

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS

CAMPUS GOIÂNIA

CURSO BACHAREL DE ENGENHARIA CIVIL

GIOVANNA MARIA MARQUES BERNARDES

**AVALIAÇÃO DA EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO EM ARGAMASSA DE
FACHADA DE EDIFÍCIO SEGUNDO NORMA DE DESEMPENHO- ESTUDO DE
CASO**

Goiânia

2023

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO
NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Giovanna Maria Marques Bernardes

Matrícula: 20191011050410

Título do Trabalho: AVALIAÇÃO DA EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO EM ARGAMASSA DE FACHADA DE EDIFÍCIO SEGUNDO NORMA DE DESEMPENHO- ESTUDO DE CASO

Autorização - Marque uma das opções

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

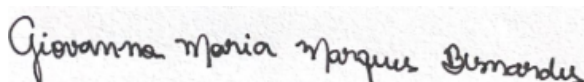
- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Goiânia, 23/02/2024.
Local Data



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

GIOVANNA MARIA MARQUES BERNARDES

**AVALIAÇÃO DA EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO EM ARGAMASSA DE
FACHADA DE EDIFÍCIO SEGUNDO NORMA DE DESEMPENHO- ESTUDO DE
CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação de Engenharia Civil, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Goiânia, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil Orientador: Prof. Me. Ricardo de Alcantara Ferreira

Goiânia

2023

B522a Bernardes, Giovanna Maria Marques.
Avaliação da execução de revestimento em argamassa de fachada de edifício segundo norma de desempenho- estudo de caso / Giovanna Maria Marques Bernardes. – Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia, 2023.
59 f.: il.

Orientador: Prof. Me. Ricardo de Alcantara Ferreira.

TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Bacharelado em Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.

1. Edificação – norma de desempenho – ABNT NBR 15.575. 2. Edifício residencial - vedação externa – Goiânia (GO). I. Ferreira, Ricardo de Alcantara (orientador). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia. III. Título.

CDD 624.07

Ficha catalográfica elaborada pelo Bibliotecário Alisson de Sousa Belthodo Santos CRB1/ 2.266
Biblioteca Professor Jorge Félix de Souza,
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS GOIÂNIA

GIOVANNA MARIA MARQUES BERNARDES

“AVALIAÇÃO DA EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO EM ARGAMASSA DE FACHADA DE EDIFÍCIO SEGUNDO NORMA DE DESEMPENHO - ESTUDO DE CASO”.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Goiânia, como parte dos quesitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Membros da banca: Me. Ricardo de Alcântara Ferreira (orientador), Me. Glydson Ribeiro Antonelli, Esp. Wesley Pimenta de Menezes.

Aprovado em 15 de Dezembro de 2023.

Documento assinado eletronicamente por:

- Wesley Pimenta de Menezes, CHEFE - CD4 - GYN-DAAIII, em 18/12/2023 20:18:58.
- Ricardo de Alcântara Ferreira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 18/12/2023 09:08:52.
- Glydson Ribeiro Antonelli, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 16/12/2023 19:08:14.
- Matilde Batista Melo, COORDENADOR(A) DE CURSO - FUC1 - GYN-CCBEC, em 16/12/2023 18:48:17.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 16/12/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 491617

Código de Autenticação: 29e89e3b70



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Rua 75, nº 46, Centro, GOIÂNIA / GO, CEP 74055-110
(62) 3227-2736 (ramal: 2736)

DEDICATÓRIA

A minha família, amigos e a todos que sempre estiveram ao meu lado me apoiando diante a conclusão do presente trabalho.

RESUMO

Este trabalho acadêmico visa à análise da execução de revestimento em argamassa de fachada de um empreendimento residencial vertical localizado em Goiânia metrópole do estado de Goiás. O sistema construtivo empregado nas vedações externas é de alvenaria de vedação revestida em reboco paulista com pintura acrílica texturizada com detalhes em vidro, revestimento de porcelanato e/ou pedra no térreo, brises metálicos e frisos de acordo com o projeto de fachada. O presente estudo terá como objetivo a verificação do atendimento a norma de desempenho ao requisito de durabilidade, vigente desde o ano de 2013, do serviço de reboco externo de fachada que compõe o edifício em estudo no quesito reboco externo. Os resultados de ensaios e comprovações obtidas serão analisados e comparados com os valores e condições estabelecidos pela ABNT NBR 15.575, fazendo-se apontamentos do método executivo, materiais e controle de inspeção de serviços aplicados que levaram aos resultados coletados nos ensaios medindo a eficiência dos procedimentos adotados em relação aos critérios normativos estabelecidos.

Palavras chave: Norma de Desempenho, Vedação Externa, Fachada, Goiânia.

ABSTRACT

This academic work aims to analyze the execution of mortar coating on the facade of a vertical residential development located in Goiânia, a metropolis in the state of Goiás. The construction system used in the external fences is masonry sealing covered in “reboco paulista” with textured acrylic paint with details in glass, porcelain and/or stone cladding on the ground floor, metal louvres and friezes in accordance with the facade design. The present study will aim to verify compliance with the performance standard for the durability requirement, in force since 2013, of the external facade plastering service that makes up the building under study in terms of external plastering. The test results and evidence obtained will be analyzed and compared with the values and conditions established by ABNT NBR 15.575, making notes on the executive method, materials and inspection control of applied services that led to the results collected in the tests measuring the efficiency of the procedures adopted in relation to established normative criteria.

Key-words: *Performance Standard, External Fence, Facade, Goiânia.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Controle da qualidade do revestimento aplicado	22
Figura 2- Tipos de camada de revestimento em argamassa	23
Figura 3- Tipos de chapisco.....	26
Figura 4- Modificações ocorridas no sistema de revestimento de argamassa para fachada de edifícios.....	28
Figura 5- Projeto de alocação de andaimes suspensos motorizados	33
Figura 6– Legenda de procedimentos empregados na fachada	35
Figura 7– Recorte de projeto de fachada indicando previsão de frisos horizontais, verticais e colocação de telas	36
Figura 8– Sequência executiva de revestimento externo em fachada segundo projeto..	37
Figura 9– Esmerilhadeira com disco de desbaste	37
Figura 10– Peça estrutural de concreto armado desbastado com esmerilhadeira.....	38
Figura 11– Fixação de tela galvanizada no encontro de alvenaria com estrutura de concreto	39
Figura 12– Detalhe de projeto de revestimento de fachadas com telas metálicas para reforço.....	39
Figura 13- Chapisco desempenado na estrutura	40
Figura 14– Chapisco chapado na alvenaria	40
Figura 15– Execução de taliscamento	41
Figura 16– Elementos de fachada requadrados	42
Figura 17– Recorte de projeto com Tabela de manutenção periódica e preventiva.....	43
Figura 18– Distribuição de CPs.....	46
Figura 19– Formas de ruptura	47
Figura 20– Pannel de controle de fichas de verificação de serviço.....	48
Figura 21- Corpos de prova 6º Pavimento ASM02	52
Figura 22- Corpos de prova 12º Pavimento ASM02	53
Figura 23- Corpos de prova 19º Pavimento ASM02	54
Figura 24– Ficha de verificação de serviço- Reboco externo	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Vida Útil de Projeto mínima a ser estabelecida pelo projetista.	18
Tabela 2- Níveis distintos de vida útil de projeto para diferentes tipos de sistemas e elementos construtivos.	19
Tabela 3- Custos de manutenção previstos para diferentes tipos de sistemas e elementos construtivos.....	19
Tabela 4- Espessuras admissíveis de revestimentos internos e externos.....	21
Tabela 5- Limites de resistência de aderência à tração (Ra) para emboço e camada úmida.	22
Tabela 6- Níveis de Desempenho definidos pela incorporadora.	33
Tabela 7- Vida útil de projeto dos sistemas do empreendimento definidos pela incorporadora.....	34
Tabela 8– Rendimento argamassa MATRIX 3202	44
Tabela 9– Desempenho argamassa MATRIX 3202	45
Tabela 10– Propriedades argamassa MATRIX 3202	45
Tabela 11– Desempenho argamassa MATRIX 3201	45
Tabela 12– Desempenho argamassa MATRIX 5201	45
Tabela 13– Mapeamento de talisca (espessura do reboco).....	49
Tabela 14– Informações gerais para realização do ensaio	51
Tabela 15– Resultados de revestimento 6º Pavimento- Fachada ASM02.....	51
Tabela 16– Resultados de revestimento 12º Pavimento- Fachada ASM02.....	52
Tabela 17– Resultados de revestimento 19º Pavimento- Fachada ASM02.....	53

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
PES	Procedimento de Execução de Serviço
SVVI	Sistemas de Vedação Vertical Interno
SVVIE	Sistemas de Vedação Vertical Externo
SVVE	Sistemas de Vedação Vertical Interno e Externo
VU	Vida Útil
VUP	Vida Útil de Projeto
RDM	Revestimento Decorativo Monocamada

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Justificativa	13
1.2 Objetivo geral.....	15
1.3 Objetivo específico.....	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1 Norma de Desempenho	16
2.1.1 Vida útil (VU)	17
2.1.2 Vida Útil de Projeto (VUP).....	17
2.2 Sistemas de vedações verticais internas e externas	20
2.3 Requisitos de atendimento à norma de desempenho para SVVE- Resistência de aderência a tração em revestimentos	21
2.5 Argamassas	23
2.6 Trabalhabilidade da argamassa	25
2.8 Chapisco.....	25
2.9 Camada Única- Reboco Paulista	27
2.10 Projeto de fachada	29
3 METODOLOGIA	31
3.1 Estudo de caso.....	31
3.4 Sistema construtivo	32
3.3 Projeto Executivo de Fachada	33
3.3.1 Procedimentos executivos	34
3.1.2 Sequência executiva	36
3.1.3 Preparo das bases	37
3.1.4 Chapisco	39
3.1.5 Emboço	41
3.1.6 Requisitos de durabilidade e manutenibilidade.....	43
3.2 Materiais.....	44
3.3 Ensaio de resistência a tração.....	46
3.4 Controles, inspeções e fichas de serviço	48
4 RESULTADOS.....	51
5 CONCLUSÃO	55
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
7 ANEXOS	59

1 INTRODUÇÃO

Os materiais que compõem as fachadas dos edifícios são muito importantes esteticamente, mas também atuam como proteção das estruturas e dos elementos de vedação, garantindo estanqueidade, isolamento térmico e acústico das edificações. Dessa forma, o planejamento, execução e conservação dos materiais a serem empregados são indispensáveis para se atingir as definições de projeto e garantir a durabilidade e vida útil da edificação.

É imprescindível a análise dos produtos disponíveis no mercado, a conformidade da execução com as normas técnicas, a contratação de mão de obra qualificada e a logística de abastecimento de materiais, de acordo com o cronograma de execução da obra, pois, os elementos de fachada representam significativa parcela dos custos de novos empreendimentos e do pós-obra, em função das manutenções. Esses procedimentos, quando aplicados de forma sistêmica, otimizam a produtividade e minimizam as interrupções de trabalho.

Esse estudo apresenta as etapas do serviço de execução de reboco externo das fachadas a partir do planejamento da execução, aplicação do projeto executivo, controle de materiais aplicados, etapas de verificação de serviço e realização de ensaios em campo, através de levantamentos realizados em uma obra de grande porte na cidade de Goiânia/GO.

1.1 Justificativa

A ABNT NBR 15.575 estabelece um nível mínimo de desempenho de uma edificação para seus principais elementos, entre eles, os sistemas de vedações verticais externos. A Norma vigente impõe critérios a serem seguidos nas vedações e regulamenta a qualidade de construções habitacionais.

Para Freitas (2014, p.57):

As fachadas dos edifícios estão expostas aos fenômenos climatológicos da região em que se localizam. A falta de adequada compreensão da interação entre os ciclos de temperatura e de umidade e os revestimentos de fachada favorece sua degradação. Nesse contexto, o monitoramento e o estudo do efeito

desses aspectos físicos são importantes para a garantia da durabilidade das fachadas.

O próprio documento regulamentador usa exemplos e faz a relação entre os tipos de serviços da construção civil e seu grau de custo para manutenção que podem superar o valor inicial do sistema construtivo. Nesse contexto, o trabalho demonstrará como o estudo do tema é imprescindível atualmente para construções habitacionais atenderem as condições estabelecidas na nova norma e atinjam o comportamento apropriado estabelecidos em projeto, já que o custo envolvido nos serviços e materiais de fachada são valores consideráveis levando em conta o orçamento geral de um empreendimento.

De acordo com Carasek (2014), a durabilidade dos revestimentos de fachada está diretamente relacionada à forma como interagem com os fenômenos climáticos. Elementos como chuva, vento, insolação e material particulado em suspensão no ar, devido à sua agressividade, podem criar condições desfavoráveis para os edifícios e reduzir a vida útil das construções. Isso ocorre devido à falta de compreensão sistêmica de todos os fatores no processo de concepção de projetos.

