

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

Lucas Vuelma Festa

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DE REVITALIZAÇÃO DE
FACHADA EM REVESTIMENTO DE ARGAMASSA**

Porto Alegre
Abril de 2022

LUCAS VUELMA FESTA

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DE REVITALIZAÇÃO DE
FACHADA EM REVESTIMENTO DE ARGAMASSA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de
Graduação do Curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia
da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos
requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientadora: Cristiane Sardin Padilla de Oliveira

Porto Alegre
Abril de 2022

LUCAS VUELMA FESTA

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DE REVITALIZAÇÃO DE
FACHADA EM REVESTIMENTO DE ARGAMASSA**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pela Professora Orientadora e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 24 de abril de 2022

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira (UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof^ª. Lais Zucchetti (UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Guilherme Soares Fernandes (FG Empreendimentos)
Engenheiro Civil pela UNISINOS

Dedico este trabalho aos meus pais e à minha família por serem a base e o suporte para todas as minhas escolhas.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer à Deus, por sempre me guiar para o melhor caminho, em todas as situações dessa vida. Sempre com saúde, alegria, respeito, compaixão e interesse em todas as etapas em que enfrento no dia a dia.

Agradecer à minha família, principalmente meu pai Lindomar e minha mãe Eliana, os quais sempre estiveram presentes na minha trajetória, me apoiando e incentivando a traçar todos os meus objetivos. Nos momentos difíceis não foi diferente, me apoiando a sempre buscar o melhor e continuar com meus sonhos. Agradeço a minha namorada Paula, que soube compartilhar os momentos nos finais de semana com o meu trabalho, e também me incentivou e auxiliou na conjectura do mesmo.

Agradeço a minha orientadora Cristiane, pelo auxílio, paciência, concordância e alinhamentos realizados durante a confecção do conteúdo do trabalho, que gera dúvidas em demasiados momentos, e a sua participação foi fundamental para contorná-las. Ademais, agradeço a todos os professores que, ao longo do tempo, participaram da minha formação.

Agradecimentos cabem também aos meus amigos de longa data, que sempre estão ao meu lado e deixaram essa etapa mais leve e alegre. O tempo em que dediquei à faculdade e ao trabalho me proporcionou outras amizades que com certeza levarei para a vida, sejam elas com futuros colegas de trabalho ou simplesmente pessoas especiais que cruzaram com o meu caminho.

Enfim, só tenho a agradecer a todos que, em determinado momento, estiveram ao meu lado, não só nessa etapa final, mas sim em todos os momentos vividos durante essa árdua jornada dos últimos anos.

A persistência é o menor caminho do êxito.
Charles Chaplin

RESUMO

A revitalização de fachadas é um processo que contribui positivamente tanto para a própria edificação, quanto para a região em que a mesma está presente. Os grandes centros urbanos são caracterizados pela expressão cultural e histórica das antigas comunidades, e representam o coração da cidade, relevando ainda mais a sua conservação. Para isso, o entendimento do revestimento que envolve o edifício e também do seu estado atual é fundamental para o acerto executivo. O presente trabalho contextualiza e conceitua o processo de revitalização, a sua importância urbana e, principalmente, para as fachadas de um empreendimento. Estuda-se o revestimento de argamassa, referenciando os seus sistemas, camadas e propriedades. Juntamente, apresentam-se as principais manifestações patológicas do revestimento de argamassa de fachadas, apontando as suas origens, causas e métodos de avaliação e restauração. Através desse embasamento, é realizado um estudo de caso de uma obra em que está planejada a execução da revitalização de fachadas, tendo como seu revestimento a argamassa. Apresenta-se o projeto, os testes e ensaios realizados in loco, a inspeção de todas as orientações das fachadas contendo o diagnóstico, causa e indicação da provável solução de restauro para as anomalias encontradas. Ao final, faz-se uma análise crítica compilando as boas práticas recomendadas, resumindo os dados encontrados e realizando apontamentos para a melhoria do processo que está previsto.

Palavras-chave: fachada, revitalização, revestimento de argamassa, manifestações patológicas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma de um pré-diagnóstico.....	27
Figura 2 - Camadas do revestimento em argamassa.....	34
Figura 3 - Camadas do revestimento de argamassa de vedação vertical: emboço e reboco; massa única.....	35
Figura 4 - Propriedades da argamassa nos estados fresco e endurecido.....	42
Figura 5 - Solicitações impostas às superfícies das edificações.....	47
Figura 6 - Revestimento com descolamento em placas devido à falta de aderência com chapisco.....	51
Figura 7 - Revestimento com descolamento por empolamento.....	51
Figura 8 - Revestimento de argamassa em adiantado processo de degeneração devido à presença de umidade.....	54
Figura 9 - Fissuração da argamassa de revestimento provocada pelo fluxo de água através de peitoril de janela.....	55
Figura 10 - Fissuras em revestimento de argamassa externo causadas por expansão da argamassa de assentamento.....	56
Figura 11 - Destacamento entre alvenaria e pilar.....	57
Figura 12 - Destacamento entre alvenaria, viga e pilar.....	58
Figura 13 - Revestimento com fissuração mapeada, típica de argamassas com alta retração.....	59
Figura 14 - Fissuras recorrentes da retração da argamassa.....	59
Figura 15 - Fissuras por retração em argamassas de revestimento, com aberturas na ordem de 0,2 mm a 0,4 mm.....	61
Figura 16 - Recuperação de destacamento entre alvenaria e pilar com tela metálica.....	62

Figura 17 - Recuperação de destacamento em fachada no encontro de alvenaria e viga.....	62
Figura 18 - Recuperação de trincas ativas com selante flexível.....	63
Figura 19 - (1) Abertura de fissura com disco de corte; (2) Vista da abertura ao longo da fissura e remoção de acabamento; (3) Calafetação da fissura com massa acrílica; (4) Detalhe da fissura com massa acrílica em duas demãos.....	64
Figura 20 – (1) Aplicação de camada de imprimação; (2) e (3) 1ª e 2ª demãos de impermeabilizante acrílico com tela de poliéster com bandagem central.....	64
Figura 21 – (1) Abertura ao longo da fissura; (2) preenchimento do sulco formado com massa acrílica; (3) aplicação de tela de poliéster com bandagem central; (4) 2ª demão de massa acrílica, pronta para receber o acabamento final.....	65
Figura 22 - (Caso A) Correto detalhe de peitoril de janela, com o fluxo de água interrompido; (Caso B) Detalhe falho de peitoril com escoamento da água pela fachada.....	66
Figura 23 - Detalhe de pingadeira executado em plano de fachada.....	66
Figura 24 - Acúmulo de bolor no revestimento por efeito da umidade.....	67
Figura 25 - (A) Transporte de partículas nos planos das fachadas; (B) Depósito de partículas na região de fluxo lento de água; (C) Surgimento de áreas lavadas e com acúmulo de partículas.....	69
Figura 26 - Aparição dos “fantasmas” em fachada de revestimento em argamassa.....	73
Figura 27 - Posição dos corpos de prova para realização do ensaio.....	75
Figura 28 - Forma de ruptura para um sistema de revestimento sem chapisco e esquema do conjunto de camadas.....	75
Figura 29 - Forma de ruptura para um sistema de revestimento com chapisco e esquema do conjunto de camadas.....	76

Figura 30 - Localização e orientação do empreendimento.....	79
Figura 31 - Elevações Oeste (frontal) e Leste (fundos).....	80
Figura 32 - Elevação Norte.....	81
Figura 33 - Elevação Sul.....	81
Figura 34 - Localização dos corpos de prova na fachada norte do: (a) 10° e (b) 2° pavimentos.....	83
Figura 35 - Localização dos corpos de prova na fachada leste do: (a) 7° e (b) 2° pavimentos.....	84
Figura 36 - Localização dos corpos de prova na fachada sul no 5° pavimento.....	85
Figura 37 - Localização dos corpos de prova na fachada oeste no 4° e 12° pavimentos.....	86
Figura 38 - Sequenciamento previsto para os serviços nas fachadas (cores discriminam o comprimento dos balancins)	89
Figura 39 - Aspecto atual da fachada norte.....	90
Figura 40 - (a) localização e (b) inspeção de fissura ao lado de janela existente do 4° pavimento.....	91
Figura 41 - (a) localização e (b) inspeção de fissura entre esquadrias existentes no 12° pavimento.....	92
Figura 42 - (a) localização e (b) inspeção de manchas existentes na platibanda do pavimento cobertura.....	93
Figura 43 - (a) localização e (b) inspeção de trecho da platibanda do pavimento cobertura.....	93
Figura 44 - (a) localização e (b) inspeção da região abaixo de janela no 12° pavimento.....	94
Figura 45 - (a) localização e (b) inspeção de trecho da platibanda do pavimento cobertura.....	96

Figura 46 - (a) localização e (b) inspeção de trecho da fachada.....	97
Figura 47 - (a) localização e (b) inspeção de trecho da fachada.....	97
Figura 48 - Aspecto atual da fachada sul.....	98
Figura 49 - (a) localização e (b) inspeção de trecho da fachada.....	99
Figura 50 - (a) localização e (b) inspeção de trecho da fachada no 12° pavimento.....	100
Figura 51 - Detalhe da pingadeira executada no plano da fachada.....	101
Figura 52 - (a) localização e (b) inspeção de trecho na fachada no 12° pavimento.....	101
Figura 53 - (a) localização e (b) inspeção de regiões abaixo de janela no 9° pavimento.....	102
Figura 54 - (a) localização e (b) inspeção de trecho ao lado de janela no 12° pavimento.....	103
Figura 55 - (a) localização e (b) inspeção de trechos em peitoris de janelas ao longo da fachada.....	104
Figura 56 - Aspecto atual da fachada oeste.....	105
Figura 57 - (a) localização e (b) inspeção da fachada entre o 11° e 12° pavimentos.....	106
Figura 58 - (a) localização e (b) inspeção de fachada no 11° pavimento.....	108
Figura 59 - Aspecto atual da fachada leste.....	109
Figura 60 - (a) localização e (b) inspeção de trecho da fachada entre 7° e 6° pavimentos.....	110
Figura 61 - Detalhe de pingadeira executada em plano da fachada.....	111
Figura 62 - (a) localização e (b) inspeção de trecho da fachada entre o 1° e 2° pavimentos.....	111

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição do <i>déficit</i> habitacional básico que relaciona as regiões com área urbana e rural.....	23
Gráfico 2 - Comparativo entre a construção de novas habitações e as que sofreram manutenção/reabilitação nos países da União Europeia em 1997.....	24
Gráfico 3 - Desempenho ao longo do tempo de um elemento construtivo.....	48
Gráfico 4 - Resumo das manifestações patológicas inspecionadas.....	113
Gráfico 5 - Necessidade de substituição ou não do revestimento em função do número de anomalias inspecionadas.....	115

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Espessuras admissíveis de revestimentos internos e externos para emboço e camada única.....	37
Tabela 2 - Espessuras mínimas de revestimento.....	38
Tabela 3 - Classificação com o grau de agressividade do meio ambiente.....	40
Tabela 4 - Sistema de acabamento acrílico para substratos à base de cimento ou cal.....	41
Tabela 5 - Nível de exigência das propriedades do revestimento de argamassa.....	42
Tabela 6 - Limites de resistência à tração para as camadas de emboço e camada única.....	43
Tabela 7 - Matriz de correlação entre as manchas e suas possíveis causas.....	70
Tabela 8 - Determinação da resistência de aderência à tração dos corpos de prova do: (a) 10° e (b) 2° pavimentos.....	83
Tabela 9 - Determinação da resistência de aderência à tração dos corpos de prova do: (a) 7° e (b) 2° pavimentos.....	84
Tabela 10 - Determinação da resistência de aderência à tração dos corpos de prova do 5° pavimento.....	85
Tabela 11 - Determinação da resistência de aderência à tração dos corpos de prova do 4° e 12° pavimentos.....	86
Tabela 12 - Itens previstos para execução de revitalização de fachadas.....	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Critérios gerais para a decisão do tipo de intervenção em revestimentos.....	30
---	----

LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR - Norma Brasileira

ABCP - Associação Brasileira do Cimento Portland

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

RAF - Revestimento de Argamassa de Fachadas

Ra - Resistência da Aderência à Tração

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	DIRETRIZES DA PESQUISA	20
2.1	OBJETIVO PRINCIPAL	20
2.2	OBJETIVO SECUNDÁRIO	20
2.3	DELIMITAÇÕES	20
2.4	LIMITAÇÕES	20
3	METODOLOGIA	21
4	REVITALIZAÇÃO DE EDIFÍCIOS E DE FACHADAS	22
4.1	A IMPORTÂNCIA DA REABILITAÇÃO URBANA E DE EDIFÍCIOS	22
4.2	A IMPORTÂNCIA DO <i>RETROFIT</i>	25
4.3	<i>RETROFIT</i> E REVITALIZAÇÃO DE FACHADAS	26
5	REVESTIMENTO DE ARGAMASSA EM FACHADAS	31
5.1	O REVESTIMENTO COMO COMPONENTE DO EDIFÍCIO	31
5.2	PRINCIPAIS FUNÇÕES DO REVESTIMENTO DE ARGAMASSA DE FACHADA	32
5.3	SISTEMAS DE REVESTIMENTOS	33
5.3.1	Chapisco	35
5.3.2	Emboço, Reboco e Camada Única	36
5.3.3	Acabamento	38
5.3.4	Características e Propriedades da Argamassa	42
5.3.4.1	Aderência.....	43
5.3.4.2	Resistência Mecânica	43
5.3.4.3	Durabilidade	44
5.3.4.4	Capacidade de Absorver Deformações	44
6	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA	46
6.1	ORIGENS E CARACTERÍSTICAS	46
6.2	PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	49
6.2.1	Descolamentos	50
6.2.2	Trincas e Fissuras	53
6.2.2.1	Trincas e Fissuras Devido a Movimentações Higroscópicas e Térmicas	53

6.2.2.2	Fissuras por Retração de Produtos à Base de Cimento	59
6.2.2.3	Técnicas de Recuperação de Fissuras	61
6.2.3	Umidade, Manchamento e Bolor	67
6.2.4	Espetro de Juntas ou “Fantasmas”	72
6.2.5	Testes e ensaios	74
6.2.5.1	Ensaio de Resistência de Aderência à Tração	74
6.2.5.2	Ensaio de Percussão	76
6.2.5.3	Teste do Risco	77
7	ESTUDO DE CASO	78
7.1	CARACTERIZAÇÃO E CONTEXTO HISTÓRICO DO EDIFÍCIO	78
7.2	O PROJETO E SUAS FACHADAS	80
7.3	TESTES E ENSAIOS <i>IN LOCO</i>	82
7.4	ESCOPO PREVISTO DE SERVIÇO	88
7.5	INSPEÇÃO DAS FACHADAS E DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	89
7.5.1	Fachada Norte.....	90
7.5.2	Fachada Sul.....	98
7.5.3	Fachada Oeste.....	104
7.5.4	Fachada Leste	109
7.6	ANÁLISE CRÍTICA	112
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	116
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	118

1 INTRODUÇÃO

A fachada de uma edificação é seu cartão de visitas, sendo notória sua importância para completo funcionamento e durabilidade dos outros elementos construídos. De acordo com Barrientos e Qualharini (2004), edificações de um modo geral, com o passar dos anos, se tornam obsoletas, sejam pelos novos materiais e recursos propiciados pelos avanços tecnológicos, ou simplesmente pela perda de funcionalidade decorrente de modificações de uso. A engenharia de manutenção predial é um ramo que está em ascendência no Brasil, principalmente no quesito de manutenção corretiva. Isso se deve, na grande maioria das vezes, à elevada idade da edificação, levando à necessidade de correção do revestimento naturalmente; entretanto, existem casos em que a correção é necessária devido à erros construtivos, seja na fase de projeto, seja na fase de execução, que diminuem a durabilidade do revestimento. Ou então a própria falta de manutenção preventiva (tanto por parte da construtora executora, quanto por parte do próprio condomínio) que é tão importante para garantia da vida útil, principalmente se tratando de componente externo da edificação. Conforme a NBR 5674 (ABNT, 2012), para a organização da gestão do sistema de manutenção, é necessária previsão de infraestrutura material, técnica, financeira e de recursos humanos, capaz de atender às diferentes tipificações de manutenções necessárias. Nesse contexto, a revitalização é de suma importância, tanto para garantir a durabilidade e funções do sistema de revestimento, valorizar esteticamente e economicamente edificação e o seu entorno.

No que tange ao revestimento em argamassa, segundo Maciel, Barros e Sabbatini (1998, p.1):

O revestimento de argamassa pode ser uma das partes integrante das vedações do edifício, que deve apresentar um conjunto de propriedades que permitam o cumprimento de suas funções, auxiliando a obtenção do adequado comportamento das vedações e, conseqüentemente, do edifício considerado como um todo.

Essas características, quando atingidas, devem-se principalmente ao controle tecnológico e seleção dos insumos empregados, projeto ou memorial descritivo de execução e controle executivo por profissionais capacitados.

Ou seja, como a demanda por um serviço qualificado está aumentando constantemente, e abandonou-se a ideia de contratar um simples pedreiro ou empreiteiro com sua equipe para realização de uma “reforma”, barateando o serviço, o que muitas vezes acontece é a simples postergação do problema, sendo necessário futuramente um retrabalho (palavra que é, sempre

que possível, evitada em toda obra). Conforme Maria do Rosário Veiga (2003, tradução nossa), para os revestimentos externos de edifícios antigos, a primeira opção de intervenção deve ser sempre a conservação. Essa opção é, como se sabe, a mais correta do ponto de vista da ética da conservação, que também está relacionada com a sustentabilidade. Assim, principalmente em edifício antigos em que o projeto de revestimento e o memorial descritivo contendo os componentes e sistemas da edificação são quase improváveis de serem encontrados, o processo de revitalização é feito de acordo com a investigação preliminar das manifestações patológicas encontradas, com ensaios para identificação das propriedades do revestimento, seguida da intervenção e recuperação conforme manuais técnicos, referências bibliográficas e adaptação de procedimentos de reabilitações para atingir os requisitos necessários do revestimento em questão.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

Os objetivos desse trabalho são classificados em dois, sendo um como principal e outro como secundário.

2.1 OBJETIVO PRINCIPAL

O objetivo principal do trabalho é realizar um estudo de caso referente à revitalização de fachada de um edifício, analisando o contexto, o revestimento original e as manifestações patológicas.

2.2 OBJETIVO SECUNDÁRIO

- Descrever sugestões para o procedimento de execução de revitalização de um revestimento externo de argamassa, particularmente em uma fachada de um edifício.

- Apresentar uma análise crítica, entre a teoria e a prática, entre o que é recomendado como diagnóstico pela bibliografia e o que de fato está planejado para a execução.

2.3 DELIMITAÇÕES

No trabalho é realizado um estudo de caso através da análise do procedimento de revitalização de fachada em uma edificação existente, com revestimento de argamassa e pintura. A revisão bibliográfica identifica o contexto do método, o revestimento de argamassa e suas principais manifestações patológicas, e orienta o método executivo com base na fundamentação teórica, a fim de melhorar as propriedades e alterar positivamente a estética da fachada do empreendimento.

2.4 LIMITAÇÕES

A pesquisa do trabalho não abrange todos os tipos de manifestações patológicas eventualmente causadas nos revestimentos argamassados externos, bem como problemas causados em outros elementos da fachada. Não é criada uma metodologia padrão de projeto e execução de revitalização.

3 METODOLOGIA

A pesquisa deste trabalho é fundamentada na análise do processo de revitalização de revestimento argamassado, de uma edificação da década de 50. Inicialmente se faz uma introdução seguida de revisão bibliográfica sobre a importância da revitalização de edificações, principalmente de suas fachadas. Na sequência, o escopo é baseado na orientação para a execução, constatando os principais procedimentos que devem ser adotados para a manutenção, com uma identificação preliminar do revestimento a ser revitalizado, diagnóstico e restauro para o acabamento final.

Conforme Carasek (2007), a classificação dos problemas nas argamassas pode tanto ter causas por fatores externos quanto causas internas à argamassa, tais como: qualidade dos materiais que compõem a argamassa, traço da argamassa, processo executivo e fatores exteriores.

Induta (2007) afirma que a modernização e revitalização de fachadas pode incluir o mapeamento de falhas, o tratamento de fissuras, substituição de pastilhas, entre outros serviços. Costuma empregar equipamentos de movimentação de carga, que aumentam a produtividade.

Também, ao final do estudo, é feita uma análise crítica entre a teoria e o planejado, ou seja, analisar se o planejamento preliminar está alinhado com as boas práticas recomendadas, sugerindo possíveis intervenções para auxiliar na análise do procedimento de revitalização.

4 REVITALIZAÇÃO DE EDIFÍCIOS E DE FACHADAS

Um dos primeiros elementos prediais a serem notados em um empreendimento é a sua fachada. Ela define uma primeira impressão do edifício, assim como pode expressar características históricas e culturais da época da construção. Entretanto, sua função vai muito além da estética: a fachada atua como uma envoltória de proteção dos elementos de uma edificação, estando assim exposto a condições adversas, principalmente climatológicas. Ademais, os materiais empregados e os detalhes construtivos podem influenciar significativamente o processo de degradação.

Como o presente trabalho tem como estudo uma fachada com revestimento argamassado, se faz necessária a contextualização do processo de revitalização, com seus benefícios para atualização do empreendimento e para contribuição urbana, contemplando a durabilidade requerida e também os principais agentes de degradação que podem determinar a execução deste tipo de serviço.

4.1 A IMPORTÂNCIA DA REABILITAÇÃO URBANA E DE EDIFÍCIOS

Atualmente, é crescente o conceito de reabilitação e revitalização urbana, principalmente nos grandes centros históricos. Em se tratando da cidade de Porto Alegre, conforme o site da Prefeitura Municipal, a principal porta de entrada da cidade é o Centro Histórico. Para a região metropolitana, trata-se de um dos pontos principais para serviços e para mobilidade, sendo o maior polo comercial e bancário do estado do Rio Grande do Sul. Com isso, foi lançada no dia 09/08/2021 uma proposta de revitalização dessa região para restaurar o espaço público e também o local onde a própria cidade iniciou seu desenvolvimento (Silva, 2021).

Conforme Vargas e Castilho (2006), a identificação dos centros das cidades é reconhecida como o lugar mais dinâmico da vida urbana, com fluxo de pessoas, de veículos e de mercadorias, decorrente da presença de atividades terciárias, e assim transformando-se em um referencial simbólico para as cidades.

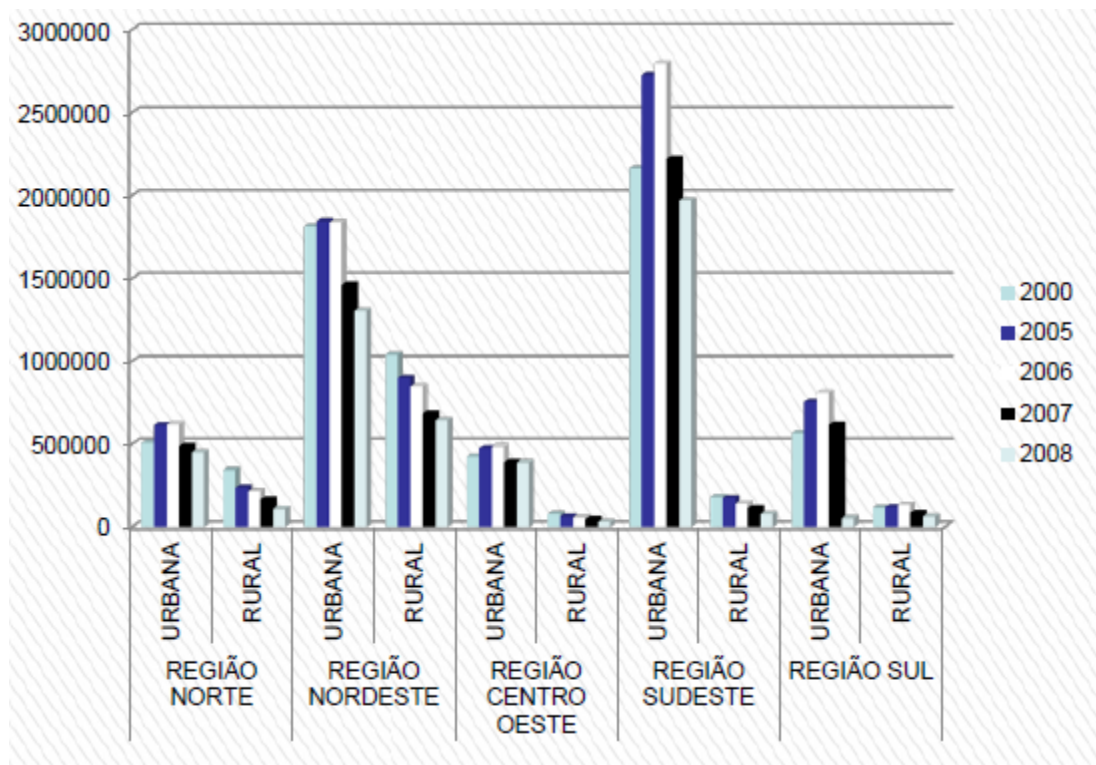
Para Feijó e Vazquez (2018), na Revitalização Urbana se busca tornar a região atrativa, contando assim com o retorno da população com a valorização das funções urbanas, como também da reestruturação econômica.

