRATOS INORGÂNICOS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL**

APROVADO POR:



EDUARDO MARTINS TOLEDO, Mestre (UniEVANGÉLICA)
(ORIENTADOR)



FILIPE FONSECA GARCIA, Especialista (UniEVANGÉLICA)
(EXAMINADOR INTERNO)



ANDERSON DUTRA E SILVA, Mestre (UniEVANGÉLICA)
(EXAMINADOR INTERNO)

DATA: ANÁPOLIS/GO, 27 de Maio de 2021.

RESUMO

Nas edificações, o revestimento de fachada não contribui apenas para a estética do edifício, mas também outras questões além da aparência, pois afeta o desempenho e durabilidade do imóvel, uma vez que está ligado a fatores como estanqueidade, isolamento térmico, isolamento acústico, segurança e proteção do edifício. Pensando nisso, este trabalho teve como escopo estabelecer um comparativo da resistência de aderência a tração em diferentes tipos de substratos inorgânicos em fachadas de edifício, visando destacar verificar a influência do substrato na aderência da argamassa de revestimento, por meio de ensaios de arrancamento e umidade do revestimento em diferentes substratos inorgânicos. Para atingir os objetivos propostos no estudo foi o levantamento bibliográfico e estudo de caso, onde foram realizados os ensaios de arrancamento e umidade do revestimento para os substratos de alvenaria sem chapisco, alvenaria com chapisco e concreto. Para os ensaios foi realizada a coleta de 12 corpos de prova de cada substrato, onde foi verificada a resistência de aderência superficial para as 12 amostras e a umidade do revestimento para 03 amostras de cada substrato escolhidas aleatoriamente. Como resultado obteve-se a resistência de aderência superficial da alvenaria com chapisco mais elevada em relação as demais, e a umidade do revestimento do substrato de concreto como a mais baixa devido sua facilidade de perda de umidade. Por meio do estudo, concluiu-se que a melhor forma de executar revestimentos de fachadas de edifício é com a utilização do substrato com chapisco, pois este possui uma maior resistência de aderência superficial e baixa umidade.

PALAVRAS-CHAVE:

Aderência. Argamassas. Revestimentos. Substratos.

ABSTRACT

In buildings, the facade cladding not only contributes to the aesthetics of the building, but also other issues besides appearance, as it affects the performance and durability of the property, since it is linked to factors such as watertightness, thermal insulation, sound insulation, security and protection of the building. With this in mind, this work aimed to establish a comparison of the adhesion resistance to traction in different types of inorganic substrates in building facades, aiming to highlight the influence of the substrate on the adhesion of the coating mortar, by means of pullout and moisture tests. of the coating on different inorganic substrates. To achieve the objectives proposed in the study was the bibliographical survey and case study, where the pullout and moisture tests were carried out for the substrates of masonry without roughcast, masonry with roughcast and concrete. For the tests, 12 specimens were collected from each substrate, where the surface adhesion resistance for the 12 samples and the coating moisture were checked for 03 samples of each substrate chosen at random. As a result, the surface adhesion strength of masonry with roughcasting was higher in relation to the others, and the humidity of the concrete substrate coating as the lowest due to its ease of moisture loss. Through the study, it was concluded that the best way to perform coatings on building facades is with the use of substrate with roughcast, as it has a greater resistance to surface adhesion and low humidity.

KEY WORDS:

Adherence. Mortars. Coatings. Substrates.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me deu oportunidade de estar realizando um sonho, agradeço pela coragem e força dada, e fez com que meus objetivos fossem alcançados durante todos esses anos de estudo. Aos meus pais e familiares pelo apoio de cada dia e que nunca mediram esforços para me proporcionar um ensino de qualidade e nunca me deixaram desistir desse objetivo. Aos meus professores e colegas de turma por toda dedicação, aprendizado, e conhecimento adquirido nesse curso. Agradeço a todos que contribuíram de alguma forma e que me incentivaram enriquecendo meu aprendizado e formação acadêmica.

Matheus Souza de Morais Pimenta

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me concedido essa grande conquista com muita saúde, força e disposição. Dedico esse trabalho aos meus pais Cid e Claudiani, que não mediram esforço para realizar esse sonho. Agradeço aos meus irmãos e familiares pela motivação que me transmitiram em momentos difíceis. Por fim, agradeço aos meus professores pelos ensinamentos e correções que contribuíram para um melhor desempenho durante minha formação.

Maycon Douglas Furtado da Silva

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Parede de alvenaria estrutural.....	19
Figura 02 - Construção em alvenaria de vedação.....	20
Figura 03 - Parede de concreto armado.....	22
Figura 04 - Chapisco, reboco e emboço.....	25
Figura 05 - Tipos de chapisco.....	26
Figura 06 - Fissuras, trincas e rachaduras.....	33
Figura 07 - Eflorescência em revestimento de fachada.....	34
Figura 08 - Mancha de bolor em revestimento de fachada.....	35
Figura 09 - Descolamento e deslocamento em fachadas.....	36
Figura 10 - Pastilha metálica e camadas do revestimento.....	38
Figura 11 - Ruptura dos corpos de prova.....	39
Figura 12 - Empreendimento onde foram realizados os ensaios de arrancamento.....	40
Figura 13 - Dinamômetro de tração.....	41
Figura 14 - Cola universal e catalisador para a mistura da cola universal.....	41
Figura 15 - Paquímetro.....	41
Figura 16 - Amostras: Alvenaria sem chapisco.....	42
Figura 17 - Amostras: Alvenaria com chapisco.....	44
Figura 18 - Amostras: Concreto.....	46
Figura 19 - Gráfico de comparativo.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Espessuras de revestimentos internos e externos.....	25
Tabela 02 – Envolvidos na cadeia produtiva do revestimento.	31
Tabela 03 - Dados do ensaio: Alvenaria sem chapisco.	43
Tabela 04 – Umidade do revestimento: Alvenaria sem chapisco.....	44
Tabela 05 - Dados do ensaio: Alvenaria com chapisco.....	45
Tabela 06 – Umidade do revestimento: Alvenaria com chapisco.	46
Tabela 07 - Dados do ensaio: Concreto.....	47
Tabela 08 – Umidade do revestimento: Concreto	48
Tabela 09 - Resistência de aderência superficial para os substratos de alvenaria sem chapisco, alvenaria com chapisco e concreto	49

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA

ABCP	Associação Brasileira Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CP	Corpo de prova
N	<i>Newtons</i>
NBR	Norma Brasileira
mm	Milímetros
RN	Referência de Nível
W	Umidade

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	JUSTIFICATIVA	14
1.2	OBJETIVOS	15
1.2.1	Objetivo geral	15
1.2.2	Objetivos específicos	15
1.3	METODOLOGIA	15
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2	SISTEMAS CONSTRUTIVOS	17
2.1	ALVENARIA ESTRUTURAL	18
2.2	ALVENARIA DE VEDAÇÃO	20
2.3	PAREDE DE CONCRETO ARMADO	21
3	ARGAMASSA DE REVESTIMENTO	23
3.1	COMPOSIÇÃO DOS REVESTIMENTOS ARGAMASSADOS	24
3.1.1	Substrato	25
3.1.2	Chapisco	26
3.1.3	Emboço	27
3.1.4	Reboco	27
3.2	PROPRIEDADES DA ARGAMASSA	28
3.3	REVESTIMENTO DE FACHADA	30
3.4	PATOLOGIAS EM REVESTIMENTO DE FACHADA	32
4	ENSAIO DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO DE REVESTIMENTO DE ARGAMASSA	37
4.1	PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	39
4.1.1	Aderência em alvenaria sem chapisco	42
4.1.2	Aderência em alvenaria com chapisco	44
4.1.3	Aderência em concreto	46
4.2	RESULTADOS	48
5	CONCLUSÃO	51

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	52
SUMÁRIO	
REFERÊNCIAS	53
ANEXO A.....	58
ANEXO B.....	60
ANEXO C.....	62

1 INTRODUÇÃO

Com o surgimento de novas técnicas e a constante melhoria dos métodos construtivos, a utilização da argamassa como é evidente, não perde sua importância e continua sendo fortemente utilizado nas obras construção civil. Argamassas são materiais de construção com propriedades de aderência e endurecimento, obtidos através da mistura homogênea de um ou mais aglomerantes, agregado graúdo e água, podendo conter aditivos e adições minerais. O uso do revestimento de argamassa é considerado uma técnica antiga de proteção de elementos de vedação empregado no revestimento de fachadas, paredes e tetos de edificações (CARASEK, 2010).

A argamassa é o principal sistema de revestimento utilizado no Brasil, isso porque, apresenta baixo custo de produção e características de alta simplicidade, fácil aplicação e amplo mercado para aquisição. Contudo, apesar de muito utilizada, formas de aplicação e desenvolvimento elevado de produção, os maiores índices de manifestações patológicas ocorrem nesse sistema (LONGHI, 2012).

Os principais meios de utilização de argamassas empregados na construção civil são em alvenarias e seguindo das etapas de revestimento, emboço e reboco ou revestimento de camada única de paredes e tetos, além de regularização de contra pisos e também no assentamento e rejuntamento de cerâmicas e pedras. Os primeiros registros de utilização de argamassa como material na construção são da pré-história, produzido à base de cal e areia. No entanto, com as novas técnicas de construção foram desenvolvidos novos materiais que podem ser utilizados como aditivos em sua composição (CARASEK, 2010).

As argamassas modernas possuem em sua composição o cimento Portland e frequentemente aditivos orgânicos que influenciam em uma melhora de suas propriedades, tal como a trabalhabilidade. Esses aditivos ajudam na retenção de água e introdução de pequenas bolhas de ar que modificam a reologia da massa fresca, aos longos dos anos surgiram na Europa e nos Estados Unidos, as argamassas industrializadas, misturas prontas, as quais só é necessário a adição de água no momento de sua utilização (CARASEK, 2010).

Uma das principais aplicações das argamassas como sistema de revestimento é sua utilização em fachadas, ou seja, na face das edificações. Essas fachadas por sua vez, podem ser externas onde se tem as faces frontais, laterais e dos fundos da edificação e também as fachadas internas, chamadas de secundárias. Ora, o revestimento utilizado na fachada influencia não

somente a percepção do indivíduo sob o imóvel, mas atua diretamente em questões como durabilidade e proteção da edificação (DESIMONE, 2011).

Para Costa *et al.*, (2013) outro fator importante a ser destacado em relação à argamassas de fachada está relacionado a aderência, ou seja, a capacidade de estabelecimento de ligação entre argamassa e substrato. A falta de aderência entre revestimento e substrato pode ocasionar patologias que podem se estender por toda a estrutura, além de ter diversos transtornos de reparos causando influencia até mesmo no custo.

Estudar esses fenômenos é de extrema importância para evitar patologias na estrutura, tanto na parte externa quanto interna, garantir o melhor desempenho da edificação, e conseqüentemente a satisfação do cliente.

1.1 JUSTIFICATIVA

Conforme a NBR 7200 (ABNT, 1998) a preparação da base (substrato) de revestimento está relacionada com as condições de base, a rugosidade e a microancoragem contribui para a macroancoragem, melhorando a aderência. A aplicação do chapisco deve ser realizada quando a superfície a revestir for parcial ou totalmente não absorvente.

A camada de preparo da base, advém da proporção dos materiais constituintes com a propriedade de cada elemento. Portanto, cada material interfere de maneira significativa no desempenho do revestimento, tornando a aderência um mecanismo complexo (GASPERIN, 2011).

A patologia de falhas de aderência de revestimentos de argamassa é uma das principais preocupações do pós-obra, as fissuras e os deslocamentos se tornam riscos e novas soluções são procuradas constantemente para resolver esta situação. O aumento da resistência e a aderência dos revestimentos, conseqüentemente garante a vida útil e melhora as condições de segurança e diminui o deslocamento contínuo (RUDUIT, 2009)

A escolha do tema do estudo ocorreu devido a linha de economia proposta para obra na qual foram realizados os ensaios e também na busca de novas soluções de aderência no revestimento de argamassa externa, promovendo revestimentos de fachada sem chapisco para substrato de alvenaria de bloco cerâmico. Com isso, houve a necessidade de ensaios de arrancamento de argamassa conforme a NBR 13528:2019 para comparar os resultados de aderência a tração com os diferentes tipos de substratos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo dessa pesquisa é estabelecer um comparativo da resistência de aderência a tração em diferentes tipos de substratos inorgânicos em fachadas de edifício, visando destacar a influência de argamassa de revestimento de chapisco variando as condições da base.

1.2.2 Objetivos específicos

- Analisar a resistência de aderência superficial de revestimento de argamassa entre três tipos de substratos;
- Avaliar se houve influência na umidade do revestimento na aderência;
- Determinar, conforme os parâmetros analisados, qual a melhor forma de executar revestimentos de fachadas de edifício.

1.3 METODOLOGIA

O método de pesquisa utilizado no trabalho, relata de que maneira foram feitas as análises diante dos dados coletados para análise dos resultados obtidos. Inicialmente foi feito o levantamento bibliográfico apresentando os principais conceitos sobre o tema estudado, evidenciando os métodos construtivos e revestimentos argamassados. E posteriormente será aplicado um estudo comparativo entre a aderência da argamassa sobre diferentes tipos de substratos.

Os dados coletados foram obtidos por meio do ensaio de resistência de aderência à tração da obra realizada na cidade de Anápolis, fornecidos pelo laboratório Carlos Campos Consultoria e Construções LTDA. Para cada tipo de substrato somente foi executado um ensaio de arrancamento contendo 12 corpos de prova conforme requisito da NBR 13.528: (ABNT, 2019). Os resultados compreenderam aos ensaios realizados *in loco* de revestimentos com os substratos de alvenaria sem chapisco, alvenaria com chapisco e concreto de superfície lisa, totalizando 36 amostras de corpo de prova de arrancamento.

Os resultados ensaiados são expressos por meio de laudo técnico conforme estabelecido pela NBR 13.528 (ABNT, 2019) e apresentados no trabalho em forma de relatório,

a fim de demonstrar o comparativo entre a aderência dos revestimentos sob os diferentes substratos.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho foi apresentado em 06 capítulos com o objetivo de explorar melhor o tema estudado.

No capítulo 01 é constituído pela Introdução do TCC (Trabalho de Conclusão de Curso), onde são apresentadas as principais ideias discutidas no trabalho. O mesmo tem início com um breve discurso sobre argamassa, fachada e aderência com o intuito de situar o leitor sobre o tema, seguindo para a justificativa e objetivos do estudo, metodologia aplicada na pesquisa e apresentação dos capítulos do TCC.