Em outra pesquisa Carasek (2007), aponta que diversos casos de manifestações patológicas em revestimentos de argamassa têm sido documentados tanto no Brasil quanto em Portugal. Esses casos envolvem tanto argamassas convencionais preparadas no local quanto argamassas industrializadas. Embora os problemas sejam variados, um fenômeno cada vez mais frequente, conforme relatado por vários autores recentemente, é o descolamento do revestimento aplicado em estruturas de concreto armado e protendido.

Complementando, Ceotto et al. (2005, p. 9-10) elenca:

“O nível de desconhecimento dos elos da produção sobre o comportamento dos revestimentos pode ser resumido como se segue.

Deficiências técnicas muito grandes no conhecimento sobre o comportamento dos revestimentos.

Insensibilidade com a necessidade de desenvolvimento.

Insensibilidade com a necessidade de se utilizarem projetos específicos nesse serviço.

A fachada, até então, é considerada somente como um produto decorativo, e não de engenharia.

Planejamento e controle da qualidade incompatível com a complexidade do problema.

Pouca preocupação com a capacitação das equipes de obra no assunto de revestimentos.

Quando feitas na própria obra, as argamassas são preparadas com muitos poucos critérios técnicos, muitas vezes definidos pelo próprio operário.”

1.2 Objetivo geral

O objetivo desta pesquisa é proporcionar uma análise do processo construtivo dos revestimentos de fachada, de acordo com o projeto desenvolvido, no contexto do empreendimento sob investigação. Esse estudo se concentrará na perspectiva da norma de Desempenho de edificações habitacionais - ABNT NBR 15575:2013, que estabelece as diretrizes para a qualidade e o desempenho de edifícios residenciais.

O foco principal da pesquisa será direcionado a resistência a tração do revestimento externo em argamassa sendo ela um aspecto crítico da qualidade e durabilidade dos revestimentos de fachada, e a norma NBR 15575 (ABNT, 2013) estabelece padrões rigorosos para garantir o desempenho adequado desse sistema.

Neste estudo, busca-se compreender as especificações da norma, sua aplicação ao processo de construção e as práticas recomendadas para garantir que os revestimentos de fachada atendam aos requisitos de aderência da argamassa. A análise permitirá avaliar a conformidade do empreendimento com as diretrizes normativas, identificando e destacando as melhores práticas para alcançar a qualidade e o desempenho desejados nesse aspecto específico.

Assim, o objetivo desta pesquisa visa contribuir para a compreensão do processo construtivo de revestimentos de fachada sob a perspectiva da norma ABNT NBR 15575:2013, com um foco específico na aderência de argamassa, com o propósito de promover a melhoria da qualidade e da durabilidade das construções habitacionais.

1.3 Objetivo específico

O objetivo específico da pesquisa é descrever o processo construtivo de execução do revestimento de argamassa de fachada, conforme projeto desenvolvido, do empreendimento em estudo sob a perspectiva da norma de Desempenho de edificações habitacionais - ABNT NBR15575: 2013, investigando o sistema para atendimento dos requisitos pertinentes através:

- Análise dos métodos executivos aplicados por meio de projeto
- Comprovação do atendimento normativo dos materiais aplicados
- Comprovação da eficácia dos métodos aplicados por meio do ensaio de aderência a tração de revestimento em argamassa

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Norma de Desempenho

A partir de uma iniciativa da Caixa Econômica Federal e da Financiadora de Estudos e Projetos – Finep, nos anos 2000 iniciou-se os estudos sobre a norma de desempenho das edificações e somente após oito anos foi disponibilizado e publicado a primeira edição da NBR 15575, exigindo que as construções se adequassem até o ano de 2010, porém somente em 2013 a norma entrou em vigência exigindo adequação dos novos empreendimentos habitacionais.

Lorenzi (2013) destaca que a implementação da NBR 15575 no cenário brasileiro representa um progresso significativo. Esta norma introduz o conceito de "comportamento em uso" como parte integrante do processo de projeto, impulsionando a consideração do desempenho da edificação desde o estágio inicial de concepção.

Assim, com a nova norma em vigor houve a necessidade das empresas se adequarem o que gerou várias contestações de custo, capacitação de profissionais, conhecimento sobre informações técnicas e dificuldades de implementar padrões mais elevados de qualidade nas obras. Porém, a implantação dessa norma é considerada um marco na construção civil, exigindo padrões mínimos de qualidade pautados no atendimento as necessidades dos consumidores finais e definindo um parâmetro de qualidade, durabilidade e segurança das construções.

Essa nova normativa marca o nível mínimo de desempenho das habitações e seus principais sistemas como estruturais, de coberturas de vedações verticais internos e externos. Também estabelece o conceito de vida útil de projeto e define referências para a estrutura, pisos, vedações, coberturas e instalações hidrossanitárias de edificações habitacionais. A NBR 15575 foi elaborada a partir dos componentes de um edifício estabelecendo premissas qualitativas que se precisa alcançar e quesitos quantitativos para atingir a conformidade dos padrões estabelecidos.

O documento é dividido em seis partes sendo elas:

- Requisitos gerais
- Requisitos para os sistemas estruturais
- Requisitos para os sistemas de pisos

- Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE
- Requisitos para os sistemas de coberturas
- Requisitos para os sistemas hidrossanitários

2.1.1 Vida útil (VU)

Conforme a NBR 15575 (ABNT, 2013) vida útil é a quantidade de tempo em que determinada construção desempenha a função para qual foi projetada e definida, bem como sua durabilidade com a premissa de que exista periodicidade e a correta execução dos processos de manutenção especificados nos manuais de uso que devem ser disponibilizados pela incorporadora ou construtora. Nesse viés, também foram criadas normas que padronizam esses manuais para o cliente, são elas: NBR 14037- Manual de operação, uso e manutenção das edificações -Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação e NBR 5674 Manutenção de edificações- Procedimento.

De acordo com Borges (2008, p. 44):

“As condições adequadas de uso e operação da edificação são definidas em projeto, e o seu não atendimento pelos usuários pode afetar diretamente na obtenção do desempenho esperado ao longo da vida útil da edificação. Se a utilização da edificação for diferente daquela prevista em projeto, como por exemplo, a aplicação de cargas na estrutura muito superiores às previstas originalmente, vários requisitos de desempenho podem deixar de ser atendidos, tais como a segurança estrutural, a ausência de deformações, a estanqueidade, etc.”

2.1.2 Vida Útil de Projeto (VUP)

Com a vigência da norma de desempenho para obras habitacionais, a vida útil de projeto é um parâmetro a ser estabelecido para cada sistema que a compõe, devendo ser maiores ou iguais aos valores mínimos estabelecidos. Dessa forma, todos os projetos devem ser desenvolvidos visando alcançar a vida útil de projeto definida pela incorporadora, considerando a durabilidade dos sistemas e seus componentes.

É lógico supor que a qualidade de execução de um produto ou sistema está diretamente relacionada ao seu tempo de funcionamento sem falhas ou perda de

desempenho. Quanto mais tempo ele opera de maneira consistente, maior a indicação de que a sua produção foi bem realizada. Além disso, ao considerar o tempo de funcionamento sem falhas como um indicativo de qualidade também está relacionada ao de ciclo de vida do empreendimento, onde a preocupação com o desempenho contínuo e a durabilidade vai além da fase de construção ou implementação. Isso implica que a manutenção e a gestão ao longo da vida útil da edificação são aspectos críticos para garantir que os objetivos de desempenho sejam atendidos. (BORGES, 2008).

Na Tabela 1 estão descritos os tipos de sistemas analisados e sua vida útil mínima, de acordo com a ABNT NBR 8681-2003:

Tabela 1– Vida Útil de Projeto mínima a ser estabelecida pelo projetista.

Sistema	VUP mínima em anos
Estrutura	segundo ABNT NBR 8681-2003
Pisos internos	≥13
Vedação vertical externa	≥40
Vedação vertical interna	≥20
Cobertura	≥20
Hidrossanitário	≥20

Considerando periodicidade e processos de manutenção especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção entregue ao usuário elaborado em atendimento à ABNT NBR 5674.

Fonte: Norma ABNT NBR 15.575-1

Uma das formas de comprovação dos níveis de desempenho é por meio da realização de ensaios amparados pelas normas e a análise dos resultados obtidos através do desempenho dos métodos construtivos e materiais utilizados. Logo, a maior qualidade dos empreendimentos e durabilidade acarreta economia e maior sustentabilidade gerando negócios mais duráveis e rentáveis para as empresas.

A NBR 15575 (2013, p. 10) conceitua:

“Vida útil de projeto (VUP) – período estimado de tempo para o qual um sistema é projetado, a fim de atender aos requisitos de desempenho estabelecidos nesta Norma, considerando o atendimento aos requisitos das normas aplicáveis, o estágio do conhecimento no momento do projeto e supondo o atendimento da periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo manual de uso, operação e manutenção.”

Conforme é estabelecido pela norma e é possível observar na Tabela 2 os tipos de vida útil de projeto na qual as manutenções são classificadas em três tipos e na Tabela 3 a diferenciação dos tipos de custo de acordo com o elemento analisado.

Tabela 2- Níveis distintos de vida útil de projeto para diferentes tipos de sistemas e elementos construtivos.

Categoria	Descrição	Vida útil	Exemplos típicos
1	Substituível	Vida útil mais curta que o edifício, sendo sua substituição fácil e prevista na etapa de projeto	Muitos revestimentos de pisos, louças e metais sanitários
2	Manutenível	São duráveis, porém necessitam de manutenção periódica, e são passíveis de substituição ao longo da vida útil do edifício	Revestimentos de fachadas e janelas
3	Não manutenível	Devem ter a mesma vida útil do edifício por não possibilitarem manutenção	Fundação e muitos elementos estruturais

Fonte: Norma ABNT NBR 15.575-1

Tabela 3- Custos de manutenção previstos para diferentes tipos de sistemas e elementos construtivos.

Categoria	Descrição	Exemplos típicos
A	Baixo custo de manutenção	Vazamento em metais sanitários
B	Médio custo de manutenção ou reparação	Pintura de revestimentos internos
C	Médio ou alto custo de manutenção ou reparação Custo de reposição (do elemento ou sistema) equivalente ao custo inicial	Pintura de fachadas, esquadrias de portas, pisos internos e telhamento
D	Alto custo de manutenção e/ou reparação Custo de reposição superior ao custo inicial Comprometimento da durabilidade afeta outras partes do edifício	Revestimento de fachadas e estrutura de telhados
E	Alto custo de manutenção ou reparação Custo de reposição muito superior ao custo inicial	Impermeabilização de piscinas

Fonte: Norma ABNT NBR 15.575-1

2.2 Sistemas de vedações verticais internas e externas

A norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013) - Edificações habitacionais, parte 4, prevê parâmetros, condições mínimas e os métodos de comprovação do estado-limite último e estado-limite de serviço para as vedações verticais de edifícios. O documento normativo pauta todos os itens constituintes das vedações funcionando como um sistema, uma análise conjunta do desempenho dos elementos que interagem, ponderando os itens como esquadrias, guarda-corpo, placas cerâmicas e instalações prediais.

Dessa maneira, nas vedações de fachadas são avaliadas quanto às solicitações de cargas de peças suspensas, impacto de corpo mole, impacto de corpo duro, cargas incidentes em guarda-corpos, segurança contra incêndio, estanqueidade, desempenho térmico, desempenho acústico, desempenho lumínico, durabilidade e manutenibilidade, saúde, conforto e adequação ambiental.

Um dos sistemas preponderantes em uma construção vertical é o sistema de vedação, destacando-se como o de maior extensão. Este sistema, de maneira convencional, é composto por blocos organizados de forma a garantir estabilidade, sendo fabricados a partir de diversos materiais, tais como concreto, cerâmica, gesso, silício-calcário, entre outros. Posteriormente, esses blocos são revestidos com argamassa, desempenhando a função de proteger os elementos constituintes contra as intempéries, contribuindo para isolamento térmico, acústico, impermeabilidade, segurança contra incêndios, além de servir como base para acabamentos decorativos, contribuindo para a estética da construção (CARASEK, 2017).

Conforme estabelecido pela ABNT NBR 15575 (2013), é atribuída ao projetista a responsabilidade de elaborar um projeto que proporcione meios e espaços que facilitem as condições de acesso para inspeção predial, visando simplificar a manutenção, sendo o desempenho do reboco externo avaliado quanto a sua durabilidade e manutenibilidade, tendo esse item comprovado através dos dados de aderência da argamassa por meio de ensaio.

2.3 Requisitos de atendimento à norma de desempenho para SVVE- Resistência de aderência a tração em revestimentos

Um requisito de grande importância é a resistência do revestimento de argamassa aplicado nas alvenarias de vedações em fachadas, as exigências a serem atendidas se encontram na NBR 13528, NBR 13281 e NBR 13749 que estabelecem padrões para atendimento do material e para o serviço finalizado. Essas normas especificam as condições que devem ser atendidas englobando aspecto da argamassa, a resistência mecânica, absorção de água, umidade e resistência a intempéries como a variação de temperatura.

Quanto a resistência mecânica ela pode ser definida como a capacidade dos revestimentos de apresentarem uma consolidação interna capaz de suportar diferentes esforços mecânicos, geralmente manifestados por tensões simultâneas de tração, compressão e cisalhamento.