Simões Júnior (1994), denomina a Revitalização Urbana como sendo a busca de uma nova vitalidade das áreas, do ponto de vista econômico, funcional, social e ambiental

Feijó e Vazquez (2018) conceituam a Reabilitação de Edifícios como sendo o aumento do desempenho da edificação e melhora das suas funções, com a adequação para as exigências atuais, realizando adaptações para permitir o novo uso do edifício.

O Gráfico 1 abaixo retrata o movimento urbano populacional brasileiro entre os anos de 2000 e 2008, ratificando a importância da preservação do patrimônio edificado nos períodos descritos devido ao potencial aumento da procura da população por imóveis nos centros urbanos:

Gráfico 1 – Distribuição do déficit habitacional básico que relaciona as regiões com a área urbana e rural.



Fonte: FEIJÓ e VAZQUEZ, 2018.

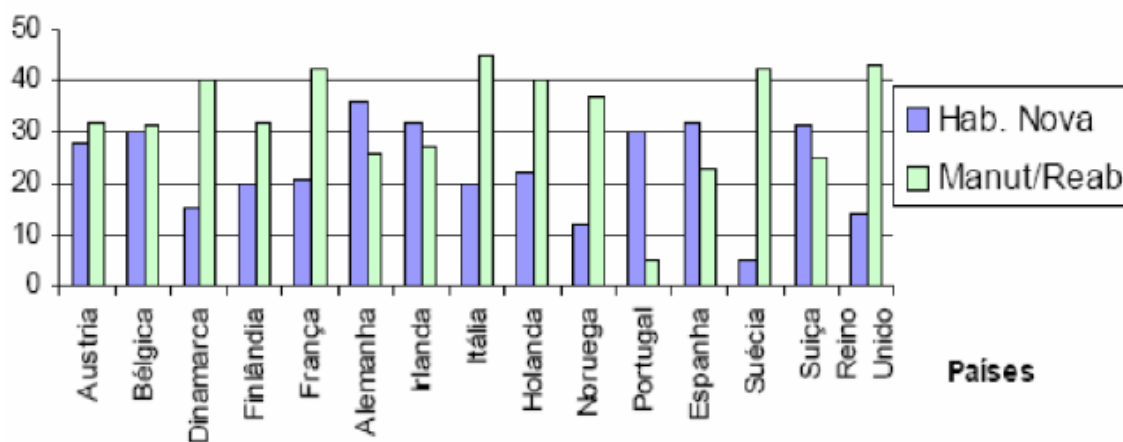
Assim, é observado um interesse cada vez maior dos poderes públicos locais em melhorar a imagem dos centros das cidades, aliando o capital imobiliário a um processo de reconquista de espaço (FEIJÓ e VAZQUEZ, 2018).

Qualharini (2019) destaca que a reabilitação tem múltiplos contornos e facetas, transitando entre o conhecimento da técnica construtiva utilizada e o fornecimento dos materiais utilizados na construção, juntamente com o conhecimento da cultura local.

De acordo com levantamentos realizados pelo Euroconstruct (2006, apud CROITOR, 2009), o mercado de construção residencial movimentou, nos países europeus, 642 bilhões de euros no ano de 2005. Desse total, 47% do investimento foi aplicado em obras de reabilitação de edifícios residenciais, sendo que, universalmente na construção civil, essas obras representaram 36% do volume de recursos aplicados em 2005.

Barrientos (2004) avalia o mercado mundial e revela que a reabilitação do patrimônio urbano apresenta volume superior de intervenções em comparação com as construções novas, dentro dos serviços prestados pela indústria da construção civil. Vale (2006) corrobora a informação, conforme o Gráfico 2:

Gráfico 2 – Comparativo entre a construção de novas habitações e as que sofreram manutenção/reabilitação nos países da União Europeia em 1997.



Fonte: VALE, 2006.

Assim, percebe-se um movimento com tendência na reabilitação e revitalização de edificações que já vem crescendo a tempos no mercado nacional e também internacional.

Destaca-se que, para a reabilitação de edifícios, é comum acontecerem intercorrências durante o processo de execução. Roders (2006) afirma que podem ser encontradas evidências de intervenções que não estavam previstas no estudo, planejamento e escopo da intervenção. Croitor (2009) salienta que o cronograma de execução está sujeito à impactos desse tipo, da

mesma forma que o custo do empreendimento pode ser afetado devido a esses acontecimentos inesperados.

Silva (2004) lista os principais requisitos técnicos de interesse do empreendedor na reabilitação de um edifício, para se evitar transtornos durante a obra:

- adequabilidade e viabilidade do espaço disponível;
- compatibilidade do envoltório para necessidades de conforto no ambiente construído;
- estabilidade e integridade da edificação existente.

Assim, estabelece-se um amplo campo de aplicação das intervenções para reabilitação predial nas próximas décadas, com agentes interessados – desde projetistas e construtoras até fabricantes e pesquisadores (QUALHARINI, 2019).

Para as fachadas da edificação, conforme John e Cremonini (1990), as atividades de renovação do revestimento pode prevenir ou retardar as ações de desgaste ao longo do tempo, evitando inclusive falhas nas estruturas, elevando o desempenho da edificação como um todo.

Veiga (2009) destaca que, para revestimentos antigos, é necessário conhecimento dos materiais e técnicas que foram utilizados na época da construção, bem como definir o tipo de intervenção que se deve usar e definir a metodologia de reparação que será feita. Também, de acordo com a autora, o método a ser definido deve considerar a camada de suporte, o próprio revestimento e as características que se buscam preservar.

4.2 A IMPORTÂNCIA DO *RETROFIT*

O conceito de *retrofit* surge nos Estados Unidos e na Europa, no final da década de 90 (BARRIENTOS, 2004). Barrientos (2004) comenta que a princípio a utilização iniciou-se na indústria aeronáutica, entretanto, o que diz respeito a construção civil, o foco é no processo de modernização e atualização de edificações. Essa ideia visa a valorização de edifícios antigos, prolongando a vida útil, conforto e funcionalidade (ROCHA e QUALHARINI, 2001).

O *retrofit* é descrito também como sendo o processo de interferir em uma benfeitoria, que foi executada em alguma época em que os padrões são inadequados às necessidades atuais (QUALHARINI et al., 2000).

Barrientos (2004) considera que, para que seja possível o entendimento do processo de *retrofit*, é necessário perceber a diferença entre alguns termos que muitas vezes são utilizados de forma equivocada, dentre os quais se destacam:

- reparos: intervenção pontual de anomalias localizadas;
- recuperação: compreende a correção de manifestações patológicas de modo a reconduzir a edificação para seu estado de equilíbrio;
- restauração: conjunto de ações desenvolvidas de modo a recuperar a imagem e a concepção original histórica da edificação;
- conservação: conceito que corresponde ao conjunto de ações sistemáticas destinadas ao prolongamento do desempenho da edificação.

Sendo assim, conforme Moraes e Quelhas (2012), o *retrofit* pode ser denominado a qualquer tipo de reforma, a renovação completa de uma edificação, uma intervenção ao patrimônio, ou seja, colocar o velho em forma de novo. Os autores afirmam que, através desse conceito, trabalha-se também com sustentabilidade, na medida em que se busca a preservação dos elementos que caracterizam a edificação, ao contrário de simplesmente descartá-los.

4.3 RETROFIT E REVITALIZAÇÃO DE FACHADAS

A NBR 15575 (ABNT, 2021) conceitua *retrofit* como sendo a remodelação ou atualização do edifício, normalmente visando à valorização do imóvel, mudança de uso, aumento da vida útil e eficiência operacional e energética.

Corrêa e Freitas (2021) destacam que a principal função do *retrofit* de fachadas é a de valorizar o imóvel e prolongar sua vida útil, promovendo uma melhora no desempenho da envoltória da edificação. Também, os autores salientam que esse processo pode ser visto como uma melhora do patrimônio, aumentando o valor de mercado, mas com limitações físicas da antiga estrutura e do valor previsto para o investimento.

Barrientos (2004) considera que, para edifícios em estados decadentes, pode-se obter fachadas, por exemplo, renovadas e valorizadas, convivendo com fachadas de edificações construídas recentemente.

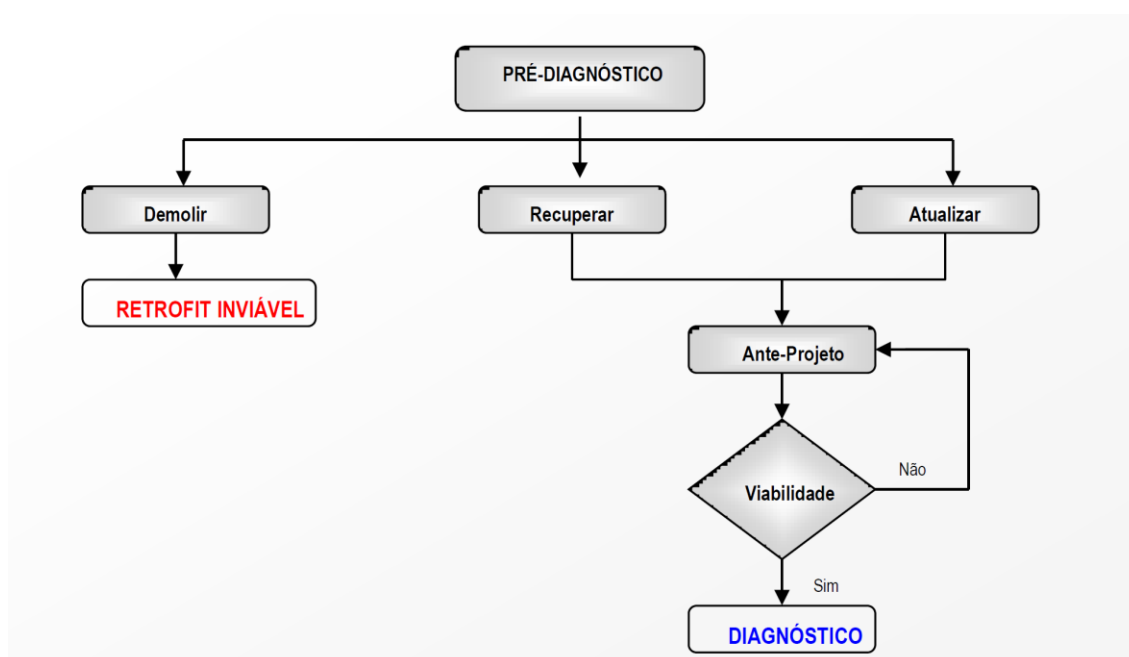
Aguiar e Veiga (2003) consideram que os revestimentos externos são muito expostos a ações potencialmente destrutivas, e que, naturalmente, tendem a ser os primeiros elementos a demonstrarem degradação, com a tendência de substituição total. Os autores afirmam que é

necessária uma análise atenta ao revestimento, o que frequentemente mostra uma degradação superficial, podendo-se evitar a substituição.

Preiser (1985, apud BARRIENTOS e QUALHARINI, 2004) afirma que a elaboração de um anteprojeto é importante para considerar os objetivos iniciais do escopo de serviço, as possibilidades de execução e de qualidade, com base em informações obtidas através de um primeiro diagnóstico. Não existe uma fórmula de execução, cada caso deve ser analisado de forma individual (BARRIENTOS, 2004).

Barrientos e Qualharini (2004) indicam um fluxograma de pré-diagnóstico, conforme a Figura 1:

Figura 1 – Fluxograma de um pré-diagnóstico.