No capítulo 02 foram apresentados os conceitos dos principais sistemas construtivos utilizados atualmente no Brasil a alvenaria estrutural, alvenaria de vedação e parede de concreto. Tais sistemas construtivos servirão como objeto para aplicação do estudo de caso.

O capítulo 03 fez uma conceituação sobre os principais assuntos relacionados à argamassa de revestimento, apresentando a composição dos revestimentos argamassados, as propriedades do revestimento argamassado. O capítulo irá falar também sobre os revestimentos de fachada e as patologias em revestimento de fachada.

O capítulo 04 explica o procedimento de ensaio da verificação da determinação da resistência de aderência à tração superficial de acordo com a NBR 13.528 (ABNT, 2019) e o procedimento experimental do estudo, onde foi verificada a aderência superficial da argamassa sob 03 diferentes substratos, a alvenaria sem chapisco, alvenaria com chapisco e concreto e posteriormente apresentados os resultados dos ensaios.

E por fim, no capítulo 05 foram apresentadas as considerações finais do estudo através da conclusão, bem como a apresentação de sugestões para trabalhos futuros.

2 SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Com o avanço tecnológico, exigência do mercado e o desenvolvimento contínuo da indústria da construção, surgiram diferentes sistemas de construção que podem ser usados para otimizar o trabalho. Isso exige profissionais cada vez mais especializados, focados na inovação e sempre comprometidos com a melhoria dos processos. De acordo com Salgado:

É também necessário ter em mente que uma obra passa por diferentes etapas construtivas, e que as construções têm características próprias e requerem, em maior ou menor grau, diferentes especializações que vão influenciar no tempo de execução, na qualidade, na segurança e no acabamento, refletindo, assim, no processo de entrega e uso final da edificação (2014, p. 11).

Nesse sentido, é fundamental que os profissionais da área como engenheiros civis, mestres de obra, estagiários, pedreiros e serventes, ajudantes de obra, profissionais terceirizados, etc., tenham a habilidade de identificar as etapas da obra, independente do sistema construtivo utilizado ou finalidade. Salgado (2014) destaca as principais etapas da obra, conforme listado respectivamente:

- Verificação do terreno e sondagem: Verificar se o terreno está adequado para a construção, geralmente utiliza-se ensaios de sondagem e análises de solo.
- Projeto: Projetos aprovados, complementares e memoriais descritivos necessários para a construção.
- Implantação da obra e locação: Realização das marcações do terreno que servirão de referência para a construção, essas marcações delimitam a localização dos taludes, fundações, paredes, etc.
- Movimento de terra e drenagem: Realização dos cortes ou aterros necessários a partir da RN (Referência de Nível), assim como a drenagem da água pluvial.
- Fundações e infraestrutura: Execução dos elementos de base ou sustentação da estrutura da edificação.
- Impermeabilização: Realizar a proteção da estrutura contra as influências da água, a fim de evitar patologias e perda de resistência da estrutura.
- Alvenaria ou Superestrutura: Levantamento das paredes da edificação.
- Pisos: Execução de contrapiso.
- Cobertura: Execução de telhados.
- Esquadrias: Colocação de portas e janelas.
- Instalações hidráulicas, elétricas e incêndio.

- Revestimento: Execução dos acabamentos de piso, madeira, porcelanato, gesso, etc., no chão, paredes ou tetos.
- Isolamento térmico e acústico.
- Paisagismo e limpeza.
- Entrega da obra.

Atualmente existem diversas tecnologias que facilitam as construções, através de materiais melhores e mais duráveis, sistemas construtivos mais eficientes, etc. Esses sistemas construtivos se tratam da reunião de elementos utilizados em determinada obra, como matéria prima, componentes de fixação, técnicas ou processos construtivos, dentre outros. Embora o sistema construtivo escolhido determina qual o método será utilizado na obra o mesmo não deve ter interferência características finais do empreendimento (CORDEIRO; TIEDT, 2018).

De acordo com Pereira (2018) embora existam diversas tecnologias de construção no mercado que envolvem materiais sustentáveis e técnicas novas os sistemas construtivos mais comuns no Brasil são a alvenaria e o concreto pré-moldado. As construções em alvenaria têm como base a sobreposição de peças de blocos cerâmicos ou blocos de concreto ou tijolos cerâmicos que são fixados com argamassa, as construções em alvenaria podem ser de alvenaria de vedação ou alvenaria estrutural. Já as construções em concreto pré moldado são baseadas na concretagem in loco de peças através de formas.

2.1 ALVENARIA ESTRUTURAL

A alvenaria estrutural é um tipo de sistema construtivo onde as paredes de um edifício desempenham função estrutural. Nesse método podem ser empregados tijolos cerâmicos, blocos cerâmicos ou de concreto vazados na vertical, ou seja, sem fundo, esses vãos podem ser utilizados para a passagem de encanações, eletrodutos ou armações, as aberturas e vãos da edificação são dimensionados por meio da modulação desses blocos. Em edificações acima de 04 pavimentos a alvenaria estrutural exige ainda que sejam utilizadas barras de aço (armaduras) para estabilizar o edifício (BARRETO, 2020).

Na construção existem um conjunto de elementos estruturais que tem como objetivo sustentar e transferir as cargas da estrutura conhecidos como fundações, pilares, vigas e lajes. Entretanto, devido já possuir essa função, a utilização do sistema de alvenaria estrutural dispensa a utilização dos elementos estruturais. Devido isso os projetos arquitetônico e estrutural devem ser muito bem detalhados e compatibilizados com os demais projetos para que

a execução da construção seja segura, eficiente, sem interferências físicas e conseqüentemente, retrabalho (PEREIRA, 2019).

É importante destacar que esse sistema construtivo permite ainda a combinação da alvenaria estrutural com a alvenaria de vedação, uma vez que, a edificação pode exigir algumas paredes com a função de sustentação na estrutura e outras com a função apenas de vedação de ambientes (MOHAMAD, 2015).

A Figura 01 ilustra uma parede de alvenaria estrutural onde é possível verificar a passagem de eletrodutos e armações nos vãos dos blocos de concreto.

Figura 01 – Parede de alvenaria estrutural.



Fonte: PEREIRA, 2019

Uma das maiores vantagens desse tipo de sistema é a redução da utilização de formas de aço, alumínio ou madeira para execução das paredes o que acaba refletindo no custo, rapidez da execução do serviço e organização no canteiro de obras. Outro fator bastante vantajoso e que auxilia a redução de custo e aumento de produtividade é o fato da alvenaria estrutural não utilizar elementos estruturais (pilares, vigas e lajes). Além disso, a execução desse tipo de sistema ainda é fácil comparada a outros sistemas mais complexos como parece de concreto que será vista logo mais (MOHAMAD, 2015).

Jantsch, Machado e Mohamad (2017) Destacam como desvantagem desse tipo de sistema que na alvenaria estrutural as paredes que possuem essa função não podem ser derrubadas, o que acaba restringindo o design da arquitetura da edificação assim como os vãos livres. Esse sistema também exige uma mão de obra especializada para execução, além de projetos mais complexos e detalhados conforme já citado anteriormente.

2.2 ALVENARIA DE VEDAÇÃO

A alvenaria de vedação ou alvenaria convencional é o tipo de sistema construtivo onde as paredes tem função apenas de vedação e separação de ambientes. Desta forma, como as mesmas não tem responsabilidade de sustentar a estrutura é necessário a utilização dos elementos estruturais (pilares, vigas e lajes) para receber e transmitir as cargas, de forma que, as lajes recebem e transmitem as cargas para as vigas, as vigas recebem e transmitem as cargas para os pilares que por sua vez, descarregam nas fundações (JUNIOR, 2014).

Segundo Carvalho (2019) as edificações desse tipo de alvenaria podem utilizar os mais diversos tipos de tijolos (cerâmicos, maciços, de vidro, laminados, de cimento, etc.), blocos de concreto ou cerâmicos, painéis pré moldados, entre outros materiais que servem de vedação. Além disso, a alvenaria de vedação é fundamental para a proteção dos ambientes, podendo ser externa ou interna.

A Figura 02 exemplifica uma construção em alvenaria de vedação com os pilares e vigas que recebem e transmitem as cargas e o fechamento dos cômodos com tijolos cerâmicos.

Figura 02 – Construção em alvenaria de vedação.



Fonte: MARINHO, 2017

Dentre as vantagens da alvenaria convencional apontadas por Schwarz (2016) está a disponibilidade de material e mão de obra, já que é um sistema fácil de ser executado e conseqüentemente possui mão de obra mais acessível. Esse sistema oferece também uma grande flexibilidade no design da arquitetura, uma vez que, permite transformações ao longo

da vida útil do imóvel. Além de ser um dos sistemas construtivos que tem melhor aceitação no mercado atualmente.

Em contrapartida a autora diz que comparada a alvenaria estrutural, a alvenaria de vedação demanda um maior tempo de execução e maior custo, em parte justificado pela necessidade dos elementos estruturais. Além disso, a construção em alvenaria convencional consome uma grande quantidade de argamassa (SCHWARZ, 2016).

2.3 PAREDE DE CONCRETO ARMADO

De forma simplificada o sistema construtivo em parede de concreto armado consiste na construção de paredes feitas em concreto autoadensável concretadas *in loco* através da utilização de formas que podem ser de madeira, aço, alumínio, plástico, etc. Esse método permite que a estrutura seja moldada de acordo com a necessidade do usuário como por exemplo os vãos das esquadrias ou locais que receberão tubulações elétricas ou hidráulicas (GARRISON, 2018).

Assim como a alvenaria estrutural as paredes de concreto armado também dispensam a execução dos elementos estruturais, embora nesse sistema seja necessário a utilização de aço, geralmente em telas soldadas, para dar sustentação na estrutura. Desta forma, primeiramente são montadas as armaduras, onde são embutidas as instalações elétrica e hidráulica e posteriormente fixadas as formas. Somente após a equipe responsável fazer todas as conferências de medidas, esquadro, localização das instalações e vãos é feita a concretagem utilizando concreto autoadensável (MOLIN; TUTIKIAN, 2015).

Durante a concretagem é preciso fazer o adensamento do concreto a fim de eliminar os vazios e proporcionar uma maior aderência entre o concreto e a armação, para esse processo geralmente é utilizado um vibrador, após a concretagem é preciso respeitar o período de cura do concreto para retirar as formas. Esse procedimento exige também que sejam feitos ensaios que são realizados através da moldagem de corpos de prova no momento da concretagem e que posteriormente são rompidos para verificação da resistência do concreto (MOLIN; TUTIKIAN, 2015).

A Figura 03 representa a execução de uma parede de concreto. Na imagem é possível observar parte da estrutura já concretada, outra parte com as formas prontas para a concretagem e uma terceira parte da estrutura com as armações e tubulações fixadas aguardando o recebimento das formas.

Figura 03 – Parede de concreto armado.



Fonte: LORENCETO, 2018

A compatibilização dos projetos desse tipo de estrutura é outro fator que merece destaque, como se trata de uma tecnologia onde a concretagem é realizada como um todo no local, e tanto os vãos como as tubulações de instalações elétrica, hidráulica assim como outras instalações como gás e telefone é necessário que todos os projetos estejam em completa harmonia, inclusive os projetos das formas, para evitar transtornos e retrabalhos (IBRACON, 2018).

As principais vantagens da utilização de paredes de concreto armado estão relacionadas a sua resistência a altas temperaturas e agilidade na execução, embora seja exigido um tempo mínimo de cura para o concreto, a execução desse tipo de sistema é mais ágil se comparada à alvenaria. É possível também reutilizar as formas para outras obras, especialmente em casos de obras em grande escala e que utilizam o mesmo padrão. A parede de concreto armado também apresenta menos desperdício de materiais se comparado à alvenaria (LORENCETO, 2018).

Como desvantagem desse sistema está o baixo isolamento térmico e acústico bem como a limitação de reformas, devido as paredes terem função estrutural. O custo para a execução das paredes de concreto é considerado elevado, especialmente em pequenas construções, devido a necessidade da utilização de formas que são caras (NAKAMURA, 2019).

3 ARGAMASSA DE REVESTIMENTO

De modo geral, a argamassa se trata de um material de construção produzido através da mistura de componentes como cimento, água, agregados e aditivos conforme a necessidade do usuário, esses componentes atuam como condicionantes do desempenho e resultado final da argamassa. De acordo com a ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland):

A argamassa é um material de construção constituído por uma mistura homogênea de um ou mais aglomerantes (cimento ou cal), agregado miúdo (areia) e água. Podem ainda ser adicionados alguns produtos especiais (aditivos ou adições) com a finalidade de melhorar ou conferir determinadas propriedades ao conjunto (2003, p.12)

Dentre as diversas aplicações das argamassas as mais comuns são na união de elementos como blocos cerâmicos, blocos de concreto ou tijolos cerâmicos nas alvenarias ou rejuntamento de calçadas ou revestimentos cerâmicos, por exemplo. Se tratando de edificações, as argamassas de revestimento correspondem ao elemento que tem como função o cobrimento da superfície de uma estrutura através de uma camada única ou mais camadas uniformes a fim de receber o acabamento final (PEREIRA, 2018).

Recena (2012) destaca que as argamassas podem assumir ainda as funções de impermeabilização do substrato, acabamento, absorção ou regularização de deformações da estrutura, isolamento térmico e acústico, promover adesão do substrato ao acabamento, bem como auxiliar na distribuição de esforços atuantes na estrutura.

As argamassas podem ser preparadas no próprio canteiro de obras ou industrializadas. As argamassas preparadas no canteiro de obras precisam seguir uma dosagem que irá definir a proporção dos materiais utilizados (cimento, água, agregados e aditivos), as dosagens são definidas conforme o traço e devem ser consideradas fatores como condições do substrato, exposição do revestimento, materiais utilizados etc. É importante também que esse traço seja testado antes da aplicação final (ALVARENGA *et al.*, 2018).

Já a argamassa industrializada é adquirida com a dosagem definida pelo fabricante, nesse caso, cabe ao responsável pela execução do revestimento respeitar as especificações estabelecidas para garantir o desempenho e não afetar as propriedades do produto (ALVARENGA *et al.*, 2018).

De acordo com Anjos (2019) os revestimentos argamassados, sejam internos ou externos, são compostos por alguns elementos com características e funções distintas e que por sua vez, requerem aplicação e cuidados específicos, seja em relação a execução do revestimento e até mesmo ao traço utilizado.