O método preconizado pela ABNT NBR 13.528:2019 - Revestimentos de Paredes e Tetos de Argamassas Inorgânicas - Determinação da Resistência de Aderência à Tração, descreve as técnicas para a realização do ensaio destinado à determinação da resistência de aderência à tração de um revestimento.

De acordo com Zanelato (2015), ao longo de sua vida útil, os revestimentos estão expostos a uma variedade de demandas mecânicas. A capacidade da argamassa de resistir à abrasão superficial, tração, impacto e cisalhamento é mais intimamente relacionada à sua resistência mecânica do que sua resistência à compressão.

São especificadas e descritos tópicos como prumo, nivelamento e planeza que são mencionados e padronizados para utilização e recebimento de serviços em que se aplica o material. Na Tabela 4 é possível observar os valores de espessura normatizados para revestimentos internos, externos e de tetos. Em caso do não atendimento as espessuras admissíveis é necessário tratar conforme especificado na NBR 7200.

Tabela 4- Espessuras admissíveis de revestimentos internos e externos.

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

Fonte: Norma ABNT NBR 13.749

O método estabelecido pela NBR 13 528 (ABNT, 2019), que trata de "Revestimentos de Paredes e Tetos de Argamassas Inorgânicas - Determinação da Resistência de Aderência à Tração," da Associação Brasileira de Normas Técnicas, descreve as técnicas e procedimentos prescritos para a realização do ensaio que visa determinar a resistência de aderência à tração de um revestimento. Na Tabela 5 é possível verificar os valores mínimos normatizados de resistência a aderência a tração.

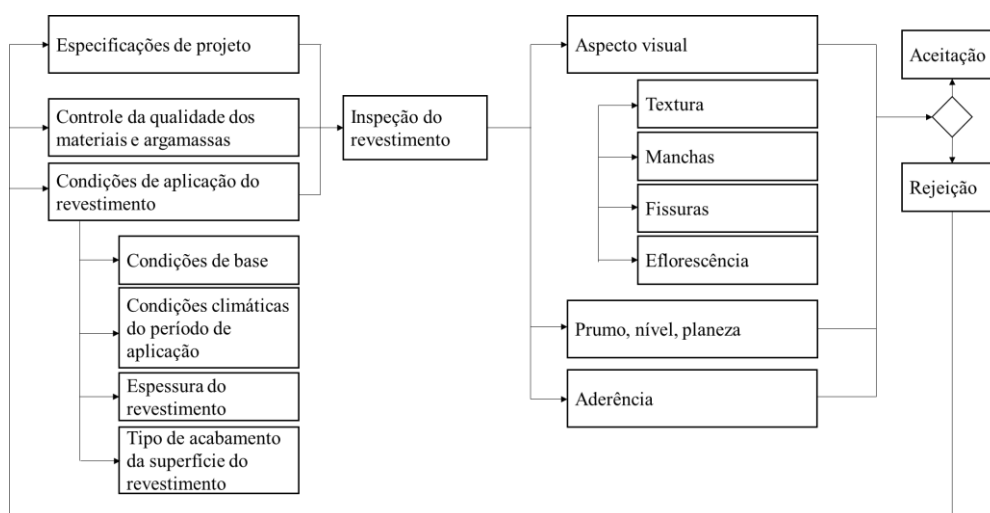
Tabela 5- Limites de resistência de aderência à tração (Ra) para emboço e camada úmida.

Local		Acabamento	Ra (Mpa)
Parede	Interna	Pintura ou base para reboco	≥ 0,20
		Cerâmica ou laminado	≥ 0,30
	Externa	Pintura ou base para reboco	≥ 0,30
		Cerâmica	≥ 0,30
Teto			≥ 0,20

Fonte: Norma ABNT NBR 13.749

A qualidade do serviço também é pautada na norma e representada por meio de um fluxograma dos itens a serem avaliados para recebimento ou não aprovação do serviço e do material conforme é possível visualizar na Figura 1.

Figura 1- Controle da qualidade do revestimento aplicado



Fonte: Norma ABNT NBR 13.749

2.5 Argamassas

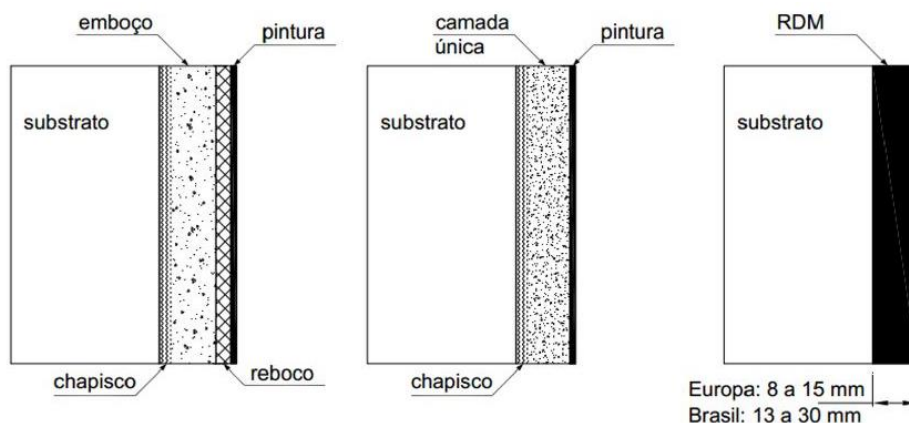
A argamassa é um dos materiais mais prevalentes na construção civil, sendo empregada ao longo dos anos, desde os primórdios da humanidade. De acordo com Carasek (2017), a mais antiga evidência conhecida do uso de argamassa foi encontrada no sul da Galileia, próximo a Yiftah' el, em Israel, datando aproximadamente 11.000 anos atrás.

Segundo Carasek 2017 (2017, p. 885)

“Argamassas são materiais de construção, com propriedades de aderência e endurecimento, obtidos a partir da mistura homogênea de um ou mais aglomerantes, agregado miúdo (areia) e água, podendo conter ainda aditivos e adições minerais.”

As argamassas são categorizadas conforme sua aplicação, sendo utilizadas para revestimento, assentamento de alvenaria e cerâmica, rejuntamento e reparos. Carasek (2017) destaca que as argamassas mais comuns em obras são as de revestimento e assentamento. O revestimento de argamassa pode ser composto por múltiplas camadas, cada uma com características e funções específicas, conforme exemplificado na Figura 2:

Figura 2- Tipos de camada de revestimento em argamassa



Fonte: Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais

O revestimento externo de argamassa desempenha um papel importantíssimo nos sistemas de vedação vertical externa na construção civil, oferecendo diversos benefícios e desempenhando funções essenciais. Dentre elas as considerações importantes sobre o revestimento externo de argamassa incluem:

- **Proteção contra intempéries:** o revestimento de argamassa atua como uma barreira protetora contra os efeitos adversos do clima, como chuva, vento, sol e variações de temperatura. Isso ajuda a preservar a integridade da estrutura subjacente, prevenindo danos causados pela exposição contínua aos elementos.
- **Durabilidade e resistência:** uma camada de revestimento externo reforça a durabilidade das paredes e estruturas, conferindo resistência mecânica. Ele contribui para a prevenção de rachaduras e desgaste prematuro, aumentando a vida útil da construção.
- **Isolamento térmico e acústico:** o revestimento de argamassa pode fornecer propriedades de isolamento térmico e acústico, melhorando o conforto interno da edificação e criar ambientes mais agradáveis.
- **Estética:** além de sua função prática, o revestimento externo desempenha um papel estético significativo. Ele pode ser projetado para melhorar a aparência da estrutura, proporcionando um acabamento visualmente atraente e pode aumentar o valor percebido da propriedade.
- **Manutenção:** uma camada de revestimento adequada pode simplificar os processos de manutenção, facilitando a limpeza e a remoção de sujeira superficial, contribuindo para preservar a aparência original da construção ao longo do tempo.
- **Uniformidade:** o revestimento de argamassa proporciona uma superfície uniforme e regular, ocultando imperfeições na estrutura subjacente proporcionando uma estética mais consistente e profissional.

A Carasek (2017, p. 893) descreve as principais funções de revestimento argamassado:

- “proteger a alvenaria e a estrutura contra a ação do intemperismo, no caso dos revestimentos externos;
- integrar o sistema de vedação dos edifícios, contribuindo com diversas funções, tais como: isolamento térmico (~30%), isolamento acústico (~50%), estanqueidade à água (~70 a 100%), segurança ao fogo e resistência ao desgaste e abalos superficiais;
- regularizar a superfície dos elementos de vedação e servir como base para acabamentos decorativos, contribuindo para a estética da edificação.”

2.6 Trabalhabilidade da argamassa

A trabalhabilidade de uma argamassa pode ser avaliada qualitativamente e pode ser considerada trabalhável quando permite a fácil aplicação, sem ser excessivamente fluida, mantém coesão durante o transporte, distribui-se de maneira eficaz preenchendo todas as reentrâncias da base e não endurece rapidamente após a aplicação. Os materiais constituintes, assim como a proporção destes, também influenciam a trabalhabilidade.

Carasek (2017, p. 893):

“A trabalhabilidade é a propriedade que garantirá não só condições de execução, como também o adequado desempenho do revestimento em serviço. Deve-se ajustar a trabalhabilidade da argamassa à sua forma de aplicação em obra. Assim, relativo à aplicação, a consistência e a plasticidade da argamassa deverão ser diferentes se a argamassa for aplicada por meio de colher de pedreiro (aplicação manual), ou se for projetada mecanicamente, em equipamento onde a massa é bombeada através do mangote e projetada na pistola com auxílio de ar comprimido. No segundo caso, as argamassas devem ter uma consistência mais fluida e, principalmente, uma alta plasticidade, que permitirá o bombeamento. Além disso, se a argamassa não possuir a trabalhabilidade satisfatória e não garantir a sua correta aplicação, haverá prejuízo ao desempenho do revestimento, uma vez que várias propriedades da argamassa no estado endurecido serão afetadas pelas condições de aplicação (estado fresco), como é o caso da aderência.”

Em resumo, a trabalhabilidade da argamassa de revestimento é uma consideração crítica para garantir uma aplicação eficiente, aderência adequada e um resultado estético satisfatório na construção civil. A escolha cuidadosa dos materiais, a competência da mão de obra e, quando necessário, o uso de aditivos são aspectos chave para otimizar essa propriedade.

2.8 Chapisco

O processo de preparação da base para o recebimento de revestimentos inicia-se com o chapisco, uma camada essencial que promove a aderência da argamassa ao substrato (BAUER, 2005). Essa etapa contribui significativamente para a aderência da superfície, controlando a absorção do material. Na Figura 3 difere-se os tipos de chapiscos.

Figura 3- Tipos de chapisco



Fonte: Revestimentos de Argamassas Boas Práticas em Projeto, Execução e Avaliação, 2005.

Já o emboço, geralmente mais espesso, desempenha a função de corrigir e recobrir a superfície, proporcionando condições adequadas para a aplicação de camadas subsequentes, como reboco, elementos decorativos ou revestimentos adicionais (BAUER, 2005; CARASEK, 2017).

Quanto ao reboco, esta camada finaliza o processo, ocultando o emboço e proporcionando uma superfície pronta para receber revestimentos decorativos ou a aplicação direta de pintura (BAUER, 2005; NBR 13529 ABNT, 2013). Sua importância reside na criação de um acabamento sólido e receptivo a elementos estéticos.

Segundo Scartezini et al. (2002, p.86):

‘O mecanismo de aderência entre os revestimentos de argamassa e substratos porosos é conhecido pelo seu caráter essencialmente mecânico, ocorrendo através da penetração dos materiais aglomerantes nos poros e cavidades da base.

Uma forma de melhorar a capacidade de aderência da argamassa aplicada ao substrato é a execução de pré-tratamentos da base, com o objetivo de aumentar a rugosidade superficial e regularizar a absorção de água, uniformizando-a. O chapisco é o pré-tratamento mais conhecido o utilizado nas obras, uma vez que promove bons resultados de aderência do revestimento aplicado, no entanto,

existem no mercado novos produtos, como as resinas sintéticas, que modificam as características do chapisco convencional de cimento Portland e areia, com o intuito de melhorar a sua capacidade da aderência.’

O chapisco desempenado, comumente conhecido como chapisco industrializado, adesivo ou colante, pode ser preparado facilmente adicionando água à mistura conforme as especificações do fabricante. Essa argamassa tem uma consistência menos fluida comparada as demais produzidas com insumos em obra. A aplicação é realizada utilizando uma desempenadeira dentada e geralmente é empregada em estruturas de concreto devido aos custos e à sua excelente adesão no estado fresco, além de apresentar bom desempenho em termos de resistência à tração no estado endurecido, especialmente em substratos pouco porosos.

A aplicação do chapisco desempenado resulta em uma superfície composta por "cordões", conforme ilustrado na Figura 10, promovendo uma ancoragem mecânica para o revestimento. (CEOTTO et al., 2005, p. 22).

