



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

MARINA MORAIS GOMES DA SILVA

**DESPERDÍCIO E GESTÃO DE MUDANÇAS: ANÁLISE DE
UM SISTEMA DE REVESTIMENTO EM EDIFICAÇÃO**

JOÃO PESSOA/PB

2024

MARINA MORAIS GOMES DA SILVA

**DESPERDÍCIO E GESTÃO DE MUDANÇAS: ANÁLISE DE UM SISTEMA DE
REVESTIMENTO EM EDIFICAÇÃO**

**Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia
Civil da Universidade Federal da Paraíba – Campus I -
como parte dos requisitos para a obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.**

**Orientadora: Prof.^a. Dra. Cibelle Guimarães Silva
Severo.**

João Pessoa - PB

2024

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586d SILVA, Marina Morais Gomes da.

Desperdício e gestão de mudanças: análise de um sistema de revestimento em edificação / Marina Morais Gomes da Silva. - João Pessoa, 2024.

70 f. : il.

Orientação: Cibelle Guimarães Silva Severo.

TCC (Graduação) - UFPB/CT.

1. Revestimentos texturizados. 2. Normas técnicas de fachadas. 3. Execução de fachadas. I. Severo, Cibelle Guimarães Silva. II. Título.

UFPB/BSCT

CDU 624(043.2)

FOLHA DE APROVAÇÃO

MARINA MORAIS GOMES DA SILVA

DESPERDÍCIO E GESTÃO DE MUDANÇAS: ANÁLISE DE UM SISTEMA DE
REVESTIMENTO EM EDIFICAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso em 31/10/2024, perante a seguinte Comissão

Julgadora:

Cibelle Guimarães Silva Severo

Cibelle Guimarães Silva Severo
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do
CT/UFPB

Aprovado

Claudino Lins Nóbrega Junior

Claudino Lins Nóbrega Junior
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do
CT/UFPB

Aprovado

José Augusto Gomes Neto

José Augusto Gomes Neto
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do
CT/UFPB

APROVADO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família, que me ensinou o valor da educação, da persistência e da disciplina, importantíssimas para que eu chegasse até aqui. Sou grata por cada um, que de alguma forma me ajudou na minha caminhada.

À minha mãe e ao meu pai, Mauriceia e Sergio, que tanto me incentivaram a alcançar os meus sonhos.

À Amanda, minha irmã, que é uma das minhas maiores inspirações de coragem.

À família Pecorelli, que eu considero minha família, e foi o meu alicerce ao longo desse curso.

Aos amigos que ganhei na universidade, os quais me ajudaram a ter sucesso nessa trajetória.

À Giuseppe, que me deu forças e foi a pessoa mais importante ao longo do curso.

À minha orientadora, professora Cibelle Guimarães, pela ajuda e orientação neste trabalho

Leva-nos a olhar para trás e reconhecer que em meio a terríveis
batalhas, dias de derrota e perguntas não respondidas,
Deus não se ausentou.

Esteve conosco nos dias bons e maus.

Nossos corações são convidados à gratidão, adoração e profundo
contentamento, pois Ele está conosco agora.

“Até aqui nos ajudou o Senhor”

Samuel 7:12

RESUMO

Este trabalho analisa a aplicação de revestimentos texturizados em fachadas, com foco na importância do planejamento adequado e na conformidade com normas técnicas para garantir desempenho e durabilidade. Além de conferir estética, a fachada protege a edificação contra intempéries e preserva seus sistemas internos. No estudo de caso realizado em um empreendimento em João Pessoa (PB), foram identificadas falhas no planejamento e execução da fachada, como a escolha inadequada de revestimentos texturizados sem a devida avaliação de custos, durabilidade e requisitos técnicos. A falta de controle de qualidade e de um projeto adequado comprometeu o desempenho do sistema, gerando custos adicionais e atrasos na obra. O estudo também aponta lacunas nas normas brasileiras, que não abordam de forma completa os procedimentos e parâmetros de desempenho para revestimentos texturizados, limitando a adoção de boas práticas. A metodologia aplicada incluiu uma investigação detalhada da construtora, suas práticas internas e o planejamento da fachada. A análise destacou divergências entre a proposta do projeto e a execução, e sugeriu que um planejamento mais criterioso, aliado a normas mais bem desenvolvidas, poderia ter evitado muitos problemas. As recomendações propostas buscam aprimorar a concepção e execução de fachadas, considerando critérios de custo, clima, funcionalidade e estética, e também contribuir para o desenvolvimento de normas técnicas mais específicas para revestimentos texturizados em fachadas, de modo a melhorar a qualidade dos processos construtivos na indústria.

Palavras-chave: Revestimentos texturizados; Normas técnicas de fachadas; Revestimento acrílico; Execução de fachadas; Requisitos normativos; Acabamento texturizado.

ABSTRACT

This study analyzes the application of textured coatings on façades, focusing on the importance of proper planning and compliance with technical standards to ensure performance and durability. In addition to providing aesthetics, the façade protects the building from harsh weather and preserves its internal systems. The case study conducted on a project in João Pessoa (PB) identified failures in the planning and execution of the façade, such as the inappropriate selection of textured coatings without proper assessment of costs, durability, and technical requirements. The lack of quality control and a suitable design compromised the system's performance, leading to additional costs and delays in construction. The study also points out gaps in Brazilian standards, which do not fully address the procedures and performance parameters for textured coatings, limiting the adoption of best practices. The applied methodology included a detailed investigation of the construction company, its internal practices, and the planning of the façade. The analysis highlighted discrepancies between the proposed design and its execution, suggesting that more careful planning, combined with better-developed standards, could have prevented many issues. The proposed recommendations aim to enhance the design and execution of façades, considering criteria such as cost, climate, functionality, and aesthetics, as well as contribute to the development of more specific technical standards for textured coatings on façades, thereby improving the quality of construction processes in the industry.

Keywords: Textured coatings; Technical standards for façades; Acrylic coatings; Façade execution; Regulatory requirements; Textured finishes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Camadas do revestimento em argamassa	15
Figura 2 - Classificação de rugosidade de superfície	31
Figura 3 - Eflorescência em revestimento argamassado	33
Figura 4 - Bolor em parede com infiltração	34
Figura 5 - Descolamento em placas da fachada.....	35
Figura 6 - Fissuras mapeadas.....	36
Figura 7 - Fluxograma da metodologia aplicada.	42
Figura 8 - Estrutura organizacional da empresa.	43
Figura 9 - Textura similar com efeito cimento queimado	50
Figura 10 – Aplicação da textura sem o uso de massa niveladora.....	54
Figura 11 - Aplicação com o uso da massa niveladora.	54
Figura 12 - Ponto crítico de transição entre textura e revestimento cerâmico.....	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tipos de aditivos.....	19
Quadro 2 - Classificação de acordo com o regime de chuvas	27
Quadro 3 - Classificação do grau de agressividade	27
Quadro 4 - Sistemas de acabamento para substratos à base de cimento e cal	28
Quadro 5 - Indicação de etapas do processo de aplicação de revestimento com textura de acordo com o método CSP de classificação da rugosidade do substrato	32
Quadro 6.1 - Fases de elaboração de um projeto de fachada	37
Quadro 6.2 - Fases de elaboração de um projeto de fachada	38
Quadro 6.3 - Fases de elaboração de um projeto de fachada	39
Quadro 6.4 - Fases de elaboração de um projeto de fachada	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Designação normalizada, sigla e classe do cimento Portland.....	16
Tabela 2 - Limites de resistência de aderência à tração (Ra) para emboço em camada úmida	20
Tabela 3 - Limites dos requisitos de textura	30

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	Justificativa	12
1.2	Objetivos	12
1.2.1	Objetivo Geral.....	12
1.2.2	Objetivos Específicos.....	13
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Características e composição de revestimentos argamassados	13
2.2	Materiais constituintes de revestimentos argamassados	15
2.2.1	Cimento	15
2.2.2	Cal	16
2.2.3	Água	17
2.2.4	Agregados	17
2.2.5	Aditivos	18
2.3	Propriedades físicas de revestimentos argamassados	19
2.3.1	Capacidade de Aderência	19
2.3.2	Resistência Mecânica	20
2.3.3	Capacidade de absorver deformações	21
2.3.4	Estanqueidade	21
2.3.5	Características da superfície.....	22
2.3.6	Durabilidade.....	22
2.4	Proporções e características de desempenho de revestimentos argamassados.....	22
2.5	Preparo do substrato para recebimento de acabamentos.....	24
2.6	Sistemas de pinturas.....	24
2.6.1	Componentes básicos das tintas	25
2.6.2	Instruções para determinação de sistemas de pintura	26

2.6.3	Interação entre a pintura e os substratos à base de cimento.....	28
2.7	Sistemas de textura	28
2.7.1	Normas e critérios mínimos de desempenho para revestimentos texturizados	30
2.7.2	Preparação do substrato revestimentos texturizados.....	30
2.8	Manifestações patológicas recorrentes em revestimentos argamassados	32
2.8.1	Eflorescência.....	33
2.8.2	Bolor.....	33
2.8.3	Vesículas.....	34
2.8.4	Deslocamento em placas	35
2.8.5	Fissuras.....	35
2.9	O desenvolvimento das características das fachadas de um empreendimento	37
3.	METODOLOGIA.....	41
4.	DESCRIÇÃO DE CASO.....	42
4.1	Apresentação da empresa.....	42
4.2	Descrição do estudo de caso na empresa	44
4.2.1	Projetos.....	44
4.2.2	Planejamento	45
4.2.3	Controle de Obras	46
4.2.4	Obra.....	46
5.	DISCUSSÕES	49
5.1	Revestimento texturizado.....	49
5.1.1	Método de aplicação do revestimento texturizado.....	50
5.1.2	Conflito de interesses	52
5.1.3	Mudanças no planejamento.....	55
5.1.4	Falhas na Gestão do Projeto.....	56

6.	RECOMENDAÇÕES PARA APRIMORAMENTO DA FASE DE ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DE FACHADAS COM APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO TEXTURIZADO	57
6.1	Desenvolvimento de projetos.....	57
6.1.1	Concepção do empreendimento	57
6.1.2	Estudo preliminar	58
6.1.3	Projeto básico	58
6.2	Execução dos serviços	58
6.3	Normas regulamentadoras	60
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	62

1. INTRODUÇÃO

A fachada de uma edificação reflete a essência do projeto arquitetônico, conferindo a estética desejada e contribuindo com as características arquitetônicas locais. Além disso, ela possui a função de criar uma barreira protetora para todos os sistemas componentes da construção. Suas propriedades devem garantir um bom desempenho ao longo dos anos contra agentes de degradação do revestimento externo, sejam eles climáticos, biológicos, mecânicos ou associados ao uso.

Com o acelerado desenvolvimento do setor da construção civil, surgiram diversas alternativas de sistemas de revestimento de fachada, com acabamentos em cerâmica, pedras naturais, vidro, alumínio e argamassas. Apesar desse aperfeiçoamento e criação de novas técnicas, existem obstáculos relacionados aos métodos construtivos. Novos materiais exigem a preocupação em criar parâmetros confiáveis de especificação de projeto, execução das etapas e manutenção, para garantir a vida útil e minimizar o risco de surgimento de manifestações patológicas.

Nos casos em que são utilizados sistemas de pintura como acabamento final da fachada, frequentemente, enfrenta-se o problema da falta de projeto e planejamento por se tratar de uma das últimas etapas da obra. Consequentemente, são tomadas decisões equivocadas que irão afetar vida útil do sistema de fachada.

Quando se trata de revestimentos sintéticos texturizados, seu planejamento é raso, quando comparados a outras etapas de execução de um edifício, entretanto, deveria receber atenção na fase de elaboração do projeto, para chegar a uma escolha assertiva do tipo de acabamento final da fachada. Conforme SABBATINI (1989), as tecnologias surgem de forma empírica na construção civil, inicialmente sem comprovação de desempenho, e isso vem acompanhado da falta de parâmetros de projeto.

Dessa forma, a qualidade do revestimento das paredes externas e internas pode cair, especialmente quando ocorrem falhas nas etapas de planejamento da fachada, na execução do sistema de revestimento cimentício e nas especificações de materiais adequados às necessidades de uso da edificação.

Dessa maneira, o presente trabalho tem o objetivo de fazer uma análise da indicação de um tipo de revestimento texturizado como acabamento final, a ser aplicado na fachada de um empreendimento em construção na região litorânea de João Pessoa (PB), bem como sua

conformidade com as características do projeto, de uso da edificação e a localização. Além disso, serão avaliados os impactos da falta de orientações práticas sobre a aplicação desse tipo de acabamento em fachadas, bem como a abrangência das normas técnicas, dando sequência às consequências disso no planejamento e execução da fachada.

1.1 Justificativa

A escolha dessa problemática, abordada através de um estudo de caso, está embasada na necessidade de estabelecer critérios para a escolha dos materiais componentes do sistema de fachada. A ausência de abordagens claras referentes ao uso de revestimentos sintéticos texturizados, orientando sobre o preparo do substrato, o seu desempenho e a execução adequada, podem resultar em incompatibilidade com as características do projeto, manifestações patológicas e diminuição da vida útil da estrutura. Além disso, cria desafios para profissionais da área, como construtores e projetistas na seleção de materiais adequados.

Essa demanda surge da importância de se planejar a execução de todo o sistema de fachada, para alcançar parâmetros de desempenho satisfatórios e garantir as características de conforto, segurança e estética esperadas. Desse modo, serão analisados os preparos necessários para a aplicação de textura acrílica em fachada, tendo em vista que as técnicas empregadas para o uso do revestimento cerâmico, frequentemente utilizado na região, não são adequadas para esse tipo de acabamento. Por fim, esse estudo irá investigar a lacuna normativa relacionada ao sistema de revestimento texturizado, contribuindo com o avanço da regulamentação técnica e para melhoria dos processos construtivos na indústria da construção civil.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo analisar os aspectos projetuais de um empreendimento localizado na cidade de João Pessoa – PB, e suas implicações na escolha do revestimento texturizado especificado para a fachada. Além disso, busca-se investigar as motivações e consequências decorrentes da mudança do sistema de revestimento dessa edificação, com ênfase nas incompatibilidades e nas falhas ocasionadas pela ausência de um projeto adequado. Com base nessa análise, serão propostas melhorias para a concepção, o planejamento e a execução de projetos arquitetônicos, visando evitar problemas semelhantes no futuro.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar as causas da mudança do sistema de revestimento da fachada e como isso pode afetar o planejamento, a execução e os custos da fachada.
- Destacar pontos críticos a serem considerados na concepção do projeto arquitetônico, evitando desperdícios e incompatibilidades, para garantir a conformidade entre a proposta e a execução.
- Identificar e analisar as práticas atuais de aplicação deste tipo de revestimento na construção civil, incluindo materiais utilizados, técnicas de execução e experiências de profissionais do setor.
- Investigar lacunas e desafios decorrentes de normas técnicas padronizadas para o desempenho de texturas acrílicas aplicadas em fachadas, levando em consideração aspectos como qualidade, durabilidade, segurança, sustentabilidade, manutenção e execução.
- Propor recomendações para uso de pintura texturizada como acabamento decorativo em fachadas, considerando as melhores práticas, padrões internacionais e necessidades da indústria da construção civil brasileira.
- Contribuir para o debate acadêmico e técnico sobre a regulamentação e práticas construtivas na indústria da construção civil, visando promover a segurança, qualidade e sustentabilidade das edificações.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características e composição de revestimentos argamassados

Inicialmente, é importante abordar as características do substrato antes de estudar os revestimentos de acabamento texturizado, pois isso permitirá conhecer os parâmetros e o comportamento do sistema de fachada. De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em sua NBR 13529:2013, o sistema de revestimento é o conjunto formado por revestimento de argamassa e acabamento decorativo. Ainda de acordo com essa norma, o acabamento decorativo é o material aplicado sobre o revestimento de argamassa, podendo ser pintura, materiais cerâmicos, pedras naturais, placas laminadas, têxteis e papel. Diante disso, a escolha do material deve ser compatível com a natureza da base, as condições de exposição e desempenho exigido pelo projeto.