3.1 COMPOSIÇÃO DOS REVESTIMENTOS ARGAMASSADOS

Segundo Junior (2014), a composição dos revestimentos argamassados é composta por elementos de revestimento externo ou interno e substrato de concreto ou alvenaria. Esse conjunto de elementos são fundamentais para o sistema. Corroborando com Fioritto (2009, p. 105) afirma que “[...] qualquer que seja a natureza do revestimento final de uma parede ou de um piso devemos sempre considerá-lo ligado e fazendo parte do conjunto de todas as camadas suportes.”

Nesse contexto, pode-se concluir que embora o revestimento argamassado seja feito de um conjunto de elementos, o mesmo deve ser visto como um sistema (como um todo) já que ao longo da vida útil da edificação o revestimento irá atuar como um único elemento.

A ABNT NBR 13749 - Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação de 2013 (ABNT, 2013) “fixa as condições exigíveis para o recebimento de revestimento de argamassas inorgânicas aplicadas sobre paredes e tetos de edificações”. A NBR 13749 se aplica para revestimentos tanto de paredes de alvenaria quanto de concreto.

Segundo a NBR 13749 (ABNT, 2013) os revestimentos precisam atender aos seguintes requisitos:

- Ser compatível com o acabamento decorativo (pintura, papel de parede, revestimento cerâmico e outros);
- Ter resistência mecânica decrescente ou uniforme, a partir da primeira camada em contato com a base, sem comprometer a sua durabilidade ou acabamento final;
- Ser constituído por uma ou mais camadas super- postas de argamassas contínuas e uniformes;
- Ter propriedade hidrofugante, em caso de revestimento externo de argamassa aparente,
- Sem pintura e base porosa. No caso de não se empregar argamassa hidrofugante, deve ser executada pintura específica para este fim;
- Ter propriedade impermeabilizante, em caso de revestimento externo de superfícies em contato com o solo;
- Resistir à ação de variações normais de temperatura e umidade do meio, quando externos.

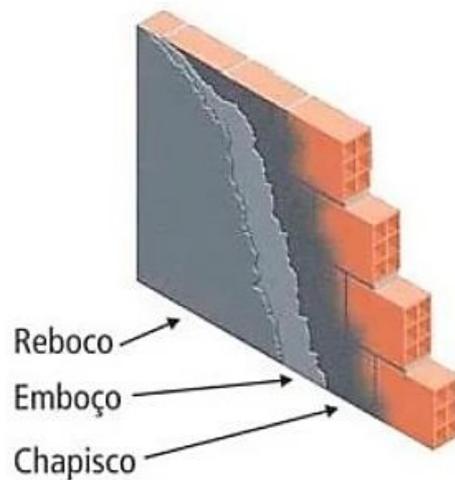
Além disso, o revestimento precisa apresentar uma superfície uniforme e sem imperfeições e respeitar as espessuras para ambientes internos e externos previstos na norma conforme ilustrado na Tabela 01. Caso seja necessário a aplicação de um revestimento com espessura acima do estabelecido pela norma é preciso que sejam respeitadas as condições de aderência (ABNT, 2013).

Tabela 01 – Espessuras de revestimentos internos e externos.

Revestimento	Espessura (e) mm
Parede interna	$5 \leq e \leq 20$
Parede externa	$20 \leq e \leq 30$
Tetos interno e externo	$e \leq 20$

Fonte: ABNT, 2013

De forma geral o revestimento argamassado é formado pela base ou substrato que corresponde a superfície da edificação (parede de concreto ou alvenaria), as camadas de chapisco, emboço e reboco que receberão o acabamento (textura, pintura, pisos, etc.). A Figura 04 ilustra os elementos de chapisco, emboço e reboco aplicados a um substrato de alvenaria de tijolos cerâmicos.

Figura 04 – Chapisco, reboco e emboço.

Fonte: FROLLINI, 2016

3.1.1 Substrato

Base ou substrato corresponde a superfície onde será aplicado o revestimento. Anjos (2019) define substrato como um componente da estrutura formado de elementos com diferentes matérias primas, geralmente em alvenaria ou concreto que podem ter ou não função estrutural.

De acordo com a NBR 7200 - Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento de 1998 (ABNT, 1998) “As bases de revestimento devem atender às exigências de planeza, prumo e nivelamento fixadas nas respectivas normas de alvenaria e estrutura de concreto”.

A NBR 7200 cita ainda que:

A base do revestimento com elevada absorção, exceto parede de bloco de concreto, deve ser pré-molhada. Deve-se fazer aplicação prévia de argamassa de chapisco, quando a superfície a revestir for parcial ou totalmente não absorvente ou quando a base não apresentar rugosidade superficial (ABNT, 1998).

Para a aplicação do revestimento é fundamental que o substrato esteja livre de irregularidades e sujeiras a fim de não prejudicar a aderência das camadas de revestimento, sendo assim é importante que seja feita a limpeza da base, bem como o tratamento das irregularidades, assim como rebarbas de concreto antes do início da aplicação. Essa preparação do substrato interfere diretamente na qualidade do revestimento (BAÍÁ; SABBATINI, 2008).

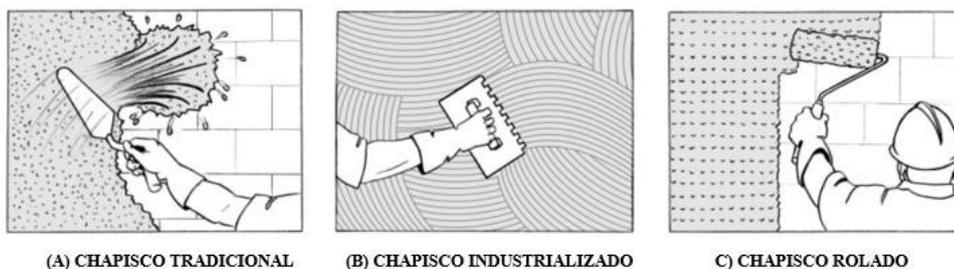
3.1.2 Chapisco

O chapisco é a primeira camada de revestimento após o substrato. Depois que a base está devidamente prepara, limpa e sem imperfeições é necessário revestir a superfície com uma camada de chapisco para assim receber o emboço (NEVES, 2019). O chapisco é constituído por uma argamassa mais grossa áspera e porosa que tem como principal função fornecer aderência ao emboço. Segundo Fioritto (2009, p. 24) o chapisco é “[...] composto de argamassa de cimento e areia grossa no traço em volume de 1:3 e projetado sobre a superfície da base. O acabamento é extremamente áspero e irregular, criando ancoragens mecânicas para aderência da camada seguinte.”.

Para a ABNT NBR 13529 - Revestimento de paredes e tetos de argamassa inorgânicas - Terminologia (ABNT, 2013) chapisco é a “camada de preparo da base, constituída de mistura de cimento, areia e aditivos, aplicada de forma contínua ou descontínua, com a finalidade de uniformizar a superfície quanto à absorção e melhorar a aderência do revestimento”.

A aplicação do chapisco pode ser executada de 03 métodos: o chapisco tradicional, industrializado e rolado. A Figura 05 ilustra os tipos de chapisco.

Figura 05 – Tipos de chapisco.



Fonte: VITOR, 2020.

- A. Chapisco Tradicional ou convencional: se trata daquele chapisco mais comum, muito utilizado em pequenas construções. Sua aplicação é através do lançamento manual e possui uma consistência mais fluida que facilita a aderência ao substrato. Geralmente utiliza-se uma colher de pedreiro para lançar a argamassa na base (NEVES, 2019).
- B. Chapisco industrializado: O chapisco industrializado é aquele que não é produzido no canteiro de obras, a mistura já vem com as devidas dosagens sendo necessário apenas adicionar água. Esse tipo de chapisco é aplicado com uma desempenadeira e é geralmente utilizado em estruturas de concreto (YAZIGI, 2011).
- C. Chapisco Rolado: O chapisco rolado é caracterizado por se tratar de uma argamassa ainda mais fluida que o chapisco tradicional e com aplicação com rolo. Nesse procedimento, é importante que a argamassa seja aplicada de baixo para cima para não deixar a argamassa escorrer (FIORITTO, 2009).

3.1.3 Emboço

Após a aplicação do chapisco é feita a camada de emboço, é a camada que antecede o reboco. O emboço tem como principal função regularizar a superfície e proporcionar aderência para o reboco e seu acabamento é áspero devido a utilização apenas do sarrafo para regularização (ANJOS, 2019).

A ABNT NBR 13529 (ABNT, 2013) define emboço como a camada do revestimento que tem como função “[...] cobrir e regularizar a superfície da base com ou sem chapisco, propiciando uma superfície que permita receber outra camada de reboco ou de revestimento decorativo, ou que se constitua no acabamento final”.

É importante destacar que o emboço só pode ser aplicado após a cura do chapisco que leva em média 24 horas. A execução do emboço é sempre feita de cima para baixo e é fundamental que a superfície que será aplicada a argamassa esteja previamente molhada. Nessa etapa também são feitos os taliscamento e mestras a fim de garantir que o reboco fique uniforme e na espessura adequada (YAZIGI, 2011).

3.1.4 Reboco

Por fim, após a cura do emboço é aplicado o reboco, que se trata da última camada do revestimento argamassado, ou seja, a camada que irá receber o acabamento final da estrutura. Segundo a ABNT NBR 13529 (ABNT, 2013) reboco se trata da “camada de revestimento

utilizada para o cobrimento do emboço; propiciando uma superfície que permita receber o revestimento decorativo ou que se constitua no acabamento final.”

De acordo com Salgado (2014) o reboco precisa ser finalizado com uma superfície uniforme e pouco porosa para facilitar a aderência da fase final, ele pode receber diretamente a pintura, ou ser coberto por massa corrida. A argamassa de reboco normalmente é aplicada com a desempenadeira que consegue conferir o acabamento adequado ao revestimento.

3.2 PROPRIEDADES DA ARGAMASSA

As propriedades dos revestimentos argamassados correspondem as características que o material apresenta, essas características irão definir a natureza que difere um material do outro. Desta forma, os revestimentos argamassados apresentam propriedades relacionadas às suas características químicas ou físicas que definem seu comportamento.

1. Trabalhabilidade

A primeira propriedade da argamassa é a trabalhabilidade que corresponde a característica da argamassa em ser manipulada em seu estado fresco, ou seja, a capacidade do material em ser trabalhada até que está chegue ao seu estado final (FIORITO, 2009).

Dentro do contexto de trabalhabilidade Baía e Sabbatini (2008) destacam que a argamassa de revestimento é trabalhável quando a colher do pedreiro consegue penetrar o composto sem que este seja completamente líquido, apresenta coesão sem aderir a colher do pedreiro ao ser lançada no substrato, é facilmente distribuída na base e não apresenta cura mais rápida do que o especificado pelo fabricante.

Pode-se destacar como fatores que influenciam na trabalhabilidade os materiais utilizados na composição da argamassa, condições de preparação da base e a técnica de execução, que deve ser conforme especificações do fabricante ou especificações de projeto (LOPES, 2017).

2. Durabilidade

A durabilidade da argamassa está relacionada principalmente ao estado endurecido da argamassa referente à capacidade da mesma em manter seu desempenho estável ao longo da vida útil da edificação quando submetida às exposições normais da vida útil de um revestimento desde a execução até o uso final (BATTETO, 2015).

Para Baía e Sabbatini (2008, p. 26), a durabilidade “é uma propriedade do período de uso do revestimento, resultante das propriedades do revestimento no estado endurecido e que reflete o desempenho do revestimento diante das ações do meio externo ao longo do tempo.”

Recena (2012) destaca que em condições normais essa característica dos revestimentos argamassados está diretamente relacionada a presença de W (Umidade), que por conseguinte possui influência direta na resistência, uma vez que, quanto maior a umidade do local, maior será a necessidade de aglomerantes hidráulicos na composição da argamassa, além do fato da resistência á umidade ser ligada a quantidade de cimento utilizado.

3. Retenção de água

A retenção de água corresponde a capacidade da argamassa em manter-se trabalhável diante da evaporação ou sucção, ou seja, perda de água. Essa propriedade permite que o estado de endurecimento da argamassa seja progressivo e aconteça de norma que o cimento seja hidratado no processo, devido isso a retenção de água também tem influência na resistência. Além disso, essa característica também é muito importante na aderência das camadas uma vez que evita o deslocamento (RECENA, 2012).

É importante destacar que a quantidade de água utilizada na preparação da argamassa é proporcional à quantidade de água liberada, desta forma, quanto mais água for utilizada na mistura, maior será a quantidade de água evaporada ou absorvida nos substratos (SALGADO, 2014).

Moura (2007) aponta alguns fatores que podem influenciar a capacidade de retenção de água na argamassa como a cura, uma vez que a argamassa perderá água com maior rapidez em ambientes com temperatura alta e umidade baixa, características dos aglomerantes, má execução. Em contrapartida, o autor destaca que para aumentar a capacidade de retenção de água da argamassa pode-se utilizar aditivos específicos para tal.

4. Absorção de deformações

Segundo a ABCP (2003, p. 18) a absorção de deformações da argamassa corresponde a “propriedade que o revestimento possui de absorver deformações intrínsecas (do próprio revestimento) ou extrínsecas (da base) sem sofrer ruptura, sem apresentar fissuras prejudiciais e sem perder aderência.” Essa propriedade depende de fatores como modulo de deformação, quanto maior da argamassa, espessura da camada, juntas e execução.

5. Aderência ao substrato

A aderência ao substrato diz respeito a capacidade da argamassa em fixar-se a base, é uma das propriedades mais importantes do revestimento argamassado. Segundo Recena (2012, p.48):

Uma das Características mais importantes das argamassas é, sem dúvida nenhuma, sua capacidade de manter-se aderida ao substrato, seja no assentamento, com a finalidade de unir elementos em uma alvenaria, ou em revestimentos, mesmo diante de movimentações diferenciais, choques térmicos, impactos e outras solicitações.

A capacidade de aderência de uma argamassa acontece a partir de dois principais fatores, a ancoragem da pasta aglomerante nas cavidades ou poros do substrato e por ancoragem da argamassa nas superfícies elevadas microscópicas da base (BELLAYER, 2016).

6. Resistência mecânica

No que diz respeito a resistência mecânica, essa propriedade se trata da habilidade do revestimento de permanecer fixo à base resistindo às tensões tangentes e normais entre argamassa x substrato (FIORITO, 2009).