2.9 Camada Única- Reboco Paulista

A busca constante por inovações para otimizar os processos produtivos resultou na introdução contínua de novos produtos e tecnologias no mercado nacional, especialmente técnicas que envolvem revestimento de fachadas. Nesse cenário, destaca-se a introdução do Revestimento Decorativo Monocamada (RDM), de origem francesa. Essa tecnologia foi desenvolvida como uma alternativa ao tradicional revestimento de argamassa seguido de pintura. O objetivo é racionalizar o processo de execução, uma vez que o RDM, além de possuir pequena espessura, permite a eliminação de uma etapa da obra. Isso não apenas reduz o consumo de recursos, como material e mão de obra, mas também contribui para a economia de tempo de execução.

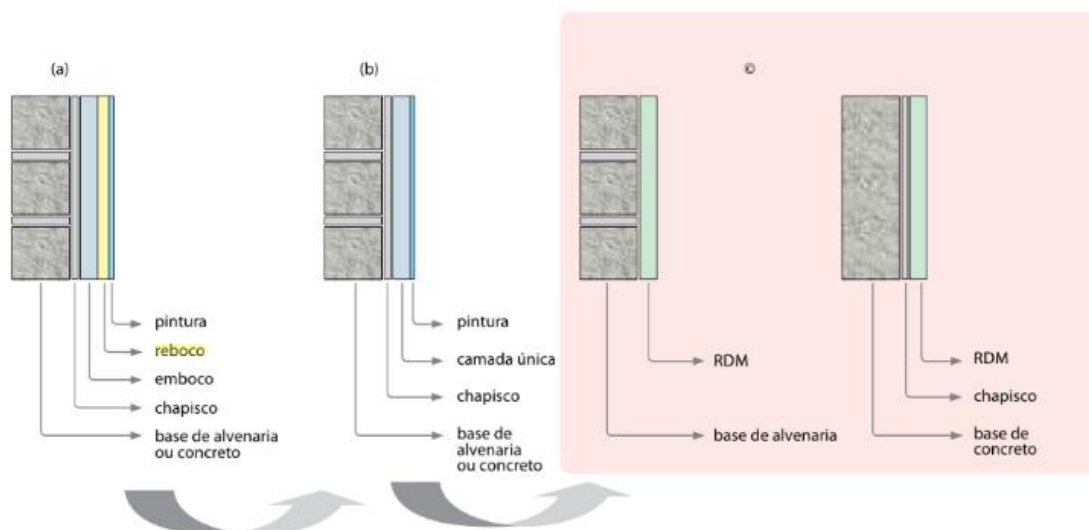
De acordo com Crescencio (2018, p.19):

“Os primeiros RDM foram introduzidos no mercado francês em 1969 e eram constituídos por argamassa de cimento branco, agregados e pigmentos, aplicada por projeção mecânica diretamente sobre substrato de alvenaria ou estrutura de concreto armado. A camada de revestimento, assim constituída, exercia as funções de todas as camadas do revestimento tradicional:

regularização, absorção de deformações intrínsecas e extrínsecas, estanqueidade, acabamento superficial e acabamento decorativo.”

O Revestimento Decorativo Monocamada (RDM) teve sua estreia no Brasil no final da década de 1990, introduzido principalmente na cidade de São Paulo, através da importação de produtos de origem francesa e espanhola por algumas construtoras. Inicialmente, essas argamassas foram aplicadas em projetos de menor escala e sofreram modificações de execução conforme Figura 4. No início dos anos 2000, houve um aumento significativo da implantação da técnica no mercado nacional, começando por São Paulo e posteriormente se expandindo para as regiões Sudeste, Sul, Norte e Nordeste. (CRESCENCIO, 2018)

Figura 4- Modificações ocorridas no sistema de revestimento de argamassa para fachada de edifícios



Fonte: Tecnologia construtiva de revestimento decorativo monocamada, 2018.

O reboco de camada única é uma técnica de revestimento de paredes que simplifica o processo tradicional de aplicação de reboco, consolidando as etapas de emboço e reboco em uma única camada. Enquanto o método convencional envolve a aplicação sequencial de chapisco, emboço e reboco, o reboco de camada única procura simplificar o processo convencional. Conhecido popularmente como reboco paulista, é um dos mais utilizados no Brasil, essa técnica é aplicada em paredes internas e externas, proporcionando uma superfície final uniforme e esteticamente agradável. (CARASEK, 2017).

Monocamada ou revestimento decorativo monocamada (RDM) faz, simultaneamente, a função de regularização, proteção e decoração (CARASEK, 2017). De acordo com Santos (2014) a maior vantagem para este método executivo é o ganho de produtividade com a eliminação de outras etapas de aplicação, além de diminuir o consumo de materiais.

2.10 Projeto de fachada

Os projetos executivos de revestimento argamassado de fachada desempenham um papel fundamental na construção e renovação de edifícios, contribuindo para a estética, durabilidade e desempenho de empreendimentos. Estes projetos representam uma fase crucial do ciclo de construção, envolvendo uma série de elementos e considerações essenciais.

Um dos primeiros passos essenciais para a concepção do projeto é o levantamento detalhado da estrutura existente e do projeto arquitetônico. São considerados aspectos como o tipo de substrato, condições climáticas locais, orientação do edifício, e requisitos estéticos e funcionais.

Outro item a ser elencado em projeto é a indicação de materiais com base nas informações levantadas, são selecionados os insumos adequados para o revestimento. Isso pode incluir opções como argamassas, cerâmicas, painéis metálicos, acessórios de fixação, telas para aderência, sistemas de isolamento térmico, entre outros. A seleção considera critérios de resistência, durabilidade, estética e eficiência de vedação, estanqueidade e acústica.

O projeto executivo também precisa apresentar o detalhamento técnico, os métodos construtivos, dimensões, espessuras, fixações e juntas necessárias para a aplicação do revestimento. São elaborados desenhos técnicos, especificações e detalhes construtivos para orientar a execução da obra. Assim como, pautar as normas e regulamentações vigentes que devem estar em conformidade com os padrões locais e nacionais. Os projetos executivos também devem abordar questões de garantia dos materiais e serviços, especificando os requisitos necessários para assegurar a durabilidade e qualidade do revestimento ao longo do tempo.

Quanto aos detalhamentos técnicos em projeto, Ceotto (2005, p.20), cita os principais:

“Os desenhos dos detalhamentos construtivos têm como função transmitir e auxiliar a compreensão das soluções propostas pelo projetista. Os principais são:

- a) projeção das fachadas (arquitetura) sobre a estrutura de concreto;
- b) elevação das fachadas, posicionando os frisos, “bunhas” e/ou as juntas de movimentação;
- c) dimensões dos frisos, bunhas e seus respectivos moldes para executá-los;
- d) posicionamento e identificação das molduras e outros elementos decorativos, definidos no projeto arquitetônico;
- e) fixação dos elementos decorativos (pré-moldados), que deverá ser compatibilizada e aprovada pelo projetista, fazendo parte do projeto;
- f) indicação das regiões que deverão ser reforçadas com telas ou outro material (planta e elevação); e
- g) posicionamento dos “balancins fachadeiros” e dos demais equipamentos de transporte e mistura.”

E por fim o acompanhamento da execução é fundamental para assegurar que o revestimento seja aplicado conforme o projeto. Isso pode incluir inspeções regulares, testes de qualidade, ensaios para verificação do atendimento dos itens previstos em projeto para que os casos identificados como abaixo do esperado e não conformes sejam ajustados conforme necessários.

Ceotto (2005, p. 27-28) elenca os passos para recebimento do serviço de modo a controlar o serviço durante todas suas fases de sua execução:

“O procedimento de controle deve conter período, inspeção, amostragem, procedimento de ensaio e eventuais disposições, além dos itens abaixo:

- a) recebimento dos materiais;
- b) aceitação da base;
- c) preparo e aplicação das argamassas – chapisco;
- d) aceitação do chapisco;
- e) preparo e aceitação das argamassas – emboço;
- f) colocação das telas;
- g) aceitação do emboço e de detalhes construtivos;
- h) recebimento dos pré-moldados;
- i) fixação dos pré-moldados; e
- j) aplicação e aceitação do revestimento final.”

3 METODOLOGIA

Após a apresentação dos elementos técnicos que direcionam este trabalho acadêmico, a próxima etapa consistiu na coleta sistemática de dados essenciais para dar continuidade à investigação. Isso envolveu a obtenção de informações cruciais, tais como dados e especificações da obra, estudo dos projetos de fachada, descrição das técnicas aplicadas, especificação de materiais aplicados, os ensaios realizados, os métodos de controle adotados, além das conferências de serviços e seus registros correspondentes. Foi escolhido pano de fachada identificado com ASM02, por amostragem, para estudos dos itens pertinentes.

A partir das informações reunidas nos projetos, dados sobre materiais, resultados de ensaios e registros de conferências de serviço, será feita uma análise com objetivo de comparar os dados obtidos com os parâmetros mínimos estabelecidos pela norma relevante. Além disso, será realizada uma investigação para identificar os pontos cruciais que influenciaram a obtenção dos dados coletados. Em outras palavras, busca-se compreender não apenas os resultados obtidos, mas também entender os fatores determinantes que contribuíram para a formação desses dados durante o processo de execução e avaliação.

3.1 Estudo de caso

O edifício em estudo caracteriza-se por ser do tipo residencial, localizado no estado de Goiás mais precisamente na cidade de Goiânia, realizado por incorporadora e construtora já consolidados no mercado que forneceram e contribuíram com todos os dados e informações necessárias para elaboração do trabalho presente.

Classificado como um empreendimento de médio/alto padrão, é composto por uma torre de 36 pavimentos, sendo subsolo 2, subsolo 1, térreo, 1º pavimento (garagem), 2º pavimento (garagem), 3º pavimento (lazer), 28 pavimentos tipo com 6 apartamentos por andar e ático. Possui área de terreno de 2.287,38 m² e área total construída de 29.387,26 m².

3.4 Sistema construtivo

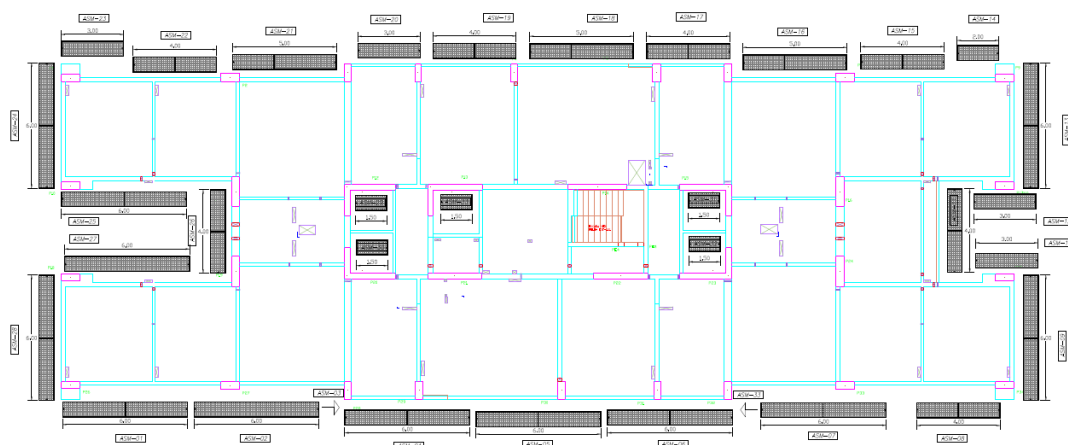
Os sistemas construtivos para o sistema de vedação vertical externa estabelecidos pela empresa para o empreendimento foram:

- Sistema estrutural: convencional (viga/pilar/laje/alvenaria de vedação).
- Vedações externas: alvenaria de vedação.
- Revestimento de fachadas: revestida em reboco paulista com pintura acrílica texturizada com detalhes em vidro, revestimento de porcelanato e/ou pedra no térreo, brises metálicos e frisos de acordo com o projeto de fachada.
- Esquadrias para janelas: esquadrias dos apartamentos serão em alumínio com pintura eletrostática preta. As esquadrias de todas as suítes terão persiana integrada de enrolar.
- Guarda corpos: em aço com pintura eletrostática e em alumínio com pintura eletrostática com vidro laminado incolor.

A fachada do prédio possui um total de 9.755,97 m² do térreo ao barrilete, de vedação vertical externa executada conforme previsto no projeto de arquitetura com blocos cerâmicos, revestido em reboco paulista e com acabamento de pintura acrílica texturizada.

Após a conclusão da alvenaria externa da torre, a execução do reboco externo é feita por meio de andaimes suspensos motorizados, que auxiliam na movimentação entre os pavimentos do edifício, conforme ilustra Figura 5. Os projetos criados especificamente para o empreendimento em estudo descrevem os métodos construtivos a serem executados e regras aplicadas durante o andamento do serviço, primeiramente são apresentados pelo projetista responsável para equipe de engenharia que posteriormente são responsáveis por treinar mestre de obra e encarregados bem como para a equipe de produção, desse modo padronizando, alinhando e qualificando o serviço dentro da obra.