A NBR 13529 (ABNT, 2013) descreve os revestimentos quanto ao número de camadas da seguinte forma:

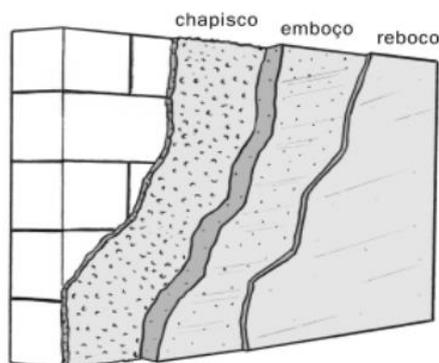
- Revestimento de camada única: é um revestimento constituído de um único tipo de argamassa (exceto chapisco), aplicado em uma ou mais demãos, sobre a base.
- Revestimento de duas camadas: revestimento constituído de dois tipos de argamassa (exceto chapisco), aplicados em uma ou mais demãos, sobre a base.

YAZIGI (2021) indica que os revestimentos de duas camadas são compostos por emboço, que é uma massa grossa aplicada sobre a superfície chapiscada, seguido do reboco, que é a massa fina aplicada sobre o emboço. A Figura 1 apresenta esse sistema múltiplo. Nos casos onde é aplicada a camada única, ela atua com a função de regularização da base e acabamento ao mesmo tempo.

A NBR 13529 (ABNT, 2013) descreve as funções relativas à cada componente da camada da seguinte forma:

- Chapisco: camada de preparo da base, aplicada de forma contínua ou descontínua, com a finalidade de uniformizar a superfície quanto à absorção e melhorar a aderência do revestimento.
- Emboço: camada de revestimento executada para cobrir e regularizar a superfície da base ou chapisco, propiciando uma superfície que permita receber outra camada, de reboco ou de revestimento decorativo, ou que se constitua no acabamento final.
- Reboco: camada de revestimento utilizada para cobrimento do emboço, propiciando uma superfície que permita receber o revestimento decorativo ou que se constitua no acabamento final.
- Acabamento decorativo: material para acabamento decorativo aplicado sobre o revestimento de argamassa, podendo ser pintura, materiais cerâmicos, pedras naturais, placas laminadas, têxteis e papel.

Figura 1 - Camadas do revestimento em argamassa



Fonte: Manual de Revestimentos - ABCP (2003).

De acordo com BARROS (2002), o uso de múltiplas camadas (chapisco, emboço e reboco) foi abandonado com o objetivo racionalizar as etapas, favorecendo a economia. Dessa forma, verifica-se que na região de estudo, o revestimento de camada única é predominante, e os acabamentos texturizados acrílicos são aplicados sobre esses substratos, composto pela base de alvenaria ou concreto, chapisco e camada única.

Dessa forma, o revestimento de argamassa é a principal proteção contra agentes agressivos, e contribuem para o isolamento acústico em até 50%. Favorecem também o conforto térmico, e contribuem com a estanqueidade em 100% contra água e gases, como explica o Manual de Revestimentos de Argamassa, elaborado pela Associação Brasileira de Cimento Portland.

A expectativa é que a argamassa de revestimento atenda às condições para entrada e saída de umidade, de estabilidade dimensional, de equilíbrio diante de variações térmicas, de estanqueidade, durabilidade e manutenção, dentre outras exigências.

2.2 Materiais constituintes de revestimentos argamassados

2.2.1 Cimento

O principal material constituinte do revestimento em argamassa é o cimento Portland, que atua como aglomerante hidráulico. De acordo com a Associação Brasileira de cimento Portland – ABCP (2024), trata-se de um pó fino que após submetido à hidratação, endurece e não se decompõe. Sua produção ocorre a partir do clínquer, resultante da rocha calcária britada e moída com argila sob temperaturas em torno de 1450°C, para enfim ser moído e transformado em pó. Durante esse processo podem ser feitas diversas adições que dão

origem a diferentes tipos de cimento, entretanto, os elementos primordiais são a cal (CaO), a sílica (SiO₂), a alumina (Al₂O₃) e óxido de ferro.

A NBR 16697 (ABNT, 2018) elenca os tipos de cimento primeiramente por suas siglas, seguidas de sua classe de resistência, conforme as suas adições e propriedades, como mostra a Tabela 1.

Sua principal função é agregar resistência mecânica ao sistema do revestimento, porém a escolha do tipo de cimento deve obedecer aos critérios de uso. Conforme CARASEK (2001) destaca, em se tratando do cimento CP V – ARI de resistência elevada, há um aparecimento maior de fissuras em revestimentos devido seu alto grau de finura, o que naturalmente dificulta seu uso em revestimentos de fachada. De acordo com a ABCP (2002), todos os cimentos comuns, compostos e os cimentos CP III e CP IV são apropriados para execução de argamassas de revestimento.

Tabela 1 - Designação normalizada, sigla e classe do cimento Portland

Designação normalizada (tipo)	Subtipo	Sigla	Classe de resistência	Sufixo
Cimento Portland comum	Sem adição	CP I	25, 32 ou 40	RS ou BC
	Com adição	CP I-S		
Cimento Portland composto	Com escória granulada de alto forno	CP II-E		
	Com material carbonático	CP II-F		
	Com material pozzolânico	CP II-Z		
Cimento Portland de alto forno		CP III		
Cimento Portland pozzolânico		CP IV		
Cimento Portland de alta resistência inicial		CP V	ARI	
Cimento Portland branco	Estrutural	CPB	25, 32 ou 40	
	Não estrutural	CPB	-	-

Fonte: Adaptado de NBR 16697 (2018).

2.2.2 Cal

Conforme explica BAUER (2005), a cal utilizada na construção civil possui um ciclo de produção composto por três etapas: calcinação, hidratação e carbonatação. Na primeira delas, é realizada a queima da rocha calcária, que se transforma no “quicklime” (CaO), caracterizado por sua alta reatividade. Na etapa de hidratação é feita a adição de água, desencadeando uma reação exotérmica que produz hidróxido de cálcio (Ca(OH)₂) e hidróxido de magnésio (Mg(OH)₂).

A liberação de calor causada por essa reação expande e transforma o material em pó. Por último, ocorre a carbonatação, causada pela reação entre o hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2) e o dióxido de carbono (CO_2), mas somente após a aplicação do revestimento, onde o material volta a sua estrutura inicial (CaCO_3).

Ainda de acordo com BAUER (2005), no Brasil podem ser encontrados três tipos de cales, distintas pelo seu teor de óxido de cálcio e teor de óxidos totais. São elas as cálcicas (90% a 100%), magnesianas (65% a 89%) e dolomíticas (58% a 64%). A ABNT NBR 7175:2003 denomina a cal hidratada de acordo com as características químicas em CH I, CH II e CH III. Sua principal diferença é o teor de carbonato de cálcio que aumenta respectivamente.

Segundo CINCOTTO (1995), a utilização da cal em argamassas melhora a plasticidade no estado fresco e reduz fissuras no estado endurecido, pois ocorre uma diminuição do módulo de elasticidade. Além disso, durante a lenta carbonatação do hidróxido de cálcio, as fissuras e os poros são tampados, aumentando a durabilidade do revestimento.

A cal é capaz de prolongar a retenção de água de amassamento devido à presença de microcristais e de sua maior área específica, responsáveis por formar um filme de água. Isso melhora a hidratação do aglomerante hidráulico e conseqüentemente, o processo de cura da argamassa. Somado a isso, ela minimiza a ocorrência de lixiviação do revestimento devido a sua baixa solubilidade.

2.2.3 Água

O uso de água potável na mistura é essencial para desencadear as reações e regular a trabalhabilidade esperada para o traço escolhido. Entretanto, aumentando a proporção de água, há uma piora das propriedades citadas anteriormente, exceto a trabalhabilidade.

2.2.4 Agregados

Outro componente das argamassas é o agregado particulado de origem mineral, que segundo a NBR 7211 (ABNT 2022) deve ser composto por grãos de minerais duros e duráveis, ausente de substâncias que afetem a hidratação e o endurecimento do cimento. Segundo GUIMARÃES (1997), seu diâmetro deve estar entre 0,06 e 2,00mm. O teor de areia na mistura irá interferir na capacidade de aderência e na durabilidade da aderência devido a diminuição da retração (CARASEK, 2001).

De acordo com YAZIGI (2021), a depender da camada de revestimento a ser executada, a dimensão máxima característica da areia pode variar. Ocorre uma diminuição progressiva do grão para as camadas desde o chapisco, emboço e por fim reboco. Apesar de areias grossas produzirem argamassas com melhor resistência de aderência, ocorre uma piora da trabalhabilidade e da capacidade de aderir (CARASEK, 2001). Desse modo, deve-se prezar por uma distribuição granulométrica contínua para parâmetros de aderência satisfatórios.

2.2.5 Aditivos

O uso de aditivos na mistura das argamassas tem o objetivo de modificar suas propriedades no estado fresco ou endurecido, os quais, a depender do tipo, poderão diminuir o aparecimento de fissuras, aumentar o tempo de pega, facilitar a trabalhabilidade, aumentar a aderência ao substrato e a retenção de água.

Um dos aditivos comumente utilizados, inclusive como alternativa a cal, é o incorporador de ar. Através da redução da tensão superficial da água, são formadas microbolhas de ar estáveis, distribuídas uniformemente. O efeito disso é a diminuição da permeabilidade, além do aumento do rendimento, da plasticidade e fluidez da argamassa. Em contrapartida, de acordo com CARASEK (1996), podem haver efeitos negativos, pois um teor elevado de bolhas de ar gera uma menor superfície de contato com a base, e conseqüentemente, uma diminuição da resistência de aderência. Por isso, deve-se buscar aditivos que agem como plastificantes, criando bolhas de ar menores que 100 μm para preservar a aderência (OPPERMANN, 1983).

Os retentores de água são outro tipo de aditivo, com a função de minimizar a perda de água por evaporação ou exsudação no estado fresco. Sua ação aumenta a viscosidade e melhora a adesão à base.

Além disso, existem os hidrofugantes, responsáveis por repelir água, reduzir sua absorção, diminuir a capilaridade e a tensão capilar, prevenindo o aparecimento de manchas e mofo, entretanto, ainda permitindo a passagem de vapor d'água.

Existem diversos tipos de aditivos para diferentes finalidades, os quais são apresentados resumidamente no Quadro 1.

Quadro 1 - Tipos de aditivos

Tipo	Função
Redutores de água (plastificante)	São utilizados para melhorar a trabalhabilidade da argamassa sem alterar a quantidade de água.
Retentores de água	Reduzem a evaporação e a exsudação de água da argamassa fresca e conferem capacidade de retenção de água frente à sucção por bases absorventes.
Incorporador de ar	Formam microbolhas de ar, estáveis, homoganeamente distribuídas na argamassa, aumentando a trabalhabilidade e atuando a favor da permeabilidade.
Retardadores de pega	Retardam a hidratação do cimento, proporcionando um tempo maior de utilização.
Aumentadores de aderência	Proporcionam a aderência química ao substrato.
Hidrofugantes	Reduzem a absorção de água da argamassa, mas não a tornam impermeável e permitem a passagem de vapor d'água.

Fonte: Manual de Revestimentos - ABCP (2003).

2.3 Propriedades físicas de revestimentos argamassados

2.3.1 Capacidade de Aderência

A aderência é a capacidade da argamassa de absorver as tensões normais ou tangenciais na superfície de interface do substrato. Existem recomendações na NBR 13749 (ABNT, 2013) acerca dos critérios mínimos de desempenho a serem atendidos pela argamassa, a depender do tipo de acabamento, como mostra a Tabela 2. Essa propriedade é avaliada por meio de ensaios de percussão, que devem ser feitos em 1 m² e a cada 50m² para tetos e a cada 100m² para paredes.

Segundo CARASEK (2001), a aderência ocorre de forma mecânica com a penetração da argamassa nos poros da base ainda no estado plástico. A água de amassamento é absorvida pelo substrato através dos poros, e neles, os produtos da hidratação do cimento e da cal servem como ancoragem do revestimento à base após a cura. O principal responsável por essa fixação é a gipsita, presente no cimento, pois quando dissolvida, forma íons sulfato e cálcio. Com a absorção da solução de íons pela base porosa, é formada a etringita, ou trissulfoaluminato de cálcio hidratado, responsável pelo intertravamento, que gera aderência.

De acordo com o Manual de Revestimentos (ABCP, 2003), uma aderência adequada depende da extensão efetiva de contato, devendo ser a maior possível. Isso varia de acordo com a trabalhabilidade da argamassa e da técnica de execução do revestimento, pois impacta no espalhamento. Além disso, o grau de rugosidade e de capacidade de absorção da base podem aumentar ou diminuir a área de contato, a depender do diâmetro e distribuição dos poros. Outro fator importante é a eliminação de partículas soltas na superfície de aplicação da argamassa para evitar o surgimento de barreiras para a ancoragem.

Tabela 2 - Limites de resistência de aderência à tração (Ra) para emboço em camada úmida

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

Fonte: NBR 13749 (2013).

2.3.2 Resistência Mecânica

À capacidade das argamassas em resistir à tração, cisalhamento e compressão dá-se o nome de resistência mecânica. O tipo de aglomerante e sua origem são determinantes nesse aspecto, juntamente com o tipo de agregado e as proporções de aglomerante/agregado e água/cimento. O revestimento precisa suportar as solicitações de desgaste superficial, impactos ou movimentação higroscópica para apresentar um bom desempenho. Caso a resistência mecânica não esteja satisfatória, pode haver, por exemplo, a pulverulência, que impede a fixação adequada do acabamento. É possível determinar a resistência à tração na flexão e à compressão através do ensaio descrito na NBR 13279 (ABNT, 2005).

Segundo VEIGA (1997), os rebocos tem um comportamento frágil quando submetido a esforços de tração, apesar de apresentar uma boa resistência à compressão e ser um material com boa durabilidade. A principal origem das tensões de tração é a retração hidráulica, que consiste na perda de umidade. Portanto, os revestimentos argamassados são passíveis de sofrer fissurações, especialmente por conta dos fenômenos que acontecem nas primeiras idades da

argamassa, período no qual não é possível determinar suas características exatas com a evolução rápida das reações químicas.

2.3.3 Capacidade de absorver deformações

É importante que a argamassa seja capaz de absorver deformações geradas por esforços internos e externos de diversas origens. Isso vai depender da resistência à tração e do módulo de deformação do revestimento. As camadas do sistema de vedação apresentam movimentações diferentes, portanto, sofrem tensões distintas a depender da deformabilidade de cada material, resultando em fissuras ou trincas que podem comprometer a aderência, a estanqueidade e a durabilidade do revestimento (CARASEK, 2010).

Segundo o Manual de Revestimentos (ABCP, 2003), o momento da aplicação da argamassa é o mais crítico, pois é quando ocorre evaporação e a sucção da água pela base. Dessa forma, deve-se trabalhar com a argamassa com uma menor quantidade de água para evitar a retração, bem como regular a perda de água para ocorrer lentamente. Isso tem influência também da técnica aplicada, pois realizar o sarrafeamento e o desempenho da argamassa no momento errado pode reter mais água ao final, o que é prejudicial.

Outra alternativa para aumentar a capacidade de deformação é diminuir o teor de aglomerantes, como o cimento, para minimizar a resistência à tração. Além disso, deve-se manter uma granulometria contínua dos agregados a fim de diminuir o volume de vazios, e conseqüentemente, a quantidade de pasta. Quando o revestimento resiste às tensões, o grau de fissuração nas primeiras idades permanece controlado.

2.3.4 Estanqueidade

A estanqueidade é uma propriedade dos revestimentos argamassados que se refere à sua capacidade de absorver água através dos poros. Essa característica é importante para garantir a proteção da base contra intempéries. Seu desempenho irá depender da proporção utilizada na argamassa, da qualidade dos insumos, da técnica de aplicação, da espessura da camada e principalmente, da presença de fissuras. Vale ressaltar que uma espessura excessiva aumenta a movimentação higroscópica nas primeiras idades, acarretando um aumento da fissuração por retração (ANFACER, 2016).