Segundo Bellaver (2016, p. 42) “essa propriedade depende do consumo e da natureza dos agregados e aglomerantes da argamassa empregada e da técnica de execução, que busca a compactação da argamassa durante a sua aplicação e acabamento.”

O autor destaca ainda, que essa propriedade está intimamente relacionada ao desempenho do revestimento, pois ao resistir às tensões tangentes e normais o revestimento evita o aparecimento de patologias como fissuras (BELLAYER, 2016).

3.3 REVESTIMENTO DE FACHADA

Na construção civil o revestimento de fachada de uma edificação não diz respeito somente à estética da mesma pois envolve questões que vão além da aparência, uma vez que, influência de forma direta ou indireta em questões de desempenho e habitabilidade do imóvel. As funções dos revestimentos de fachadas atuam em fatores como estanqueidade, isolamento térmico, isolamento acústico, segurança e proteção da edificação (GROSSI, 2017).

Se tratando desse tipo de sistema, fatores como características e propriedades da argamassa, clima, condições do ambiente, substrato, etc. também tem influência no desempenho dos revestimentos de fachada, ao passo que as fachadas sofrem ação de fatores internos e externos (CHING, 2015).

De acordo com a Comunidade da Construção (2006) para garantir o desempenho adequado de todos os componentes do revestimento de fachada é imprescindível que seja elaborado um projeto de revestimento que tem como objetivo a especificação de todas as informações necessárias (medidas, especificações de materiais, procedimentos de execução) para um serviço de qualidade, com custo reduzido e sem falhas e patologias.

No que diz respeito ao processo produtivo do revestimento de fachada existem toda uma cadeia de produção envolvida que envolve processos desde o projeto à execução propriamente dita do serviço. A Comunidade da Construção (2006) explica as atribuições de cada envolvido no processo através da Tabela 02.

Tabela 02 – Envolvidos na cadeia produtiva do revestimento.

PROJETISTA	Solicitar todas as informações técnicas necessárias (administração da obra e aos fornecedores de insumos).
	Fazer o projeto dentro das diretrizes fixadas pela construtora e pelos demais projetistas.
	Definir claramente os intervalos aceitáveis para os parâmetros especificados no projeto.
CONSTRUTORA	Fornecer ao projetista todas as informações técnicas relevantes sobre os procedimentos e controles utilizados pela construtora, assim como todos os projetos necessários (arquitetura, estrutura, vedações etc.).
	Definir o sistema de produção: produção no canteiro ou argamassa industrializada, fornecimento em silos ou em sacos, central de produção ou argamassadeira nos andares.
	Fazer uma análise crítica do projeto, apontando necessidade de modificações ou adequações em função do sistema de produção.
	Retroalimentar o projetista com as informações fornecidas pela mão-de-obra referente à trabalhabilidade.
FORNECEDORES DE INSUMOS	Fornecer as informações técnicas sobre o desempenho e características tecnológicas de seus produtos.
	Fornecer treinamento à mão-de-obra para aplicação dos produtos.
MÃO-DE-OBRA	Fornecer ao engenheiro informações que contribuam com a construtibilidade e produtividade da obra por intermédio da equipe técnica da obra.

Fonte: COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006

É importante que se tenha em mente que o revestimento de fachada é tão importante quanto as demais etapas da obra e todas as etapas relacionadas ao serviço devem ser

acompanhadas, executadas e conferidas conforme especificações técnicas a fim de garantir o desempenho e segurança do resultado final.

3.4 PATOLOGIAS EM REVESTIMENTO DE FACHADA

Na construção civil o termo patologia está relacionado aos problemas existentes nas edificações. Segundo Silva (2007, p. 45), “a patologia das edificações se resume ao estudo da identificação das causas e dos efeitos de problemas encontrados nas edificações, elaborando seu diagnóstico e correção.”

As manifestações patológicas encontradas nos revestimentos argamassados podem surgir a partir de diversas causas como fatores internas e externas das edificações, má execução, qualidade dos materiais, etc. (SILVA, 2007).

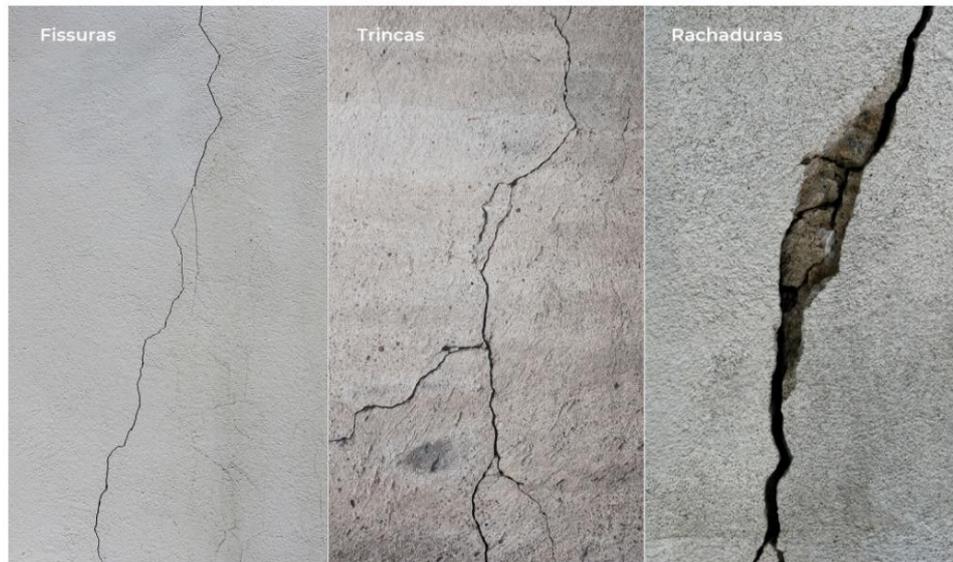
1. Fissuras, trincas e rachaduras

As fissuras, trincas e rachaduras se tratam de pequenas aberturas que se manifestam nas superfícies dos revestimentos. Essas manifestações patológicas são uma das mais comuns nos revestimentos de fachada, e são muito preocupantes uma vez que, não afetam apenas a aparência do imóvel, mas também sua estrutura, podendo inclusive evoluir para algo mais sério. Embora a definição de das fissuras, trincas e rachaduras seja a mesma cada um tem características próprias (NETO, 2020).

As fissuras são caracterizadas por possuírem aberturas superficiais estreitas e alongadas de até 0,5mm. Afetam as superfícies como pintura, cimento, massa corrida e nessa fase apresentam problema estrutural, entretanto, se não tratadas podem evoluir para algo mais grave. As trincas se tratam das aberturas mais profundas e acentuadas que estão entre 0,5mm e 1mm. Como são mais profundas, as trincas já atingem a alvenaria e oferecem risco estrutural, por parecerem aparentemente simples é importante ficar atento para que o problema não evolua. Já as rachaduras não caracterizadas por possuírem aberturas superiores às trincas e apresentam um risco maior ainda à estrutura (ABDALLA, 2017).

Na Figura 06 é possível observar a diferença entre as fissuras, trincas e rachaduras a partir da espessura e profundidade das aberturas.

Figura 06 - Fissuras, trincas e rachaduras.



Fonte: NEVES, 2020

Abdalla (2017) aponta que a incidência desse tipo de patologia em revestimentos de fachada acontece especialmente devido à falta de projeto de revestimento, má execução, falta de mão de obra qualificada, variação térmica, materiais de má qualidade ou inadequados ao serviço, falta de cura das camadas de revestimento que antecedem a etapa final, retração hidráulica do cimento.

2. Eflorescência

Eflorescência é o termo utilizado para designar as manchas esbranquiçadas que surgem nas superfícies dos revestimentos. Essas manchas são resultantes da evaporação dos sais dissolvidos na água, que dissipam e são transportados até a superfície. Essa patologia assume a forma de manchas superficiais, que também podem estar presentes no revestimento cerâmico e ocorrerão na presença de cloretos livres na atmosfera, que entrarão em contato com o oxigênio e removerão a água da estrutura do revestimento cerâmico (BOLINA; HELENE; TUTIKIAN, 2019).

A reação, que confere ao revestimento de fachada um aspecto esbranquiçado, não só reduz a resistência do revestimento, mas reflete também na sua vida útil, além de afetar também a estética do imóvel (CAPELA, 2019).

A Figura 07 ilustra a manifestação de eflorescência no revestimento de fachada de uma residência.

Figura 07 – Eflorescência em revestimento de fachada.



Fonte: ANJOS E DIAS, 2018

Segundo Capela (2019) os principais fatores ligados ao aparecimento das eflorescências nos revestimentos estão relacionados à presença de água na estrutura, quantidade de sais solúveis encontrados nos materiais, pressão hidrostática. A elevação da temperatura e porosidade dos elementos também influenciam de forma indireta no aparecimento de tal patologia.

3. Manchas de bolor ou mofo

O bolor ou mofo é proveniente do desenvolvimento de fungos em determinada região. Nas superfícies dos revestimentos de argamassa os fungos promovem a decomposição de diversos componentes da argamassa, causando assim as manchas na superfície, que normalmente possuem cor verde, marrom ou preta (MAIA, 2020).

Esse tipo de manifestação patológica é muito comum em locais mais úmidos, com pouca ventilação e iluminação, visto que, esses são os ambientes mais favoráveis a proliferação dos fungos que causam o bolor (VITORIO, 2003). A Figura 8 ilustra a manifestação de manchas de bolor em revestimento de fachada.

Figura 08 – Mancha de bolor em revestimento de fachada.



Fonte: ANTUNES, 2010

Segundo Maia (2020) para o tratamento desse tipo de patologia é necessário que seja feito o tratamento do bolor com fungicidas adicionados aos materiais do revestimento, além da tratativa dos fatores que causam sua proliferação. Posteriormente, pode-se fazer a reforma do local afetado para eliminar ou mitigar as manchas causadas na superfície.

4. Descolamento e deslocamento

O descolamento em revestimentos de fachada é caracterizado pela falta de aderência entre as camadas que formam o revestimento. Essa falta de aderência ocasiona osocos nas superfícies do revestimento e em casos mais extremos pode levar ao afastamento da camada. É importante destacar que o descolamento é um fenômeno que ocorre ao longo da vida útil do imóvel e não à queda instantânea do revestimento (NASCIMENTO; NETO; SENA, 2020).

Já o deslocamento consiste na queda do revestimento. Em manifestações mais extremas o deslocamento pode levar à queda não somente do acabamento, mas também de parte do reboco e emboço (NASCIMENTO; NETO; SENA, 2020).

A Figura 09 ilustra os dois processos patológicos, diferenciando a manifestação de cada um na estrutura.

Figura 09 - Descolamento e deslocamento em fachadas.



DESCOLAMENTO



DESPLACAMENTO

Fonte: ANTUNES, 2010

Vitorio (2003) destaca que as principais causas da manifestação dos deslocamentos e deslocamento estão relacionadas às solicitações do revestimento, instabilidade da estrutura, juntas de assentamento e movimentação, falta de elementos como vergas e contravergas, juntas, etc., má execução, falta de mão de obra qualificada. Lembrando que se não tratado, o deslocamento pode evoluir para o deslocamento.

4 ENSAIO DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO DE REVESTIMENTO DE ARGAMASSA

De acordo com Costa et al. (2013), a aderência se trata da capacidade do revestimento em resistir às tensões que atuam em sua ligação com o substrato, ora, essa propriedade não diz respeito à argamassa, mas sim na relação entre as interfaces da base e substrato. A resistência da aderência à tração por sua vez, se trata de uma das principais propriedades dos revestimentos de argamassa e tem sido amplamente estudada, uma vez que essa resistência de aderência se trata da tensão máxima aplicada perpendicularmente à carga do revestimento no substrato.

Segundo Carasek e Scartezini (2003), a aderência entre o revestimento e o substrato ocorre na fase inicial quando a argamassa ainda está no estado fresco e posteriormente na colagem inicial quando a argamassa está no estado endurecido, que é basicamente um processo mecânico. Após o contato, parte da água da argamassa penetrará na rugosidade e nos poros do substrato, e a cal formará gel e hidróxido de silicato de cimento. Após a cura, esses elementos serão fixados no substrato, aumentando assim o impacto do revestimento no substrato.

O ensaio de determinação da resistência de aderência à tração, regulamentado pela NBR 13.528 (ABNT, 2019) especifica a aderência superficial de revestimentos de argamassa utilizados em obra aplicados a substratos não metálicos e inorgânicos.

Esse ensaio é fundamental para verificar a qualidade do revestimento aplicado, uma vez que, possibilita detectar possíveis problemas e propor sugestões de melhorias no revestimento, com o objetivo de prolongar a vida útil da edificação e suprimir o surgimento de problemas na estrutura, que por sua vez, não só aumenta o custo da construção mas também afeta a qualidade de vida e segurança dos moradores (COSTA *et al.*, 2017).

De acordo com a NBR 13.528 (ABNT, 2019) o ensaio é realizado com 28 dias para argamassas de cimento e areia ou mistas e 56 dias para argamassas de cal e areia. Para o ensaio são utilizados 12 corpos de prova com as mesmas características, podendo ser moldados no local onde o revestimento foi aplicado.

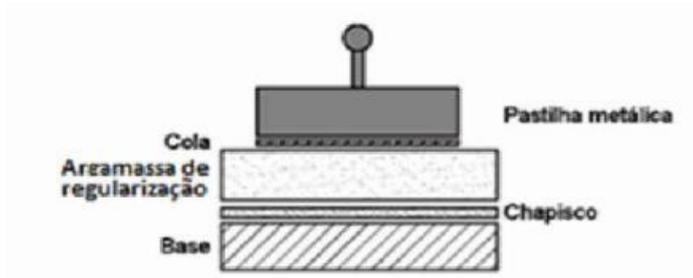
Os pontos de arranchamento dos corpos de prova devem estar espaçados entre si em 50mm no mínimo, respeitando esse espaçamento para quinas e cantos também, em ambientes internos é preciso considerar um espaçamento de 30cm do piso e 30cm do teto para a retirada dos corpos de prova. É recomendado que a região a ser ensaiada não esteja exposta a umidade, bem como a superfície do revestimento não tenha sofrido nenhuma alteração mecânica, bem como ser raspado, lixado, etc., para não comprometer o resultado do ensaio (ABNT, 2019).