Fonte: BARRIENTOS e QUALHARINI, 2004.

Na etapa de diagnóstico já se tem um perfil do objeto de intervenção, e assim parte-se para investigações mais precisas com o objetivo de elaborar um parecer coerente e realístico (BARRIENTOS e QUALHARINI, 2004). Na prática, diagnósticos são realizados com pouca eficiência, em função da dificuldade de se estimar o estado correto de degradação dos elementos, e também por existir a dependência direta de fatores como tempo e, principalmente, custo (BARRIENTOS e QUALHARINI, 2004). Para isso, é recomendado por Barrientos e Qualharini (2004) uma vistoria do local, observando o estado superficial do edifício, e, se possível, elaborar um croqui com as informações mais relevantes.

Bauer et al. (2013) acrescentam que obter informações preliminares ajudam a identificar o histórico de intervenções, verificar a disposição arquitetônica, a exposição a intempéries e documentar as regiões deterioradas, com um registro fotográfico das fachadas, por exemplo.

Nessa etapa busca-se documentar a composição e detalhes construtivos dos materiais do revestimento, bem como identificar as manifestações patológicas e sua extensão de ocorrência, resultando em um mapeamento nas diferentes fachadas do edifício (BAUER et al., 2013). Os autores destacam que ensaios *in loco*, como o de aderência à tração são importantes para auxiliar na identificação da estabilidade mecânica da fachada. Qualharini et al. (2000) ressaltam que, quando a preservação do revestimento, por exemplo, é o objetivo principal, ensaios que podem danificar o elemento devem ser evitados.

Barrientos e Qualharini (2004) recomendam o levantamento do maior número possível de informações técnicas, como identificação do imóvel, tipos de sistemas prediais, além dos projetos da edificação ou tendências construtivas da época. Os autores também destacam etapas importantes, como elaboração de questionário e entrevistas, para com o objetivo de obter informações pertinentes à investigação, e podem ser aplicadas a qualquer indivíduo, seja o proprietário, o construtor, o morador, um vizinho ou até algum administrador.

Com isso, é possível determinar as intervenções necessárias para se obter o resultado final desejado. Aguiar e Veiga (2003) consideram quatro grupos de intervenções que podem ser realizadas:

- manutenção do revestimento antigo: através da programação de operações de manutenção periódicas, como limpeza e correções pontuais;
- consolidação: normalmente aplicada quando o revestimento possui valor elevado, por razões históricas, artísticas ou raridade da técnica ou material, utilizando soluções de preservação;
- reparações localizadas: aplicadas em zonas mais afetadas, sendo desejável a utilização de materiais semelhantes aos existentes¹;
- substituição parcial ou total: quando as anomalias existentes possuem elevada severidade, e acréscimo de fatores como valor reduzido do edifício ou

¹ AGUIAR, J. **Estudos Cromáticos nas intervenções de conservação em centros históricos.** Dissertação (Doutorado) – Departamento de Arquitetura, Universidade de Évora, Évora, 1999.

disponibilidade insuficiente dos meios. Por vezes, basta substituir a última camada do revestimento externo ou determinada zona que foi afetada durante um longo tempo por uma infiltração, por exemplo.

Veiga (2009) acredita que a decisão de qual tipo de estratégia a adotar para a intervenção no revestimento possui grande importância, visto que condiciona a situação final do edifício, e convém dispor de critérios bem definidos, seguindo os fatores:

- a) valor da edificação e do revestimento, particularmente;
- b) estado de conservação do revestimento;
- c) disponibilidade de meios, como tecnologia, mão de obra, tempo e verbas.

Aguiar e Veiga (2003) propõem um ponto de partida para a definição estratégica, conforme o Quadro 1:

Quadro 1 - Critérios gerais para decisão do tipo de intervenção em revestimentos.

Estado de conservação	Valor do edifício	Opção de intervenção	Seleção dos materiais	Seleção das técnicas	Outras exigências
Severidade 1	Elevado	Conservação e manutenção	Compatíveis e idênticos	Tradicionais e/ou especializadas	Reversibilidade; Aspecto idêntico
	Reduzido	Conservação e manutenção	Compatíveis	Regras da boa arte	Reparabilidade; Aspecto compatível
Severidade 2	Elevado	Consolidação e/ou Reparação localizada	Compatíveis e idênticos	Tradicionais e/ou especializadas	Reversibilidade; Aspecto idêntico
	Reduzido	Reparação localizada e/ou substituição parcial	Compatíveis	Regras da boa arte	Reparabilidade; Aspecto compatível
Severidade 3	Elevado	Consolidação e/ou Reparação localizada	Compatíveis e idênticos	Tradicionais e/ou especializadas	Reversibilidade; Aspecto idêntico
	Reduzido	Substituição parcial	Compatíveis	Regras da boa arte	Reparabilidade; Aspecto compatível
Severidade 4	Elevado	Preenchimento de lacunas ou substituição parcial	Compatíveis e idênticos	Técnicas tradicionais e/ou especializadas	Reversibilidade; Aspecto idêntico
	Reduzido	Substituição parcial ou integral	Compatíveis	Regras da boa arte	Reparabilidade; Aspecto compatível
Severidade 5	Elevado	Substituição parcial	Compatíveis e idênticos	Técnicas tradicionais e/ou especializadas	Reversibilidade; Aspecto idêntico
	Reduzido	Substituição integral	Compatíveis	Regras da boa arte	Reparabilidade; Aspecto compatível

Fonte: AGUIAR e VEIGA, 2003.

Aguiar e Veiga (2003) destacam que, com o cruzamento desses aspectos é possível estabelecer uma classificação do estado de conservação do revestimento, relacionada com o tipo de intervenção mínima necessária. O grau de severidade também se relaciona com o tipo de manifestação patológica presente no revestimento, às quais serão tratadas no capítulo 6.

Com isso, pode-se considerar que o processo de revitalização de uma fachada de um empreendimento, engloba os conceitos de reabilitação, *retrofit*, conservação, restauração e recuperação.

5 REVESTIMENTO DE ARGAMASSA EM FACHADAS

O presente trabalho possui como enfoque principal o estudo da revitalização do revestimento de argamassa externo, entretanto se faz necessária uma análise inicial do revestimento em argamassa como um todo, considerando-se as interações com os outros sistemas prediais, como também características, funções, propriedades, entre outros.

5.1 O REVESTIMENTO COMO COMPONENTE DO EDIFÍCIO

A NBR 7200 (ABNT, 1998) traz a definição de argamassa como sendo uma mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), aglomerantes inorgânicos (cimento ou cal) e água. Ainda, pode-se adicionar alguns produtos especiais (aditivos ou adições) com a finalidade de melhorar ou conferir determinadas propriedades do conjunto (ABCP, 2002).

O revestimento de argamassa está presente em diferentes sistemas de uma edificação. O edifício pode ser considerado como um conjunto de elementos básicos, sendo, por exemplo, os elementos que formam a estrutura, os que fazem parte da vedação exterior, os que subdividem o espaço interno e os que fazem parte dos sistemas prediais (SABBATINI et al., 1998). Ademais, conforme manual da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2002), o revestimento argamassado pode ser entendido como a proteção de uma superfície porosa com uma ou mais camadas superpostas, com espessura normalmente uniforme, resultando em uma superfície apta a receber de maneira adequada uma decoração final. Segundo Bauer (2005, p. 7):

Os sistemas de revestimento à base de argamassa têm sofrido modificações significativas nos últimos anos. Essas modificações advêm de novos materiais básicos (novos cimentos, agregados artificiais, por exemplo), novos materiais finais, como o caso das argamassas industrializadas e novos processos executivos.

Conforme a NBR 13749 (ABNT, 2013), os revestimentos devem satisfazer condições, tais como: ser compatível com o acabamento decorativo posterior, ter resistência mecânica decrescente ou uniforme, sem comprometer a sua durabilidade ou acabamento final. Ou seja, o conceito do revestimento argamassado está atrelado a vários subsistemas de uma edificação, em questões de desempenho, durabilidade, qualidade e, assim, possibilitando a execução de um bom acabamento como última camada.

Elder e Vandenberg (1977), consideram o edifício como um conjunto de dois tipos básicos de elementos: os que formam a envoltória externa e os que subdividem o espaço interno. Cada um desses elementos apresenta funções distintas, mas que ao final contribuem para o comportamento do conjunto.

Conforme Barros (1991), a divisão do edifício em partes integradas favorece a proposição de soluções para as questões complexas relacionadas ao edifício, estudando cada uma das suas partes sem perder a visão do conjunto.

5.2 PRINCIPAIS FUNÇÕES DO REVESTIMENTO DE ARGAMASSA DE FACHADA

A NBR 13749 (ABNT, 2013), enfatiza que o revestimento argamassado externo deve ter propriedades hidrofugante e impermeabilizante. Também, a NBR 13749 (ABNT, 2013), salienta que as argamassas de revestimento, quando em ambientes externos, devem resistir à ação de variações normais de temperatura e umidade do meio em que estão expostas.

Veiga (1998), destaca que o revestimento externo tem como funções essenciais a regularização das imperfeições das paredes (criando uma superfície uniforme), o acabamento dos componentes, a proteção das alvenarias (formando uma barreira contra ações externas). Veiga (1998), complementa que um dos aspectos mais importantes dos rebocos externos, é o de impermeabilização das fachadas, ou seja, contribuir significativamente para a estanqueidade do conjunto paredes-revestimento.

Conforme a ABCP (2002), as principais funções dos revestimentos de argamassa são a de proteger a base, usualmente de alvenaria, assim como proteger a estrutura, sobre a ação direta dos agentes agressivos, contribuindo para o isolamento termoacústico e para a estanqueidade à água e aos gases. Complementando como outra função importante do revestimento argamassado, o Manual de Revestimentos da ABCP (2002) considera que o revestimento deve permitir o acabamento final, resultando em uma base regular, adequada para o recebimento de outros revestimentos, conforme o projeto arquitetônico, através da regularização dos elementos de vedação.

Bauer (2005) salienta que a complexidade dos sistemas de revestimento de fachada quanto à composição, funções, desempenho, materiais e metodologias construtivas, torna a

atividade de especificação, projeto e controle de qualidade dos revestimentos uma atividade de grande especificidade.

Sabbatini et al. (1998) também consideram como funções principais dos revestimentos argamassados como sendo:

- proteger os elementos de vedação dos edifícios contra a ação direta dos agentes agressivos;
- auxiliar as vedações quanto ao cumprimento de suas funções, como por exemplo quanto ao isolamento termoacústico e a estanqueidade à água e aos gases;
- regularizar a superfície dos elementos de vedação, atuando como base regular e adequada ao recebimento de outros revestimentos;
- contribuir para a estética da fachada.

Um aspecto relevante que deve ser considerado está no fato de que o revestimento não tem função de dissimular imperfeições grosseiras da base (SABBATINI et al., 1998). Muitas vezes, na prática, esse fato é recorrente devido à falta de controle no momento da execução da estrutura, por exemplo, ou até na execução de alvenaria de vedação externa. Assim, é necessário “tirar na massa” o desaprumo e imperfeições desses outros sistemas, comprometendo assim as reais funções do revestimento argamassado.

5.3 SISTEMAS DE REVESTIMENTOS

“O sistema de revestimento é um conjunto formado por revestimento de argamassa e acabamento decorativo” (ABNT, 2013, p. 2). Destaca-se a importância do substrato para aplicação do revestimento. Em todas as situações, os sistemas serão aplicados sobre uma base ou substrato formando um conjunto bem aderido e contínuo, necessário para o atendimento quanto ao desempenho global (BAUER, 2005). Sabbatini et al. (1998) classificam as bases em alvenaria (diferentes componentes) e estrutura (concreto), e possuem como principais características a absorção de água, a porosidade, a resistência mecânica, as movimentações hidrosópicas, a rugosidade e a homogeneidade.