2.3.5 Características da superfície

A compatibilização do acabamento final com o substrato está diretamente ligada às condições de rugosidade e porosidade da superfície, sendo necessário definir o tipo de agregado, a granulometria e a técnica empregada para garantir o sucesso da aplicação. Outra preocupação é a interação química entre a camada decorativa e o substrato que a recebe. Para isso, os fabricantes precisam fornecer informações acerca das propriedades físicas e químicas dos insumos, bem como os riscos de reações indesejadas para diversas condições de aplicação. Entretanto, nos casos onde não se conhece previamente a interação entre certos tipos de materiais, faz-se necessária a realização de ensaios (ABCP, 2003).

2.3.6 Durabilidade

Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2023), a durabilidade está relacionada à capacidade da estrutura resistir às condições climáticas habituais e definidas em projeto. Portanto, o sistema deve atender às demandas do projeto e da região com um desempenho acima do mínimo especificado. A eficiência dos revestimentos de fachada vai depender do planejamento, das decisões de projeto acerca da especificação dos materiais, do controle de produção e das técnicas de execução adequadas à utilização do empreendimento.

O Manual de Revestimentos (ABCP, 2003) indica alguns fatores como os principais responsáveis pelo comprometimento da durabilidade dos revestimentos, que são:

- Movimentações de origem térmica
- Movimentações de origem higroscópica
- Movimentações causadas por forças externas
- Espessura excessiva do revestimento
- Proliferação de microrganismos por excesso de umidade

2.4 Proporções e características de desempenho de revestimentos argamassados

É comum no preparo de argamassas de revestimento o uso de traços pré-estabelecidos através de normas e estudos realizados por instituições técnicas. A antiga NBR 7200 (ABNT, 1982) apresentava recomendações, entretanto, após sua atualização em 1998 as proposições foram retiradas. Com isso, a composição deverá ser especificada pelo responsável técnico de acordo com as características do projeto e as técnicas de execução, ou seja, é preciso que cada

obra tenha seu traço adequado, considerando a base de aplicação e a qualidade dos insumos. Segundo SABBATINI (1995), o desempenho da argamassa dependerá de sua espessura de aplicação, das características do substrato e das condições do ambiente.

Tradicionalmente, a fabricação de argamassas de revestimento se dá no canteiro de obras, e consiste em misturar as porções de insumos. Existem formas de criar relações entre areia, plastificante e cimento com o objetivo de alcançar teores ótimos de material plastificante e água. O método desenvolvido por SELMO (1989) faz a relação do teor ótimo do plastificante com a areia em comparação ao teor do cimento, na qual denominou-se parâmetro “E”.

Com isso, são criados gráficos com curvas de trabalhabilidade considerando desde os traços mais ricos, com baixas relações de (areia + plastificante/cimento), até os traços mais pobres, com relações mais altas, para se obter a quantidade necessária de material fino e de água para alcançar a fluidez e a plasticidade adequada da argamassa. Diante da dificuldade de realizar pesagens no canteiro de obras, geralmente realiza-se a dosagem através do volume.

Tendo em vista que a areia utilizada na composição apresenta variabilidade quanto à sua granulometria e natureza, o uso de traços consagrados pode não apresentar o mesmo desempenho a depender das condições executivas. De acordo com THOMAZ (2001), o aglomerante pode favorecer o aparecimento de fissuras se adicionado em excesso no traço, enquanto que sua falta pode prejudicar a coesão, a aderência e a resistência da argamassa. Além disso, a taxa de umidade da areia impactará na proporção de aglomerante e água da mistura, e consequentemente, influenciará na retração e fissuração do revestimento, portanto, surge a necessidade de se fazer a correção dessa umidade. Com isso, mesmo sendo realizado o cálculo do traço específico do projeto, ele deve ser testado antes de seu emprego.

Os componentes da argamassa estão sujeitos a variações de volume desde a preparação até a cura completa. Essas variações são oriundas de fatores externos que resultam geralmente em contrações e retrações. Conhecendo suas causas, é possível diminuir o aparecimento de microfissuração e fissuração, que são os maiores responsáveis pela perda da capacidade de impermeabilização e diminuição da durabilidade do revestimento argamassado cimentício, e consequentemente, da camada de acabamento final que a reveste.

No tocante às normas, a NBR 13281 (ABNT, 2023) estabelece requisitos, critérios e métodos de ensaios para argamassas. Com sua atualização, foram criadas regras que precisam ser cumpridas independente dos métodos de fabricação. Com isso, as argamassas produzidas no canteiro de obras deverão ter os ensaios de desempenho registrados no diário de obra pelo

responsável técnico legal. Os fabricantes também deverão se adequar, atualizando fichas técnicas que forneçam parâmetros que ajudem a escolher o tipo de argamassa mais adequada às necessidades do projeto.

Essa norma se baseia nos requisitos de classificação de resistência à compressão, densidade de massa aparente no estado endurecido, resistência à tração na flexão, coeficiente de capilaridade, densidade de massa no estado fresco, retenção de água e resistência potencial de aderência à tração.

2.5 Preparo do substrato para recebimento de acabamentos

Existem recomendações na NBR 13245:2011 - Tintas para construção civil — Execução de pinturas em edificações não industriais — Preparação de superfície, importantes para se obter bons resultados na aplicação e no desempenho a longo prazo, além de recomendar o sistema de pintura adequado para diferentes substratos.

Outro referencial é a norma europeia EM 1062-1:2009, que indica os principais aspectos dos substratos que influenciam na escolha, desempenho e durabilidade dos revestimentos:

- Rugosidade da superfície;
- Estabilidade do substrato e da superfície (presença de fissuras, escamação, por exemplo);
- Porosidade;
- Alcalinidade do material cimentício
- Presença de microrganismos (fungos, algas, por exemplo)

A especificação adequada do sistema de pintura vai depender do tipo de substrato e o ambiente de aplicação – meio interno ou externo, tipo de clima e agressividade ambiental.

2.6 Sistemas de pinturas

O acabamento decorativo faz parte das camadas do sistema de revestimento, e é aplicada após o revestimento de argamassa. Suas funções estão associadas às mesmas do sistema de revestimento. Esse trabalho tem como foco o estudo de sistemas de pintura texturizada para áreas externas. Ela deve ser entendida como uma sequência de camadas composta em geral por fundos, massas, preparadores e tintas que desempenham funções específicas.

Esse acabamento possui além da função protetora, a função decorativa, dando a aparência final por meio de brilho, textura e cores. Para SABBATINI (2006), uma das funções da pintura é impedir o esfarelamento de seu substrato, bem como a absorção de água. O autor define como multiestrato o conjunto de camadas que forma a pintura, e é composta por estrato de tinta, estrato de massa e estrato de fundo. Essa combinação forma uma película aderente com espessura de até 1mm, variando de acordo com a quantidade de demãos necessárias para cada camada, a depender das condições do substrato e do resultado que se deseja alcançar.

A NBR 13245 (ABNT, 2011) apresenta orientações quanto a execução de pinturas em edificações não industriais, empregadas em substratos variados. O sistema de pintura é definido como sendo a combinação de várias camadas com finalidades específicas, adequadas de acordo com o substrato, os produtos utilizados e o ambiente de aplicação.

- **Fundo (Primer):** a NBR 13245 define como um preparador de superfície com a função de corrigir defeitos do substrato, favorecer a coesão de partículas soltas, uniformizar a absorção, conferindo durabilidade à pintura e diminuindo o consumo da tinta de acabamento, além de ter a capacidade de criar aderência entre o substrato e as camadas subsequentes.
- **Massa:** pela definição da NBR 13245, trata-se de um produto com a função de nivelamento, ou seja, regularização de superfícies para torná-las lisas. Em geral, é uma substância pastosa com pigmento e deve ser aplicada sobre o revestimento argamassado tratado com o fundo preparador. Segundo UEMOTO (2005), sua aplicação deve ser em finas camadas para evitar o surgimento de fissuras ou reentrâncias.
- **Acabamento:** de acordo com a NBR 13245, é a camada final que tem a função de conferir as características visíveis de proteção contra intempéries, danos mecânicos, químicos, e atribuir estética do substrato. É responsável por conferir efeitos decorativos, como cor, brilho e textura. Segundo UEMOTO (2005), as tintas são produzidas com resina, polímero, pigmento, solvente e aditivos, com certas variações de suas proporções e formulação.

2.6.1 Componentes básicos das tintas

Segundo UEMOTO (2005), um dos componentes das tintas é a **resina**, definida como veículo não volátil que desempenha a função de aglutinar as partículas de pigmento para formação de uma película de filme. De acordo com o tipo de resina, as propriedades da película podem mudar completamente, como a dureza, aderência, resistência a abrasão, resistência a

álcalis, retenção de cor, brilho, flexibilidade e adesão. As resinas podem ser naturais ou sintéticas, e a escolha do tipo é um dos principais parâmetros para uma boa especificação, podendo ser vinílicas, acrílicas, alquídicas ou epóxi/poliuretanas.

Outro componente das tintas é o **pigmento**, uma substância não volátil responsável pela cor, cobertura, resistência aos agentes químicos e opacidade da película seca, e se apresenta como partículas sólidas finas. Os pigmentos inorgânicos são classificados como inertes e ativos, sendo os inertes encarregados pela textura, enchimento e resistência a abrasão, enquanto os ativos promovem a qualidade da tinta, aumentando a cobertura, a durabilidade, o brilho e a opacidade (IBRACON, 2009).

O **solvente** também faz parte dos componentes básicos das tintas e é conhecido como veículo volátil, responsável por dissolver a resina e agregar viscosidade para facilitar a aplicação e a espalhabilidade com a aderência adequada. Após a sua evaporação, é formada uma película de pigmento estruturada com resina. Nos casos das tintas à base de água, as características de alta volatilidade, inflamabilidade, toxicidade e odor forte do solvente são dribladas, pois o mesmo é substituído por água (IBRACON, 2009).

Por fim, são usados **aditivos** para alterar as características das tintas, além de estabilizar as emulsões, atribuir resistência a fungos e bactérias, mudar a temperatura de formação da película de filme, dentre outras funções. São adicionados em pequenas proporções, para evitar a diminuição da resistência superficial no acabamento final (IBRACON, 2009).

É possível traduzir a composição da tinta em relação à proporção de pigmento e resina por meio de um parâmetro denominado Pigment Volume Content (PVC). Ele determina a porosidade, a permeabilidade da proteção por barreira, e o tipo de acabamento, podendo ser brilhante, semibrilho ou fosco.

2.6.2 Instruções para determinação de sistemas de pintura

Apesar do acabamento final do sistema de revestimento de fachada ser uma das últimas etapas da obra, a escolha dos materiais deve ser feita ainda na fase do projeto para adequar sua aplicação às condições do meio ambiente, ao substrato, à disponibilidade dos insumos na região.

Com isso, de acordo com UEMOTO (2005), deve ser feita uma classificação do ambiente de acordo com o índice pluviométrico da localidade e o grau de agressividade no

entorno da edificação. No caso do ambiente interno, é de interesse estudar o tipo de ocupação e a área de aplicação, que pode ser seca, molhável ou molhada.

Nos ambientes externos, é importante caracterizar o grau de agressividade atmosférica e as condições climáticas, tomando como referências o desgaste sofrido por edifícios próximos. O primeiro parâmetro a ser considerado será o regime de chuvas, como mostra a Quadro 2, posteriormente é possível realizar a classificação quanto a agressividade da atmosfera local, como aponta a Quadro 3. Diante disso, o sistema de pintura deve ser selecionado considerando o custo, seu tempo de vida, o intervalo entre as manutenções, a disponibilidade do produto e o acabamento estético desejado.

Quadro 2 - Classificação de acordo com o regime de chuvas

Classificação	Regime anual de chuvas	Exemplo de cidades brasileiras
Baixo	Mais de 6 meses secos	Teresina, Fortaleza
Médio	De 4 a 5 meses secos	Belo Horizonte, Cuiabá, Goiânia
Elevado	Até 3 meses secos	Belém, Manaus, Rio de Janeiro, São Paulo, Porto Alegre, Curitiba, Florianópolis, Salvador

Fonte: Uemoto (2005).

Quadro 3 - Classificação do grau de agressividade

Grau de agressividade	Ambiente externo	
Fraco	Área afastada da orla marítima (mais de 10km), não industrial e com regime de chuva médio	
Moderado	1	Área próxima à orla marítima, urbana ou semi-industrial, com regime de chuva médio
	2	Área afastada da orla marítima, urbana ou semi-industrial, com poluição atmosférica média, mas afastada de fontes de poluição
Intenso	1	Área dentro da orla marítima (até 3km), não industrial, com regime de chuva intenso
	2	Área industrial, com poluição atmosférica elevada
Muito intenso	Área dentro da orla marítima (até 3km), e com elevada poluição atmosférica	

Fonte: Adaptado da Norma BS 6150 (2019).

2.6.3 Interação entre a pintura e os substratos à base de cimento

De acordo com UEMOTO (2005), os substratos minerais porosos correspondem àqueles compostos por uma base de cimento ou cal. Quando recém-executados se mostram inapropriados para aplicação de grande parte dos tipos de pintura, devido a sua umidade e alcalinidade elevadas. Isso ocorre porque os sais solubilizam na presença de água, e com a cura do substrato, são formados depósitos de sais brancos na superfície.

A escolha da tinta para substratos à base de cimento e cal parte da relação entre o grau de agressividade dos ambientes, como mostra o Quadro 4. No caso de superfícies de edifícios localizados em atmosferas poluídas ou em contato com agentes químicos, deve-se optar por tintas industriais, como a poliuretana, resina epóxi, e resinas vinílicas.

Quadro 4 - Sistemas de acabamento para substratos à base de cimento e cal

Tipo de ambiente	Grau de agressividade	Acrílico			Vinílico		Esmalte			Silicone		Cal	Cimento	
		T	B	F	B	F	B	F	A	A	S			
Externo	Fraco	R	R	R	®	®	R	R	R	R	R	®	R	
	Moderado	1	R	R	®	-	-	R	®	R	R	R	®	R
		2	R	R	®	-	-	R	R	R	R	R	-	-
	Intenso	1	R	®	-	-	-	®	-	-	R	R	®	R
		2	R	®	-	-	-	®	-	-	R	R	-	-
	Muito intenso	®	-	-	-	-	-	-	-	-	R	-	-	
R	- Recomendável				T - Texturizado			A - Acetinado						
®	- Recomendável até dois pavimentos				B - Brilhante			F - Fosco						

Fonte: Uemoto (2005).

2.7 Sistemas de textura

O revestimento do tipo textura pode ser encontrado na indústria brasileira com outras denominações, como revestimento decorativo, revestimento texturizado, argamassa texturizada, dentre outras. As normas técnicas brasileiras até então não exploraram a fundo a criação de critérios de classificação desse sistema, o que leva a uma grande variação de

denominações, a depender do fabricante. É comum esses termos estarem acompanhados da palavra “acrílico”, referente ao tipo de resina utilizada em sua composição (CUNHA, 2011).

Sua constituição apresenta uma mistura de ligantes sintéticos, conhecidos como resinas acrílicas, que são responsáveis por ligar as partículas sólidas. Ademais, são utilizadas cargas minerais, que são materiais inorgânicos formados por partículas sólidas de origem natural ou sintética, de baixa opacidade, capazes de oferecer enchimento, textura, regulação do brilho, dureza e resistência à abrasão à pintura, mas sem atribuir cor, conforme explica a NBR 12554 (ABNT, 2022). Seriam similares às cargas utilizadas em tintas comuns, porém, com uma granulometria que permita obter diferentes efeitos texturizados, variando de 0,5 mm a 3,0 mm. Atualmente existe uma grande variedade de texturas com superfícies rugosas e lisas.

Segundo UEMOTO (2005), sua vantagem em relação às pinturas tradicionais é a melhor capacidade de corrigir falhas e fissuras superficiais do substrato, o que em geral, dispensa a utilização de massa niveladora. Além disso, aumenta a resistência às intempéries e à infiltração de água da chuva, devido à sua maior espessura, além de minimizar a ocorrência de pulverulência. A depender da localização geográfica, a intensidade do intemperismo pode variar, deteriorando emboços e pinturas de base polimérica, levando a condensações no interior do edifício e conseqüentemente, a proliferação de fungos.