Figura 5- Projeto de alocação de andaimes suspensos motorizados



Fonte: Projeto de locação de balancins, 2022

3.3 Projeto Executivo de Fachada

A obra conta com mais de 20 disciplinas de projetos executivos sendo eles: interiores, marcação de alvenaria, arquitetura, caixilho, climatização, pressurização, instalações elétricas, infraestrutura de sistemas, estrutura, fachada, fundação, furações, instalações hidrossanitários, instalações de gás, incêndio, impermeabilização, irrigação, acústica, paisagismo, subestação, fôrmas e escoramentos, estruturas metálicas e aterramento.

Todos as disciplinas passam pelo departamento de projetos da incorporadora que já possui premissas de projetos, escopos definidos, níveis de desempenho- vide Tabela 6- e vida útil dos projetos que são repassadas para os projetistas contratados, Tabela 7 com VUP mínimo normatizado. A concepção dos projetos é dada por meio de reuniões formadas por todos os envolvidos, troca de informações e mensagens até a criação, discussão, revisão e aprovação dos projetos que serão enviados para obra.

Tabela 6- Níveis de Desempenho definidos pela incorporadora.

Níveis de Desempenho	
Segurança Estrutural	mínimo
Segurança contra incêndio	mínimo
Segurança no uso e na operação	mínimo
Estanqueidade	mínimo
Desempenho Térmico	mínimo

Desempenho Lumínico	mínimo
Desempenho Acústico	mínimo
Durabilidade e manutenibilidade	mínimo
Saúde, higiene e qualidade do ar	mínimo
Funcionalidade e acessibilidade	mínimo
Conforto tátil e antropo dinâmico	mínimo
Adequação ambiental	mínimo

Fonte: Incorporadora, 2022

Tabela 7- Vida útil de projeto dos sistemas do empreendimento definidos pela incorporadora.

Vida Útil de Projeto	
Sistema Estrutural	mínimo de 50 anos
Vedações Verticais Externas	mínimo de 40 anos
Vedações Verticais Internas	mínimo de 20 anos
Pisos	mínimo de 13 anos
Coberturas	mínimo de 20 anos
Instalações hidrossanitárias	mínimo de 20 anos

Fonte: Incorporadora, 2022

Os projetos de fachada foram desenvolvidos pela empresa especializada em revestimento em argamassa de fachada e são constituídos por 17 folhas que constam as vistas de cada lado da fachada com as indicações dos procedimentos executivos específico de cada seção da fachada conforme suas particularidades. Desse modo, os projetos definem a sequência executiva de cada fase do serviço e detalha cada uma dessas etapas, como os materiais a serem utilizados, descrição dos procedimentos em cada etapa sequencial do processo e indicações nos desenhos da fachada descritas pelas legendas.

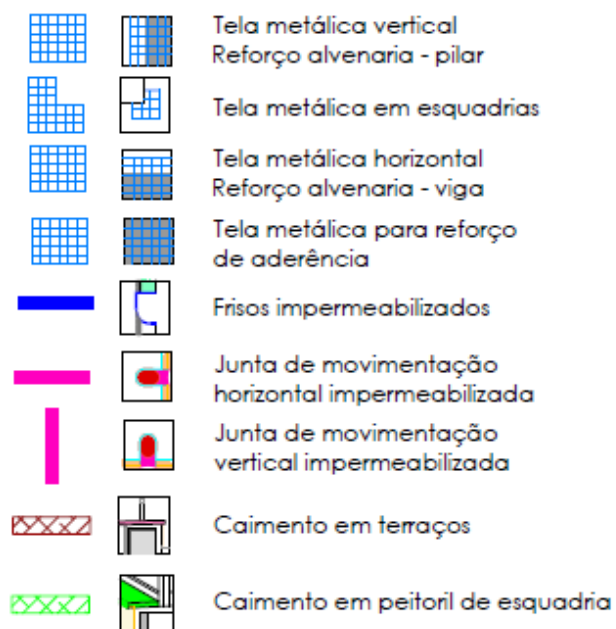
3.3.1 Procedimentos executivos

O conjunto de projetos desenvolvidos para o empreendimento conta com informações detalhadas dos procedimentos executivos acompanhada de Figuras com detalhes para melhor compreensão e visualização das técnicas que serão empregadas. Foram especificados frisos e colocação de tela galvanizada nas peças estruturais de

concreto armado e nos encontros de alvenaria com a estrutura em cada pavimento projetado, a fim de se minimizar fissuras nas fachadas.

Dessa forma, são apresentados em uma legenda procedimento executivo que abrange cada tipo específico de friso e locais para colocação de telas, como evidenciado na Figura 6 abaixo. Essa abordagem forneceu orientações detalhadas sobre a execução, oferecendo uma referência visual clara para os profissionais envolvidos na obra. A inclusão dessa legenda facilitou a compreensão das etapas de execução e também promoveu a uniformidade e a precisão na implementação dos diferentes tipos de técnicas previstas no projeto.

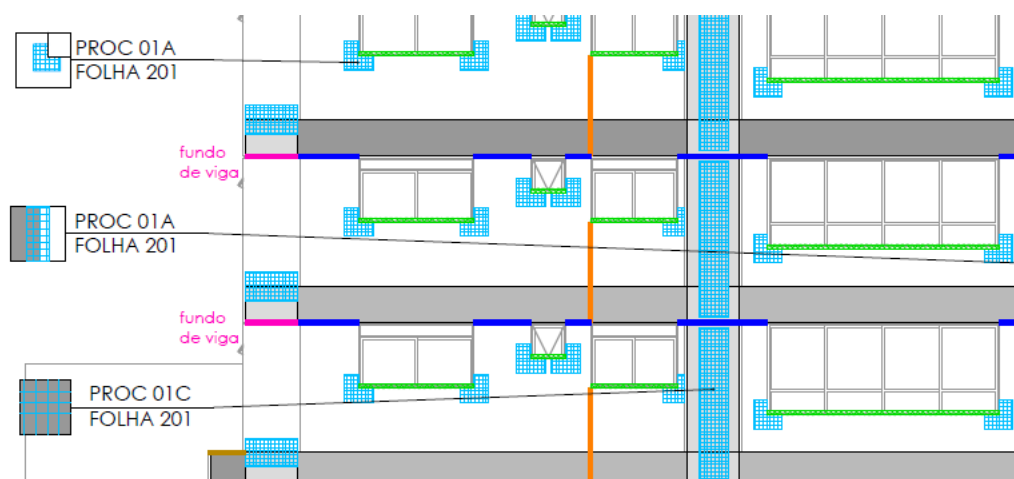
Figura 6– Legenda de procedimentos empregados na fachada



Fonte: Projeto de Fachada, 2022

Nas pranchas de vistas dos lados da fachada é possível analisar o sistema de revestimento de fachada como um todo e perceber os locais onde foram previstos os frisos e colocação de telas galvanizadas de forma visual o que facilitou o entendimento e execução exatamente conforme consta em projeto, de acordo com a Figura 7.

Figura 7– Recorte de projeto de fachada indicando previsão de frisos horizontais, verticais e colocação de telas



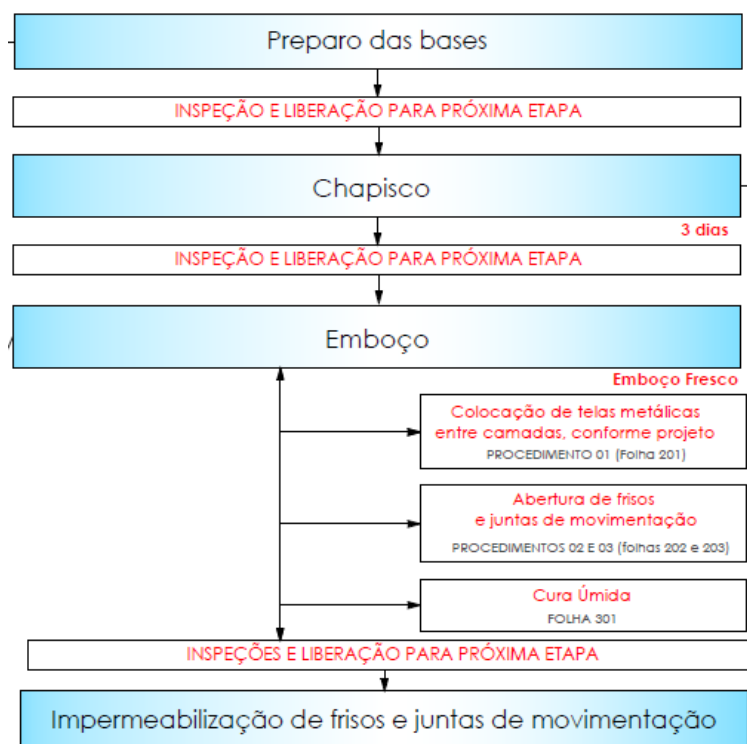
Fonte: Projeto de Fachada, 2022

3.1.2 Sequência executiva

Para o início da execução do serviço foi pautado em projeto uma sequência de atividades que foram seguidas pelos operadores dos andaimes suspensos que no caso também foram os mesmos que executaram o serviço conforme a ordem prevista, ilustrado na Figura 8. Depois de toda equipe treinada pela equipe de engenharia quanto a ordem executiva a ser seguida para o serviço de reboco externo foram feitos os seguintes passos:

- Preparo das bases
- Lavagem dos substratos
- Chapisco, mapeamento e cura
- Emboço
- Inspeção do emboço

Figura 8– Sequência executiva de revestimento externo em fachada segundo projeto



Fonte: Projeto de Fachada, 2022

3.1.3 Preparo das bases

Iniciando a etapa de preparo da base o primeiro procedimento foi abrasionado a estrutura de concreto com lixadeira elétrica com disco de desbaste conforme Figura 9, para a remoção da camada superficial de nata de cimento e/ou desmoldante, e assim, produzir uma superfície rugosa e porosa, conforme Figura 10.

Figura 9– Esmerilhadeira com disco de desbaste



Fonte: O próprio autor, 2022

Figura 10– Peça estrutural de concreto armado desbastado com esmerilhadeira



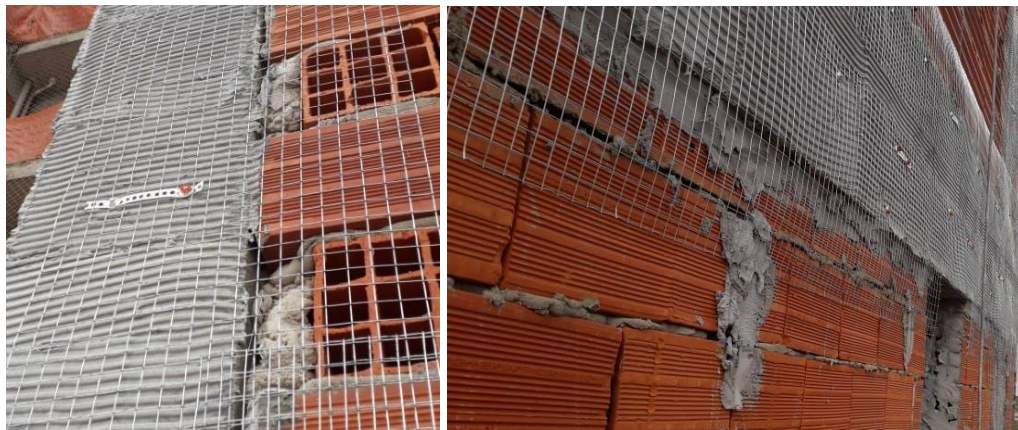
Fonte: O próprio autor, 2022

Para os elementos de alvenaria externa foram removidas as rebarbas e os buracos e juntas secas reparados com materiais idênticos aos elementos da alvenaria, utilizando a mesma argamassa de assentamento ou pedaços de blocos cerâmicos. Foram retirados pregos, resíduos de madeira, rebarbas da concretagem e tratado pontas de aço com anticorrosivo.

Finalizando o preparo das bases de concreto e alvenaria foram lavadas as bases tratadas com água pressurizada com máquina de jateamento de água até total remoção do pó e sujidades. O próximo passo executado foi a colocação de telas galvanizadas para reforço nos locais da fachada conforme prevista em projeto.