O equipamento utilizado no ensaio deve ser aferido conforme especificações de Norma e apresentar comprovação por certificado, o ensaio é realizado conforme especificações da NBR 13.528 (ABNT, 2019):

- a) Acoplar o equipamento de tração à pastilha metálica e aplicar a carga de maneira lenta e progressiva, sem interrupções e com velocidade de carregamento de (250 ± 50) N/s;
- b) Aplicar o esforço de tração perpendicularmente ao corpo de prova até a ruptura;
- c) Anotar a carga, em newtons (N), ou a tensão de ruptura, em megapascals (mpa), obtida para cada corpo de prova ensaiado;
- d) Examinar a pastilha metálica do corpo de prova arrancado, verificando eventuais falhas de colagem da pastilha metálica. Em caso de falha desta natureza, o resultado deve ser desconsiderado e uma nova determinação deve ser feita;
- e) Examinar e registrar a(s) forma(s) de ruptura do corpo de prova.

A Figura 10 ilustra o posicionamento do equipamento no revestimento e as camadas existentes.

Figura 10 – Pastilha metálica e camadas do revestimento



Fonte: ABNT, 2019

A (R_s) resistência de aderência superficial à tração é calculada pela equação 01, o resultado é expresso em MPa (megapascal).

$$R_s = \frac{P}{A} \quad (01)$$

Onde:

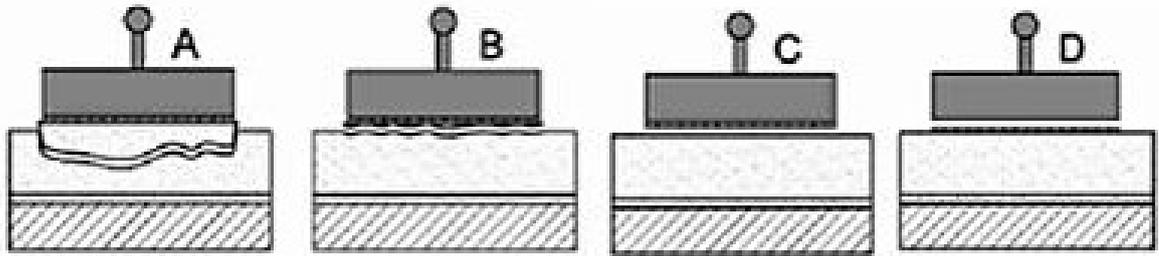
R_s = resistência de aderência superficial.

P = carga de ruptura, em N (newtons).

A = área da pastilha metálica, em mm^2 (milímetros quadrados).

A ruptura do corpo de prova pode ocorrer em qualquer sentido. Deve ser indicado no laudo junto ao valor da resistência de aderência superficial a forma de ruptura conforme demonstrado na Figura 11 (ABNT, 2019).

Figura 11 – Ruptura dos corpos de prova



Fonte: ABNT, 2019

Onde:

- A = Ruptura no interior do revestimento;
- B = Ruptura da superfície do revestimento;
- C = Ruptura na interface cola/revestimento;
- D = Ruptura na interface pastilha/cola.

Por fim, é preciso apresentar o laudo ou relatório contendo os resultados ensaiados. O responsável pela realização do ensaio pode personalizar sua planilha de resultados de acordo com o desejado, para isso, a NBR 13.528 (ABNT, 2019) estabelece as informações que devem ser indicadas no relatório. É preciso conter as indicações do local onde foi realizado o ensaio, assim como a numeração dos corpos de prova, descrição do modelo de equipamento utilizado, data dos ensaios e valores de resultado obtidos com a ruptura e sua porcentagem.

4.1 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para analisar a influência da aderência de revestimento de argamassa e realizar o comparativo da aderência a tração em três tipos de substratos, foi aplicado um estudo de caso através com ensaio de arrancamento em substratos inorgânicos com base nas especificações da NBR 13.528 (ABNT, 2019).

Os ensaios de arrancamento foram aplicados nos substratos de alvenaria sem chapisco, alvenaria com chapisco e concreto no primeiro pavimento de um empreendimento de alto padrão situado na cidade de Anápolis GO.

Todo o procedimento dos ensaios foi realizado pela empresa Carlos Campos Consultoria e Construções LTDA e acompanhado pelos autores, tanto na coleta de informações como a análise e elaboração dos resultados. Ora, a empresa Carlos Campos realizou a coleta

dos materiais *in loco* e encaminhou para o laboratório, para análise dos dados e elaboração dos laudos técnicos.

Os laudos técnicos emitidos pelo laboratório podem ser consultados através dos anexos:

- Anexo A - Substrato em alvenaria sem chapisco;
- Anexo B - Substrato em alvenaria com chapisco;
- Anexo C - Substrato em concreto.

A Figura 12 ilustra o empreendimento onde foram realizados os ensaios.

Figura 12 - Empreendimento onde foram realizados os ensaios de arrancamento.



Fonte: AUTORES, 2021.

Foram utilizados no ensaio, o dinamômetro de tração, pastilhas com ponto de acoplamento para dinamômetro de tração, cola universal, catalisador para a mistura da cola universal e paquímetro.

A Figura 13 ilustra o dinamômetro de tração utilizado, composto com as pastilhas utilizadas para o arrancamento um dispositivo para leitura da carga de ruptura em N (newtons).

Figura 13 - Dinamômetro de tração.



Fonte: AUTORES, 2021.

A Figura 14 ilustra a cola universal e o catalisador para a mistura da cola universal utilizados para fixação das pastilhas no substrato.

Figura 14 - Cola universal e catalisador para a mistura da cola universal.



COLA UNIVERSAL



CATALISADOR PARA A MISTURA DA COLA UNIVERSAL

Fonte: AUTORES, 2021.

A Figura 15 ilustra o paquímetro utilizado para medir o comprimento dos corpos de prova em mm (milímetros).

Figura 15 - Paquímetro.



Fonte: AUTORES, 2021.

Para cada substrato foi realizada a coleta 12 amostras de corpos de prova. A resistência de aderência superficial à tração de cada amostra foi obtida pela Equação 01, por meio da divisão da carga de ruptura pela área da pastilha metálica.

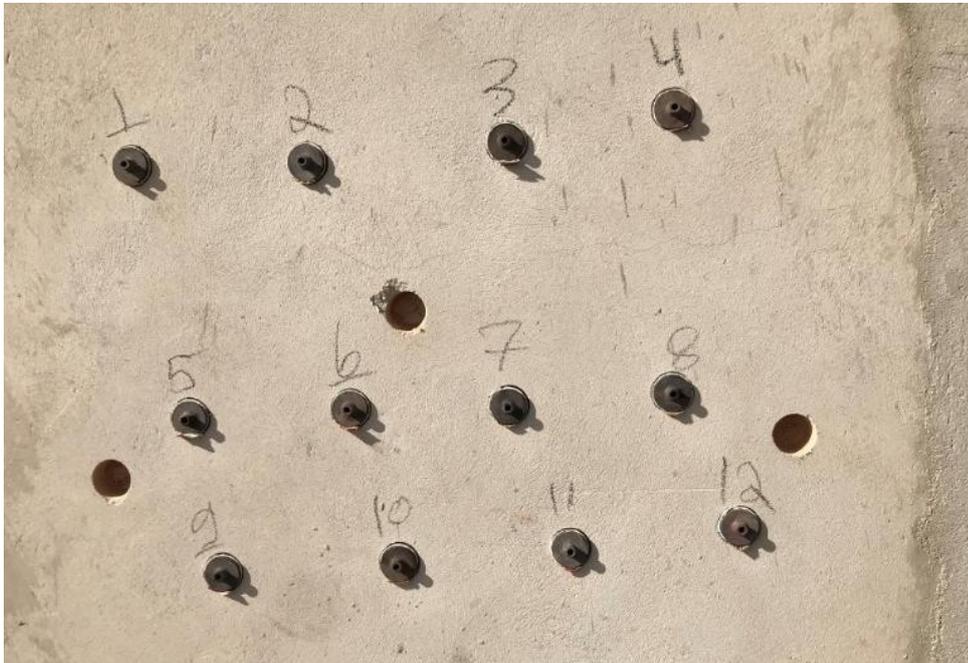
Além disso, das 12 amostras de cada substrato, foram retirados 03 corpos de prova para a realização do ensaio de massa úmida e seca para avaliar a umidade da base durante a realização do ensaio. O cálculo foi realizado através do peso inicial da amostra (úmido) e o peso final da amostra (seco).

Os dados obtidos em cada substrato serão apresentados a seguir:

4.1.1 Aderência em alvenaria sem chapisco

A Figura 16 ilustra as amostras para o ensaio de aderência à tração no substrato em alvenaria sem chapisco.

Figura 16 – Amostras: Alvenaria sem chapisco.



Fonte: AUTORES, 2021.

A resistência de aderência superficial à tração do revestimento de argamassa em alvenaria sem chapisco foi calculada a partir dos dados demonstrados na Tabela 03, obtendo-se o resultado em MPa.

Os cálculos foram expressos em forma de equação.

Tabela 03 - Dados do ensaio: Alvenaria sem chapisco.

Nº CP	Área (mm ²)	Carga de Ruptura (N)	Resistência de aderência superficial (MPa)
1	1940	230	0,12
2	1956	360	0,18
3	1956	80	0,04
4	1952	160	0,08
5	1963	390	0,20
6	1963	230	0,12
7	1975	160	0,08
8	1991	210	0,11
9	1967	210	0,11
10	1940	310	0,16
11	1932	290	0,15
12	1963	490	0,24

Fonte: AUTORES, 2021.

$$R_s CP N^{\circ} 1 = \frac{230}{1940} = 0,12 MPa$$

$$R_s CP N^{\circ} 7 = \frac{160}{1975} = 0,08 MPa$$

$$R_s CP N^{\circ} 2 = \frac{360}{1956} = 0,18 MPa$$

$$R_s CP N^{\circ} 8 = \frac{210}{1991} = 0,11 MPa$$

$$R_s CP N^{\circ} 3 = \frac{80}{1956} = 0,04 MPa$$

$$R_s CP N^{\circ} 9 = \frac{210}{1967} = 0,11 MPa$$

$$R_s CP N^{\circ} 4 = \frac{160}{1952} = 0,08 MPa$$

$$R_s CP N^{\circ} 10 = \frac{310}{1940} = 0,16 MPa$$

$$R_s CP N^{\circ} 5 = \frac{390}{1963} = 0,20 MPa$$

$$R_s CP N^{\circ} 11 = \frac{290}{1932} = 0,15 MPa$$

$$R_s CP N^{\circ} 6 = \frac{230}{1963} = 0,12 MPa$$

$$R_s CP N^{\circ} 12 = \frac{470}{1963} = 0,24 MPa$$

Para o ensaio da massa úmida e seca para avaliar a umidade do substrato, foram utilizados os corpos de prova N^o 4, 5 e 6, obtendo os resultados da umidade em % conforme informações da Tabela 04.

Para obter os valores de W úmida e seca, os corpos de prova foram pesados antes e depois de irem para a estufa para secagem.

Tabela 04 – Umidade do revestimento: Alvenaria sem chapisco.

Nº CP	W úmida (g)	W seca (g)	W (%)
4	114,8	112,8	1,8
5	109,9	107,3	2,4
6	88,9	86,8	2,4

Fonte: AUTORES, 2021.

$$W_{CP N^{\circ} 4} = \frac{114,8 - 112,8}{112,8} \times 100 = 1,8 \%$$

$$W_{CP N^{\circ} 5} = \frac{109,9 - 107,3}{107,3} \times 100 = 2,4 \%$$

$$W_{CP N^{\circ} 6} = \frac{88,9 - 86,8}{86,8} \times 100 = 2,4 \%$$

4.1.2 Aderência em alvenaria com chapisco

A Figura 17 ilustra as amostras para o ensaio de aderência à tração no substrato em alvenaria com chapisco.

Figura 17 – Amostras: Alvenaria com chapisco.

Fonte: AUTORES, 2021.

Os dados para o cálculo da resistência de aderência superficial à tração do revestimento de argamassa em alvenaria com chapisco estão relacionados na Tabela 05. Em seguida, os cálculos que resultaram nas resistências em MP podem ser observados.

Tabela 05 - Dados do ensaio: Alvenaria com chapisco.

Nº CP	Área (mm ²)	Carga de Ruptura (N)	Resistência de aderência superficial (Mpa)
1	1844	700	0,38
2	1859	1170	0,63
3	1855	680	0,37
4	1847	700	0,38
5	1859	880	0,47
6	1847	200	0,11
7	1867	600	0,32
8	1859	940	0,51
9	1855	180	0,10
10	1863	650	0,35
11	1832	910	0,50
12	1851	730	0,39

Fonte: AUTORES, 2021.

$$R_s CP N^{\circ} 1 = \frac{700}{1940} = 0,38 MPa$$

$$R_s CP N^{\circ} 7 = \frac{600}{1975} = 0,32 MPa$$

$$R_s CP N^{\circ} 2 = \frac{1170}{1956} = 0,63 MPa$$

$$R_s CP N^{\circ} 8 = \frac{940}{1991} = 0,51 MPa$$

$$R_s CP N^{\circ} 3 = \frac{680}{1956} = 0,37 MPa$$

$$R_s CP N^{\circ} 9 = \frac{180}{1967} = 0,10 MPa$$

$$R_s CP N^{\circ} 4 = \frac{700}{1952} = 0,38 MPa$$

$$R_s CP N^{\circ} 10 = \frac{650}{1940} = 0,35 MPa$$

$$R_s CP N^{\circ} 5 = \frac{880}{1963} = 0,47 MPa$$

$$R_s CP N^{\circ} 11 = \frac{910}{1932} = 0,50 MPa$$

$$R_s CP N^{\circ} 6 = \frac{200}{1963} = 0,11 MPa$$

$$R_s CP N^{\circ} 12 = \frac{730}{1963} = 0,39 MPa$$

O ensaio da massa úmida e seca para determinação da umidade do revestimento foi realizado com os corpos de prova N^o 1, 2 e 3. A umidade do revestimento com chapisco, expressa em % pode ser verificada na Tabela 06, lembrando que para a determinação desse valor os corpos de prova foram pesados antes e depois da secagem na estufa.

Tabela 06 – Umidade do revestimento: Alvenaria com chapisco.

Nº CP	W úmida (g)	W seca (g)	W (%)
1	106,1	104,7	1,3
2	103,9	102,7	1,2
3	81,9	81,0	1,1

Fonte: AUTORES, 2021.