Quando se trata de fachadas, é de suma importância que os materiais desse sistema atendam aos requisitos de resistência à penetração de água, além de não apresentarem fissuras que promovam um meio de absorção de água por capilaridade. Isso só será possível se houver estabilidade mecânica entre os elementos, ou seja, o substrato e o revestimento sintético texturizado precisam ter suas propriedades compatíveis (módulo de elasticidade, coeficiente de dilatação térmica, aderência e variação dimensional) (ANDRADE, 2022).

Dentre os agentes de degradação de revestimentos de fachadas, a umidade se torna a mais nociva quando se trata de revestimentos sintéticos texturizados, especialmente quando ocorre por ascensão capilar, que causa o aparecimento de bolhas ou descolamento do revestimento. Sua origem comumente está relacionada a ocorrência de absorção capilar pelo emboço, quando o mesmo não passa por um tratamento hidrofugante e encontra-se em contato com uma fonte de umidade (HOUSE, 2006). Outra razão para ocorrência desse tipo de umidade é a cura inadequada da parede, tendo em vista que sistemas de textura não permitem uma evaporação adequada da água presente no substrato. Portanto, o equilíbrio da umidade depende

tanto da quantidade de água que é absorvida pela base, quanto a que evapora, processo o qual denomina-se de secagem (HALL, 2002).

2.7.1 Normas e critérios mínimos de desempenho para revestimentos texturizados

A primeira norma publicada pela ABNT referente às texturas foi a NBR 16912 – Determinação da resistência de aderência à tração (ABNT, 2020), com o objetivo de especificar o método de ensaio para determinação da resistência à aderência à tração, que é a máxima tensão admitida pelo revestimento, aplicado sobre um corpo de prova submetido a um esforço normal de tração.

A segunda norma foi a NBR 17012 (ABNT, 2023), que estabelece o método de ensaio para a determinação de permeabilidade à água por coluna d'água em textura, utilizando papel-filtro como substrato. A última norma divulgada foi a NBR 17134 (ABNT, 2023), estabelecendo requisitos de desempenho das texturas para uso exterior, que não necessitam de acabamento adicional, como pintura, e são utilizadas em edificações não industriais. Através dela, é possível relacionar a NBR 16912 e a 17012 estabelecendo limites máximos ou mínimos de desempenho conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Limites dos requisitos de textura

Requisito	Método de ensaio	Unidade	Limite do requisito de desempenho	
			Máximo ou mínimo	Valor
Resistência de aderência à tração	ABNT NBR 16912	MPa	Mínimo	0,3
Resistência de aderência à tração após envelhecimento acelerado	ABNT NBR 16912	MPa	Mínimo	0,3
Permeabilidade à água por coluna d'água (24 h de exposição à coluna de vidro com água)	ABNT NBR 17012	mL	Máximo	0,3

Fonte: Adaptado de NBR 17134 (2023).

2.7.2 Preparação do substrato revestimentos texturizados

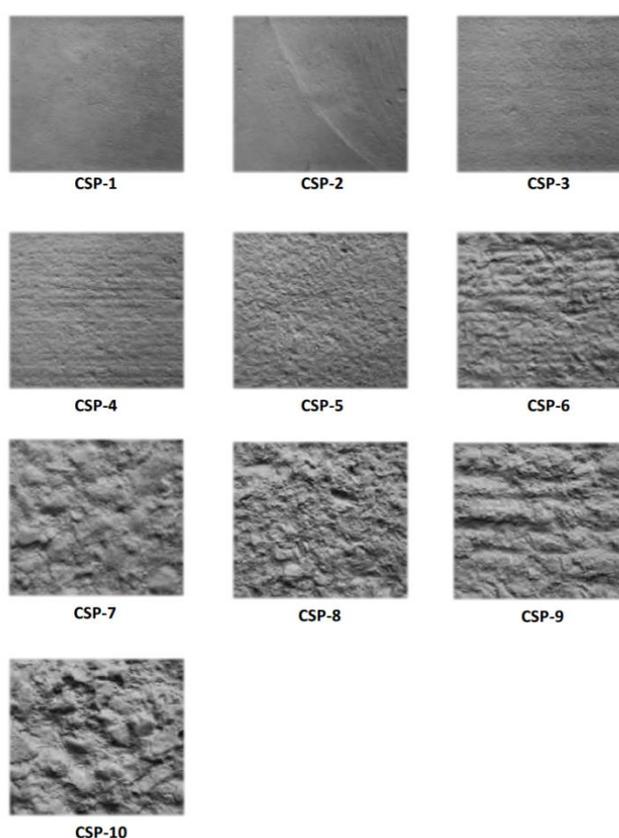
Para esse tipo de acabamento, não se recomenda que a superfície da argamassa seja feltrada, ou seja, com acabamento executado com desempenadeira de madeira ou espuma, de

modo que fique lisa, pois podem ocorrer problemas de má aderência da textura. Isso ocorre porque sua aplicação em geral é feita através do processo de desempenamento até que fique lisa, o que requer muita abrasão, causa fragilidade da camada superficial e diminui a aderência mecânica dos revestimentos texturizados ao substrato (ANDRADE, 2022)

Nesses casos de superfície feltrada, pode ser utilizado um preparador de superfície para proporcionar coesão da superfície sem interferir na aderência. Com isso, deve-se atingir um grau de rugosidade que garanta a aderência, mas sem comprometer a estética do acabamento.

O *International Concrete Repair Institute* criou uma classificação de rugosidade da superfície de concreto, como exemplifica a Figura 2. Esse método é chamado *Concrete Surface Preparation* (IRCI, N° 310.2R-2013), e apresenta uma escala de 1 a 10, sendo 1 a superfície mais lisa e 10 a mais rugosa. Esse método pode ser aplicado de forma análoga para a classificação da rugosidade das superfícies de revestimentos argamassados, conforme sugere ANDRADE (2022) no Quadro 5.

Figura 2 - Classificação de rugosidade de superfície



Fonte: Sikalevel (2021).

Quadro 5 - Indicação de etapas do processo de aplicação de revestimento com textura de acordo com o método CSP de classificação da rugosidade do substrato

	CSP 1 a CSP 3	CSP 4	CSP 5	CSP 6	CSP 7	CSP 8	CSP 9	CSP 10
Preparador de Superfície	○							
Selador	○	●	●	●	●			
Massa de regularização				○	●	●	○	
Acabamento	○	●	●	●	●	●	○	
● Pode utilizar ○ Utilização com ressalva								

Fonte: Andrade (2022).

De forma geral, ANDRADE (2022) recomenda as classes CSP 4 e CSP 5 como ideais para revestimento texturizado, enquanto as classes CSP 1, CSP 2 e CSP 3 são consideradas muito lisas para tal. A classe CSP 6 pode necessitar de regularizações pontuais, porém as classes CSP 7 e CSP 8 obrigatoriamente precisam de regularização. No caso da classe CSP 10, por exigir mais de uma demão de camada de regularização, o uso de revestimento texturizado torna-se inviável economicamente.

2.8 Manifestações patológicas recorrentes em revestimentos argamassados

Os problemas em revestimentos argamassados podem ser classificados em quatro categorias: congênitos, de construção, adquiridos e acidentais. As anomalias congênitas surgem na etapa de projeto, por desrespeito às Normas Técnicas ou por falhas dos profissionais, levando a defeitos no detalhamento dos revestimentos. As falhas construtivas acontecem durante a execução do projeto, geralmente por conta do emprego de trabalhadores não qualificados ou materiais de má qualidade. As adquiridas se manifestam ao longo da vida útil dos revestimentos, sendo afetadas por elementos naturais ou atividades humanas. Por outro lado, as acidentais surgem de eventos incomuns, como chuvas torrenciais ou incêndios (PEDRO, 2002).

Assim, é evidente que um dos grandes problemas encontrados na construção civil, são as manifestações patológicas em revestimentos. Por isso, é fundamental e necessário realizar uma análise detalhada das manifestações mais comuns associada a esse tipo de revestimento, para que seja possível classificar essa manifestação de acordo com sua categoria, visando identificar padrões e tendências para prevenção e mitigação desses problemas.

2.8.1 Eflorescência

A eflorescência é uma patologia que se manifesta por meio de depósitos cristalinos brancos na superfície de revestimentos, como pisos, paredes e tetos, resultado da migração e evaporação de soluções aquosas salinizadas. A cristalização desses sais solúveis, presentes em materiais como a argamassa, é o que provoca o surgimento das manchas esbranquiçadas. Mais comum em materiais porosos, a eflorescência compromete a estética dos revestimentos e, em casos mais severos, pode levar à degradação do material, como mostra a Figura 3 (SOUSA, 2008).

As causas principais mais prováveis que estão relacionadas a esse tipo de patologia são: à umidade constante ou infiltrações e à presença de sais solúveis tanto nos materiais que compõem a alvenaria quanto na água de amassamento.

Figura 3 - Eflorescência em revestimento argamassado



Fonte: Santos (2019)

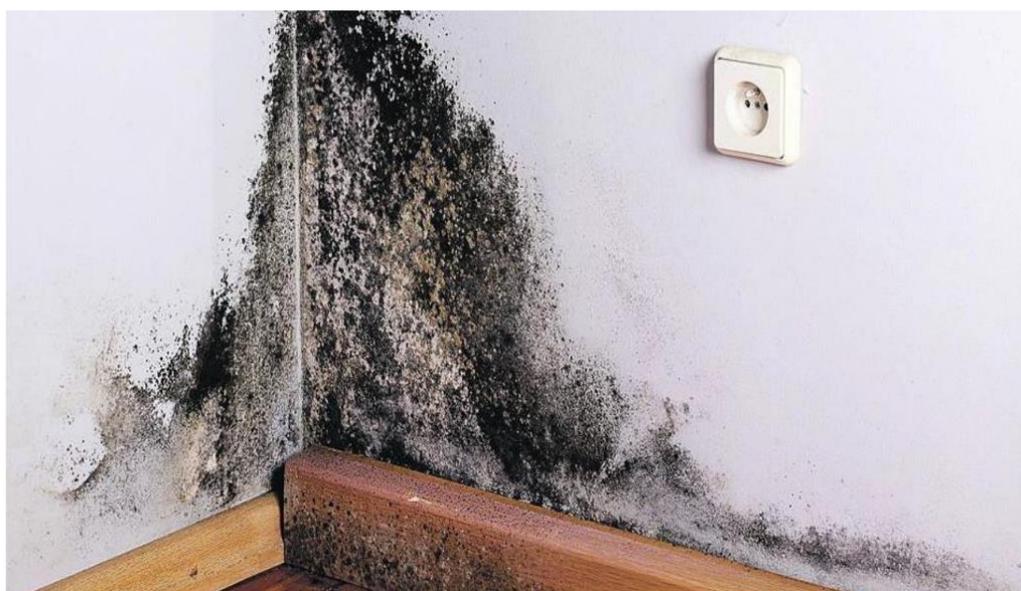
2.8.2 Bolor

O bolor, também conhecido como mofo, caracteriza-se pela presença de manchas escuras ou esverdeadas com odor forte, resultantes do desenvolvimento de fungos em superfícies úmidas, como exemplifica a Figura 4. Essa patologia ocorre principalmente em áreas com alta umidade ou pouca exposição ao sol, como paredes com infiltrações ou vazamentos. Além de comprometer a estética e funcionalidade das edificações, o bolor pode

causar desconforto aos usuários, afetar a saúde e danificar bens no interior do imóvel, gerando prejuízos financeiros. Para evitar o emboloramento, é essencial adotar medidas preventivas ainda na fase de projeto, garantindo ventilação, iluminação e insolação adequadas, além de prevenir infiltrações internas e externas (ALUCCI, FLAUZINO e MILANO, 1985).

O tratamento consiste na eliminação da umidade, seguida da aplicação de soluções fungicidas, como hipoclorito, e, em alguns casos, na substituição de materiais afetados. O bolor ocorre devido à colonização de fungos filamentosos em diversos tipos de substrato, incluindo argamassas inorgânicas, e sua presença provoca manchas de diversas tonalidades, alterando a aparência de revestimentos internos e fachadas (SOUSA, 2008).

Figura 4 - Bolor em parede com infiltração



Fonte: 3H Impermeabilização, 2023.

2.8.3 Vesículas

As vesículas são formações de bolhas que surgem na superfície dos revestimentos argamassados, com a coloração interna variando entre branca, preta ou vermelha. As causas prováveis são: hidratação retardada do óxido de cálcio da cal, presença de matéria orgânica na areia, presença de substâncias ferruginosas na areia e umidade. As causas dessa patologia estão totalmente ligadas com suas cores internas.

Para o reparo é necessário que o problema da umidade seja sanado. Posteriormente, deve ser feita a renovação da camada de reboco.

2.8.4 Deslocamento em placas

Segundo JÚNIOR (2017) os descolamentos em placas de revestimentos argamassados, especialmente em fachadas, representam um sério risco para os usuários que habitam dentro das edificações, um dos fatores que está ligado a essa patologia é a má execução dos serviços quanto á especificação inadequada dos materiais. O descolamento ocorre quando grandes partes do revestimento em forma de placas se desprendem da base, geralmente essa patologia é identificado sob a percussão, pois o revestimento apresenta som cavo, como mostra a Figura 5. Entre as principais causas estão: argamassa excessivamente rica em cimento, camadas muito espessas e pesadas, ausência da camada de chapisco, preparação inadequada da base e superfícies lisas. É importante salientar que o chapisco desempenha um papel fundamental na prevenção dessa patologia, pois consegue melhorar significativamente a aderência entre a base e o revestimento.

Figura 5 - Descolamento em placas da fachada



Fonte: Inova Civil (2019).

2.8.5 Fissuras

A NBR 9575 (ABNT, 2010) define a fissura no substrato como sendo uma abertura de amplitude variável, ocasionada por deformações ou deslocamentos do substrato, que pode ser estática ou dinâmica. As patologias como fissuras em revestimentos argamassados são comuns e variam em gravidade, desde problemas estéticos até o destacamento das peças. É possível ver um exemplo desse tipo de patologia na Figura 6. A Association Française de Normalisation

(AFNOR P 84-401) classifica as fissurações das argamassas em microfissuras, fissuras médias e grandes fissuras. A primeira geralmente é causada por retrações hidráulicas da água de emassamento; a segunda está relacionada à retração hidráulica da argamassa e dilatação do substrato; e por fim, as fraturas estão ligadas à problemas estruturais, espessura excessiva do revestimento e traços ricos em cimento. Para essa classificação, são dadas as seguintes aberturas:

- Microfissuras: aberturas iguais ou inferiores a 0,2 mm;
- Fissuras médias: entre 0,21 mm e 2 mm;
- Grandes fissuras: acima de 2 mm.

Segundo THOMAZ (1989), essas patologias resultam principalmente da falta de juntas de movimentação adequadas e podem ser agravadas por retração da argamassa, movimentações térmicas, excesso de cimento e cura inadequada do cimento. Além disso, falhas na execução, como desempenho prematuro ou camada de argamassa muito espessa, também contribuem para o problema. O tratamento de fissuras e trincas deve iniciar identificando a forma e a natureza das fissuras, ou seja, a dimensão de sua abertura, a ocorrência de movimentação, a profundidade, a direção, o elemento localizado abaixo da fissura, e a partir dessas informações, é possível definir o tratamento mais adequado.

Em relação ao tipo de correção da fissura, deve-se levar em consideração sua compatibilidade com o acabamento, pois o uso de preenchedores impermeabilizantes pode modificar a absorção dos materiais, a rugosidade da superfície e com isso, influenciar no resultado final.

Figura 6 - Fissuras mapeadas



Fonte: Inova Civil (2019).

2.9 O desenvolvimento das características das fachadas de um empreendimento

OLIVEIRA (2009), conforme apresentado no Quadro 6, propõe etapas, serviços e conteúdos para o desenvolvimento de um projeto de fachadas, identificando a participação de cada agente em diferentes fases do processo. Essas fases incluem o levantamento de dados, o programa de necessidades, o estudo de viabilidade técnica e a seleção tecnológica, que são formalizadas na etapa de anteprojeto. Já as atividades de definição de desempenho, indicadores de conformidade, lista de materiais e compatibilização são consolidadas nas etapas de pré-executivo ou executivo. Estas informações servirão de base para as recomendações que serão propostas nas discussões e recomendações deste trabalho.