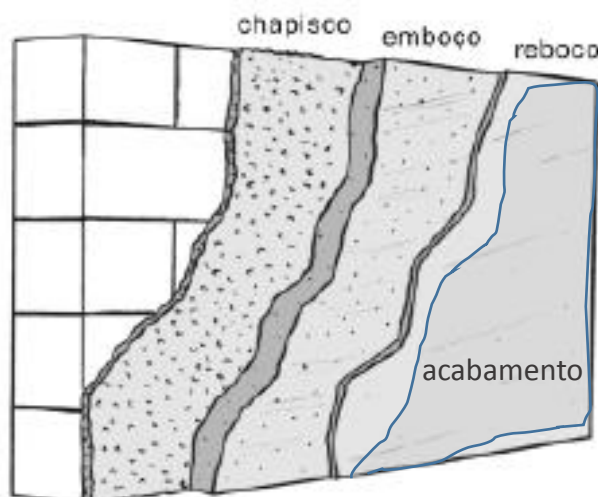
Os componentes relativos aos revestimentos argamassados são constituídos por diferentes camadas, conforme a NBR 13529 (ABNT, 2013):

- chapisco: camada de preparo da base, aplicada de forma contínua ou descontínua, uniformizando a superfície quanto à absorção e melhorando a aderência do revestimento;
- emboço: camada de revestimento executada para cobrir e regularizar a superfície (base ou chapisco), permitindo para a superfície o recebimento de outra camada;
- reboco: camada de revestimento utilizada para cobrimento do emboço, proporcionando uma superfície que permita receber algum revestimento decorativo ou servindo de acabamento final;
- acabamento decorativo: aplicado sobre o revestimento de argamassa, como por exemplo pintura.

Atualmente, é observada grande utilização de revestimento em camada única, também conhecido como emboço paulista, cumprindo as funções das camadas de emboço e reboco (ABCP, 2002). O sistema de pintura pode ser utilizado como uma camada para complementar a capacidade de impermeabilização do revestimento argamassado.

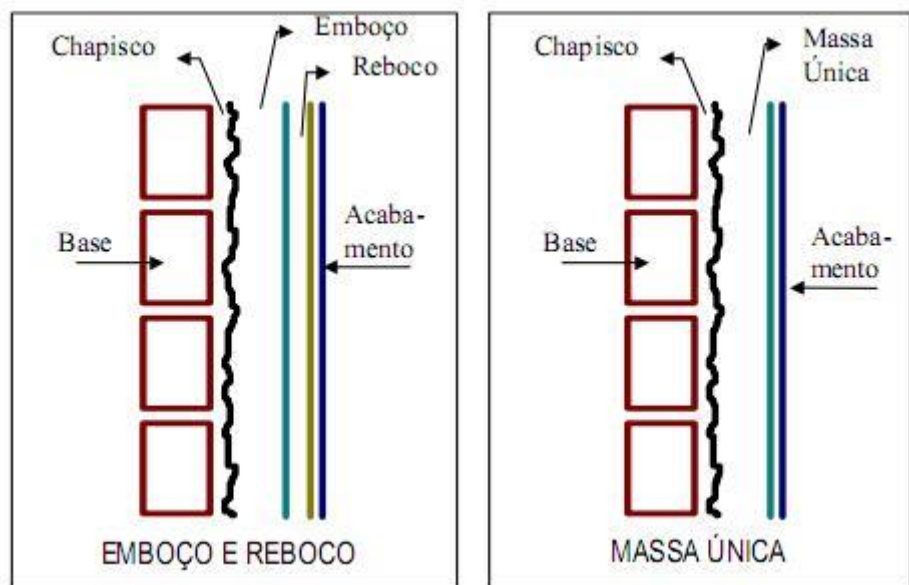
Cada uma das camadas é constituída por argamassas com propriedades diferenciadas, adequando-se para o cumprimento de suas funções específicas (SABBATINI et al., 1998). As Figuras 2 e 3 ilustram as camadas e as mesmas nos diferentes tipos de revestimento, respectivamente:

Figura 2 – Camadas do revestimento em argamassa.



Fonte: adaptado de ABCP, 2002.

Figura 3 – Camadas do revestimento de argamassa de vedação vertical: emboço e reboco; massa única.



Fonte: SABBATINI et al., 1998.

Visto que, para o presente trabalho, será estudado a revitalização de um revestimento argamassado com pintura, aprofunda-se o detalhamento dos componentes que fazem parte desse sistema.

5.3.1 Chapisco

Segundo Leal (2003) o chapisco é um procedimento de preparação da base e não se constitui propriamente como uma camada de revestimento. A espessura média deste tratamento situa-se próxima a 5 mm, dependendo da característica granulométrica da areia empregada. Bauer (2002) saliente que não é recomendado espessuras muito maiores do que a mencionada anteriormente, e nem promover uma textura excessivamente rugosa.

Conforme citam Candia (1998) e Carasek (1996), o chapisco deve ser escolhido em função do aspecto superficial da base e utilizando materiais e técnicas para melhorar as condições de aderência do revestimento à base, criando uma superfície com rugosidade apropriada e regularizando a capacidade de absorção inicial da base.

O chapisco facilita a ancoragem do emboço, requerendo uma argamassa de alta resistência mecânica. É importante, para sua aplicação, remover todo o tipo de sujidade a fim de melhorar a aderência com a base. A NBR 7200 (ABNT, 1998) destaca que, previamente à execução do preparo da base, devem ser eliminados materiais pulverulentos, óleos, pontos

ferruginosos e rebarbas entre as juntas de alvenaria. Nessa etapa deve também ser feito o preenchimento de cavidades, rasgos e depressões localizadas na base (SABBATINI et al., 1998)

A seguir destaca-se os principais tipos de chapisco utilizados na construção civil, conforme Sabbatini et al. (1998):

- chapisco tradicional: composto por argamassa de cimento, areia e água, adequadamente dosada. Resulta em uma película rugosa, aderente e resistente. Apresenta elevado índice de desperdício, em função da reflexão e aplicação do material. Pode ser aplicado sobre alvenaria e estrutura.
- chapisco industrializado: argamassa industrializada semelhante à argamassa colante. Necessário acrescentar água no momento da mistura e na proporção definida pelo fabricante. Aplicado com desempenadeira dentada somente sobre a estrutura de concreto. Apresenta elevas taxas de produtividade e rendimento.
- chapisco rolado: obtido da mistura de cimento e areia, com adição de água e resina acrílica. Argamassa plástica, aplicada com rolo para textura acrílica. Aplicação na fachada, tanto na estrutura quanto na alvenaria. Proporciona uma elevada produtividade e maior rendimento do material.

5.3.2 Emboço, Reboco e Camada Única

“O emboço é a camada de revestimento cuja principal função é o encobrimento e a regularização da superfície. O reboco consiste na camada de acabamento dos revestimentos de argamassa, cuja espessura normalmente não ultrapassa 5 mm” (ANTUNES, 2010, p. 44). Antunes (2010) cita também que a massa única é o revestimento com acabamento em pintura, executado em camada única, cujas funções consistem tanto na regularização da base, quanto no acabamento.

Conforme a NBR 13749 (ABNT, 2013), o emboço e o revestimento em camada única podem ser executados com os acabamentos do tipo:

- sarrafeado: caso seja feita a aplicação posterior de reboco;
- desempenado ou sarrafeado: caso o revestimento posterior seja em placas cerâmicas;
- desempenado, camurçado ou chapiscado: caso o emboço seja constituído como a única camada de revestimento.

A NBR 13749 (ABNT, 2013) destaca também que as argamassa empregadas em revestimento devem ter os materiais e respectivas proporções de dosagem compatíveis com o acabamento e condições de exposição previstas; devem possuir resistência mecânica compatível com o acabamento selecionado; devem ser constituídas por uma ou mais camadas superpostas de argamassas contínuas e uniformes; necessitam de propriedade hidrofugante, corroborado através da aplicação de um sistema de pintura adequado; deve resistir à ação de variações normais de temperatura e umidade do meio, quando externos.

Quanto à espessura, a mesma NBR recomenda que sejam executadas conforme a Tabela 1 abaixo:

Tabela 1 – Espessuras admissíveis de revestimentos internos e externos para emboço e camada única.

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

Fonte: adaptado de ABNT, 2013.

Caso o revestimento seja do tipo emboço e reboco, a camada de reboco deve ter, no máximo, 5 mm, e o restante da espessura referente à camada de emboço. Caso seja massa única, a espessura admissível é relativa a essa camada (SABBATINI et al., 1998). Os autores também orientam que, caso não seja possível atender às espessuras admissíveis, deve-se tomar cuidados especiais, adotando soluções que garantam a aderência, tais como:

- espessura entre 3 a 5 cm: a aplicação da argamassa deve ser feita em duas demãos, respeitando um intervalo de, no mínimo, 16 horas entre as camadas.
- espessura entre 5 a 8 cm: a aplicação deve ser realizada com três demãos, sendo as duas primeiras encasquilhadas. Também, pode ser previsto o uso de telas metálicas no revestimento.

Cuidados especiais devem ser tomados em relação a espessuras maiores do que 5 cm. Bauer (2005) comenta que, tanto para camada única quanto para emboço, problemas sérios de sobrecargas, retração e fissuração são prováveis de se ocorrer. O autor afirmar que, nesses casos, é importante o uso de tela metálica (galvanizada, eletrosoldada), devendo-se ancorar em elementos estruturais ou elementos de alvenaria bem ancorados. Bauer (2005) ainda acrescenta

que a tela deve ficar em imersão na camada de argamassa que será aplicada, e não sobre a camada de chapisco.

Para espessuras menores do que as admissíveis, não se deve ultrapassar alguns limites, para garantir a proteção do revestimento à base que está sendo aplicado, conforme a Tabela 2 abaixo:

Tabela 2 – Espessuras mínimas de revestimento.

Tipo de Base	Espessura mínima (mm)
Estrutura de concreto em pontos localizados	10
Alvenaria em pontos localizados	15
Vigas e pilares em regiões extensas	15
Alvenarias em regiões extensas	20

Fonte: adaptado de SABBATINI et al., 1998.

5.3.3 Acabamento

Relevante para o desenvolvimento do trabalho, a seguir serão destacados alguns pontos do sistema de pintura, representando a camada de acabamento do revestimento argamassado.

Uemoto (2002) descreve que as pinturas têm representado cada vez mais o material de acabamento de superfícies externas do revestimento. A autora também destaca que a pintura não deve ser tratada isoladamente, mas sim como sendo integrante de um sistema de fatores que influenciam na qualidade da obra.

Os principais constituintes dos sistemas de pintura, para Uemoto (2002) são:

- fundo: produto destinado à primeira demão sobre a superfície, atuando como uma ponte de ligação entre o substrato e a tinta de acabamento. Os seladores são um exemplo, e podem ser aplicados sobre argamassa;
- fundo preparador: promove a coesão de partículas soltas da superfície do substrato, indicado para argamassas pobres e sem resistência mecânica e repinturas;
- massa: promove a correção de irregularidades da superfície já selada, sendo um produto pastoso. Pode ser aplicado em camadas muito finas, evitando assim o aparecimento de fissuras ou reentrâncias;

- tinta de acabamento: parte visível do sistema, apresentando as propriedades necessárias para o aspecto desejado.

Na preparação do substrato argamassado, os fundos seladores, para Uemoto (2002), devem ser aplicados principalmente quando se deseja regularizar a absorção da superfície, atentando-se para que as características sejam compatíveis com a tinta de acabamento.

Uemoto (2002) também recomenda o uso de sistemas de pintura acrílico texturizado, para bases de cimento ou cal, principalmente em ambientes externos, de acordo com o grau de agressividade do ambiente. As Tabelas 3 e 4 resumem a classificação e recomendações para os sistemas de pintura:

Tabela 3 - Classificação com o grau de agressividade do meio ambiente.

Grau de agressividade	Ambiente externo	Ambiente interno
Fraco	Área afastada da orla marítima (mais de 10 km), não industrial e com regime de chuva médio	Ambientes secos, bem ventilados, de edifícios residenciais e comerciais
Moderado	1 Área próxima à orla marítima, urbana ou semi-industrial, com regime de chuva médio	Ambiente com possibilidade de condensação de umidade, como cozinhas e banheiros, ou com pouca necessidade de limpeza de superfície
	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 3 km), não industrial, com regime de chuva intenso	Ambiente freqüentemente submetido à umidade e condensação elevada ou com necessidade de limpeza freqüente das superfícies
	2 Área industrial, com poluição atmosférica elevada	
Muito intenso	Área dentro da orla marítima (até 3 km) e com elevada poluição atmosférica	Ambiente industrial e/ou com umidade e condensação elevadas

Fonte: UEMOTO, 2002.

Tabela 4 - Sistema de acabamento acrílico para substratos à base de cimento ou cal.