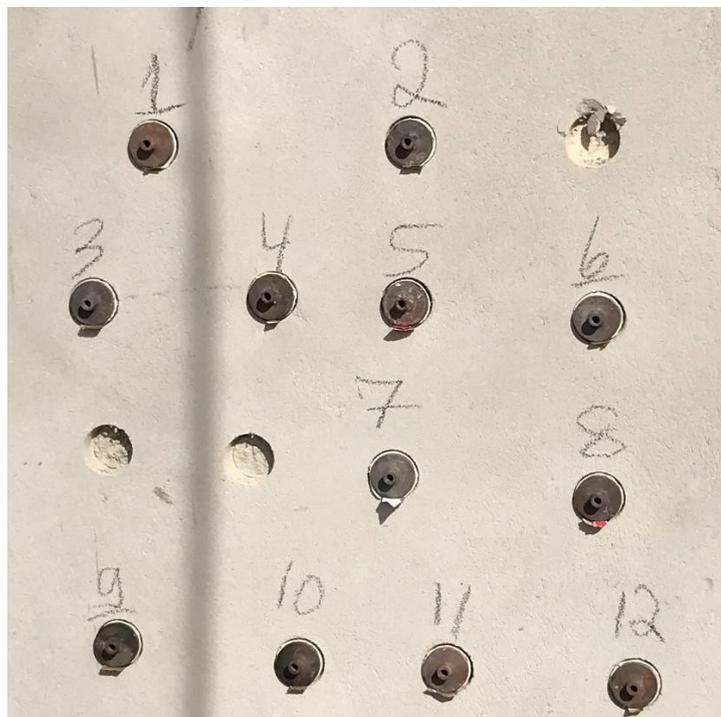
$$W_{CP N^{\circ} 1} = \frac{106,1 - 104,7}{104,7} \times 100 = 1,3 \%$$

$$W_{CP N^{\circ} 2} = \frac{103,9 - 102,7}{102,7} \times 100 = 1,2 \%$$

$$W_{CP N^{\circ} 3} = \frac{81,9 - 81,0}{81,0} \times 100 = 1,1 \%$$

4.1.3 Aderência em concreto

As amostras para o ensaio de aderência à tração no substrato em concreto são ilustradas pela Figura 18.

Figura 18 - Amostras: Concreto

Fonte: AUTORES, 2021.

A Tabela 07 mostra os dados utilizados para calcular a resistência de aderência superficial à tração do revestimento em concreto com as respectivas resistências em MPa.

Tabela 07 - Dados do ensaio: Concreto

Nº CP	Área (mm ²)	Carga de Ruptura (N)	Resistência de aderência superficial (Mpa)
1	1952	340	0,17
2	1936	520	0,27
3	1952	750	0,38
4	1924	990	0,51
5	1936	940	0,49
6	1928	650	0,34
7	1944	260	0,13
8	1936	150	0,08
9	1944	440	0,23
10	1967	130	0,07
11	1936	230	0,12
12	1940	310	0,16

Fonte: AUTORES, 2021.

$$R_s \text{ CP N}^\circ 1 = \frac{340}{1940} = 0,17 \text{ MPa}$$

$$R_s \text{ CP N}^\circ 7 = \frac{260}{1975} = 0,13 \text{ MPa}$$

$$R_s \text{ CP N}^\circ 2 = \frac{520}{1956} = 0,27 \text{ MPa}$$

$$R_s \text{ CP N}^\circ 8 = \frac{150}{1991} = 0,08 \text{ MPa}$$

$$R_s \text{ CP N}^\circ 3 = \frac{750}{1956} = 0,38 \text{ MPa}$$

$$R_s \text{ CP N}^\circ 9 = \frac{440}{1967} = 0,23 \text{ MPa}$$

$$R_s \text{ CP N}^\circ 4 = \frac{990}{1952} = 0,51 \text{ MPa}$$

$$R_s \text{ CP N}^\circ 10 = \frac{130}{1940} = 0,07 \text{ MPa}$$

$$R_s \text{ CP N}^\circ 5 = \frac{940}{1963} = 0,49 \text{ MPa}$$

$$R_s \text{ CP N}^\circ 11 = \frac{230}{1932} = 0,12 \text{ MPa}$$

$$R_s \text{ CP N}^\circ 6 = \frac{650}{1963} = 0,34 \text{ MPa}$$

$$R_s \text{ CP N}^\circ 12 = \frac{310}{1963} = 0,16 \text{ MPa}$$

Foram utilizados os corpos de prova N° 1, 2 e 3, para a determinação da umidade do revestimento em concreto, conforme observado na Tabela 08, com umidade expressa em %.

Tabela 08 – Umidade do revestimento: Concreto

N° CP	W úmida (g)	W seca (g)	W (%)
1	52,3	51,8	1,0
2	60,3	59,7	1,0
3	70,6	69,9	1,0

Fonte: AUTORES, 2021.

$$W_{CP N^{\circ} 1} = \frac{52,3 - 51,8}{51,8} \times 100 = 1,0 \%$$

$$W_{CP N^{\circ} 2} = \frac{60,3 - 59,7}{60,3} \times 100 = 1,0 \%$$

$$W_{CP N^{\circ} 3} = \frac{70,6 - 69,9}{69,9} \times 100 = 1,0 \%$$

4.2 RESULTADOS

Com base nos cálculos realizados e informações apresentadas os resultados dos ensaios de resistência de aderência a tração e umidade do revestimento, serão apresentados em etapas.

Para fazer o comparativo da resistência de aderência a tração nos substratos de alvenaria sem chapisco, alvenaria com chapisco e concreto foi elaborada a Tabela 09, constando os resultados da resistência de aderência superficial dos três substratos.

Além do método de ensaio estabelecido pela NBR 13.528 (ABNT, 2019) a NBR 13.749 (ABNT, 2013) estabelece os limites de aderência à tração para emboço e camada única. No caso dos substratos utilizados neste ensaio, foi realizado o revestimento em camada única para a alvenaria sem chapisco e concreto, e revestimento com emboço para alvenaria com chapisco.

Deste modo, seguindo as diretrizes da NBR 13.749 (ABNT, 2013) para parede externa, com acabamento em pintura ou base para reboco a resistência de aderência superficial em MPa deve ser $\geq 0,30$.

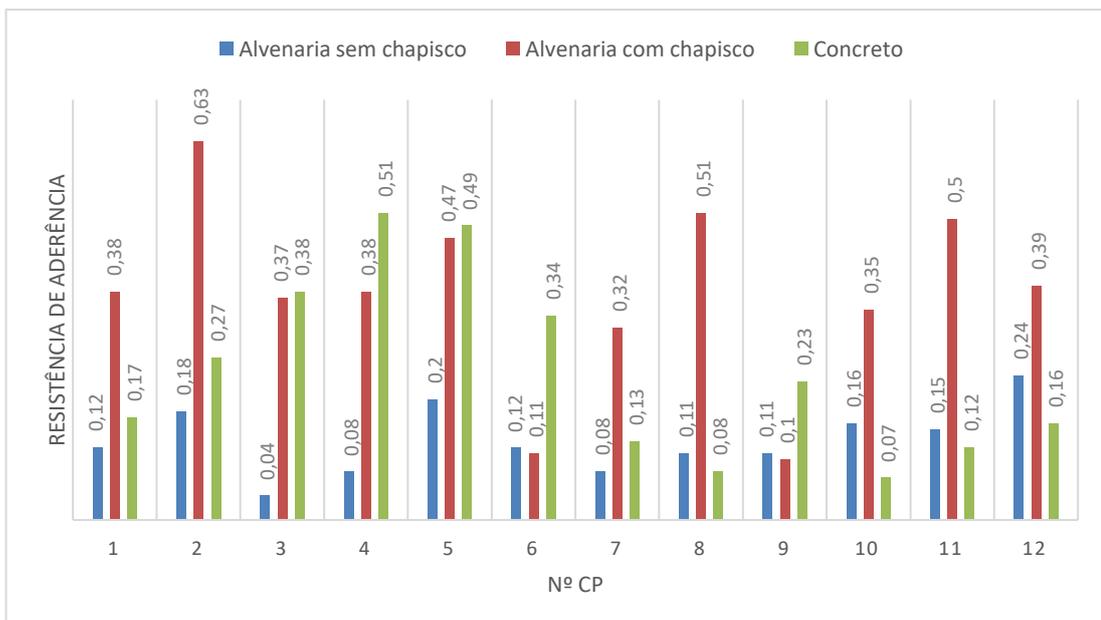
Tabela 09 - Resistência de aderência superficial para os substratos de alvenaria sem chapisco, alvenaria com chapisco e concreto

Nº CP	Alvenaria sem chapisco	Alvenaria com chapisco	Concreto
1	0,12	0,38	0,17
2	0,18	0,63	0,27
3	0,04	0,37	0,38
4	0,08	0,38	0,51
5	0,20	0,47	0,49
6	0,12	0,11	0,34
7	0,08	0,32	0,13
8	0,11	0,51	0,08
9	0,11	0,10	0,23
10	0,16	0,35	0,07
11	0,15	0,50	0,12
12	0,24	0,39	0,16
Média	0,13	0,38	0,25

Fonte: AUTORES, 2021.

Através do gráfico ilustrado na Figura 19 é possível visualizar os resultados da resistência de aderência superficial.

Figura 19 – Gráfico de comparativo



Fonte: AUTORES, 2021.

No gráfico, pode-se ver que os resultados para resistência de aderência superficial da alvenaria sem chapisco ficaram bem abaixo dos resultados obtidos para alvenaria com chapisco e concreto. Em contrapartida, percebe-se que os resultados para resistência de aderência superficial da alvenaria com chapisco foram mais altos que os demais.

Com base nos resultados dos 12 corpos de prova de cada substrato, é possível observar que a resistência de aderência superficial mais satisfatória foi para o substrato de alvenaria com chapisco. No mesmo momento em que, ao realizar a média dos valores fica evidente que apenas o substrato de alvenaria com chapisco atendeu o requisito de aderência estabelecido pela NBR 13.749 (ABNT, 2013).

No que diz respeito aos ensaios de umidade do revestimento observou-se que o revestimento em concreto apresentou a menor taxa de umidade devido o índice de perda de umidade do concreto ser elevado.

Já em relação aos substratos de alvenaria, percebeu-se que o fato da alvenaria com chapisco apresentar menor taxa de umidade que a alvenaria sem chapisco influenciou diretamente na elevação de sua resistência. O que pode ser explicado pela maior presença de concreto em seu revestimento devido a utilização do chapisco.

Sendo assim, a melhor forma de executar revestimentos de fachadas de edifício é com a utilização de alvenaria em chapisco devido apresentar uma melhor resistência de aderência superficial e baixa umidade do revestimento.

5 CONCLUSÃO

Este TCC teve como finalidade fazer um comparativo da resistência de aderência a tração em diferentes tipos de substratos inorgânicos em fachadas de edifício, visando destacar a influência de argamassa de revestimento de chapisco variando as condições da base. O comparativo foi realizado a partir de três substratos, a alvenaria com chapisco, alvenaria sem chapisco e concreto.

Ao analisar a resistência de aderência superficial de revestimento de argamassa desses três de substratos obteve-se o resultado médio da resistência de aderência superficial de $R_s = 0,13$ para substrato de alvenaria sem chapisco, $R_s = 0,38$ para substrato de alvenaria com chapisco e $R_s = 0,25$ para substrato de concreto.

De acordo com a NBR 13.749 (ABNT, 2013) o limite de aderência à tração para emboço e camada única para parede externa, com acabamento em pintura ou base para reboco deve ser $\geq 0,30$, logo, o revestimento que atendeu a essa especificação foi o revestimento com substrato de alvenaria com chapisco ($0,38 \geq 0,30$). Os revestimentos com substrato de alvenaria sem chapisco ($0,13 \leq 0,30$) e substrato em concreto ($0,25 \leq 0,30$) ficaram abaixo do estabelecido pela norma.

Para avaliar se houve influencia a umidade do revestimento na aderência, observou-se os resultados do ensaio de massa úmida e massa seca para determinação da umidade do revestimento. A menor umidade obtida foi para o revestimento em concreto, já que o cimento provoca uma reação que faz com que o concreto perda de água, diminuindo a umidade no revestimento.

As umidades dos revestimentos com substrato de alvenaria com e sem chapisco mostrou que a presença de umidade mais baixa eleva a resistência de aderência superficial, ou seja, o revestimento com substrato com chapisco apresentou umidade menor que o revestimento com substrato sem chapisco.

Conforme os parâmetros analisados a melhor forma de executar revestimentos de fachadas de edifício é com a utilização do substrato com chapisco, pois este possui uma maior resistência de aderência superficial e menor umidade. Ocasionalmente na diminuição das manifestações patológicas em revestimentos de fachada e contribuindo para o desempenho e durabilidade da estrutura.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Comparativo de resistência de aderência superficial entre um revestimento de argamassa de concreto e argamassa de gesso;
- Ganhos de aderência e flexibilidade em argamassas AC1 aditivadas;
- Classificação de argamassas com incorporação de materiais de mudança de fase com base nas suas propriedades físicas, mecânicas e térmicas.

REFERÊNCIAS

ABCP. **Manual de Revestimentos de Argamassa**. Associação Brasileira de Cimento Portland. 2003. Disponível em: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/279/anexo/ativosmanu.pdf>. Acesso em: 23 de novembro de 2020.

ABDALLA, Sharon. **Trincas, fissuras e rachaduras: saiba como identificar e resolver o problema**. Gazeta do Povo. 2017. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/haus/arquitetura/trincas-fissuras-e-rachaduras-saiba-como-identificar-e-resolver-o-problema/#:~:text=Apesar%20da%20nomenclatura%20distinta%2C%20em,tempo%20de%20vida%20desta%20abertura>. Acesso em: 01 de dezembro de 2020.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13528: Revestimento de paredes de argamassa inorgânicas**. Rio de Janeiro, 2019.

_____. **NBR 7200: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento**. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 13749: Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação**. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 13529: Revestimento de paredes e tetos de argamassa inorgânicas - Terminologia**. Rio de Janeiro, 2013.

ALVARENGA, Rita de Cassia Silva Sant'Ana. *et al.* **Proposta de método de dosagem para argamassas de revestimento com areia artificial de britagem**. Artigo. Ambiente Construído. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212018000100225. Acesso em: 23 de novembro de 2020.