Quadro 6.1 - Fases de elaboração de um projeto de fachada

Fase	Etapas/Produtos/Conteúdos/Agentes atuantes			
	Etapa	Produtos e Serviços	Conteúdo/Objetivo	Agentes Participantes
Concepção do Empreendimento	Idealização do Produto	Levantamento de dados	Levantar um conjunto de informações jurídicas, legais e técnicas que determinam as restrições e possibilidades que regem e limitam o produto fachada pretendido	Empreendedor, Coordenador de projetos, Projetista de arquitetura
		Definições preliminares	Definir os objetivos do empreendimento: uso, classe social a que se destina, padrões e acabamentos pretendidos, etc. (as definições dos padrões e acabamentos interferem diretamente no projeto de fachadas)	
		Programa de necessidades e prioridades	Definir os aspectos geométricos como quantidade de pavimentos, área projetada, etc.; definições com relação às exigências (qualitativas) de desempenho: estética, acústica, segurança, eficiência energética, etc. (o desenvolvimento de projetos, inclusive o da fachada, deve basear-se na definição do programa de necessidades e prioridades)	
		Estudo de viabilidade técnica preliminar	Avaliar a viabilidade técnica de atender o programa de necessidades. Considerar interfaces com legislações e restrições técnicas e legais	
		Definições administrativas (elaboração de modelo de caderno de encargos técnicos e administrativos)	Definir responsabilidades de cada agente, prazo para execução do serviço, multas, garantias, assistência técnica, etc. O modelo deste caderno deve ser utilizado para desenvolver um caderno para cada contrato específico. Por exemplo, elaboram-se cadernos de cláusulas administrativas para constar no contrato do fornecedor dos elementos de fachada	Empreendedor, Coordenador de projetos

Quadro 6.2 - Fases de elaboração de um projeto de fachada

Fase	Etapas/Produtos/Conteúdos/Agentes atuantes			
	Etapa	Produtos e Serviços	Conteúdo/Objetivo	Agentes Participantes
Desenvolvimento de Projetos	Desenvolvimento do produto (Estudos preliminares)	Estudo preliminar	Formular a fachada segundo as exigências do programa de necessidades estabelecido pelo cliente (definir preliminarmente o produto a ser projetado, e levar em conta outras experiências (análise de Dossiê de finalização - retroalimentação do processo)	Projetista de arquitetura, Projetista de fachadas, Coordenador de projetos
			Consolidar a capacidade funcional do produto, ou seja, identificar e especificar as funções técnicas dos diferentes elementos e componentes arquitetônicos a serem empregados na fachada	
			Avaliar as diferentes opções arquitetônicas e selecionar a opção "ótima"	
			Fazer uma pré-avaliação dos custos para execução do empreendimento, levando em conta algumas das alternativas propostas	
	Seleção tecnológica	Selecionar a tecnologia de fachada a ser adotada, baseando-se nos requisitos estabelecidos pelo empreendedor e em critérios que analisam benefícios técnicos, menor custo e menor risco		
Desenvolvimento de Projetos	Formalização/Anteprojeto	Definições dos critérios de desempenho da fachada (indicadores quantitativos)	Identificar e definir critérios para os requisitos de desempenho estabelecidos no programa de necessidades	Projetista de fachadas, Coordenador de projetos
		Definição dos indicadores de conformidade dos componentes	Estabelecer os indicadores de conformidade dos componentes que formam as fachadas leves	
		Memorial descritivo, explicativo e justificativo	Precisar a composição geral das fachadas (incluindo definição de tecnologias construtivas e pré-dimensionamentos)	
		Lista das interfaces (levantamento preliminar)	Fazer listagem preliminar das interfaces (considerar os quatro grupos) e também localizar em quais etapas do processo essas interfaces devem ser solucionadas	
		Conjunto de anteprojetos gráficos: esboços, plantas, cortes e vistas	Representar graficamente a solução adotada	
		Análise da durabilidade versus custo global	Analisar custo global da fachada selecionada, ou seja, custo de produto versus durabilidade, mais custo de operação e manutenção	
		Cronograma de execução	Estabelecer um cronograma de execução preliminar	

Quadro 6.3 - Fases de elaboração de um projeto de fachada

Fase	Etapas/Produtos/Conteúdos/Agentes atuantes			
	Etapa	Produtos e Serviços	Conteúdo/Objetivo	Agentes Participantes
Desenvolvimento de Projetos	Formalização/Projeto Básico (ou pré-executivo)	Documento que evidencia a compatibilização do projeto com as normas pertinentes ao assunto	Consolidar a escolha dos elementos e componentes do edifício em função da compatibilidade com as legislações e normas técnicas pertinentes, especialmente relativas à salubridade e segurança, e com critérios industriais (qualidade do produto) e técnicos (desempenhos esperados)	Projetista de fachadas, Coordenador de projetos
		Projeto preliminar, projetos de uso e manutenção da fachada	Avaliar as interfaces com as questões de manutenibilidade, considerando equipamentos a serem empregados na limpeza das fachadas e sua instalação, acessibilidade para inspeção, etc.	
		Análise de modulação	Analisar e especificar a modulação dos elementos da fachada	Projetista de arquitetura, Projetista de fachada e Coordenador de projetos
		Lista das interfaces entre as soluções encontradas (compatibilização preliminar entre projetos)	Identificar as interfaces entre subsistemas, elementos e componentes existentes (interfaces técnicas e operacionais)	Projetista de fachadas, Coordenador de projetos
		Conjunto de projetos gráficos	Desenvolver desenhos que mostrem a solução consolidada das fachadas, identificando todos os elementos e componentes	
		Estudo das tolerâncias geométricas	Definir tolerâncias geométricas dos elementos de fachada e da fachada montada (especificar preliminarmente tolerâncias de fabricação e de montagem)	Projetista de fachadas, Coordenador de projetos
		Caderno de prescrições técnicas (CPT)	Sintetizar as prescrições técnicas da fachada, descrever as características construtivas dos elementos de fachada e definir critérios para recebimento da fachada após montagem. Para a elaboração do CPT, é necessário realizar a revisão e a compatibilização das definições de projeto com as tecnologias construtivas definidas	Projetista de fachadas, Coordenador de projetos
		Memoriais de projetos de cálculo do elemento fachada e seus componentes	Produzir um documento que apresente o dimensionamento da fachada e dos seus componentes, demonstrando, inclusive, o atendimento aos critérios de segurança	
PEO	Contratação de fornecedores/montadores	Diretriz para contratação de fornecedores e montadores dos elementos da fachada	Apoiar o empreendedor na escolha dos fornecedores/construtores da fachada (desenvolver um documento que resuma as exigências estabelecidas no caderno de encargos técnicos e administrativos, e no caderno de prescrições técnicas)	Projetista de fachadas, Coordenador de projetos
		Contrato (faz parte o CPT)	Estabelecer as regras que o fornecedor deve adotar para o empreendimento em questão, no que diz respeito aos meios de produção e controles de aceitação de serviços e de produto (comprovação de qualidade)	Empreendedor, Projetista de fachadas, Coordenador de projetos, Fornecedor/Montador de fachadas

Quadro 6.4 - Fases de elaboração de um projeto de fachada

Fase	Etapas/Produtos/Conteúdos/Agentes atuantes			
	Etapas	Produtos e Serviços	Conteúdo/Objetivo	Agentes Participantes
PEO	Detalhamento	Detalhamento construtivo: conjunto de projetos executivos detalhados	Completar e detalhar os projetos pré-executivos, respeitando as definições iniciais do projeto. Esse detalhamento dependerá das características do produto do fornecedor selecionado. Ratificar as tolerâncias de fabricação e montagem dos elementos de fachada	Projetista de fachadas, Coordenador de projetos, Fornecedor/Montador de fachadas, Construtora
		Projeto para produção, incluindo projeto do canteiro de obras e lista das interfaces da fachada com a execução	Finalizar o estudo para a produção e estabelecer o projeto do canteiro de obras (por exemplo, local de armazenamento, acessos, equipamentos de transportes, etc.), e identificar e solucionar as interfaces com a execução/montagem da fachada com a dos outros serviços	Projetista de fachadas, Coordenador de projetos, Fornecedor/Montador de fachadas, Construtora
		Compatibilização definitiva e síntese dos procedimentos	Reanalisar as interfaces e definir soluções, ou seja, realizar a compatibilização entre os detalhamentos construtivos de cada subsistema que tenha interface com a fachada, bem como a síntese dos processos de produção, identificando procedimentos contraditórios e resolvendo interfaces entre equipes	
PEO	Planejamento para execução	Planejamento final da execução e cronograma físico financeiro	Planejar a execução levando em conta as interfaces com a execução; definir cronogramas físicos e definitivos	Projetista de fachadas, Coordenador de projetos, Fornecedor/Montador de fachadas, Construtora
Gestão e execução de obras	Direção e execução dos trabalhos	Execução das obras/montagem das fachadas	Executar a obra	Projetista de fachadas, Fornecedor/Montador de fachadas, Construtora
			Coordenar as várias atividades e empresas participantes da obra	
Entrega da obra e gestão do empreendimento	Recepção da obra	Memorial construtivo e projetos gráficos daquilo que realmente foi executado na fachada (Dossiê de finalização do processo)	Fazer documento para demonstrar que a obra foi realizada conforme exigências contratuais, atualizando as informações contidas no projeto executivo que tenham sido modificadas durante a execução da obra. Nesse documento deve constar também uma análise crítica dos projetos e da execução, visando retroalimentar outros processos. Tal documento deve viabilizar futuras operações de renovação	Projetista de fachadas, Coordenador de projetos, Fornecedor/Montador de elementos de fachada, Construtora
		Projeto de manutenção da fachada	Estabelecer projetos e planos de manutenção preventiva e corretiva	
	Gestão e Manutenção	Documento de retroalimentação/Banco de dados	Registrar eventuais falhas e analisar criticamente o desempenho da fachada durante o uso e operação do edifício	Construtora

Fonte: Oliveira (2009).

3. METODOLOGIA

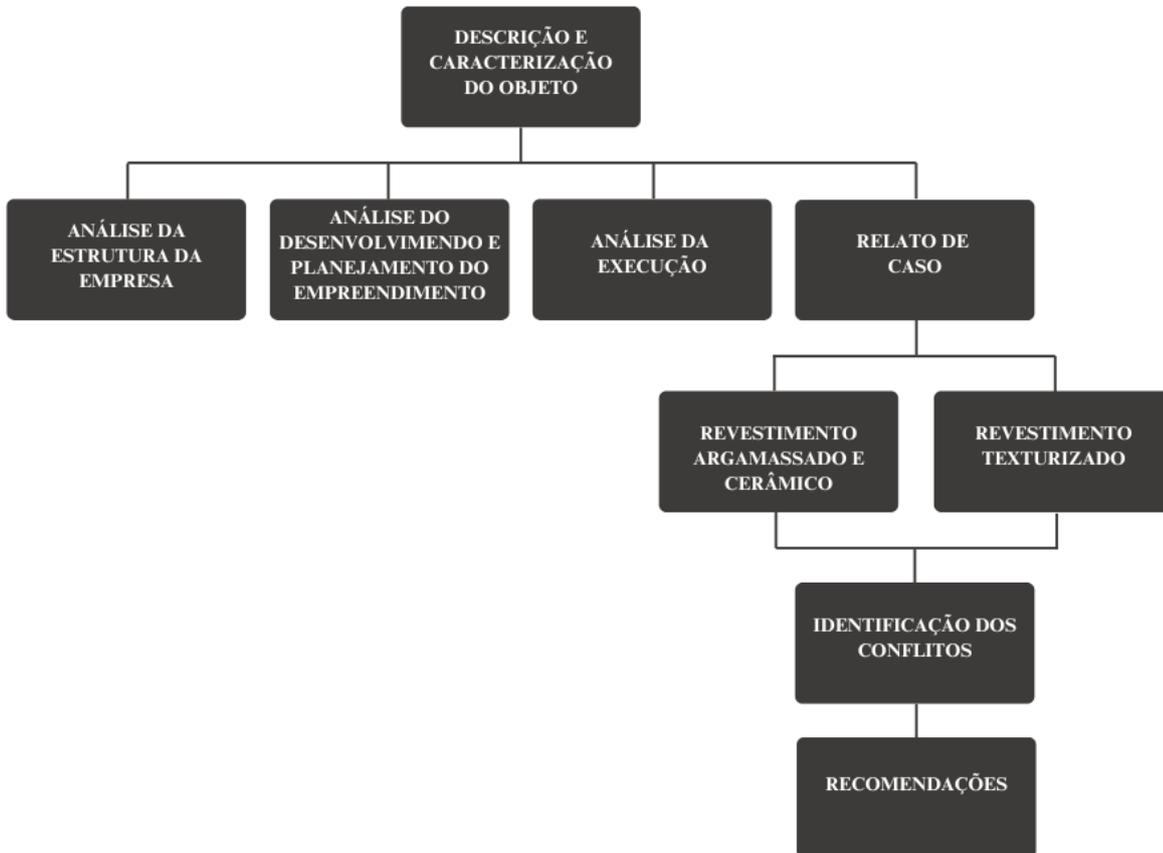
No intuito de avaliar a conformidade da especificação de revestimentos texturizados para fachada de acordo com demandas de projeto, bem como requisitos de desempenho desse tipo de acabamento, este trabalho apresenta um estudo de caso realizado em um empreendimento em construção no período de 2022 a 2024, desenvolvido por uma construtora específica estabelecida em João Pessoa (PB). De acordo com YIN (2005), a abordagem do estudo de caso é apropriada para explorar o "como" e o "porquê" relacionados a eventos atuais, ou seja, o estudo de caso é uma investigação prática de um determinado fenômeno dentro de seu contexto real, a fim de identificar as razões para uma série de acontecimentos.

O edifício estudado se enquadra nos padrões convencionais construtivos da região, portanto, este trabalho serve como uma análise crítica acerca do tema abordado, bem como agrega orientações para se alcançar o equilíbrio entre a função estética e protetora da fachada, levando em consideração critérios de custo, clima, cultura, funcionalidade, dentre outros. Dessa forma, pode representar a conjuntura de outros empreendimentos em desenvolvimento, e servir como base para tomada de decisões. A metodologia adotada foi baseada, simplificadamente, na sequência apresentada no fluxograma da Figura 7 a seguir.

Inicialmente, a empresa será apresentada a fim de contextualizar e apresentar uma série de fatores interdependentes, que devem ser considerados no planejamento e execução de um projeto, bem como de uma fachada. Além disso, é necessário tomar conhecimento das características internas da construtora para proporcionar um melhor entendimento do leitor. Para isso serão detalhados os setores da empresa, seu grau de desenvolvimento e participação no desenvolvimento do projeto.

Posteriormente, será feita uma análise do empreendimento em relação às características de sua fachada, seu planejamento e documentação existente (projetos e procedimentos). Também serão abordadas as técnicas empregadas na execução do revestimento argamassado e cerâmico. Além disso, o revestimento texturizado será investigado quanto ao seu atendimento às normas de desempenho e compatibilidade com a idealização do projeto. Com isso, serão levantadas uma série de divergências que poderiam ser dribladas com um bom planejamento e apoio de normas técnicas melhor desenvolvidas.

Figura 7 - Fluxograma da metodologia aplicada.



Fonte: Autoral, 2024.

Todos os levantamentos de informações foram realizados pela autora, preservando a identificação da construtora, do empreendimento e da fabricante da textura.