Tipo de Ambiente	Grau de agressividade		Tipo de Sistema de Pintura		
			Acrílico		
			Texturizado	Brilhante	Fosco
EXTERNO	Fraco		R	R	R
	Moderado	1	R	R	R ¹
		2	R	R	R ¹
	Intenso	1	R	R ¹	
		2	R	R ¹	
	Muito Intenso		R ¹	R ¹	
R - Recomendável					
R ¹ - Recomendável para até dois pavimentos					

Fonte: adaptado de UEMOTO, 2002.

Polito (2006) complementa que as tintas à base de acrílico oferecem as seguintes resistências:

- ao amolecimento por gordura;
- ao descascamento;
- à formação de bolhas;
- ao crescimento de algas e fungos;
- à formação de manchas por água;
- à manutenção de cor;
- à adesão em condições úmidas.

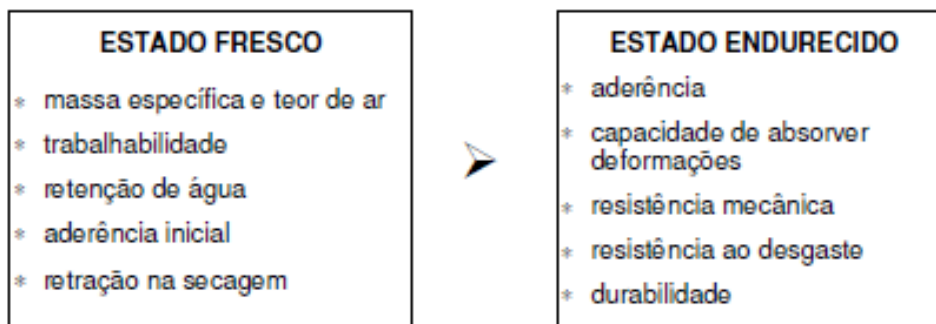
Polito (2006) também destaca que tintas com alta qualidade possuem entre 30% e 45% de ligantes e pigmentos, e o restante é composto por líquidos e aditivos, enquanto tintas econômicas possuem menos de 30% de ligantes e pigmentos. Abaixo seguem as definições dos componentes conforme o autor:

- pigmentos: são responsáveis pela cor e pelo poder de cobertura;
- ligantes: promovem a “liga” aos pigmentos, proporcionando integridade e adesão ao filme de pintura;
- líquidos: conhecidos também como veículos, proporcionam a consistência desejada;
- aditivos: promovem às tintas as propriedades específicas.

5.3.4 Características e Propriedades da Argamassa

A Figura 4 demonstra as principais características das argamassas de revestimento:

Figura 4 – Propriedades da argamassa nos estados fresco e endurecido.



Fonte: SABBATINI et al., 1998.

Visto que, para o presente trabalho, tem-se o estudo de um revestimento argamassado já existente, faz-se uma breve descrição das principais características e propriedades da argamassa no estado endurecido. Leva-se em conta também as propriedades que influenciam na ocorrência das manifestações patológicas encontradas no revestimento de argamassa de fachada (RAF).

Para Sabbatini et al. (1998), as propriedades do próprio revestimento se equivalem às propriedades da argamassa no estado endurecido, com níveis de exigência distintos que variam de 1 a 5, conforme a Tabela 5:

Tabela 5 – Nível de exigência das propriedades do revestimento argamassado.

PROPRIEDADES	CONDIÇÕES DE EXPOSIÇÃO				
	interno			externo	
	paredes		teto	paredes	
	base pintura	base cerâmica		base pintura	base cerâmica
capacidade de aderência	1	2	5	3	4
capacidade de absorver deformações	3	1	3	4	2
resistência à tração e à compressão	1	2	1	3	4
resistência ao desgaste superficial	3	1	1	2	1
durabilidade	2	2	1	4	3

Fonte: SABBATINI, 1988, apud SABBATINI et al., 1998.

5.3.4.1 Aderência

Bauer (2005) destaca que a propriedade básica de um sistema de revestimento em argamassa é a sua capacidade de aderência, por conta da ancoragem mecânica da argamassa com o substrato, através da rugosidade, textura, e condição de atrito criada.

A ABCP (2002) complementa que o mecanismo da aderência se dá pela ancoragem mecânica da argamassa nas reentrâncias e saliências da superfície revestida, e pela ancoragem da pasta aglomerante nos poros da base por sucção da água de amassamento.

Sabbatini et al., (1998) afirmam que a aderência depende:

- das propriedades da argamassa no estado fresco;
- dos procedimentos quando da execução do revestimento;
- da natureza e das características da base, juntamente com a limpeza superficial da mesma.

A NBR 13749 (ABNT, 2013) determina o limite de aderência à tração para o emboço ou massa única, variando de acordo com o local de aplicação e acabamento final, como mostra a Tabela 6:

Tabela 6 – Limites de resistência à tração para as camadas de emboço e camada única.

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

Fonte: ABNT, 2013.

5.3.4.2 Resistência Mecânica

A resistência mecânica dos revestimentos argamassados é a propriedade que define a capacidade de resistência às ações de abrasão superficial, ao impacto e à contração higrotérmica (SABBATINI et al., 1998). Os autores afirmam que essa propriedade depende do consumo e da natureza dos agregados e aglomerantes e da técnica executiva, na qual se busca a compactação da argamassa durante a aplicação e acabamento.

A ABCP (2002) destaca que a contração e expansão do revestimento podem ocorrer devido aos efeitos da umidade. Também, a associação descreve que a resistência superficial pode ser avaliada através de um risco com um prego ou objeto pontiagudo similar.

Sabbatini et al., (1998) complementam que a resistência mecânica aumenta proporcionalmente com a redução de agregado na massa, e varia inversamente com a relação água/cimento da argamassa.

5.3.4.3 Durabilidade

Sabbatini et al., (1998) conceituam a durabilidade como sendo a propriedade atribuída ao período de uso do revestimento argamassado, refletindo no seu desempenho frente às ações do meio externo ao longo do tempo.

Fatores como as movimentações térmicas, higroscópicas ou por ações externas, assim como a espessura do revestimento e a cultura e proliferação de microrganismos comprometem a durabilidade dos revestimentos (ABCP, 2002). A associação comenta que é uma propriedade complexa, e depende de procedimento adequados desde a etapa de projeto até o uso final, conforme indicações a seguir:

- projeto: devem ser especificados os materiais de modo que haja a compatibilização do revestimento com as condições de exposição durante sua vida útil;
- execução: um fator determinante, além de seguir as recomendações técnicas, é a realização do controle da produção;
- uso final: deve ser objeto de especificação um programa de manutenção periódico.

5.3.4.4 Capacidade de Absorver Deformações

É a propriedade que condiciona o revestimento, quando estiver sob tensão, ao surgimento de fissuras não prejudiciais ou possuir deformações sem ruptura (SABBATINI et al., 1998).

A ABCP (2002) salienta que as deformações podem ser intrínsecas (do próprio revestimento) ou extrínsecas (da base), e os fatores determinantes para a capacidade de absorver essa deformação são a resistência à tração e o módulo de deformação do revestimento.

As deformações são consequência, principalmente, da retração da argamassa que ocorre tão logo a mesma é aplicada, por conta da perda de água por sucção da base e pela evaporação ao ambiente (ABCP, 2002).

Bauer (2005) comenta que a deformabilidade da argamassa influencia no desempenho final do conjunto, visto que, ao se aumentar o consumo de cimento, aumenta-se o módulo de deformação, levando as argamassas mais rígidas e com menor capacidade de se deformarem.

6 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA

Ao se tratar de uma revitalização de RAF, é inevitável não se deparar com manifestações patológicas, uma vez que faz parte do procedimento a identificação, diagnóstico e reparação de tais anomalias. Neste capítulo é feita uma abordagem sobre as principais manifestações patológicas presentes em revestimentos argamassados, principalmente os presentes em fachadas, relacionando-as com o empreendimento do estudo de caso em questão.

Ademais, faz-se uma descrição sobre aspectos relevantes que estão diretamente ligados ao surgimento de tais manifestações, assim como os testes e ensaios para identificação e verificação das propriedades do revestimento existente.

6.1 ORIGENS E CARACTERÍSTICAS

Carasek (2007) considera que a deterioração prematura dos revestimentos de argamassa é decorrente de diferentes formas de ataques, com classificações físicas, químicas, mecânicas e biológicas. Na prática, essa distinção dos processos não é exequível, uma vez que os fenômenos frequentemente se sobrepõem, sendo necessário considerar as interações presentes (CARASEK, 2007).

Bauer et al. (2010) corroboram afirmando que a ocorrência patológica nunca deve ser atribuída a uma única causa, geralmente é resultante da combinação de vários fatores, sucedendo-se por uma sobreposição de efeitos que se acumulam até a manifestação de um dano maior. Os autores também destacam que, com a crescente incidência de manifestações patológicas com origens diversas em sistemas de revestimento de fachada, o desempenho e suas funções básicas são comprometidas.

Carasek (2007) classifica os problemas também com referência à origem da fonte causadora, originando-se tanto por fatores externos como por causas internas à própria argamassa, citados como os seguintes fatores:

- qualidade dos materiais constituintes da argamassa;
- composição ou traço da argamassa;
- procedimentos de execução;

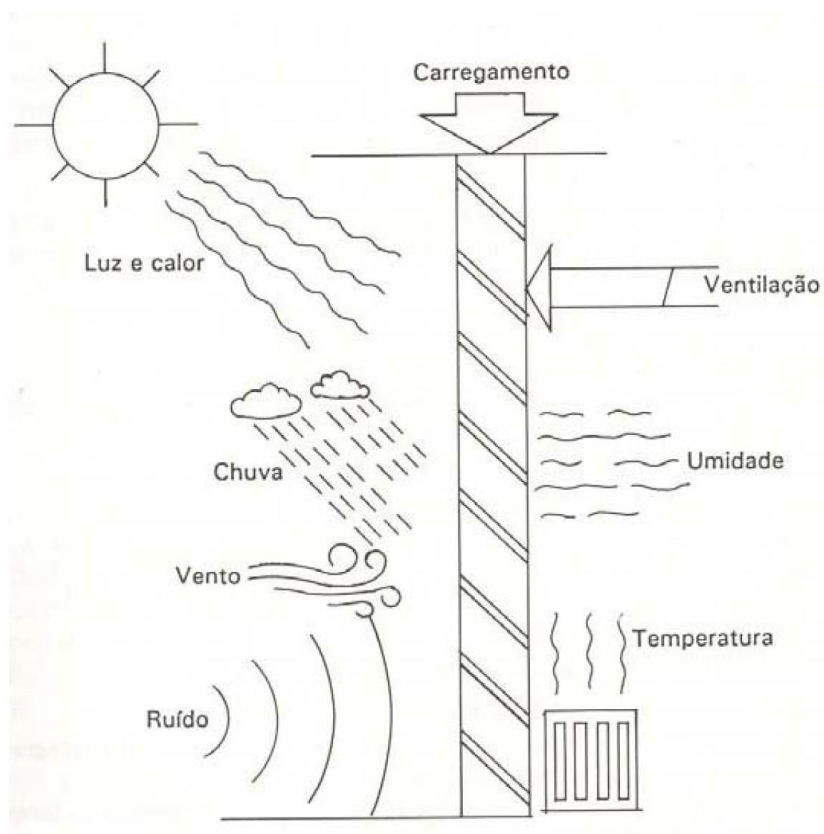
- fatores externos (exposição à intempéries, poluição atmosférica, umidade de infiltração, etc.).

Grunau (1981, apud VERÇOSA, 1991) classifica a origem das manifestações patológicas, principalmente, nas etapas de projeto e de planejamento.

Segundo Helene (1993), vários fenômenos podem dar origem ao surgimento de tais manifestações, como cargas excessivas, variação de umidades, variações térmicas, agentes biológicos, incompatibilidade de materiais e agentes atmosféricos.

A Figura 5 resume os principais elementos atuantes nas superfícies de uma edificação, como as fachadas:

Figura 5 – Solicitações impostas às superfícies das edificações.



Fonte: CINCOTTO et al., 1995.