ANJOS, Ana Carolina dos Passos dos. **Comparação ergonômica: aplicação de argamassa manual x aplicação de argamassa projetada**. Monografia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

ANJOS, Erique Lima; DIAS, Pablo Pereira. **As principais patologias em revestimentos de fachadas nas residências do bairro esplanada no município de Rio Pardo de Minas**. Artigo. Faculdade Verde Norte – FAVENORTE: Mato Verde, 2018.

ANTUNES, Gisele Reis. **Estudo de manifestações patológicas em revestimento de fachada em Brasília- Sistematização da incidência de casos**. Dissertação. Universidade de Brasília: Brasília, 2010.

BELLAVER, Gustavo Bridi. **Falta de aderência entre o revestimento argamassado e substrato de alvenaria: influência do tipo de argamassa, espessura e técnica utilizadas**. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2016.

BAÍÁ, L. L. M.; SABBATINI, F. H. **Projeto e execução de revestimento de argamassa**. 4. ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2008.

BATTETO, Frederico Flósculo. **Noções de construção civil**. NT Editora: Brasília, 2014.

BOLINA, Fabricio Logui; HELENE, Paulo Roberto do Lago; TUTIKIAN, Bernardo Fonseca. **Patologias de estruturas**. Oficina dos textos: São Paulo, 2019.

CAPELA, Denis. **Eflorescências: Causas e Soluções**. 2019. Disponível em: https://ibibrasil.org.br/wp-content/uploads/2019/07/2-7%C2%BA-SRI-SC_Efloresc%C3%A4ncias-causas-e-solu%C3%A7%C3%B5es_Denis-Capela.pdf. Acesso em: 29 de novembro de 2020.

CARASEK, Helena. **Argamassas**. IBRACON: São Paulo, 2010.

CARASEK, Helena; SCARTEZINI, Luís Maurício. **Fatores que exercem influência na resistência de aderência à tração dos revestimentos de argamassas**. Artigo. Simposio Brasileiro de Tecnologia. 2003.

CARVALHO, Matheus. **O que é Alvenaria de Vedação?**. Carluc. 2019. Disponível em: <https://carluc.com.br/projeto-arquitetonico/alvenaria-de-vedacao/>. Acesso em: 21 de novembro de 2020.

CHING, Francisco D. K. **Sistemas estruturais ilustrados: padrões, sistemas e projeto**. 2 ed. Bookman: Porto Alegre, 2015.

CORDEIRO, Fabíola; TIEDT, Amanda. **7 Sistemas Construtivos Que Você Precisa Conhecer Para Construir Uma Casa**. Homify. 2018. Disponível em: https://www.homify.com.br/livros_de_ideias/6075735/7-sistemas-construtivos-que-voce-precisa-conhecer-para-construir-uma-casa. Acesso em: 20 de novembro de 2020.

COSTA, Bárbara. *et al.* **Avaliação da Resistência de Aderência à Tração de Revestimento Cerâmico em Substrato de Gesso**. Artigo. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada. 2017. Disponível em: <file:///C:/Users/Tatyany%20Bittencourt/Downloads/709-Texto%20do%20artigo-1701-1-10-20170829.pdf>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2021.

COSTA, Maron da. *et al.* **Avaliação dos mecanismos de aderência entre argamassa colante e substrato não poroso**. Revista Ambiente Construído: Porto Alegre, 2013. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212013000200011. Acesso em: 18 de novembro de 2020.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Manual de revestimento de fachada**. 2006. Disponível em: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/280/anexo/ativosmanu.pdf>. Acesso em: 25 de novembro de 2020.

DESIMONE, Mariana Ribeiro. **O que se entende por fachada de prédios?** SindicoNet: 2011. Disponível em: <https://www.sindiconet.com.br/informese/o-que-se-entende-por-fachada-de-predios-colunistas-inaldo-dantas>. Acesso em: 18 de novembro de 2020.

FIORITO, Antonio J.S.I. **Manual de argamassas e revestimentos: estudos e procedimentos de execução**. 2 ed. Pini: São Paulo, 2009.

FROLLINI, Constantino Bueno. **Qual é a função do Chapisco, Emboço e Reboco na Alvenaria?**. Liga Blog. 2016. Disponível em: <https://blogdaliga.com.br/funcao-chapisco-emboco-e-reboco/>. Acesso em: 25 de novembro de 2020.

GASPERIN, J. **Aderência de revestimentos de argamassa em substrato de concreto: influência da forma de aplicação e composição do chapisco**. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

GARRISON, Philip. **Fundamentos de Estruturas**. 3 ed. Bookman: São Paulo, 2018.

GROSSI, Marcus Vinicius Fernandes Grossi. **O papel do revestimento da fachada nos edifícios**. Direcional Condomínios. 2017. Disponível em: <https://www.direcionalcondominios.com.br/sindicos/marcus-vinicius-fernandes-grossi/item/2836-o-papel-do-revestimento-da-fachada-nos-edificios.html>. Acesso em: 28 de novembro de 2020.

IBRACON. **Sistemas construtivos paredes de concreto, alvenaria estrutural e pré-fabricados de concreto. Concreto e Construções**. 2018. Disponível em: http://ibracon.org.br/Site_revista/Concreto_Construcoes/pdfs/revista90.pdf. Acesso em: 21 de novembro de 2020.

JANTSCH, Ana Claudia Akele; MACHADO, Diego Willian Nascimento; MOHAMAD, Gihad. **Alvenaria Estrutural: Construindo o Conhecimento**. Bucher: São Paulo, 2017.

JUNIOR, Luís Viana dos Santos. **Projeto e Execução de Alvenarias: Fiscalização e Critérios de Aceitação**. Pini: São Paulo, 2014.

LONGHI, M. A. **Revestimento de argamassa industrializada sobre substratos de concreto estrutural: análise do desempenho quando submetidos a envelhecimento acelerado**. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

LOPES. Livia de Faria. **Materiais de construção civil I**. Editora e Distribuidora Educacional S.A: Londrina, 2017.

LORENCETO, Danilo. **Sistemas construtivos: tudo o que você precisa saber sobre paredes de concreto moldadas *in loco***. Engenharia 360. 2018. Disponível em: <https://engenharia360.com/sistemas-construtivos-tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-paredes-de-concreto-moldadas-in-loco/>. Acesso em: 21 de novembro de 2020.

MAIA, Victor. **Edificações – Patologia das Edificações**. EduQC. 2018. Disponível em: <https://eduqc.com.br/concursos/engenharia/edificacoes-patologia-das-edificacoes/>. Acesso em: 26 de novembro de 2020.

MARINHO, Gabriel. **Etapas da obra #20 – Alvenaria de Vedação 3**. Gabriel marinho Arquitetura e Construção Civil. 2017. Disponível em: <https://gabrielmarinho.com/2017/07/21/etapas-da-obra-20-alvenaria-de-vedacao-3/>. Acesso em: 21 de novembro de 2020.

MOHAMAD, Gihad. **Construções em Alvenaria Estrutural: Materiais, Projeto e Desempenho**. Bucher: São Paulo, 2015.

MOLIN, Denise Carpena Dal; TUTIKIAN, Bernardo Fonseca. **Concreto Autoadensável**. 2 ed. Pini: São Paulo, 2015.

MOURA, C. B. **Aderência de revestimentos externos de Argamassa em substratos de concreto: influência das condições de temperatura e ventilação na cura do chapisco**. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Porto Alegre, 2007.

NASCIMENTO, Matheus Leoni Martins; NETO, Abdala Carim Nabut; SENA, Gildeon Oliveira. **Patologia das Construções**. 2B: Salvador, 2020.

NAKAMURA, Juliana. **Parede de concreto: vantagens e características**. BuildIn Construção 3 Informação. 2019. Disponível em: <https://www.buildin.com.br/parede-de-concreto/>. Acesso em: 21 de novembro de 2020.

NETO, Antonio. **Saiba tudo sobre fissuras e trincas em reboco**. Blok. 2020. Disponível em: <https://www.blok.com.br/blog/fissuras-e-trincas-em-reboco>. Acesso em: 01 de dezembro de 2020.

NEVES, Antonio. **Qual a diferença entre chapisco, emboço e reboco?**. Blok. 2019. Disponível em: <https://www.blok.com.br/blog/chapisco-emboco-reboco#:~:text=O%20embo%C3%A7o%20%C3%A9%20a%20etapa,receber%2C%20enfim%2C%20o%20reboco>. Acesso em: 23 de novembro de 2020.

PEREIRA, Caio. **Argamassa: O que é, principais tipos e propriedades**. Escola Engenharia, 2018. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/argamassa/>. Acesso em: 23 de novembro de 2020.

PEREIRA, Caio. **Principais tipos de sistemas construtivos utilizados na construção civil**. Escola Engenharia. 2018. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-sistemas-construtivos/>. Acesso em: 20 de novembro de 2020.

PEREIRA, Caio. **Alvenaria Estrutural – Vantagens e Desvantagens**. 2019. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/alvenaria-estrutural/>. Acesso em: 20 de novembro de 2020.

RECENA, Fernando Antonio Piazza. **Conhecendo Argamassa**. 2 ed. EDIPUCRS: Porto Alegre, 2012.

RUDUIT, F. R. **Contribuição ao estudo da aderência de revestimentos de argamassa e chapisco em substrato de concreto**. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

SALGADO, Júlio César Pereira. **Técnicas e práticas construtivas: da implantação ao acabamento**. Érica: São Paulo, 2014.

SCHAWARZ, Francine. **Alvenaria convencional e estrutural: Qual é mesmo a diferença?**. Construtora Silva Campos. 2016. Disponível em: <http://www.construtorasilvacampos.com.br/alvenaria-convencional-e-estrutural-qual-e-mesmo-a-diferenca-2/>. Acesso em: 21 de novembro de 2020.

SILVA, A. F. **Manifestações patológicas em fachadas com revestimentos argamassados: um estudo de caso em Florianópolis.** Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina: Florianópolis, 2007.

VITOR, João. **Chapisco, emboço e reboco: saiba diferenciar.** Guia da Engenharia. 2020. Disponível em: <https://www.guiadaengenharia.com/chapisco-emboco-reboco/>. Acesso em: 25 de novembro de 2020.

VITÓRIO, Afonso. **Fundamentos da patologia das estruturas nas perícias de engenharia.** Instituto Pernambucano de Avaliação e Perícias de Engenharia: Recife, 2003.

YAZIGI, Walid. **A Técnica de Edificar.** 11 ed. São Paulo: PINI: Sinduscon, 2011.

ANEXO A

LAUDO DE ENSAIO - SUBSTRATO EM ALVENARIA SEM CHAPISCO



RELATÓRIO DE ENSAIO

REVESTIMENTO DE PAREDES DE ARGAMASSA INORGÂNICAS
DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO - MÉTODO NBR 13528-2/19

Relatório nº: 400-2/20

Página 1/1

Interessado: FC CONSTRUTORA E INCORPORADORA LTDA-TORRE JUNDIAÍ
Endereço: Rua Evangelino Meireles, quadra 42, lote 28, Jundiá, Anápolis - GO
Datas: Realização do ensaio:
09/06/2020

Emissão desse relatório:
12/06/2020

INFORMAÇÕES DO ENSAIO

Identificação da amostra: Revestimento de paredes de argamassa inorgânica
Procedência: Preparada na obra Proporcionalamento da argamassa: 1:4
Substrato: Bloco cerâmico Chapisco: Não
Tipo de aplicação: Manual Argamassa: Cimento, areia e aditivo
Idade do revestimento (dias): Não informada Local do ensaio: Obra
Amostragem Realizada pelo cliente
Aplicação: 1º pavimento, fachada 2
Temp. do ar (°C): 34 Umidade relativa do ar (%): 33

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

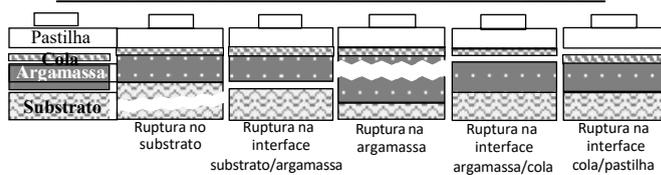
Balança nº: 108
Equipamento de corte nº: 1 (Potência 1100 W, c/ controle de rotação)
Paquímetro nº: 28
Dinamômetro de tração nº 106 (indicador digital res. 0,01 KN)
Estufa nº: 603
Termômetro nº: 141036/12
Termohigrômetro nº: 553
Cola utilizada: Universe

RESULTADOS

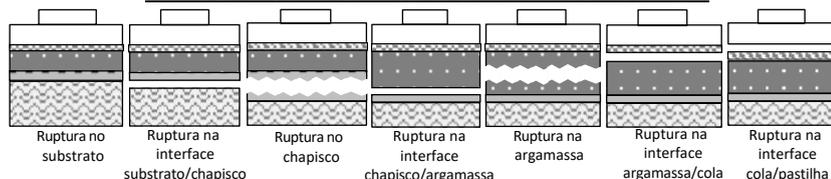
nº	C rpo de prova		Local do ensaio	Carga de Ruptura (N)	Tensão Ra (MPa)	Forma de ruptur (%)								Prof. (mm)	
	dm (mm)	Area (mm ²)				Substrato	Substrato/Argamassa	Substrato/Chapisco	Chapisco	Chapisco/Argamassa	Argamassa	Argamassa/Cola	Cola		Cola/Pastilha
1	49,70	1940	Bloco	230	> 0,12	-	-	NA	NA	NA	100	-	-	-	43,2
2	49,90	1956	Bloco	360	0,18	-	100	NA	NA	NA	-	-	-	-	46,3
3	49,90	1956	Bloco	80	0,04	-	100	NA	NA	NA	-	-	-	-	47,3
4	49,85	1952	Bloco	160	0,08	-	100	NA	NA	NA	-	-	-	-	46,0
5	50,00	1963	Bloco	390	0,20	-	100	NA	NA	NA	-	-	-	-	39,1
6	50,00	1963	Bloco	230	0,12	-	100	NA	NA	NA	-	-	-	-	42,0
7	50,15	1975	Bloco	160	0,08	-	100	NA	NA	NA	-	-	-	-	44,2
8	50,35	1991	Bloco	210	0,11	-	100	NA	NA	NA	-	-	-	-	43,0
9	50,05	1967	Bloco	210	0,11	-	100	NA	NA	NA	-	-	-	-	42,1
10	49,70	1940	Junta	310	0,16	-	100	NA	NA	NA	-	-	-	-	47,8
11	49,60	1932	Bloco	290	> 0,15	-	-	NA	NA	NA	100	-	-	-	47,5
12	50,00	1963	Bloco	470	0,24	-	100	NA	NA	NA	-	-	-	-	48,1

UMIDADE DO REVESTIMENTO (W):
CP 4 Massa úmida (g) = 114,8 Massa seca (g) = 112,8 Espessura (mm) = 40,6 W (%) = 1,8
CP 5 Massa úmida (g) = 109,9 Massa seca (g) = 107,3 Espessura (mm) = 40,2 W (%) = 2,4
CP 6 Massa úmida (g) = 88,9 Massa seca (g) = 86,8 Espessura (mm) = 34,6 W (%) = 2,4

FORMAS DE RUPTURA PARA REVESTIMENTOS SEM CHAPISCO



FORMAS DE RUPTURAS PARA REVESTIMENTOS COM CHAPISCO



REFERÊNCIAS NORMATIVAS

De acordo com a NBR 13528-2/19, no caso da ruptura na interface substrato/argamassa, substrato/chapisco e chapisco/argamassa, o valor da resistência de aderência à tração é igual ao valor obtido no ensaio.