4. DESCRIÇÃO DE CASO

4.1 Apresentação da empresa

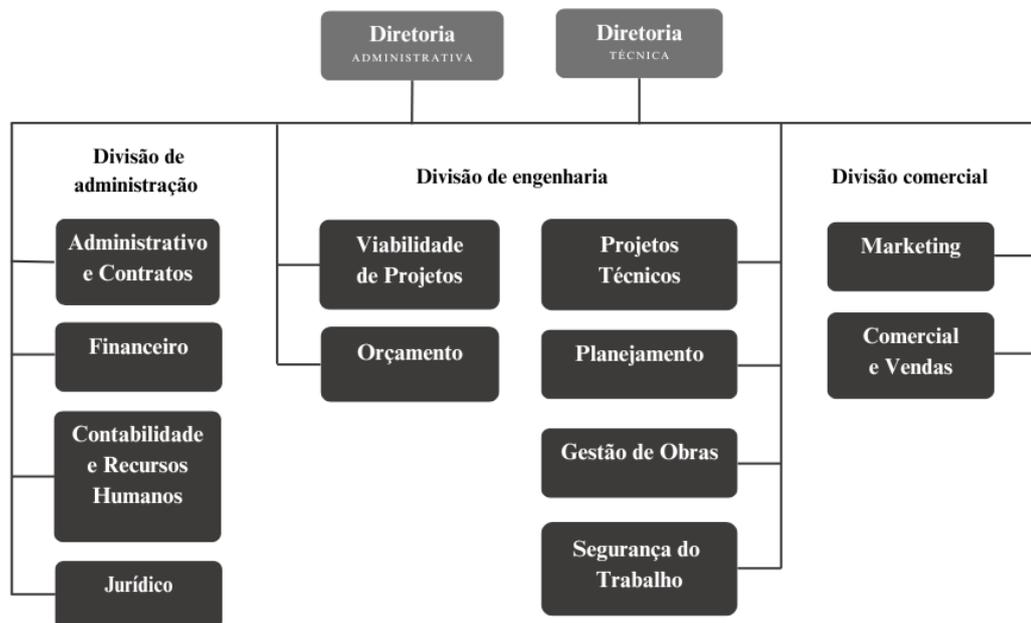
A empresa em questão é uma construtora de pequeno porte, fundada na capital paraibana no ano de 2010 que atua no mercado imobiliário de João Pessoa, direcionada à construção de empreendimentos residenciais baixo-médio padrão na zona sul da cidade e obras residenciais médio-alto padrão na região litorânea. Além disso, a empresa atua na incorporação e venda dos imóveis, contando com uma equipe de cerca de 80 pessoas.

A estrutura organizacional é definida por departamentos enxutos, como é possível verificar no fluxograma da Figura 8 a seguir. Os diretores sócios estão ativamente envolvidos em todas as divisões, desde a análise de viabilidade de novos projetos, até o marketing de vendas. Dessa forma, o modelo de gestão e a tomada de decisões se dá de forma centralizada, no qual os níveis mais altos da hierarquia são compostos por membros de uma mesma família. Essa centralização se estende a todos os setores da empresa, visto que não existe uma equipe numerosa participando dos processos internos.

Boa parte da cadeia de produção está amparada pelo relacionamento com parceiros específicos externos, combinado com a execução de serviços específicos, como se segue os principais para o desenvolvimento deste estudo:

- Competência própria para incorporação, análise, prospecção de terrenos, composição de novas sociedades e viabilidade de empreendimentos;
- Parceiros externos encarregados da elaboração de projetos de Arquitetura, Fundações, Estrutura, Interiores, Sistemas Prediais, Iluminação, Impermeabilização, dentre outros;
- Maior parte da mão de obra e dos equipamentos próprios, podendo haver empreiteiros externos envolvidos em etapas específicas da obra;
- Gerenciamento financeiro e controle de custos e riscos realizado internamente;
- Planejamento de obras delegado a parceiros externos;

Figura 8 - Estrutura organizacional da empresa.



Dessa forma, existe uma organização interna responsável pela idealização do projeto, coordenação e execução das etapas do empreendimento. Todas as atividades são centralizadas no que diz respeito às tomadas de decisões e aprovações finais.

4.2 Descrição do estudo de caso na empresa

O empreendimento objeto de estudo deste trabalho trata-se de um edifício médio-alto padrão, com 36 unidades autônomas do tipo SP-Flat distribuídas em 10 pavimentos da seguinte forma:

- Semisubsolo
- Térreo
- Tipo 1 a 6
- Lazer
- Coberta

Seu sistema estrutural é constituído por concreto armado, com lajes nervuradas e lajes maciças. As vedações são em bloco cerâmico vazado para alvenaria, com 8 furos na horizontal, mesclada com vedações em drywall nas paredes entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação).

As paredes internas possuem revestimento em argamassa cimentícia com acabamento em pintura, enquanto as externas foram especificadas no projeto arquitetônico para receberem revestimento de argamassa com pastilhas cerâmicas em algumas áreas, textura com efeito de cimento queimado em outras e, ainda, painéis ripados metálicos.

Existem tópicos que serão brevemente abordados por estarem relacionados à idealização e produção da fachada do edifício e suas particularidades, a fim de se obter um claro entendimento do estudo, destacando-se: Projetos, Planejamento, Controle de Obras e Obra.

4.2.1 Projetos

O Projeto Arquitetônico foi elaborado por um escritório de arquitetura que possui uma relação já estabelecida com a empresa, devido a uma parceria de anos em diversos empreendimentos já entregues anteriormente. A proposta inicial apresentada pela construtora foi de lançar um projeto moderno, com uma fachada elaborada que chamasse atenção na região.

As reuniões de adequação e modificação da arquitetura até se alcançar o produto final foram conduzidas pelo arquiteto e pelo diretor técnico da empresa, responsável pela aprovação.

Os empreendimentos anteriores entregues pela empresa não apresentam características semelhantes com o edifício em questão no que se refere ao nível de complexidade da fachada, uso de acabamentos com textura e painéis metálicos. O projeto executivo de Arquitetura apresenta certo nível de detalhamento com as questões construtivas, porém, o posicionamento de juntas de dilatação não se fez presente.

O Projeto Estrutural, assim como os Projetos Complementares Elétrico, Hidrossanitário, e de Bombeiro foram designados a escritórios especializados em cada disciplina. Vale ressaltar que até a elaboração dos projetos executivos, é necessário passar pelas etapas preliminares de premissas do empreendimento, e Anteprojeto, onde são tomadas as decisões iniciais e as compatibilizações entre as disciplinas.

Destaca-se que a NBR 13755 - Revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante (ABNT, 2017) torna obrigatória a elaboração do Projeto de Fachada para qualquer edifício. Um fato preocupante é a inexistência desse tipo de projeto para o edifício objeto de estudo deste trabalho.

4.2.2 Planejamento

A construtora não conta com setor específico de Planejamento, porém, existe uma parceria com uma empresa especializada na área, que periodicamente realiza reuniões para programar os serviços, prever ações, estabelecer metas e identificar gargalos. Além disso, o andamento da obra é acompanhado por meio de aferições internas, relacionando os resultados físicos com a programação elaborada.

Dentro do planejamento foi previsto que a textura seria uma das últimas etapas da obra, iniciando apenas após a limpeza da fachada, pois os produtos utilizados poderiam causar manchas no acabamento, desse modo a sequência seria:

Chapisco > Emboço/Reboco > Revestimento Cerâmico > Limpeza da fachada > Textura

Vale ressaltar que um dos caminhos críticos do empreendimento; ou seja, a sequência mais longa de atividades que devem ser concluídas a tempo para que o projeto inteiro seja concluído; é a execução do revestimento da fachada, pois seu início ocorre após a conclusão da

estrutura, vedações e outras etapas específicas. Portanto, atrasos têm grande impacto no prazo da obra.

4.2.3 Controle de Obras

Na empresa estudo de caso, não existe um setor específico, responsável por analisar, controlar e determinar os procedimentos relacionados à execução dos serviços da obra. Esse tipo de controle é realizado essencialmente pelo mestre de obras, pelo engenheiro da obra e seus auxiliares. Dessa forma, são estabelecidos os critérios para as técnicas e métodos construtivos, realizando acompanhamentos periódicos nas obras para verificar a execução no local. Esse processo permite a coleta de informações sobre a aplicação das diretrizes técnicas por parte da gestão e dos operários, visando assegurar tanto a qualidade quanto a segurança no projeto.

Com isso, vale destacar que existe uma carência de procedimentos das operações e atividades da obra, bem como uma documentação insuficiente do controle e acompanhamento por meio de fichas de verificação de serviços e materiais. Essa lacuna pode gerar consequências negativas, pois não existe um sistema rigoroso e documentado para cada etapa da construção. Portanto, falhas e não conformidades que venham afetar a qualidade do edifício podem passar despercebidos pela equipe.

Ainda na conjuntura da Qualidade e Controle de Obra, quando se trata da execução do revestimento da fachada, existem diversos problemas relacionados a procedimentos inadequados, e uma das formas de preveni-los é realizando ensaios em panos experimentais que reproduzam ao máximo as condições a serem encontradas na fachada. Com isso, é possível analisar o grau de fissuração, a resistência a aderência e a resistência à compressão. Sem esses parâmetros, a construtora não consegue garantir o desempenho adequado do seu sistema de fachada, além de se expor a riscos legais e financeiros.

4.2.4 Obra

Na construtora, os diretores, o engenheiro da obra e o mestre possuem um papel essencial na gestão e na administração, devido sua autonomia em tomar decisões dentro do canteiro, e também em questões técnicas, que irão refletir na execução dos serviços. O empreendimento conta com um mestre de obras responsável por coordenar a equipe na execução dos principais serviços, incluindo a estrutura, alvenaria e sistema de fachada. Devido

o porte da empresa, não há uma rotatividade de encarregados, ficando, portanto, uma única pessoa fixa do início ao fim da obra.

Em relação à execução da fachada do empreendimento objeto de estudo, se sucederam as seguintes etapas até se alcançar a etapa de acabamento final:

- Alvenaria: a marcação e elevação das paredes de vedação foram as primeiras etapas a darem as condições para se iniciar o revestimento da fachada, e foram executadas pela equipe da construtora utilizando bloco cerâmico vazado para todas as paredes externas;
- Limitadores de esquadrias: o próximo passo foi a instalação dos contramarcos, que servem como gabarito e enquadramento dos vãos das esquadrias a serem instaladas posteriormente;
- Instalação dos andaimes suspensos: também chamados de balancins, são as plataformas de trabalho sustentadas por vigas metálicas, cabos de aço e movimentadas no sentido vertical por meio de guinchos manuais. Cada trecho da fachada exige o reposicionamento ou instalação de um novo balancim para execução dos serviços da fachada. Foram instalados sob supervisão e responsabilidades da equipe de Segurança e Saúde Ocupacional mediante elaboração de projetos, ensaios e critérios específicos;
- Locação dos arames: foram fixados arames no último pavimento do edifício, a serem deixados suspensos e posicionados nos cantos internos e externos do perímetro do prédio, assim como em requadros de caixilho para garantir que não haja distorções de prumo.
- Mapeamento: são definidas as distâncias entre os arames e as vigas, alvenarias e pilares, para então definir as espessuras dos revestimentos em cada componente da fachada.
- Limpeza: através dos andaimes suspensos é feita uma análise e limpeza das paredes da fachada, para realizar reparos que possam interferir nos passos seguintes, sempre de cima para baixo para não poluir as superfícies limpas.
- Chapisco: primeiramente, todos os componentes da estrutura foram lixados superficialmente com uma esmerilhadeira, incluindo vigas, pilares e lajes em balanço. Após isso, foi feita uma varrição para eliminação do pó e de partículas soltas, para então ser aplicada uma argamassa colante com desempenadeira dentada. Com isso, inicia-se o chapisco lançado com a colher de pedreiro em toda a área da fachada, incluindo a estrutura que recebeu a argamassa colante. O traço utilizado foi 1:3 com areia grossa, escolhido por experiência com outros empreendimentos. Por fim, é respeitada a cura de no mínimo 72 h do chapisco para suceder os próximos passos.

- Taliscamento: as taliscas foram feitas com materiais cerâmicos de espessura adequada para evitar o engrossamento do revestimento, e fixados com a mesma argamassa do emboço ao longo da fachada, alinhados aos arames de 5 a 6 mm.
- Reforço com tela metálica: foi feito o reforço nas regiões onde são esperadas movimentações intensas, que no caso do empreendimento, eram as lajes em balanço. Foi verificado que a espessura do emboço após o mapeamento não superou 3,0 cm;
- Revestimento de camada única: o revestimento escolhido foi constituído por massa única, com espessura de 3,0 cm, a mínima recomendada pela norma para fachadas, pois não houveram distorções de prumo. O traço utilizado foi 1:3 com areia média e aditivo plastificante na proporção indicada pelo fabricante. A argamassa foi aplicada em todas as áreas da fachada, independentemente do tipo de acabamento final. Novamente, o traço foi definido em obra, sem o auxílio do projeto de fachada e ensaios.
- Juntas de dilatação: nessa etapa, foram executados os frisos das juntas, que posteriormente foram impermeabilizados com um material flexível bicomponente à base de resinas elastoméricas e incorporação de fibras sintéticas. Após a etapa de aplicação do revestimento cerâmico, essas juntas foram preenchidas com limitador de profundidade, conforme a NBR 13755 (ABNT, 2017), e selante de silicone monocomponente, de cura neutra e médio módulo. A escolha desse tipo de impermeabilizante foi definida por profissional qualificado na elaboração do projeto de impermeabilização, e tanto a largura da junta quanto a profundidade do selante foram indicados pelos fabricantes do revestimento cerâmico e do selante. Em relação ao posicionamento das juntas, o projeto de fachada se faz importante nessa determinação, pois é realizada uma análise detalhada do tipo de edifício; do comportamento estrutural; do tipo de revestimento, seja ele cerâmico ou texturizado; das propriedades da argamassa colante; das características arquitetônicas e outros detalhes. Devido à falta desse projeto, foram adotadas de forma geral juntas horizontais com distanciamento máximo de 3 m, conforme a NBR 13755 (ABNT, 2017). Vale ressaltar que essa norma exige juntas verticais em vão superiores a 6 m em projetos de fachadas com aplicação de revestimento cerâmico. No edifício em questão, existiam vãos maiores que 6 m, porém idealizados para receber textura. De forma geral, não foram executadas juntas verticais, independente do tipo de acabamento.
- Acabamento em revestimento cerâmico: foi o primeiro dos três tipos de acabamentos especificados no projeto arquitetônico a ser iniciado, ficando apenas as áreas onde seriam aplicados os painéis metálicos e a textura em inatividade.

- Acabamento em revestimento texturizado: conforme a aplicação do revestimento cerâmico avançava, houve a mobilização da equipe de gestão da obra para planejar e iniciar a execução do revestimento texturizado.

Ao longo desse processo, uma série de conflitos de interesse surgiram e serão melhor descritos nos próximos tópicos, com o intuito de fazer uma análise crítica sobre os impactos causados pela especificação inadequada de acabamentos de fachada, seja por incompatibilidade com as características do projeto, falta de experiência, poucas referências na região com determinados acabamentos, dentre outras motivações. Além disso, serão apresentados os impactos e possíveis consequências para a sequência de decisões tomadas.

5. DISCUSSÕES

5.1 Revestimento texturizado

As texturas são amplamente utilizadas em edificações, principalmente em fachadas, devido à sua função de proteger a superfície e proporcionar acabamento estético. No entanto, a durabilidade e a eficiência desse tipo de revestimento dependem diretamente da escolha dos materiais, da técnica aplicada e da preparação da superfície. A correta execução de cada etapa, desde a preparação do substrato até o acabamento, é fundamental para evitar patologias, que podem comprometer a segurança e a estética das edificações.

No processo do planejamento, iniciou-se a pesquisa por opções de textura disponíveis no mercado brasileiro, capazes de atender ao edifício. Com isso, obteve-se três opções, denominadas genericamente neste estudo de fabricantes A, B e C. A primeira possuía 40 anos de atuação no mercado nacional e apresentava uma opção de revestimento decorativo que atendia à proposta do projeto arquitetônico.

A opção B possuía menos de 15 anos de atuação no mercado nacional, e apresentava uma proposta de revestimento texturizado similar ao que foi pensado para o projeto. Por fim, a opção C era a mais conhecida e consolidada no mercado, com 70 anos desde a sua fundação. Entretanto, a única opção de textura compatível com as necessidades do projeto havia sido lançada há menos de 2 anos. Portanto, a fim de obter uma maior confiabilidade e garantia do material que seria utilizado, a textura do fabricante A foi escolhida para aplicação. Somado a isso, outros empreendimentos da região já haviam utilizado o mesmo material e puderam servir como referência.