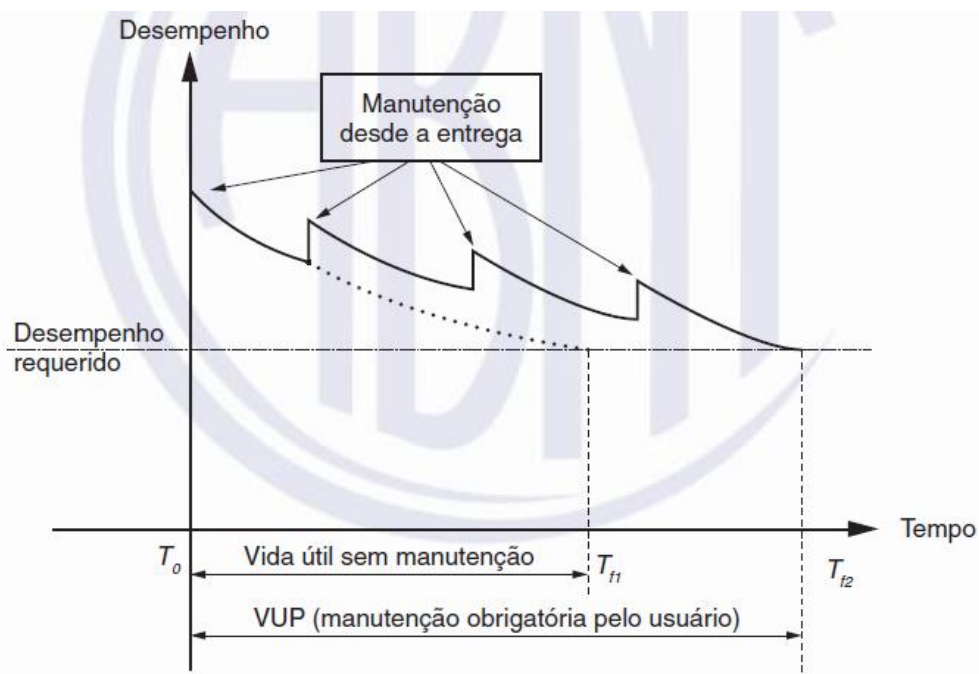
Sabbatini et al. (1998) afirmam que a origem das anomalias nos revestimentos argamassados de fachada podem estar associadas às fases de projeto, execução e utilização do revestimento ao longo do tempo, exemplificadas como:

- projeto: ocorrem pela ausência do projeto de revestimento ou pela má concepção, detalhes insuficientes, deficientes elementos e materiais construtivos, não levando em consideração o desempenho do revestimento;
- execução: ocorrem pela não conformidade entre o projetado e o executado, por alterações inadequadas das especificações de projeto, pela má qualidade e técnica empregadas ou pelo mau controle de produção da argamassa;
- utilização: podem ocorrer pela remodelação ou alteração arquitetônica mal estudadas, pela degradação dos materiais ao longo do tempo, por má utilização dos usuários ou ausência de manutenção.

Esses fatores influenciam nas propriedades do RAF, no desempenho ao longo da vida útil esperada, sendo necessário considerar a definição, espessuras das camadas, detalhes construtivos e procedimentos de controle e execução (SABBATINI et al., 1998).

A NBR 15575-1 (ABNT, 2021) ressalta que o desempenho ao longo do tempo é garantido com a realização de manutenções periódicas desde a entrega, conforme gráfico da Gráfico 3:

Gráfico 3 – Desempenho ao longo do tempo de um elemento construtivo.



Fonte: ABNT, 2021.

A NBR 15575-1 (ABNT, 2021) aborda um exemplo prático de vida útil de projeto (VUP) para revestimento de fachada argamassado com pintura, que pode ser projeto para uma VUP de 25 anos, desde que a pintura seja refeita a cada cinco anos. Caso o usuário não realize a manutenção prevista em projeto, a vida útil real pode ser seriamente comprometida e, conseqüentemente, originam-se manifestações patológicas pelo uso inadequado (ABNT, 2021).

Assim, ratifica-se a afirmação de Sabbatini et al. (1998), de que as origens das manifestações patológicas, em relação à fase de utilização, acontecem “pela má utilização dos usuários, ausência ou insuficiência de manutenção”.

6.2 PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Cincotto (1988) considera que, independentemente da sua idade, pode-se observar nas edificações os seguintes fenômenos:

- a pintura parcialmente ou totalmente fissurada, descolando da argamassa de revestimento;
- formação de manchas de umidade, com desenvolvimento de bolor;
- formação de eflorescência na superfície da tinta, ou entre a tinta e o reboco;
- argamassa de revestimento descola-se da alvenaria, em placas ou por desagregação;
- a superfície do revestimento apresenta fissuras de conformação variada;
- a superfície do revestimento apresenta vesículas com descolamento da pintura.

Bauer (1997) também analisa e relaciona as principais manifestações patológicas em revestimentos de argamassas, como sendo a formação de fissuras, vesículas, descolamentos, eflorescências, umidade e contaminações atmosféricas e ambientais.

Sabbatini et al. (1998) alegam que a ocorrência cada vez maior de problemas patológicos mostra que a ideia antiga de que o edifício era previsto para durar indefinidamente é errônea, não correspondendo à realidade. No caso de revestimentos de argamassa, Sabbatini et al. (1998) trazem como as anomalias mais frequentes:

- fissuração e descolamento da pintura;
- formação de manchas de umidade, com desenvolvimento de bolor;
- descolamento entre a argamassa de revestimento e a alvenaria;
- fissuração da superfície do revestimento;

- descolamento entre as camadas de reboco e emboço.

Neto et al. (1999) afirmam que tais manifestações apresentam-se de diversas formas nos revestimentos, mas todas elas resultam do não cumprimento das finalidades para os quais foram concebidos, principalmente nos aspectos estéticos, de proteção e de isolamento.

A seguir, aborda-se com um pouco mais de detalhe as manifestações patológicas citadas, sempre relacionadas com as que serão abordadas no estudo de caso.

6.2.1 Descolamentos

Os descolamentos acontecem de modo a separar uma ou mais camadas dos revestimentos argamassados, apresentando extensão variável, desde áreas mais restritas ou até abrangendo a totalidade de uma alvenaria (BAUER, 1997).

Podem ocorrer em argamassas de cal, na presença de produtos não hidratados, na hidratação incompleta, na má qualidade do produto ou no seu reparo inadequado (NETO et al., 1999). Ademais, Neto et al. (1999) afirmam que a ocorrência em argamassas ricas em cimento existe a possibilidade de retração e deslocamentos, com o surgimento também em argamassas mistas.

Bauer (1997) diferencia o descolamento em três tipos, sendo eles:

- a) descolamento em placas: através da deficiência de aderência entre as camadas de argamassa ou das mesmas com a base;
- b) descolamento com pulverulência ou argamassa friável: através de sinais de desagregação e posterior esfarelamento da argamassa ao ser pressionada manualmente;
- c) descolamento por empolamento: meses após a execução da obra, ocorrem expansões na argamassa endurecida devido à hidratação posterior de óxidos.

A NBR 13749 (ABNT, 2013) afirma também que a pulverulência pode ser causada devido ao excesso de finos nos agregados, pelo traço pobre em aglomerante e, em argamassas de cal, pela carbonatação insuficiente da mesma.

Cincotto (1988) também salienta que os diferentes tipos de descolamentos são identificados quando, sob percussão, o revestimento apresenta som cavo.

As Figuras 6 e 7 ilustram um exemplo de descolamentos:

Figura 6 – Revestimento com descolamento em placas devido à falta de aderência com chapisco.



Fonte: CINCOTTO, 1988.

Figura 7 – Revestimento com descolamento por empolamento.



Fonte: CINCOTTO, 1988.

Quanto à possíveis técnicas para restauro de tais manifestações, Cincotto (1988) recomenda algumas soluções, tais como:

- descolamento com empolamento: renovação da pintura ou da camada de reboco;

- descolamento em placas: renovação do revestimento, através do apicoamento da base, eliminação de possível camada hidrófuga e aplicação de camada de chapisco ou outro produto para melhora da aderência;
- descolamento com pulverulência: renovação da camada de reboco.

A autora destaca que, antes de realizar a restauração, deve-se sanar primeiramente o agente causado de tal anomalia.

Bolorino et al. (1995) destacam que a limpeza com água sob pressão resulta em uma superfície rugosa e áspera, podendo a argamassa apresentar sensível erosão. Pontos empolados e pulverulentos, conforme Cincotto (1988), são facilmente removíveis. Assim, a limpeza pode ser uma solução inicial interessante.

Cascudo e Carasek (1997) alertam para que, antes da tomada de decisão quanto à limpeza do revestimento, aconselha-se considerar a proposição principal e os efeitos colaterais. Os autores afirmam que fatores como tipo de sujidade, revestimento, condições, custo, velocidade e praticidade do processo são fatores que influenciam no tipo de limpeza, assim como a contratação de operários qualificados e equipamentos adequados.

Quanto às argamassas de substituição, Veiga (2009) comenta alguns requisitos importantes, tais como:

- a) os revestimentos de substituição não devem degradar os elementos em contato pré-existent, uma vez que os novos elementos não devem transmitir tensões elevadas componentes existentes
- b) ter capacidade de proteção à água, ações externas e solicitações naturais para com os elementos antigos, função que é uma das principais dos revestimentos de fachada;
- c) não descaracterizar o edifício, utilizando revestimentos com aspectos semelhantes ao existente;
- d) evitar argamassas com elevado teor de cimento, que possuem rigidez excessiva, elevado teor de álcalis (que originam sais solúveis) e capacidade limitada de permitir a secagem da parede;
- e) evitar argamassas de cal aérea, que, apesar de terem composição próxima das argamassas antigas, apresentam problemas de durabilidade, principalmente em exposição à chuva.

Veiga (2009) conclui que argamassas intermediárias em teor de cimento ou cal, como as argamassas de cal hidráulica, trazem melhores resultados sem acarretar em intercorrências.

Cascudo e Carasek (1997) reforçam que, para reparos ou substituição, não existe “receita de bolo”, e cada caso deve ser tratado com diferentes tipos de metodologias e materiais, sendo que a escolha do método é em função da complexidade da argamassa existente.

6.2.2 Trincas e Fissuras

Neto et al. (1999) associam a formação e fissuras com a incapacidade do revestimento em absorver as movimentações da estrutura, bem como devido à técnica executiva utilizada, as características e a dosagem dos materiais constituintes.

Thomaz (2020) explica que, particularmente, o problema da formação de trincas é muito importante dentro das edificações. Admite-se em geral que as fissuras são aquelas com aberturas capilares ou até 0,5 mm e trincas com aberturas na ordem de 2 mm ou 3 mm (THOMAZ, 2020). Ribas e Casademunt (2002, apud SILVA, 2007) ainda acrescentam a categoria de microfissuras, com aberturas inferiores a 0,2 mm.

Bauer (1997) considera que a incidência de fissuras ocorre geralmente por fatores relacionados à execução do revestimento argamassado, por solicitações higrotérmicas e por retração hidráulica da argamassa. O autor traz as principais causas intrínsecas da fissuração em argamassas de revestimento:

- elevado consumo de cimento;
- alto teor de finos;
- grande consumo de água de amassamento;
- número e espessura de camadas de revestimento;
- argamassa com baixa retenção de água;
- falta ou deficiente cura da argamassa;
- aplicação de camadas com resistência inadequadas.

6.2.2.1 Trincas e Fissuras Devido a Movimentações Higroscópicas e Térmicas

A movimentação higroscópica das argamassas, conforme Thomaz (2020), provoca variações dimensionais nos materiais porosos integrantes em construções, e, com o aumento ou

diminuição do teor de umidade, combinado com a existência de vínculos restritivos de movimentações, provocam o aparecimento de fissuras.

Thomaz (2020) conceitua que a quantidade de água que um material absorve depende dos fatores capilaridade e porosidade. Silva (2007) complementa que, quando um material absorve certa quantidade de água, a capilaridade gera uma força de sucção. Thomaz (2020) afirma que, ao ter seus poros totalmente preenchidos com água, tem-se um aumento de volume, e diminuição na medida que perde água por evaporação, resultando no desenvolvimento de fissuras.

Vale destacar o papel da umidade em se da formação de fissuras em RAF. Thomaz (2020) reforça que a fissuração dos revestimentos em argamassa será acentuadamente maior nas regiões que corram maior incidência de água.

Thomaz (2020) também pontua que ciclos de umedecimento e secagem dessas argamassas provocam inicialmente a ocorrência de microfissuras, dentre as quais ocorrerão infiltrações de água cada vez maiores, acentuando as movimentações e fissuração.

A Figura 8 retrata a situação citada:

Figura 8 – Revestimento argamassado em adiantado processo de degeneração devido à presença de umidade.