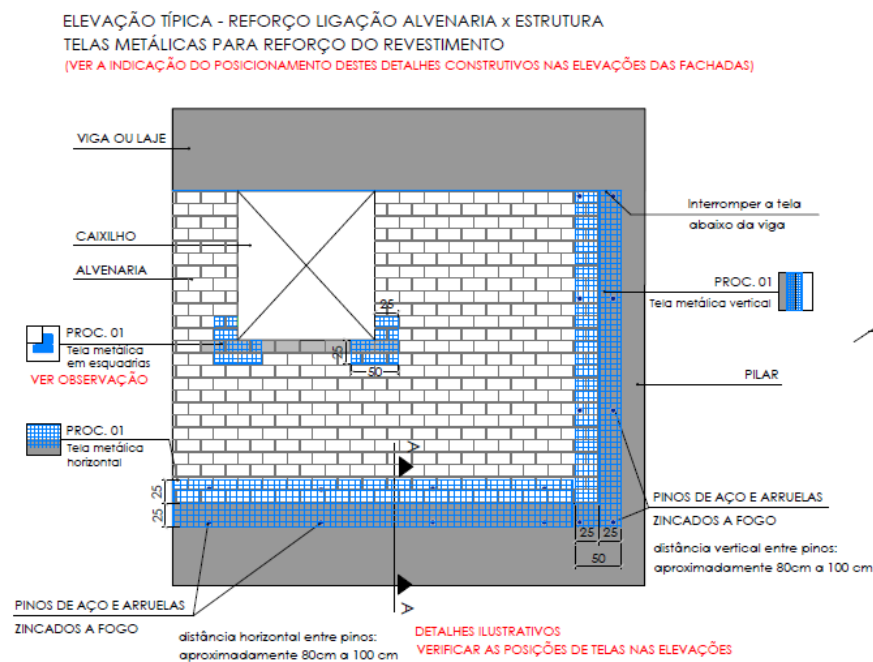
As telas eletro soldadas de aço galvanizadas 25x25mm foram fixadas com pinos e arruelas galvanizados, tanto na horizontal quanto na vertical. Os pinos foram cravados na estrutura de concreto e nas juntas de assentamento dos blocos, numa distância de 80cm a 100 cm não fixando os pinos muito próximos, a fim de deixar a tela com folga para que a argamassa consiga preencher a folga deixada. Na Figuras 11 e 12 abaixo, é demonstrada a forma de aplicação das telas.

Figura 11– Fixação de tela galvanizada no encontro de alvenaria com estrutura de concreto



Fonte: O próprio autor, 2022

Figura 12– Detalhe de projeto de revestimento de fachadas com telas metálicas para reforço



Fonte: Projeto de Fachada, 2022

3.1.4 Chapisco

Conforme delineado no projeto, os elementos estruturais em concreto e alvenaria foram submetidos ao processo de chapisco. Para a estrutura, empregou-se uma argamassa industrializada, chapisco colante representado na Figura 13. A aplicação do chapisco foi realizada de maneira precisa, utilizando uma desempenadeira dentada de cordões de 8mm de espessura. A dosagem de água durante a aplicação seguiu as orientações detalhadas na

embalagem do produto, assegurando a correta proporção e consistência para uma aderência eficiente e duradoura.

Figura 13- Chapisco desempenado na estrutura



Fonte: O próprio autor, 2022

O chapisco na alvenaria foi aplicado utilizando argamassa ensacada projetada com o auxílio de uma colher de pedreiro, assegurando a cobertura de todos os blocos cerâmicos na alvenaria externa. Essa técnica proporciona uma camada uniforme, contribuindo para a eficácia do acabamento e aderência ao substrato conforme mostra Figura abaixo.

Figura 14– Chapisco chapado na alvenaria



Fonte: O próprio autor, 2022

Finalizando de aplicação do chapisco nos elementos de vedação externos, procedeu-se à instalação das taliscas ilustrado na Figura 15 a seguir. Utilizando pedaços de placas cerâmicas, essas taliscas foram estrategicamente posicionadas para orientar a espessura adequada do reboco nos painéis da fachada. Essa abordagem visa garantir um acabamento uniforme e preciso, contribuindo para a qualidade estética e durabilidade do revestimento externo.

Figura 15– Execução de taliscamento



Fonte: O próprio autor, 2022

3.1.5 Emboço

O processo de emboço compreendeu algumas etapas essenciais para garantir um acabamento de qualidade e durabilidade. Primeiramente, é conduzida uma minuciosa inspeção no chapisco aplicado concluído há pelo menos 03 dias, assegurando a aderência adequada à superfície.

Para aplicação da argamassa do emboço, a chapada foi ser realizada de forma enérgica contra a base conforme orientado em projeto. Após a chapada, a argamassa foi compactada com a colher de pedreiro a fim de aumentar a aderência inicial e completar eventuais falhas ou áreas mal preenchidas.

O sarrafeamento só foi executado quando a argamassa apresentou consistência adequada, esse processo foi essencial para alcançar uma superfície lisa e uniforme,

eliminando imperfeições e proporcionando a base ideal para as camadas subsequentes do processo construtivo.

A requadrção de peitoris de janelas e capas de sacadas foi realizada de forma a garantir uma integraão perfeita e esteticamente harmoniosa com o conjunto arquitetônico e também prever locais de requadrção com queda de forma não gerar acúmulos de água na fachada. Essa atenção aos detalhes contribui significativamente para o resultado final da fachada, conforme é possível verificar na Figura abaixo.

Figura 16– Elementos de fachada requadrados



Fonte: O próprio autor, 2022

Na sequência, procedeu-se à execução de frisos e à abertura das juntas de movimentação no emboço, utilizando um frisador metálico deslocando-se sobre réguas paralelas. Essa etapa adiciona elementos decorativos e funcionais, conferindo ao acabamento um aspecto visual atrativo e preparando a superfície para possíveis movimentações.

Um cuidado crucial no término desse estágio foi o processo da cura úmida iniciado após o fim da pega da argamassa, na qual o emboço foi umidificado por, no mínimo, três dias e duas vezes ao dia, através da pulverização de água. Essa prática prevista em projeto é essencial para promover uma cura adequada do material, garantindo sua resistência e durabilidade ao longo do tempo. Importante ressaltar que durante esse período, é

fundamental manter o ambiente o mais limpo possível para evitar qualquer interferência na qualidade do emboço.

3.1.6 Requisitos de durabilidade e manutenibilidade

Todo projeto foi concebido visando os detalhes construtivos, especificações de materiais e procedimentos executivos visando a prevenção de deslocamentos que possam resultar na queda de revestimentos da fachada e resultem na durabilidade e manutenibilidade do sistema de fachada como um todo no intuito de atender a norma de desempenho vigente nesses quesitos, conforme Figura 17 abaixo.

Figura 17– Recorte de projeto com Tabela de manutenção periódica e preventiva

Manutenção Periódica e Preventiva (fluxo periódico de serviços padronizados e cíclicos, cuja realização é programada antecipadamente)			
Periodicidade	Atividade		Responsável
01 ano	Inspeccionar e verificar a integridade da calafetação das junções de rufos e peitoris. Reconstituir a vedação dessas junções, onde necessário.		Empresa Especializada
01 ano	Verificar a calafetação da fixação de para-raios, antenas, grelhas de ventilação, telas de proteção e elementos decorativos na fachadas. Reconstituir a vedação dessas junções, onde necessário.		Empresa Especializada
01 ano	Inspeccionar e verificar a presença de fissuras, falhas na vedação e na fixação de caixilhos e guarda-corpos. Reconstituir a vedação desses elementos, onde necessário.		Empresa Especializada
01 ano	Inspeccionar e verificar a integridade dos sistemas de impermeabilização e da vedação das juntas de movimentação. Reconstituir a vedação desses elementos, onde necessário.		Empresa Especializada
03 anos	Revisar a pintura e, se necessário, repintar as fachadas evitando o descascamento, a degradação e o envelhecimento precoce do sistema de revestimento que protege o edifício.		Empresa Especializada
03 anos	Efetuar a lavagem das fachadas retirando manchamentos por fungos, evitando a degradação precoce da fachadas.		Empresa Especializada
05 anos	Realizar o mapeamento de patologias por percussão a fim de verificar a integridade do revestimento argamassado, avaliando a ocorrência de áreas com possível deslocamento (som cavo), de fissuração e infiltrações. Realizar o tratamento de trincas e reconstituir o revestimento, onde necessário.		Empresa Especializada

Manutenção Corretiva (serviços que demandam ação ou intervenção imediata)			
Periodicidade	Manifestação Patológica	Atividade	Responsável
Quando surgir a manifestação patológica	Estufamento ou Deslocamento do revestimento	No surgimento de áreas com estufamento na fachada, a porção destacada deverá ser retirada imediatamente e o reparo realizado.	Empresa Especializada

Fonte: Projeto de Fachada, 2022

No projeto ainda está em destaque que para que possa ser atingida a vida útil de projeto prevista de 20 anos para revestimento de fachada em argamassa é necessário que sejam atendidos simultaneamente todos os seguintes aspectos:

- Emprego de componentes e materiais de qualidade compatível com a VUP;

- Execução com técnicas e métodos que possibilitem a obtenção da VUP;
- Cumprimento em sua totalidade dos programas de manutenção corretiva e preventiva nas fachadas;
- Utilização do edifício em concordância ao que foi previsto em projeto.

A preservação das fachadas requer atividades regulares de manutenção, essenciais para prevenir danos mais significativos resultantes de trincas, deslocamentos e infiltrações eventualmente presentes. A realização periódica dessas ações é crucial para garantir o desempenho adequado do sistema de revestimento ao longo de sua vida útil. Isso engloba práticas como a limpeza regular das fachadas, o tratamento de trincas, a reaplicação de pintura ou textura, e a substituição de elementos deteriorados ou danificados para as quais os usuários deverão estar atentos.

3.2 Materiais

A escolha e a aplicação dos materiais de argamassa foram realizadas em conformidade as solicitações de projeto, assegurando a consistência e a qualidade necessárias para atender às especificações técnicas. A análise e conferência de fichas técnicas dos materiais empregados na fachada desempenhou um papel fundamental nesse contexto, fornecendo informações precisas sobre rendimento, composição, propriedades físicas e características de desempenho. Foram rigorosamente empregados materiais de argamassa, respaldado por fichas técnicas contendo especificações de adesão aos requisitos mínimos estabelecidos em norma.

Material aplicado para chapisco foi a argamassa MATRIX 3202- Argamassa chapisco adesivo para concreto. Com desempenhos descritos nas Tabelas 8, 9 e 10 abaixo.

Tabela 8– Rendimento argamassa MATRIX 3202

Matrix 3202 (kg)	Área em m²
4	1,0
10	2,5
20	5,0

Fonte: Votorantim, 2022

Tabela 9– Desempenho argamassa MATRIX 3202

Teste	Norma	Fábrica	Especificação
Determinação da resistência de aderência à tração (MPa)	NBR 13528	Pecém – CE	≥ 0,40 MPa

Fonte: Votorantim, 2022

Tabela 10– Propriedades argamassa MATRIX 3202

Tempo de manuseio	2 horas (a partir do contato com a água)
Densidade no estado fresco	Entre 1750 e 1950 kg/m³
Teor de ar incorporado	Entre 16% a 23%
Retenção de água	> 96%
Tempo mínimo de espera para aplicação das argamassas da linha Matrix	3 dias

Fonte: Votorantim, 2022

Para o chapisco da alvenaria foi empregado a argamassa MATRIX 3201- Chapisco Alvenaria descrito na Tabela 11.

Tabela 11– Desempenho argamassa MATRIX 3201

Teste	Norma	Fábrica	Especificação
Determinação da resistência de aderência à tração (MPa)	NBR 13528	Cajamar – SP Camaçari – BA Pecém – CE	≥ 0,40 MPa

Fonte: Votorantim, 2022

Material aplicado para emboço foi a argamassa MATRIX 5201- Múltiplo Uso, indicada para aplicação em revestimentos tanto para ambientes internos quanto externos.

Tabela 12– Desempenho argamassa MATRIX 5201

Teste	Norma	Especificação NBR 13749
Determinação da resistência de aderência à tração (MPa)	NBR 13528	Revestimento externo (com chapisco) ≥ 0,30
Determinação da resistência de aderência à tração (MPa)	NBR 13528	Revestimento interno (com chapisco) ≥ 0,30
Determinação da resistência de aderência à tração (MPa)	NBR 13528	Revestimento interno (sem chapisco) ≥ 0,20

Retenção de água (%)	NBR 13277	U 2	80 a 90
Densidade de massa no estado fresco (kg/m ³)	NBR 13278	DF 2	1600 a 1800
Teor de ar incorporado (%)	NBR 13278	na	17 a 23
Resistência à tração na flexão (MPa)	NBR 13279	R 3	1,5 a 3,0
Coefficiente de absorção de água por capilaridade (kg/m ² .h ^{1/2})	EN ISO 15148	W 2	7,0 a 8,5
Fator de resistência à difusão de vapor de água (μ)	EN ISO 12572	DV 2	≤ 20

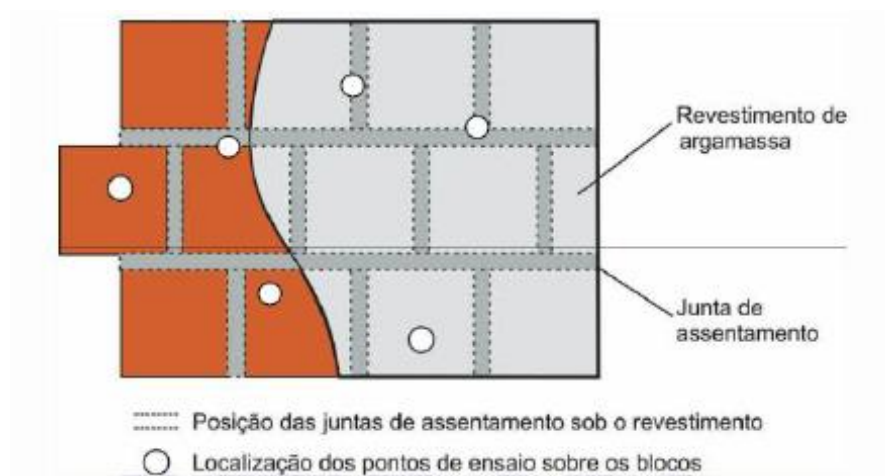
Fonte: Votorantim, 2022

3.3 Ensaio de resistência a tração

A execução dos ensaios foi toda pautada nas instruções da NBR 13.528:2019- Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração. Seguindo as instruções da norma primeiramente foi feita a limpeza da superfície a ser ensaiada para 12 corpos de prova com as mesmas características de substrato e argamassa aplicada.