5.1.1 Método de aplicação do revestimento texturizado

O revestimento decorativo escolhido tem acabamento similar ao efeito cimento queimado e possui uma superfície completamente lisa com aspecto semibrilho, podendo ser aplicado em áreas internas e externas. A Figura 7 exemplifica uma textura similar de uma marca concorrente. Esse tópico tem como função principal abordar as funções e características dos produtos utilizados, as divergências encontradas e o método de aplicação dessa textura, subdividida em quatro etapas:

Etapa 01: Preparação da superfície;

Etapa 02: Regularização;

Etapa 03: Aplicação de fundo preparador;

Etapa 04: Aplicação do revestimento decorativo.

Figura 9 - Textura similar com efeito cimento queimado



Fonte: Sika (2024).

- Preparação da Superfície

A etapa de preparação da superfície é crucial para garantir a aderência do revestimento, e deve seguir as diretrizes presentes na NBR 13245 (ABNT, 2011). Segundo a ficha técnica do produto, a superfície deve estar limpa, seca, livre de poeira, gordura, mofo e outras impurezas. Rebocos novos precisam de 28 dias de cura antes da aplicação da textura.

Superfícies irregulares devem ser corrigidas com massa regularizadora, e trincas capilares devem ser tratadas com produtos adequados. O fabricante indica a utilização de um selador elastomérico próprio, com finalidade de uniformizar a absorção da superfície, sanando problemas de micro dilatações e retração de superfícies de alvenaria. Vale destacar que o fabricante não garante o desempenho do sistema de textura caso existam fissuras no reboco sem tratamento.

- Regularização

O próximo passo no caso de rebocos novos seria a aplicação de uma massa regularizadora direto sobre a massa única (limpa e curada) para eliminar irregularidades e tornar a superfície plana. Nesse contexto, surge a primeira divergência, pois o site do fabricante apresenta duas situações:

Situação 01: Aplicação de uma massa acrílica genérica para realizar a regularização;

Situação 02: Aplicação sobre pintura em bom estado (não se aplica a este estudo de caso).

Apesar do site e das fichas técnicas dos produtos utilizados nas etapas 03 e 04 não citarem, a própria fabricante possui um substituto à massa acrílica convencional, destinado à regularização de superfícies desuniformes. Cabe ao construtor decidir se utilizará uma massa acrílica de sua escolha ou se utilizará a massa regularizadora da própria fabricante.

Não existe indicação nas fichas técnicas de qual dessas duas opções seria a mais adequada, nem se pode existir incompatibilidade química. Apesar disso, representantes da empresa informaram que seu produto possui propriedades impermeabilizantes superiores às de uma massa acrílica convencional.

Considerando a utilização da massa niveladora da fabricante A, sua aplicação é feita com desempenadeira de aço, variando de uma a três demãos dependendo do nível de irregularidades existentes no reboco. A ficha técnica relaciona o desempenho ideal do produto a variáveis como a umidade relativa do ar, a temperatura, as condições climáticas locais e, especialmente, ao conhecimento técnico e prático do aplicador.

- Aplicação de fundo preparador

De acordo com a ficha técnica do fabricante, o fundo preparador é o primeiro responsável por garantir a reação química necessária para se obter a aderência e durabilidade, portanto, seu uso não pode ser dispensado na preparação da superfície para receber o

revestimento decorativo. A indicação é de aplicar entre duas e três demãos do produto. Com isso, surge mais uma incompatibilidade entre as informações presentes no site da empresa e as fichas técnicas, pois o site não informa a necessidade de se utilizar esse produto em nenhuma das duas situações citadas anteriormente.

- Aplicação do revestimento decorativo

O revestimento decorativo é um acabamento estilo cimento queimado e deve ser aplicado com desempenadeira de aço em três demãos. Deixar secar no mínimo 6 horas entre as demãos, lixar com lixa fina. Eliminar o pó com pano umedecido em água antes de cada demão. Na última demão, usando o mesmo procedimento das primeiras demãos, conferir o acabamento conforme desenho desejado.

5.1.2 Conflito de interesses

A fabricante da textura possuía uma parceria com uma equipe de pintura treinada e especializada na aplicação de todas as linhas de produtos oferecidas. A equipe realizou uma visita técnica, a fim de sanar as dúvidas quanto ao procedimento e produtos utilizados em cada etapa de execução da textura, bem como a quantidade de demãos ideal para cada passo no caso do empreendimento objeto de estudo.

Para isso, foi executado um trecho de reboco com o traço 1:3, similar ao adotado para toda a fachada, e após a cura, a textura foi executada de duas formas diferentes. A primeira delas seria sem a utilização da massa niveladora da própria fabricante (etapa 02), portanto, a etapa 03 e 04 foram executadas direto sobre o reboco, conforme a Figura 8. A segunda aplicação foi feita utilizando a massa niveladora da própria fabricante, conforme a Figura 9.

Em relação às fichas técnicas, ao longo desse estudo foi identificada a ausência de informações sobre espessuras máximas e mínimas recomendadas para o conjunto de camadas, dilatação térmica, absorção de água e expansão por umidade, que são informações iniciais utilizadas na elaboração do Projeto de fachada, de acordo com a NBR 13755 (ABNT, 2017). Outra informação importante para a execução do reboco seria o grau de rugosidade necessário para receber a massa niveladora, entretanto as fichas técnicas não apresentam informações nesse sentido.

De acordo com a equipe técnica da fabricante, utilizando como base a classificação de rugosidade da superfície de concreto (método CSP), o grau ideal de rugosidade para a textura

escolhida seria a CSP-3, conforme a Figura 2. Como citado anteriormente, o traço utilizado no reboco foi 1:3 com areia média e aditivo plastificante, resultando em uma rugosidade próxima do CSP-4 e CSP-5. A consequência disso é um consumo maior de massa niveladora, fundo preparador e revestimento decorativo.

Existem apenas três normas específicas sobre texturas de uso exterior, e são elas:

- NBR 16912 (ABNT, 2020) – Determinação da resistência de aderência à tração;
- NBR 17012 (ABNT, 2023) – Determinação de permeabilidade à água por coluna d'água;
- NBR 17134 (ABNT, 2023) – Textura – Requisitos de desempenho para uso externo em edificações.

A mais importante delas é a NBR 17134, pois apesar de somar-se às normas aplicadas para tintas látex, massas niveladoras, esmaltes e vernizes, é a primeira a abordar especificamente o desempenho de texturas, tornando obrigatório o atendimento às suas especificações.

Em contato com a equipe do laboratório do fabricante, foram solicitados os ensaios de Resistência de aderência à tração e o de Permeabilidade à água por coluna d'água, pois os resultados desses ensaios determinarão se a textura atendeu, nas condições de aplicação do próprio laboratório, aos requisitos de desempenho definidos pela NBR 17134 (ABNT, 2023), entretanto, não existiam ensaios previamente realizados pelo fabricante.

Foi divulgado pelo Programa Setorial da Qualidade de Tintas Imobiliárias (PSQ) em fevereiro de 2024 um Relatório Setorial Trimestral (nº 83) indicando quais fabricantes tiveram suas texturas qualificadas, e, portanto, atenderam aos requisitos estabelecidos na nova norma de texturas. A fabricante da textura escolhida foi classificada como qualificada, ou seja, suas texturas de uso exterior utilizadas como acabamento possuíam histórico de conformidade em todos os requisitos de desempenho considerados na ABNT NBR 17134 (permeabilidade à água por coluna d'água e resistência de aderência à tração) e possuíam licença ambiental ou protocolo de solicitação de operação em todas as suas unidades fabris. Dessa forma, houve uma lacuna deixada pelo fabricante ao negar a existência desses ensaios e mesmo assim estar qualificada pelo PSQ.

Figura 10 – Aplicação da textura sem o uso de massa niveladora.



Fonte: Autoral (2024).

Figura 11 - Aplicação com o uso da massa niveladora.



Fonte: Autoral (2024).

Somado a essas distorções de informações, a gestão da obra contava com poucas opções de pintores com experiência na aplicação desse tipo de textura, especialmente quando destinada à fachada. Além disso, instaurou-se uma desconfiança sobre a capacidade do sistema de textura manter a superfície da fachada estanque, pois a indicação do Projeto de Impermeabilização era de se utilizar argamassa semiflexível para impermeabilizar o substrato.

Existiam áreas onde seria aplicada a textura com dimensões de 8,00 m x 7,50 m, localizadas na fachada com maior incidência de chuva direta. Ademais, essa área receberia contribuição de chuva de outras paredes com 37 m², bem como de pisos com 16 m² devido as próprias características volumétricas do empreendimento. Esse fato contribuiu para causar preocupação na equipe de gestão e diretoria, pois esse volume de água, aliado às grandes dimensões das paredes causariam maior vulnerabilidade às fissurações, trincas e

descolamentos, especialmente porque o edifício está localizado numa área litorânea, onde os revestimentos podem ter sua vida útil diminuída pela maresia, umidade e incidência de raios UV.

Considerando a indicação de impermeabilizar as paredes que receberiam textura, seria necessário realizar ensaios para averiguar se existiria compatibilidade química dos produtos, bem como ensaios para verificar se a argamassa semiflexível proporcionaria aderência adequada para as camadas subsequentes.

5.1.3 Mudanças no planejamento

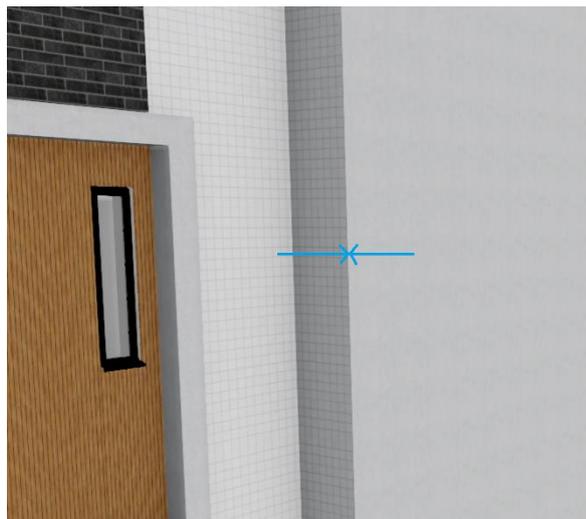
Com base nas informações obtidas, a diretoria decidiu substituir a textura por revestimento cerâmico, o que gerou diversos impactos negativos, dado que mais de 50% da fachada já havia sido concluída. Ademais, foi necessário encontrar um revestimento cerâmico que fosse esteticamente próximo ao efeito da textura originalmente proposta para a fachada. Esse novo revestimento precisava estar disponível no estoque do fornecedor local, caso contrário, seria preciso solicitar a fabricação, acarretando novos atrasos na obra, uma vez que o prazo de entrega do revestimento seria de três meses.

Nesse contexto, até conseguir uma opção de revestimento cerâmico que atendesse a esses critérios e fosse aprovado pelo arquiteto responsável, levou cerca de um mês e meio, pois houve resistência do arquiteto em manter a textura.

Os andaimes suspensos já haviam sido deslocados após a conclusão de todas as áreas que originalmente receberiam revestimento cerâmico, mas após a desistência do uso da textura, a equipe precisou remobilizar os balancins para essas regiões, com intuito de aplicar o revestimento cerâmico substituto.

No empreendimento em questão, existiam pontos onde havia o encontro do revestimento cerâmico com a textura, conforme a Figura 10. No início da execução da fachada, a espessura do reboco em cada área foi definida pensando na aplicação desses acabamentos, assim, nesses pontos de transição, não iriam existir diferenças de nivelamento entre os dois materiais. A substituição da textura para revestimento cerâmico exigiu uma série de adequações no reboco para se alcançar esse alinhamento, pois a espessura dos dois acabamentos é diferente.

Figura 12 - Ponto crítico de transição entre textura e revestimento cerâmico.



Fonte: Autorial (2024).

5.1.4 Falhas na Gestão do Projeto

A alteração dos acabamentos da fachada após o início da execução trouxe diversos impactos negativos, uma vez que ela havia sido planejada e preparada para receber textura. Uma das razões para ocorrência de falhas na gestão de projetos é ausência de capacitação adequada da equipe envolvida na concepção e execução.

Os treinamentos deveriam ter como objetivo o desenvolvimento das habilidades tanto individuais quanto coletivas, essenciais para melhorar o desempenho, a qualidade, a eficiência e a eficácia do projeto. Essa capacitação precisa abranger a gestão de projetos, temas específicos e particulares a cada iniciativa, além de incluir a elaboração de um plano de riscos, cronograma e controle geral do processo.

Com isso, é possível destacar as falhas presentes no gerenciamento do projeto objeto de estudo, que são:

- Falta de visão dos riscos do projeto
- Falha no gerenciamento da qualidade do projeto
- Pouco conhecimento sobre as necessidades do projeto
- Falta de clareza nas expectativas e objetivos do projeto
- Indefinições nas atividades específicas de cada pacote de trabalho
- Resistência e má implementação de mudanças do planejamento

6. RECOMENDAÇÕES PARA APRIMORAMENTO DA FASE DE ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DE FACHADAS COM APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO TEXTURIZADO

Com base na bibliografia revisada e nas questões discutidas no estudo de caso, a conclusão deste trabalho visa apresentar algumas recomendações para os subsistemas de fachada, que serão organizadas da seguinte maneira:

- Desenvolvimento de projetos
- Execução de serviços
- Normas regulamentadoras

6.1 Desenvolvimento de projetos

6.1.1 Concepção do empreendimento

As recomendações para as atividades de projeto iniciam na fase idealização do produto, na qual os principais agentes participantes são o empreendedor, o coordenador de projetos e o projetista de arquitetura. Essa etapa inicial envolve o levantamento de informações legais, definições preliminares de uso e acabamentos, o estabelecimento de um programa de necessidades, estudo de viabilidade técnica, e a definição de responsabilidades e garantias entre os envolvidos no projeto, conforme explica OLIVEIRA (2009). Com base nisso, são propostas as seguintes melhorias:

- Elaborar um programa de necessidades que envolva os procedimentos de manutenção de edificações, especialmente de fachadas. Assim, deverão ser elencadas as condutas de conservação para cada acabamento pretendido. A demanda de cuidados desses materiais deve estar alinhada com o perfil do usuário da edificação, a mão de obra disponível na localidade, a frequência e o custo do serviço.
- Realizar um estudo de viabilidade técnica preliminar aprofundado, adequando ao programa de necessidades, de forma que seja feita uma investigação das restrições técnicas e normativas aplicadas aos materiais da fachada.
- Definir os encargos técnicos, a fim de identificar as responsabilidades dos agentes envolvidos no processo de produção da fachada. Isso inclui a identificação das garantias e

assistências técnicas concedidas pelos fornecedores, de acordo com o amparo legal esperado.

6.1.2 Estudo preliminar

A sequência das recomendações envolve a etapa de estudo preliminar, onde o tipo de fachada é previamente escolhido pelo projetista de arquitetura, ao projetista de fachadas e ao coordenador de projetos. Deve-se ter atenção aos seguintes conteúdos:

- Realizar um levantamento das diferentes opções arquitetônicas e selecionar a mais adequada ao programa de necessidades.
- Realizar uma análise de custos para as opções disponíveis e selecionar aquela que está adequada ao orçamento esperado, aos requisitos estabelecidos, aos critérios técnicos e aos riscos assumidos.
- Analisar a durabilidade dos materiais pretendidos para a fachada diante dos custos de operação e manutenção.

6.1.3 Projeto básico

- Elaboração de um projeto de uso e manutenção da fachada, considerando equipamentos necessários, acessibilidades para inspeção e frequência.
- Compilar as especificações técnicas da fachada em um documento, detalhar as propriedades construtivas de seus elementos e estabelecer os critérios de aceitação após a execução. Isso deve ser realizado com base numa revisão e compatibilização das definições do projeto com as tecnologias construtivas escolhidas.
- Elaborar projeto de fachada e contendo detalhes construtivos e especificações técnicas de materiais e métodos adequados a cada situação, atendendo aos critérios normativos e de segurança.
- Plano de paginação criado pela arquitetura, encarregado de definir as medidas e o posicionamento das juntas, levando em consideração os materiais escolhidos e disponíveis no mercado.