LIMITES DE RESISTÊNCIA (Ra) - NBR 13749/13

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	-	≥0,20

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensaio foi realizado conforme o método de ensaio descrito na norma NBR 13528-2/19.

RESPONSÁVEIS:

Alves Marcos Pinto
Laboratorista de Materiais

Denilson Pereira Rocha
Chefe Lab. Materiais / Eng. Civil - CREA 20459/D-GO

OCORRÊNCIAS/OBSERVAÇÕES:***Nada consta.***

Legenda **dm**: Diâmetro médio do corpo de prova **Ra**: Resistência de aderência **NA**: Não aplicável **Prof.**: Profundidade de arrancamento medida em cada furo

OBS.: As considerações e resultados contidos neste relatório têm validade restrita às amostras ensaiadas e ao ensaio. Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou utilizada por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito da Carlos Campos Consultoria e Construções Limitada.

Av. São Francisco nº 535, Setor Santa Geneveva - Goiânia - GO. CEP: 74670-010 - Fone: (62) 3204-2525 - www.carloscampos.com.br

FORM REL 05 - rev. 04

ANEXO B

LAUDO DE ENSAIO - SUBSTRATO EM ALVENARIA COM CHAPISCO



RELATÓRIO DE ENSAIO

REVESTIMENTO DE PAREDES DE ARGAMASSA INORGÂNICAS
DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO - MÉTODO NBR 13528-2/19

Relatório nº: 362-1/21

Página 1/1

Interessado: FC CONSTRUTORA E INCORPORADORA LTDA-TORRE JUNDIAI
Endereço: Rua Evangelino Meireles, quadra 42, lote 28, Bairro Jundiá, Anápolis - GO
Datas: Realização do ensaio: 20/04/2021

Emissão desse relatório: 27/04/2021

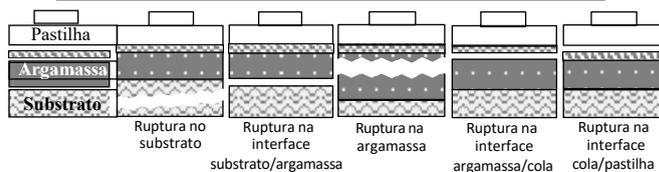
INFORMAÇÕES DO ENSAIO	EQUIPAMENTOS UTILIZADOS
Identificação da amostra: Revestimento de paredes de argamassa inorgânica Procedência: Preparada na obra Substrato: Bloco cerâmico Tipo de aplicação: Manual Idade do revestimento (dias): Não informada Amostragem: Realizada pelo cliente Aplicação: Fachada 4 Temp. do ar (°C): 21	Balança nº: 108 Equipamento de corte nº: 1 (Potência 1100 W, c/ controle de rotação) Paquímetro nº: 28 Dinamômetro de tração nº 106 (indicador digital res. 0,01 KN) Estufa nº: 603 Termômetro nº: 141036/12 Termohigrômetro nº: 556 Cola utilizada: Univesa
Proporcionamento da argamassa: Não informado Chapisco: Sim Argamassa: Cimento, areia e aditivo Local do ensaio: Obra Umidade relativa do ar (%): 77	

RESULTADOS

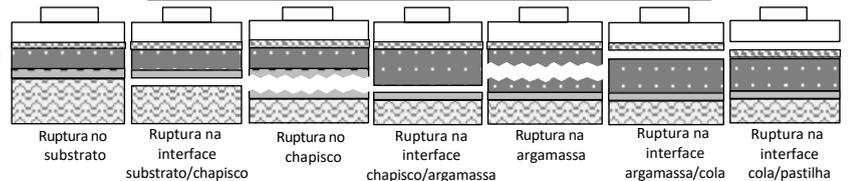
nº	Grupo de prova		Local do ensaio	Carga de Ruptura (N)	Tensão Ra (MPa)	Forma de ruptura (%)								Prof. (mm)	
	dm (mm)	Área (mm²)				Substrato	Substrato/Argamassa	Substrato/Chapisco	Chapisco	Chapisco/Argamassa	Argamassa	Argamassa/Cola	Cola		Cola/Pastilha
1	48,45	1844	Bloco	700	0,38	40	NA	30	-	30	-	-	-	-	35,1
2	48,65	1859	Bloco	1170	> 0,63	-	NA	-	-	-	100	-	-	-	38,0
3	48,60	1855	Junta	680	0,37	-	NA	100	-	-	-	-	-	-	42,6
4	48,50	1847	Bloco	700	0,38	-	NA	-	-	100	-	-	-	-	34,8
5	48,65	1859	Bloco	880	> 0,47	-	NA	-	-	-	100	-	-	-	42,1
6	48,50	1847	Bloco	200	0,11	-	NA	-	-	100	-	-	-	-	36,4
7	48,75	1867	Junta	600	0,32	-	NA	-	-	80	20	-	-	-	44,9
8	48,65	1859	Junta	940	0,51	-	NA	-	-	100	-	-	-	-	40,7
9	48,60	1855	Junta	180	0,10	-	NA	-	-	100	-	-	-	-	44,7
10	48,70	1863	Junta	650	0,35	-	NA	-	-	100	-	-	-	-	48,3
11	48,30	1832	Junta	910	0,50	-	NA	-	-	50	50	-	-	-	41,4
12	48,55	1851	Junta	730	0,39	-	NA	-	-	100	-	-	-	-	46,5

UMIDADE DO REVESTIMENTO (W):
 CP 1 Massa úmida (g) = 106,1 Massa seca (g) = 104,7 Espessura (mm) = 39,5 W (%) = 1,3
 CP 2 Massa úmida (g) = 103,9 Massa seca (g) = 102,7 Espessura (mm) = 39,3 W (%) = 1,2
 CP 3 Massa úmida (g) = 81,9 Massa seca (g) = 81,0 Espessura (mm) = 31,5 W (%) = 1,1

FORMAS DE RUPTURA PARA REVESTIMENTOS SEM CHAPISCO



FORMAS DE RUPTURAS PARA REVESTIMENTOS COM CHAPISCO



REFERÊNCIAS NORMATIVAS

De acordo com a NBR 13528-2/19, no caso da ruptura na interface substrato/argamassa, substrato/chapisco e chapisco/argamassa, o valor da resistência de aderência à tração é igual ao valor obtido no ensaio.

LIMITES DE RESISTÊNCIA (Ra) - NBR
13749/13

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	-	≥0,20

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensaio foi realizado conforme o método de ensaio descrito na norma NBR 13528-2/19.

RESPONSÁV

Alves Marcos
Laboratorista de Materiais



Denilson Pereira Rocha
Chefe Lab. Materiais / Eng. Civil - CREA 20459/D-GO

OCORRÊNCIAS/OBSERVAÇÕES:

Argamassa com fibra.

Legenda **dm**: Diâmetro médio do corpo de prova **Ra**: Resistência de aderência **NA**: Não aplicável

Prof.: Profundidade de arrancamento medida em cada furo

OBS.: As considerações e resultados contidos neste relatório têm validade restrita às amostras ensaiadas e ao ensaio. Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou utilizada por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito da Carlos Campos Consultoria e Construções Limitada.

Av. São Francisco nº 535, Setor Santa Genoveva - Goiânia - GO. CEP: 74670-010 - Fone: (62) 3204-2525 - www.carloscampos.com.br

FORM REL 05 - rev. 04

ANEXO C

LAUDO DE ENSAIO - SUBSTRATO EM CONCRETO



RELATÓRIO DE ENSAIO

REVESTIMENTO DE PAREDES DE ARGAMASSA INORGÂNICAS
DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO - MÉTODO NBR 13528-2/19

Relatório nº: 400-1/20

Página 1/1

Interessado: FC CONSTRUTORA E INCORPORADORA LTDA-TORRE JUNDIAÍ
Endereço: Rua Evangelino Meireles, quadra 42, lote 28, Jundiá, Anápolis - GO
Datas: Realização do ensaio:
09/06/2020

Emissão desse relatório:
12/06/2020

INFORMAÇÕES DO ENSAIO

Identificação da amostra: Revestimento de paredes de argamassa inorgânica
Procedência: Preparada na obra Proporcionalamento da argamassa: 1:4
Substrato: Estrutura de concreto Chapisco: Sim
Tipo de aplicação: Manual Argamassa: Cimento, areia e aditivo
Idade do revestimento (dias): Não informada Local do ensaio: Obra
Amostragem: Realizada pelo cliente
Aplicação: Pavimento 1, fachada 1
Temp. do ar (°C): 27 Umidade relativa do ar (%): 49

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

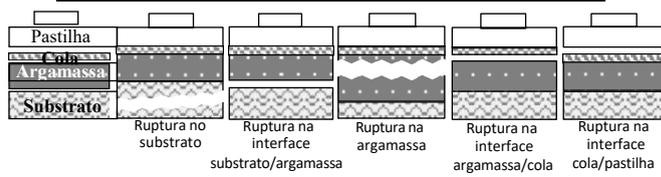
Balança nº: 108
Equipamento de corte nº: 1 (Potência 1100 W, c/ controle de rotação)
Paquímetro nº: 28
Dinamômetro de tração nº 106 (indicador digital res. 0,01 KN)
Estufa nº: 603
Termômetro nº: 141036/12
Termohigrômetro nº: 553
Cola utilizada: Univers

RESULTADOS

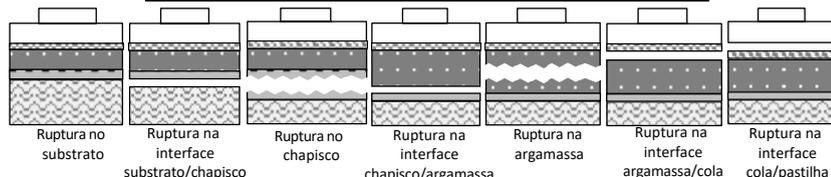
nº	C rpo de prova		Local do ensaio	Carga de Ruptura (N)	Tensão Ra (MPa)	Foi ma de ruptur (%)								Prof. (mm)	
	dm (mm)	Área (mm ²)				Substrato	Substrato/Argamassa	Substrato/Chapisco	Chapisco	Chapisco/Argamassa	Argamassa	Argamassa/Cola	Cola		Cola/Pastilha
1	49,85	1952	Estrutura	340	0,17	-	NA	-	-	100	-	-	-	-	23,7
2	49,65	1936	Estrutura	520	0,27	-	NA	-	-	100	-	-	-	-	22,9
3	49,85	1952	Estrutura	750	0,38	-	NA	-	-	100	-	-	-	-	22,6
4	49,50	1924	Estrutura	990	0,51	-	NA	-	-	70	30	-	-	-	22,1
5	49,65	1936	Estrutura	940	0,49	-	NA	-	-	80	20	-	-	-	21,8
6	49,55	1928	Estrutura	650	0,34	-	NA	-	-	100	-	-	-	-	22,8
7	49,75	1944	Estrutura	260	0,13	-	NA	-	-	100	-	-	-	-	23,2
8	49,65	1936	Estrutura	150	0,08	-	NA	-	-	100	-	-	-	-	23,4
9	49,75	1944	Estrutura	440	0,23	-	NA	70	-	30	-	-	-	-	24,9
10	50,05	1967	Estrutura	130	0,07	-	NA	-	-	100	-	-	-	-	22,6
11	49,65	1936	Estrutura	230	0,12	-	NA	-	-	100	-	-	-	-	22,4
12	49,70	1940	Estrutura	310	0,16	-	NA	-	-	100	-	-	-	-	21,4

UMIDADE DO REVESTIMENTO (W):
CP 1 Massa úmida (g) = 52,3 Massa seca (g) = 51,8 Espessura (mm) = 21,2 W (%) = 1,0
CP 2 Massa úmida (g) = 60,3 Massa seca (g) = 59,7 Espessura (mm) = 21,8 W (%) = 1,0
CP 3 Massa úmida (g) = 70,6 Massa seca (g) = 69,9 Espessura (mm) = 23,4 W (%) = 1,0

FORMAS DE RUPTURA PARA REVESTIMENTOS SEM CHAPISCO



FORMAS DE RUPTURAS PARA REVESTIMENTOS COM CHAPISCO



REFERÊNCIAS NORMATIVAS

De acordo com a NBR 13528-2/19, no caso da ruptura na interface substrato/argamassa, substrato/chapisco e chapisco/argamassa, o valor da resistência de aderência à tração é igual ao valor obtido no ensaio.

LIMITES DE RESISTÊNCIA (Ra) - NBR 13749/13

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	-	≥0,20

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensaio foi realizado conforme o método de ensaio descrito na norma NBR 13528-2/19.

RESPONSÁVEIS:

Alves Marcos Pinto
Laboratorista de Materiais

Denilson Pereira Rocha
Chefe Lab. Materiais / Eng. Civil - CREA 20459/D-GO

OCORRÊNCIAS/OBSERVAÇÕES:

Nada consta.

Legenda **dm**: Diâmetro médio do corpo de prova **Ra**: Resistência de aderência **NA**: Não aplicável **Prof.:** Profundidade de arrancamento medida em cada furo

OBS.: As considerações e resultados contidos neste relatório têm validade restrita às amostras ensaiadas e ao ensaio. Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou utilizada por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito da Carlos Campos Consultoria e Construções Limitada.

Av. São Francisco nº 535, Setor Santa Genoveva - Goiânia - GO. CEP: 74670-010 - Fone: (62) 3204-2525 - www.carloscampos.com.br

FORM REL 05 - rev. 04