Os corpos de prova foram distribuídos aleatoriamente sobre o painel de fachada escolhido para ser ensaiado com uma distância mínima de 50mm um do outro, assim como de cantos e quinas, conforme ilustrado na Figura 18. Foi executado o corte com serra-copo a seco do revestimento de forma gradual de modo a não prejudicar a integridade do revestimento até chegar à profundidade do substrato.

Figura 18– Distribuição de CPs

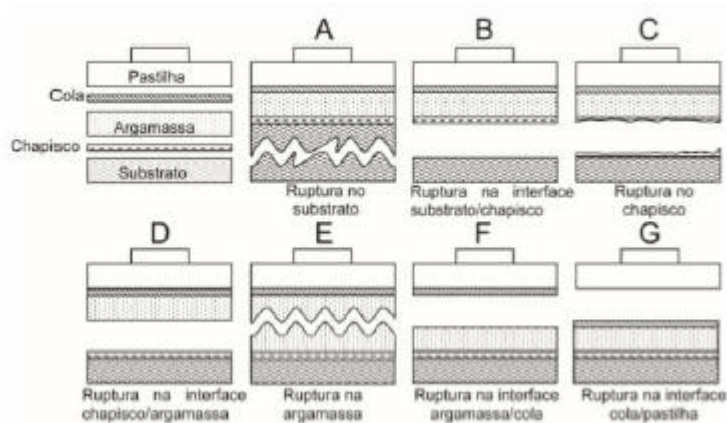


Fonte: NBR 13 528:2019

Feitos os recortes das 12 determinações de 50mm de diâmetro e feita limpeza da superfície, a livrando de pó, foi aplicada a cola nas pastilhas que foram colocadas no cento das áreas delimitadas pelos cortes e conforme o tempo de secagem indicado pelo fabricante da cola passaram-se 24h.

Utilizando um equipamento aferido e calibrado para realização do ensaio foi verificado se o mesmo estava estabilizado para aplicação de tração de forma perpendicular ao corpo de prova com taxa de carregamento constante até a ruptura dos corpos de prova selecionados. Foram anotadas as cargas de ruptura para cada uma das amostras e foram analisadas as pastilhas ensaiadas de modo a classificar quais foram as formas de ruptura, representadas na Figura 19, de acordo com as opções indicadas na norma e foram registrados seus percentuais nas planilhas de resultados.

Figura 19– Formas de ruptura



Fonte: NBR 13 528:2019

Para o cálculo da resistência de aderência a tração dos corpos de prova foi utilizada a seguinte equação abaixo e posterior preenchimento da planilha com os dados gerados.

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

Ra = é a resistência de aderência a tração ao substrato, expressa em mega pascals (MPa).

F = é a força de ruptura (N).

A = é a área do corpo de prova (mm²)

3.4 Controles, inspeções e fichas de serviço

Com o propósito de aprimorar o controle do serviço de fachada, promoviam-se reuniões semanais com a equipe de trabalho. Durante esses encontros, a ênfase recaía sobre a discussão do progresso do serviço, a explanação e reforço dos procedimentos e sequências de projetos, tudo com o objetivo primordial de garantir a conformidade do serviço.

Além disso, eram realizadas inspeções rotineiras do serviço, utilizando ferramentas de conferência e procedimentos visuais para examinar minuciosamente a qualidade do reboco. Este processo visava identificar eventuais não conformidades em relação ao projeto, possibilitando a implementação de medidas corretivas em tempo hábil. Todas as observações, tanto relacionadas à conformidade quanto às não conformidades, eram meticulosamente registradas em planilhas, exemplificado na Figura 20 a seguir. Esse registro permitiu o acompanhamento do progresso, a identificação de padrões e a detecção de desvios ao longo do desenvolvimento do serviço.

Figura 20– Painel de controle de fichas de verificação de serviço

Modelo	Tipo	Local	Status	Aceitas	Data Inspeção	Inspetor
FVS 32 REBOCO EXTERNO vs.08	FVS	Fachada \ ASM20	Aceito	100%	2022/06/03 03/06/2022	Giovanna Maria Marques Bernardes
FVS 32 REBOCO EXTERNO vs.08	FVS	Fachada \ ASM15	Aceito	100%	2022/06/03 03/06/2022	Giovanna Maria Marques Bernardes
FVS 32 REBOCO EXTERNO vs.08	FVS	Fachada \ ASM16	Aceito	100%	2022/06/03 03/06/2022	Giovanna Maria Marques Bernardes
FVS 32 REBOCO EXTERNO vs.08	FVS	Fachada \ ASM17	Aceito	100%	2022/06/03 03/06/2022	Giovanna Maria Marques Bernardes
FVS 32 REBOCO EXTERNO vs.08	FVS	Fachada \ ASM12	Aceito	100%	2022/06/30 30/06/2022	Giovanna Maria Marques Bernardes
FVS 32 REBOCO EXTERNO vs.08	FVS	Fachada \ ASM13	Aceito	100%	2022/06/30 30/06/2022	Giovanna Maria Marques Bernardes
FVS 32 REBOCO EXTERNO vs.08	FVS	Fachada \ ASM14	Aceito	100%	2022/06/30 30/06/2022	Giovanna Maria Marques Bernardes
FVS 32 REBOCO EXTERNO vs.08	FVS	Fachada \ ASM01	Aceito	100%	2022/06/30 30/06/2022	Giovanna Maria Marques Bernardes

Fonte: Incorporadora, 2022

Diariamente, preenchiam-se fichas de verificação padronizadas exclusivamente elaboradas para o reboco externo. As fichas eram divididas por locais inspecionados de fachadas que eram identificadas por números e eram preenchidas desde o primeiro momento do início do serviço até sua finalização conforme progresso do serviço. Também foram mapeadas as espessuras de taliscas utilizando os parâmetros na Tabela 13 abaixo. Estas fichas detalhavam requisitos específicos e proporcionavam aos inspetores uma ferramenta estruturada para documentar as informações coletadas durante as

inspeções diárias. Essa abordagem documentada reforçava a consistência na aplicação dos padrões de qualidade e assegurava um monitoramento eficaz do desempenho do serviço.

Tabela 13– Mapeamento de talisca ASM02 (espessura do reboco)

Mapeamento de talisca- Espessura do reboco (cm)												
Arame:		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
Pavimento												
4º	Alv.	2,5	2,5	3	2	3	3	2	2,5	3	2,5	3
5º	Est.	3	2,5	3	2	3	2	3	3	3	2	2
	Alv.	2,5	2	3	2,5	3	2,5	2	3	3	2,5	2,5
6º	Est.	3	2	3	2	3	2	3	3	2,5	2	2
	Alv.	3	2	2,5	3,5	2,5	3	4	2,5	3	2	2
7º	Est.	3	2	2,5	2,5	2	3	3	3	2,5	3	3
	Alv.	2,5	2,5	2,5	2,5	3,	2,5	2,5	2,5	3	3	3
8º	Est.	2	2,5	2,5	2	2,5	3,5	2	2	3	3	2,5
	Alv.	3	3	3	3	3	2,5	3	3	3	2	2
9º	Est.	2,5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Alv.	3	3	2,5	3	3	2,5	2,5	2,5	3	2,5	2,5
10º	Est.	3	3	3	3	3	3	2,5	2,5	3	2,5	2,5
	Alv.	3	2,5	2,5	3	2,5	2,5	2,5	3	3	3	3
Média total: 2,69 cm												

Fonte: O próprio autor, 2022

Juntamente com o encarregado de obra foram descidos os panos de fachada por meio de andaime suspenso motorizado (balancim), onde foram conferidos os 15 itens que constam na ficha padrão de recebimento do serviço de reboco de fachada:

1. Condições de início
2. Preparação da base
3. Porosidade
4. Lavagem
5. Tratamento anticorrosivo
6. Correção em falhas de alvenaria e estrutura

7. Chapisco da base
8. Taliscamento
9. Mapeamento
10. Reforço com telas metálicas
11. Checagem da argamassa
12. Pontos críticos como juntas, requadrações e frisos
13. Acabamento da superfície
14. Teste de resistência superficial
15. Terminalidade, limpeza e organização

Vide anexo na Figura 24.

4 RESULTADOS

Após a realização dos testes de aderência à tração em revestimentos com a aplicação de chapisco sobre o substrato de concreto, por empresa especializada, foram analisados os resultados de resistência à tração. Além disso, durante a execução dos ensaios, foram consideradas as diferentes formas de ruptura de cada corpo de prova as quais foram documentadas nas Tabelas de resultados e as informações gerais do dia e local do ensaio conforme Tabela 14.

Tabela 14– Informações gerais para realização do ensaio

Informações Gerais	
Temperatura no dia do ensaio:	28° C
Data do ensaio	01/07/2022
Umidade relativa no dia do ensaio:	50%
Diâmetro das pastilhas:	50mm
Equipamento de corte:	Serra copo
Informações do sistema de revestimento	
Substrato	Estrutura de concreto
Chapisco	Desempenado
Argamassa	Industrializada
Tipo de aplicação	Manual

Fonte: O próprio autor, 2022

Para caracterizar a evolução das resistências ao longo do tempo, foram conduzidos ensaios de resistência à tração em painéis de argamassa aos após 28 dias na fachada denominada ASM02.

Tabela 15– Resultados de revestimento 6° Pavimento- Fachada ASM02

Determinação da resistência de aderência à tração – MÉTODO NBR 13528:2019 6° Pavimento - Fachada ASM 02							
RESULTADOS							
CP	Resistência de aderência à tração (MPa)	Formas de ruptura (%)					
		A	B	C	D	E	F
1	0,41					100%	
2	0,36					100%	
3	0,34					100%	
4	0,41					100%	
5	0,47					100%	
6	0,35					100%	
7	0,3					100%	
8	0,29					100%	
9	0,31					100%	
10	0,26					100%	
11	0,32					100%	

12	0,44	100%
Resistência média (Mpa)	0,36	
Desvio padrão (Mpa)	0,06	

Fonte: Incorporadora, 2022

Figura 21- Corpos de prova 6° Pavimento ASM02



Fonte: O próprio autor, 2022

Tabela 16– Resultados de revestimento 12° Pavimento- Fachada ASM02

Determinação da resistência de aderência à tração – MÉTODO NBR 13528:2019 12° Pavimento - Fachada ASM 02						
RESULTADOS						
CP	Resistência de aderência à tração (MPa)	Formas de ruptura (%)				
		A	B	C	D	E
1	0,41					100%
2	0,30					100%
3	0,35					100%
4	0,21					100%
5	0,34					100%
6	0,35					100%
7	0,30					100%
8	0,28					100%
9	0,30					100%
10	0,35					100%
11	0,41					100%
12	0,35					100%
Resistência média (Mpa)	0,33					
Desvio padrão (Mpa)	0,06					

Fonte: Incorporadora, 2022

Figura 22- Corpos de prova 12° Pavimento ASM02



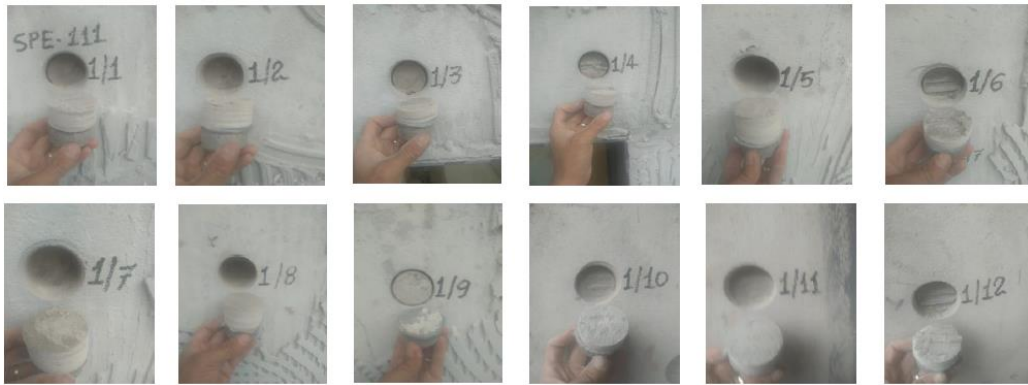
Fonte: O próprio autor, 2023

Tabela 17– Resultados de revestimento 19° Pavimento- Fachada ASM02

Determinação da resistência de aderência à tração – MÉTODO NBR 13528:2019 19° Pavimento - Fachada ASM 02							
RESULTADOS							
CP	Resistência de aderência à tração (MPa)	Formas de ruptura (%)					
		A	B	C	D	E	F
1	0,35	100%					
2	0,33	100%					
3	0,35	100%					
4	0,30			70%		30%	
5	0,35	100%					
6	0,41			100%			
7	0,29				100%		
8	0,31	100%					
9	0,34						100%
10	0,35					100%	
11	0,34	100%					
12	0,41			100%			
Resistência média (Mpa)	0,34						
Desvio padrão (Mpa)	0,04						

Fonte: Incorporadora, 2022

Figura 23- Corpos de prova 19º Pavimento ASM02



Fonte: O próprio autor, 2023

5 CONCLUSÃO

Em síntese, os resultados obtidos nos ensaios de resistência à tração em substrato de concreto, chapisco desempenado e reboco paulista, evidenciam não apenas a conformidade com o requisito mínimo estabelecido pela norma, mas também uma performance um pouco superior, com uma média de 0,34 Mpa comparada a NBR 13.749 que padroniza um valor mínimo de 0,30 Mpa. Esse êxito reforça a eficácia dos métodos executivos delineados nos projetos destinados à execução do reboco de camada única em fachadas.