6.2 Execução dos serviços

Em um contexto que exige maior qualificação profissional e padronização de processos na construção de edifícios, é vital que as empresas desenvolvam procedimentos de execução

que sigam práticas reconhecidas e normas técnicas atuais. Esses procedimentos ajudam a reduzir a variabilidade na qualidade das obras, capacitar novos funcionários e melhorar a qualidade dos produtos e serviços, resultando em diminuição dos custos e evitando retrabalhos.

Além disso, na fase de integração entre projeto e execução, é crucial abordar aspectos técnicos e de gestão. Isso inclui a realização de ensaios laboratoriais, como testes de estanqueidade e comportamento sob cargas, utilizando protótipos que replicam as fachadas a serem instaladas, em conformidade com as especificações técnicas.

Com isso, considerando os aspectos de execução é possível fazer as seguintes recomendações:

- Elaboração de procedimentos de execução de serviços para a empresa, fundamentada na análise das práticas utilizadas pela construtora e por outras do setor. É fundamental levar em conta os aspectos comuns e distintos entre os diversos procedimentos, visando à unificação e adequação deles às normas técnicas brasileiras e às tecnologias ou processos disponíveis.
- Argamassas para revestimento produzidas em canteiro de obras demandam que o responsável legal e/ou técnico realize ensaio para determinação da classe de retenção de água da argamassa, a classe da densidade de massa no estado endurecido, a classe de resistência à tração na flexão, a classe do coeficiente de absorção de água por capilaridade, a determinação de teor de ar incorporado e a densidade de massa no estado fresco, mantendo o seu registro no controle da obra.
- No que diz respeito à supervisão técnica, é crucial contemplar a necessidade de supervisão por meio de inspeções abrangentes em todos os serviços relacionados à fachada, incluindo protótipos, testes laboratoriais, verificação da execução. Essas inspeções devem ser programadas regularmente, conforme o cronograma de execução ou mediante solicitação, e devem gerar relatórios que detalhem os problemas identificados, as aprovações concedidas e as soluções sugeridas.
- Recomenda-se o uso de cal em traços de argamassa para fachada a fim de auxiliar na plasticidade no estado fresco e na deformabilidade da argamassa endurecida, minimizando as microfissuras, especialmente em locais sujeitos a intempéries e com oscilações bruscas de temperatura. Mesmo quando forem empregados aditivos plastificantes, aconselha-se a combinação do mesmo com a cal.

- Execução de juntas verticais com distanciamento máximo de 6 m em paredes de fachada onde será aplicado um sistema de textura, tal qual é recomendado no caso de acabamentos em revestimento cerâmico.

6.3 Normas regulamentadoras

Este trabalho realizou um estudo das normas técnicas aplicáveis ao uso de texturas em fachadas, identificando diversas lacunas que merecem atenção. Dado que as texturas representam um tipo de acabamento recente e ainda pouco explorado no setor da construção, é fundamental abordar essas lacunas por meio de uma série de recomendações. Essas diretrizes visam aprimorar as normas existentes, promovendo um uso mais eficaz e seguro das texturas em fachadas, além de garantir que esse recurso estético e funcional atenda aos padrões de qualidade e durabilidade esperados nas construções contemporâneas. Com isso, recomenda-se a inclusão das seguintes abordagens:

- NBR 17134:2023 – Requisitos de desempenho para uso externo em edificações não industriais:
 - Exigência de fornecimento de informações por parte dos fabricantes sobre o procedimento de manutenção adequado para texturas aplicadas em áreas internas e externas, deixando claro a necessidade ou não de reaplicação total e de intervalos de lavagem.
 - Estabelecimento de critérios de desempenho a serem atendidos pelos fabricantes de acabamentos em textura, envolvendo ensaios de Resistência à umidade do sistema de piso de áreas molhadas e molháveis, Estanqueidade à água de chuva do sistema de vedações verticais externas e Avaliação do comportamento do sistema de vedações verticais externas exposto à ação de calor e choque térmico.
 - Exigência de ensaios comparativos que abordem a durabilidade e o desempenho da textura quando aplicada em ambientes externos e internos.
- NBR 13755:2017 – Revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante – Projeto, execução, inspeção e aceitação – Procedimento:
 - Apesar dessa norma ter contribuído com importantes diretrizes estabelecendo critérios preventivos a fim de evitar o surgimento de manifestações patológicas recorrentes em fachadas, quando se tratam de acabamentos que fogem do tradicional revestimento cerâmico, a norma não atende às necessidades de fornecer orientações

específicas para esse material. Portanto, é necessária uma nova abordagem que contemple esses novos materiais.

- Indicação de espaçamentos máximos para juntas verticais e horizontais nos casos de aplicação de sistemas de textura.
- Abordagem da necessidade de juntas de transição em casos onde são utilizado diferentes materiais na fachada.
- NBR 13281-1:2023 – Argamassas inorgânicas – Requisitos e métodos de ensaios. Parte 1: Argamassas para revestimento de paredes e tetos:
 - Inclusão de valores referenciais de Resistência potencial de aderência à tração ao substrato para argamassas utilizadas como revestimento externo com aplicação de pintura e/ou textura.
 - Estabelecer critérios sobre o estado limite de fissuração de retração.
 - Inclusão de valores referenciais de Resistência potencial à tração superficial para argamassas utilizadas como revestimento externo com aplicação de pintura e/ou textura.
 - Os requisitos para o coeficiente de absorção de água por capilaridade das argamassas ARV-I, ARV-II, ARV-III e AET variam conforme o local de aplicação (interno ou externo), o tipo de acabamento, as condições higrotérmicas da região, a altura da edificação e seu entorno. Observa-se que as normas atuais, como as da argamassa P4, R3, U3, carecem de informações práticas sobre finalidade e limitações de uso. Assim, recomenda-se um aprofundamento das normas para melhor orientação dos profissionais da área.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise desse estudo evidenciou uma série de falhas relacionadas ao processo de execução da fachada de um empreendimento. Um dos principais fatores foi a ausência de um profissional capacitado na coordenação de projetos que pudesse participar da concepção do empreendimento. Isso levou à adoção precipitada de um sistema de acabamento texturizado incompatível com a demanda do empreendedor. A adoção desse revestimento, assim como qualquer outro, exigia um estudo preliminar aprofundado, abordando o custo dos produtos versus durabilidade, requisitos de desempenho, garantias do fabricante, riscos, programas de manutenção, restrições técnicas, dentre outros aspectos. Dessa forma, seria possível considerar outras opções arquitetônicas ainda na fase de concepção do empreendimento, evitando uma série de problemas e atrasos na execução. Foi identificada que o principal desafio encontrado no uso de texturas em fachadas é nos casos em que são necessários reparos, podendo criar manchas pela diferença de tonalidade entre o material recém-aplicado e antigo. Além disso, caso sejam utilizados recursos de sistemas de impermeabilização associados à textura, sua manutenção seria dificultada.

Outro fator importante abordado no estudo foi a falta de um projeto de fachada, pois afeta diretamente o desempenho desse sistema. A ausência de procedimentos claros, detalhes construtivos, especificação de traços e materiais adequados para execução do substrato podem afetar a qualidade do revestimento argamassado, e conseqüentemente a aplicação do acabamento. Com a elaboração do projeto, são conhecidos os detalhes técnicos que garantem o bom desempenho da fachada, especialmente em relação à durabilidade, resistência e capacidade de proteger a edificação.

Além disso, foi constatada a ausência de um controle de qualidade adequado para o sistema de fachada, o que representa uma falha grave. A fachada desempenha um papel crucial na proteção da edificação contra intempéries, como chuva, vento e variações de temperatura, além de prevenir a deterioração precoce dos demais sistemas da construção, como o isolamento térmico e acústico. Sem um controle rigoroso de qualidade, a fachada pode falhar em seu papel protetor, resultando em danos ao longo do tempo que poderiam ser evitados. A durabilidade do edifício, bem como a economia em manutenções futuras, depende diretamente da qualidade da execução e dos materiais empregados na fachada. Portanto, a falta de controle de qualidade representa um risco tanto para a integridade da construção quanto para a longevidade do empreendimento.

Outro aspecto relevante identificado neste estudo é a limitação das normas brasileiras no que se refere ao uso de revestimentos texturizados em fachadas. Embora as fachadas desempenhem um papel fundamental na proteção das edificações e na preservação de seus sistemas internos, as regulamentações normativas ainda não estão totalmente desenvolvidas para atender às especificidades desse tipo de acabamento. As texturas, que vêm sendo cada vez mais adotadas no setor da construção, especialmente em grandes áreas, possuem características particulares que demandam critérios de desempenho claros e detalhados. Atualmente, as normas técnicas brasileiras abordam de forma insuficiente os procedimentos de aplicação, os parâmetros de desempenho e as manutenções adequadas para revestimentos texturizados em fachadas. Isso cria um vazio normativo que afeta a qualidade e a padronização dos projetos, dificultando a adoção de boas práticas por parte das empresas.

8. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12554: Tintas para edificações não industriais — Terminologia.** Rio de Janeiro, 2022.

_____. **NBR 13245: Tintas para construção civil — Execução de pinturas em edificações não industriais — Preparação de superfície.** 2. ed. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR 13279: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos — Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão.** Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 13281-1:2023 — Argamassas inorgânicas — Requisitos e métodos de ensaios — Parte 1: Argamassas para revestimento de paredes e tetos.** Rio de Janeiro, 2023.

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

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

_____. **NBR 16697: Cimento Portland — Requisitos.** Rio de Janeiro, 2018.

_____. **NBR 16912: Textura — Determinação da resistência de aderência à tração.** Rio de Janeiro, 2020.

_____. **NBR 17012: Textura — Determinação de permeabilidade à água por coluna d'água.** Rio de Janeiro, 2023.

_____. **NBR 17134: Textura — Requisitos de desempenho para uso externo em edificações não industriais.** Rio de Janeiro, 2023.

_____. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto — Procedimento.** Rio de Janeiro, 2014.

_____. **NBR 7175: Cal hidratada para argamassas — Requisitos.** Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 7200: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas — Procedimento.** Rio de Janeiro, 1982.

_____. **NBR 7211: Agregados para concreto — Especificação.** Rio de Janeiro, 2022.

_____. **NBR 9575: Impermeabilização — Seleção e projeto.** Rio de Janeiro, 2010.

ALUCCI, M. P.; FLAUZINO, W. D.; MILANO, S. **Bolor em edifícios: causas e recomendações.** Tecnologia de Edificações, São Paulo: Pini, IPT – Instituto de Pesquisas

Tecnológicas do Estado de São Paulo, Coletânea de trabalhos da Divisão de Edificações do IPT, 1988. p. 565-570.

ANDRADE, Romilson. **Manifestações patológicas em revestimento sintético texturizado**. 1ª ed. São Paulo: LEUD, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). **Manual de revestimentos de argamassa**. Contribuições técnicas: Associação Brasileira de Argamassa Industrializada (ABAI), 2002.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTOS, LOUÇAS SANITÁRIAS E CONGÊNERES (ANFACER). **Manual setorial orientativo para atendimento à norma de desempenho ABNT NBR 15575:2013**. 1. ed. São Paulo, 2016.

BARROS, M. M. B. **Revestimento mínimo**. Entrevista a Ubiratan Leal. *Téchne*, São Paulo, n. 58, p. 14-16, jan. 2002.

BAUER, Elton. **Revestimentos de argamassa: características e peculiaridades**. 1. ed. Brasília: LEM – UNB; Sinduscon, 2005. 92 p.

CAMARINI, Gladis. **Desempenho de misturas cimento Portland e escória de alto-forno submetidas a cura térmica**. 1995. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

CARASEK, H. **Aderência de argamassas à base de cimento Portland a substratos porosos — Avaliação dos fatores intervenientes e contribuição ao estudo do mecanismo de ligação**. 1996. Tese (Doutorado) — Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

CARASEK, Helena. **Argamassas**. *Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais*, v. 1, n. 2, p. 863-891, 2010. Ibracon.

CARASEK, Helena; CASCUDO, Oswaldo; SCARTEZINI, Luiz Maurício. **Importância dos materiais na aderência dos revestimentos de argamassa**. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2001, Anais [...]. São Paulo: ANTAC, 2001. p. 43-67.

CUNHA, Andreza de Oliveira. **O estudo da tinta/textura como revestimento externo em substrato de argamassa**. 2011. Monografia (Especialização em Construção Civil) — Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

FLAIN, E. P.; SABBATINI, Fernando Henrique. **Alguns aspectos da produção de revestimentos de fachadas de edifícios com placas pétreas**. São Paulo: EPU-SP, 1995. 22 p.

GUIMARÃES, J. E. P. **A cal: fundamentos e aplicações na engenharia civil**. 2. ed. São Paulo: Pini, [S.d.].

HALL, C.; HOFF, W. D. **Water transport in brick, stone and concrete**. London: Taylor & Francis Group, 2002.

IBRACON. **Revista Concreto & Construções**, n. 53, 2009. 104 p. ISSN 1809-7197.

JUNIOR, G. J. F. **Patologias em Revestimentos de Fachadas — Diagnóstico, Prevenção e Causas**. Curso de Especialização em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte - MG, 2017.

MARTINS, Marcelo G.; BARROS, Mercia Maria Semensato Bottura de. **Diretrizes para a implantação de um sistema de vedação modular em alvenaria**. Foz do Iguaçu, Paraná: ANTAC, 2002.

OPPERMANN, B.; RUDERT, V. Untersuchungen zur Verbesserung des Haftverbundes Mörtel/Stein. Zement-Kalk-Gips, n.1, 1983 apud CARASEK et al. **Importância dos materiais na aderência dos revestimentos de argamassa**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, IV, 2001, Brasília. Anais [...]. Brasília: PECC/ANTAC, 2001. p. 43-67.

PEDRO, E. G.; MAIA, L. E. F. C.; ROCHA, M. O.; CHAVES, M. V. **Patologia em revestimento cerâmico de fachada**. Curso de Pós-Graduação do CECON, Especialização em Engenharia de Avaliações e Perícias. Síntese de Monografia. Belo Horizonte - MG, 2002.

Instituto Português da Qualidade. **NP EN 1062-1:2009 — Tintas e vernizes: produtos de pintura e esquemas de pintura a aplicar em alvenarias e betão no exterior — Parte 1: Classificação**. 2. ed. Caparica: IPQ, 2009.

SABBATINI, Fernando Henrique. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia**. 1989. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

SABBATINI, Fernando Henrique. **Painéis pré-fabricados de concreto em fachadas de edifícios: inovação tecnológica consolidada?** In: ENTAC 2006 — Encontro Nacional de Tecnologia do Concreto, 2006, Florianópolis. Anais [...]. Florianópolis: ANTAC, 2006.

SABBATINI, Fernando Henrique. **Recomendações para produção de revestimento cerâmico para paredes de vedação em alvenaria**. São Paulo: Convênio EPUSP/CPqDCC – ENCOL, 1990. (Relatório Técnico R6-06/90).

SABBATINI, F. H.; SELMO, S. M. S. **Diretrizes para a produção e controle de dosagem das argamassas de assentamento e revestimento.** São Paulo: EPUSP/PCC, 1989. (Convênio EPUSP/ENCOL, Projeto EP/EM-01, Documento 1. CeE).

SHOEMAKER, R. C.; HOUSE, D. E. **Sick building syndrome (SBS) and exposure to water-damaged buildings: time series study, clinical trial and mechanisms.** *Neurotoxicology and Teratology*, v. 28, p. 573–588, 2006.

SOUSA, Marcos Ferreira de. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações.** 2008. 64 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

THOMAZ, E. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção.** São Paulo: Pini, 2001.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação.** São Paulo: Pini, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1989.

UEMOTO, Kay Loh. **Projeto, execução e inspeção de pinturas.** 2. ed. São Paulo: Editora Nome da Rosa, 2005. 111 p.

VEIGA, M. Rosario. **Comportamento de argamassas de revestimento de paredes.** Contribuição para o estudo da sua resistência à fendilhação. Lisboa: LNEC, 1997. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

YAZIGI, W. **A técnica de edificar.** 18. ed. São Paulo: Blucher, 2021.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 212 p.