A observância rigorosa à norma de desempenho, aliada à exigência, monitoramento e análise criteriosa dos materiais aplicados conforme as exigências mínimas da NBR 13528, igual ou superior a 0,30 Mpa de resistência para os materiais aplicados, forneceu um papel fundamental nesse processo. A atenção dedicada a cada etapa do serviço conforme indica na NBR 13749, incluindo um controle rígido e inspeções diárias documentadas, revelou-se determinante para assegurar não apenas a conformidade com o projeto, mas também o alcance pleno das metas estabelecidas.

No âmbito do controle de serviço, cada etapa foi detalhadamente supervisionada, no pano de fachada em estudo ASM02, para assegurar a máxima qualidade e conformidade de execução do projeto. Dentre as medidas adotadas, destacou-se o controle preciso da espessura do reboco através do mapeamento, monitorando para que a medida não fosse superior a limite estabelecido pela norma NBR 13749 de no máximo 3cm, sendo evidenciado uma média de 2,69cm.

Além disso, a realização de testes de percussão que não revelou nenhum tipo de som cavo que pudesse detectar eventuais deslocamentos, garantindo a durabilidade e estabilidade da estrutura. O teste de resistência superficial com prego complementou essa abordagem, evidenciando a resistência da superfície frente a condições adversas. Vale ressaltar que o tratamento rigoroso da base substrato antes do início do serviço foi um fator determinante para qualidade e durabilidade do revestimento aplicado.

O conjunto de práticas adotadas não apenas atendeu às expectativas, mas superou-as, destacando a efetividade das estratégias implementadas. O sucesso dessas abordagens, refletido nos resultados dos ensaios, reforça a importância de um planejamento detalhado,

monitoramento constante e rigoroso controle de qualidade para atingir os padrões normativos conforme NBR 15575-4 e a excelência na execução dos projetos.

Esses dados destacam a influência positiva da implantação, execução e controle de projeto, serviços e materiais sob a avaliação do desempenho do revestimento. Por meio desse controle, é possível confirmar se o sistema está em conformidade com as especificações estabelecidas no projeto ou não.

Em especial, ao direcionar nosso foco principal para atender à norma de desempenho, com ênfase na durabilidade e manutenibilidade, foi possível não apenas demonstrar a conformidade do objeto em estudo com os requisitos normativos, mas também verificar que o sistema de revestimento, além de atender aos critérios de resistência à tração, responde de maneira eficaz às demandas de durabilidade e facilidade de manutenção estabelecidas.

Essa abordagem centrada na norma de desempenho, fortalece ainda mais a validade e a aplicabilidade dos métodos executivos empregados nos projetos de reboco de camada única de fachada validados pelos os resultados obtidos pelos ensaios realizados. A interseção entre a resistência à tração e os requisitos de durabilidade e manutenibilidade ressalta a integralidade do processo, evidenciando a capacidade de atender aos parâmetros técnicos, e a robustez do sistema em face das condições ambientais e da necessidade futura de intervenções e cuidados.

Considerando a relevância do tema abordado e a complexidade dos aspectos relacionados resistência à tração de revestimento em argamassa de fachada, sugere-se como futura pesquisa a investigação aprofundada sobre os métodos de vedação utilizados e sua eficácia na prevenção de infiltrações. Um estudo detalhado explorando a capacidade de estanqueidade de revestimento em argamassa, juntas de dilatação, selantes e sistemas de drenagem na capacidade de vedação e estanqueidade das fachadas, considerando também fatores como a preparação do substrato e a integração com outros elementos construtivos, como esquadrias e elementos estruturais.

Além disso, seria relevante investigar a durabilidade desses sistemas ao longo do tempo e sua resistência a condições climáticas adversas, como chuva, vento e variações de temperatura. Essas pesquisas poderiam contribuir para o desenvolvimento de diretrizes mais eficazes para o projeto e execução de fachadas com revestimento em argamassa, garantindo sua integridade e desempenho ao longo da vida útil do edifício.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos- Requisitos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14718: Guarda-corpos para edificação - Requisitos, procedimentos e métodos de ensaio.** Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9442: Materiais de construção- Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante.** Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11675: Divisórias leves internas moduladas - Verificação da resistência aos impactos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13528- 2: Determinação da resistência à tração.** Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15079: Tintas para construção civil- Requisitos mínimos de desempenho. Parte 1: Tintaválátex fosca com cores claras.** Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1: Edificações habitacionais- Desempenho Parte 1: Requisitos Gerais.** Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-4: Edificações habitacionais- Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas- SVVIE.** Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

BAÍA, L. L. M.; SABBATINI, F. H. **Projeto e execução de revestimento de argamassa: primeiros passos da qualidade no canteiro de obras.** São Paulo: O Nome da Rosa, 2001. 82 p.

BAUER, E. **Sistemas de Revestimento de Argamassa - Generalidades.** In: ELTON BAUER. (Org.). *Revestimentos de Argamassa - Características e Peculiaridades.* 2005, p. 07- 14.

BORGES, Carlos Alberto de Moraes; SABBATINI, Fernando Henrique. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil.** Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/515. São Paulo: UPUSP, 2008.

CARASEK, H. Argamassas. In: Geraldo C. Isaia. (Org.). **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. 3ed. São Paulo: Instituto Brasileiro do Concreto, 2017, v. 2, p. 886-969.

CARASEK, Helena; CASCUDO, Oswaldo. **Descolamento de Revestimentos de Argamassa Aplicados sobre Estruturas de Concreto – Estudos de casos brasileiros**. Goiás, 2007.

CEOTTO, L. H.; BANDUK, R. C.; NAKAKURA, E. H. **Revestimentos de argamassa: boas práticas em projeto, execução e avaliação**. Porto Alegre, Recomendações Técnicas Habitar, v. 1, ANTAC, 2005. 96 p.

CRESCENCIO, Rosa Maria; BOTTURA, M. S. **Tecnologia construtiva de revestimento decorativo monocamada**. [s.l.] SESI SENAI Editora, 2018.

Freitas, Juliana, et al. "**Utilização de termografia infravermelha para avaliação de fissuras em fachadas com revestimento de argamassa e pintura**." Ambiente Construído, 2014, p. 57.

LOPES, Aline Nunes Lopes; PIRES, Braz Pires; PINHEIRO, Sayonara Maria de Moraes; COSTA JUNIOR, Milton Paulino **Atendimento aos requisitos e desempenho da NBR 15575 – Sistemas de vedações verticais**

LORENZI, Luciani Somensi. **Análise Crítica e Proposições de Avanço nas Metodologias de Ensaio Experimentais de Desempenho à Luz da ABNT NBR 15575 (2013) para Edificações Habitacionais de Interesse Social Térreas**. 2013. 222. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SANTOS, Weberton Sá dos. **Conheça os procedimentos de execução de revestimento monocamada com argamassa decorativa**. Técnica, São Paulo. v. 202, p.1-3, jan. 2014. Disponível em: Acesso em: 07 jun. 2018.

Scartezini, Luíz Maurício, et al. **Influência do preparo da base na aderência e na permeabilidade à água dos revestimentos de argamassa**. Antac, vol. 2, n.º 2, 2002, pp. 85-92.

ZANELATO, E. B. **Influência do chapisco na resistência de aderência à tração de revestimentos de argamassa em blocos cerâmicos**. Dissertação de mestrado. Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Engenharia Civil. Aprovada em 13 de abril de 2015. 114f.

7 ANEXOS

Figura 24– Ficha de verificação de serviço- Reboco externo

FVS-VA-2324-2497-2022

FVS 32 REBOCO EXTERNO vs.08

Fachada \ ASM02

Data/hora da aprovação: 22/09/2022

Identificação do modelo: FVS 32

Revisão: 8

Checklist: Verificações

Legendas: ● Aprovado ● Reprovado ● N/A

1 - Condições de Início - A estrutura e alvenaria devem estar concluídas (ver prazo mínimo), os contramarcos externos devem estar chumbados. Verificar a colocação da tela fachadeira.

Dispositivo: Visual

Tolerância: -

● Aprovado Giovanna Maria Marques Bernardes 21/07/2022 08:07:39

2 - Preparação da base - Visual, o preparo da base, sem sujeiras e irregularidades.

Dispositivo: Visual

Tolerância: -

● Aprovado Giovanna Maria Marques Bernardes 01/08/2022 09:17:08

3 - Porosidade - Visual, o concreto deverá estar tratado e com os poros abertos.

Dispositivo: Visual

Tolerância: -

● Aprovado Giovanna Maria Marques Bernardes 01/08/2022 09:31:51

4 - Lavagem - Visual, estrutura lavada.

Dispositivo: Visual

Tolerância: -

● Aprovado Giovanna Maria Marques Bernardes 01/08/2022 09:35:13

5 - Tratamento anticorrosivo - Visual, verificar se as pontas de aço tiveram aplicação de primer anticorrosivo.

Dispositivo: Visual

Tolerância: -

● Aprovado Giovanna Maria Marques Bernardes 01/08/2022 09:35:16

6 - Correção em Falhas de Alvenaria e Estrutura - Visual, todas as juntas e encunhamentos de alvenaria deverão estar preenchidas. Todos os nichos na estrutura deverão estar tratados.

Dispositivo: Visual

Tolerância: -

● Aprovado Giovanna Maria Marques Bernardes 01/08/2022 09:40:26

7 - Chapisco da Base - Verificar visualmente se foi feito o chapisco com pelo menos 3 dias de antecedência, com cura 3 vezes ao dia por 3 dias.

Dispositivo: Visual

Tolerância: -

● Aprovado Giovanna Maria Marques Bernardes 01/08/2022 09:42:31

8 - Mapeamento - Verificar a descida de arames respeitando as distâncias e a realização de mapeamento utilizando a trena metálica.

Dispositivo: Trena metálica

Tolerância: $\pm 1\text{cm}$

● Aprovado Giovanna Maria Marques Bernardes 01/08/2022 09:42:31

9 - Taliscamento - Conferir com a trena metálica a espessura das taliscas, se estão conforme adotado para obra . Atentar-se para os pontos críticos.

Dispositivo: Trena metálica

Tolerancia: $\pm 5\text{cm}$

 Aprovado Giovanna Maria Marques Bernardes 01/08/2022 10:17:47

10 - Reforço Telas Metálicas - Visual, verificar se a colocação de telas está conforme projeto ou locais determinados nas PES.

Dispositivo: Visual

Tolerancia: $\pm 5\text{ cm}$

 Aprovado Giovanna Maria Marques Bernardes 01/08/2022 10:21:51

11 - Chapagem da Argamassa - Verificar a chapagem da massa respeitando a realização de "cheias" quando necessário. Cura de 3 dias, 3 vezes ao dia.

Dispositivo: Visual

Tolerancia: -

 Aprovado Giovanna Maria Marques Bernardes 08/08/2022 09:08:53

12 - Pontos críticos como juntas, requadrações e frisos - Verificar a linearidade e acabamento das quinas e cantos, visualmente. Conferir o posicionamento, nivelamento, alinhamento e a profundidade dos frisos e juntas por meio de trena, nível e linha.

Dispositivo: Linha,Nível,Trena

Tolerancia: $\pm 3\text{ mm}$

 Aprovado Giovanna Maria Marques Bernardes 01/08/2022 09:17:57

13 - Acabamento da superfície - Visual após a conclusão. Textura conforme especificada em projeto.

Dispositivo: Conforme projeto, Visual

Tolerancia: 0

 Aprovado Giovanna Maria Marques Bernardes 01/08/2022 09:18:01

14 - Teste de resistência superficial - Verificar através do teste de pulverulência, com objeto pontiagudo (prego), se não há degradação do material e formação excessiva de pó na superfície.

Dispositivo: Visual

Tolerancia: -

 Aprovado Giovanna Maria Marques Bernardes 01/08/2022 09:25:03

15 - Terminalidade, limpeza e organização - Verificar visualmente a terminalidade do serviço (sem arremates), a limpeza e organização do local, sem deixar resto de embalagens, entulhos, etc.

Dispositivo: Visual

Tolerancia: -

 Aprovado Giovanna Maria Marques Bernardes 01/08/2022 09:41:06

Observações: Reboco do 4º ao 19º pavimento.

Giovanna Maria Marques Bernardes