Fonte: THOMAZ, 2020.

A Figura 9 ilustra outro exemplo:

Figura 9 – Fissuração da argamassa de revestimento provocada pelo fluxo de água através de peitoril de janela.



Fonte: THOMAZ, 2020.

Thomaz (2020) afirma que detalhes arquitetônicos inseridos nas fachadas cumprem a função básica de interromper os fluxos de água que escorrem pela parede, prevenindo fissuras como a da Figura 9.

Cincotto (1988) destaca que a expansão da argamassa de assentamento pode ocasionar fissuras horizontais no revestimento, conforme a Figura 10:

Figura 10 – Fissuras em revestimento argamassado externo causadas por expansão da argamassa de assentamento.



Fonte: CINCOTTO, 1988.

Essa expansão está relacionada também com as propriedades higroscópicas desses materiais e com a intensidade de variação de umidade (THOMAZ, 2020).

Também, como mecanismo de formação de fissuras, Thomaz (2020) considera que o surgimento destas através de origens térmicas ocorridas por movimentações diferenciadas entre os componentes de um elemento, tais como:

- junção de materiais com diferentes coeficientes de dilatação térmica, os quais estão sujeitos às mesmas variações de temperatura;
- exposição de elementos a diferentes solicitações térmicas naturais;
- o gradiente de temperaturas ao longo de um mesmo componente.

Todos os materiais que são empregados nas construções estão sujeitos a dilatações devido ao aumento de temperatura e a contrações devido a sua diminuição (BRE, 1979, apud THOMAZ, 2020).

Thomaz (2020) explica que o calor de superfície do RAF é transmitido para os componentes da alvenaria, os quais se dilatam e desenvolvem esforços de compressão entre eles.

Silva (2007) complementa admitindo que, como o RAF é aderido à alvenaria, recebe tensões decorrentes da variação de temperatura e rompe-se quando é ultrapassado o limite máximo de sua resistência.

Thomaz (2020) salienta que a movimentação térmica da estrutura também pode ocasionar o destacamento entre ela e as alvenarias.

As Figuras 11 e 12 ilustram essas situações:

Figura 11 – Destacamento entre alvenaria e pilar.



Fonte: THOMAZ, 2020.

Figura 12 – Destacamento entre alvenaria, viga e pilar.



Fonte: THOMAZ, 2020.

A NBR 13749 (ABNT, 2013) classifica como fissuras geométricas quando elas acompanham o contorno do componente da base. Ademais, a NBR 13749 (ABNT, 2013) descreve que fissuras na vertical podem ser originadas por:

- retração higrotérmica do componente;
- interfaces de base constituídas por materiais diferentes;
- locais onde deveriam ter sido previstas juntas de dilatação.

Cincotto (1975) considera desejável que a capacidade de deformação do revestimento supere a capacidade de deformação da parede, por exemplo. Em RAF, que estão expostos diretamente ao meio externo, Thomaz (2020) explica que temperaturas em épocas típicas do ano no Brasil, como nos meses de janeiro e julho, podem apresentar variações com amplitudes de 14 °C e 20 °C, com potencial de provocar fissuras devido às movimentações diferenciadas em relação à base.

Thomaz (2020) destaca que trincas originadas por variação de umidade dos materiais são muito semelhantes àquelas provocadas por variações de temperatura. Em ambos os casos, as aberturas variam de acordo com as propriedades higrotérmicas e das amplitudes de variação de temperatura ou da umidade (THOMAZ, 2020).

6.2.2.2 Fissuras por Retração de Produtos à Base de Cimento

Segundo Carasek (2007), a princípio, qualquer cimento pode ser empregado no preparo de argamassas de revestimento, entretanto, cimentos muito finos podem produzir maior retração plástica, gerando fissuras com configurações de mapa, conforme as Figuras 13 e 14:

Figura 13 – Revestimento com fissuração mapeada, típica de argamassas com alta retração.



Fonte: CARASEK, 2007.

Figura 14 – Fissuras recorrentes da retração da argamassa.



Fonte: THOMAZ, 2020.

A NBR 13749 (ABNT, 2013) ratifica afirmando que a retração da argamassa é originada pelo excesso de finos no traço, quer sejam de aglomerantes, quer sejam de finos no agregado ou por excesso de desempenamento.

Bastos (2001) afirma que as argamassas aplicadas em fachadas estão sujeitas a variações dimensionais (retração) em grandes superfícies que recebem agentes de intemperismo, e, conseqüentemente, o revestimento pode ter seu desempenho prejudicado pela fissuração.

Thomaz (2020) complementa que outros fatores também são responsáveis pela formação de fissuras por retração nas argamassas de revestimento, tais como:

- aderência com a base;
- número e espessura de camadas aplicadas;
- tempo entre a aplicação de camadas;
- perda de água rápida durante o endurecimento por ação intensa de ventilação e/ou insolação;
- capacidade de retenção de água;
- capilaridade e poder de absorção de água da base.

Thomaz (2020) também destaca que fissuras mapeadas são, em geral, microscópicas, com pequeno espaçamento entre elas, com linhas que se cruzam em ângulos próximos de 90°, conforme Figura 15:

Figura 15 – Fissuras por retração em argamassas de revestimento, com aberturas na ordem de 0,2 mm a 0,4 mm.



Fonte: THOMAZ, 2020.

6.2.2.3 Técnicas de Recuperação de Fissuras

A seguir serão destacadas algumas técnicas recomendadas para o tratamento de fissuras por autores renomados da área, visando à análise do processo de revitalização do estudo de caso.

Cincotto (1988) recomenda que, no caso de fissuras horizontais, deve ser realizada a renovações do revestimento após a total hidratação da cal da argamassa de assentamento. Para fissuras mapeadas, provenientes da retração da argamassa, a autora descreve que deve ser feita a renovação do revestimento ou da camada de pintura.

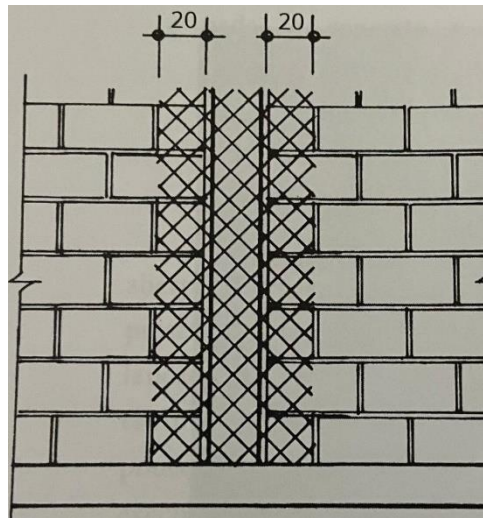
Thomaz (2020) complementa, analisando a recuperação de fissuras por retração dos RAF através da utilização de pintura elástica encorpada, acrescentada de reforço com tela de náilon ou véu de poliéster. O autor destaca que reparos com telas eletrossoldadas ou telas de estuque (metal *deployé*), em fissuras com movimentações importantes, não possuem bons resultados.

A utilização de argamassas preparadas com resinas flexíveis (PVA, acrílica, entre outras), com adição de fibras de polipropileno, também podem ser boas opções de recuperação (THOMAZ, 2020).

Quando o mecanismo de formação de fissuras é proveniente de movimentações da base, Thomaz (2020) elenca algumas técnicas, citadas abaixo:

- a) destacamento entre pilares e paredes: recorte do revestimento, utilização de tela eletrossoldada com malha de 25 mm e fios com bitola de 1,25 mm, inserida na nova argamassa, com transpasse de 20 cm para cada lado do pilar, conforme a Figura 16:

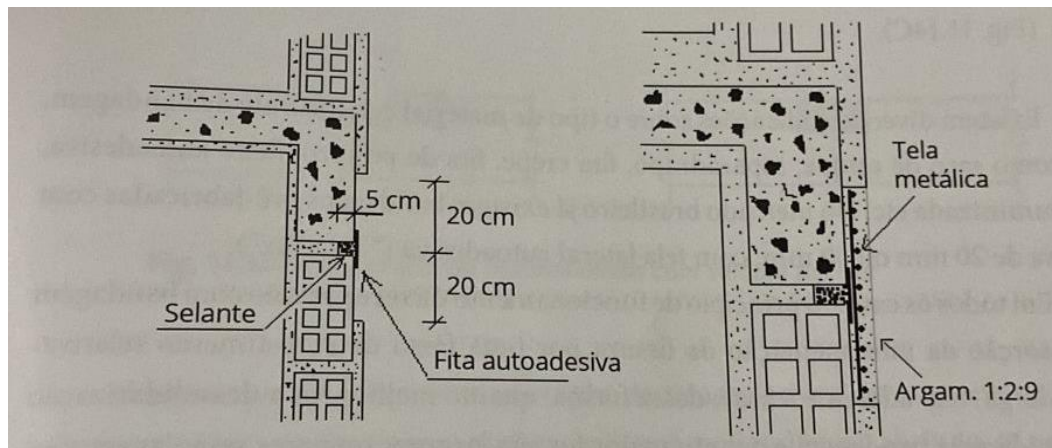
Figura 16 – Recuperação de descolamento entre alvenaria e pilar com tela metálica.



Fonte: THOMAZ, 2020.

- b) descolamento entre vigas e paredes: recorte do revestimento, introdução de selante flexível, bandagem de dessolidarização² e argamassa reforçada com tela metálica, conforme a Figura 17 abaixo:

Figura 17 – Recuperação de descolamento em fachada no encontro de alvenaria e viga.



Fonte: THOMAZ, 2020.

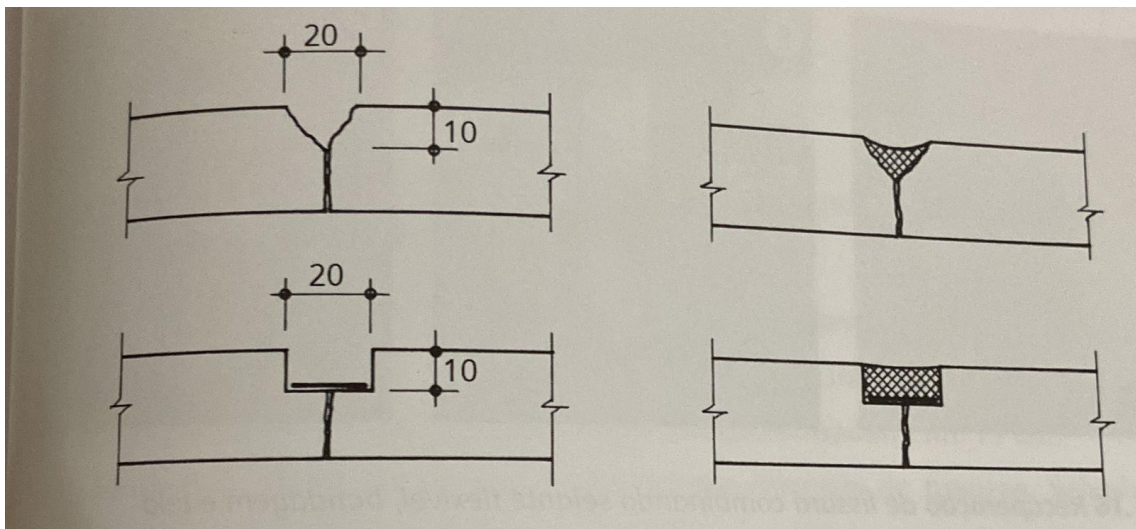
- c) reparos em fissuras ativas na pintura: quando o aumento da fissuração é detectado ao longo do tempo, o próprio sistema de pintura pode ser utilizado como forma de restauração. Nesse caso, a pintura deve ser reforçada com

² Materiais como saco de estopa, esparadrapo, fita crepe, fita de polipropileno autoadesiva, fita aluminizada ou bandagens pré-fabricadas são opções de materiais indicados para a bandagem de dessolidarização (THOMAZ, 2020).

tela fina de náilon ou polipropileno, com 10 cm de largura, seguida de seis a oito demãos de tinta elástica;

- d) reparos em trincas com selante: quando possível, pode-se utilizar selante flexível para recuperação de trincas ativas, abrindo-se a região da trinca com um sulco em formato de V, com aproximadamente 20 mm de largura e 10 mm de profundidade, conforme a Figura 18 abaixo:

Figura 18 – Recuperação de trincas ativas com selante flexível.



Fonte: THOMAZ, 2020.

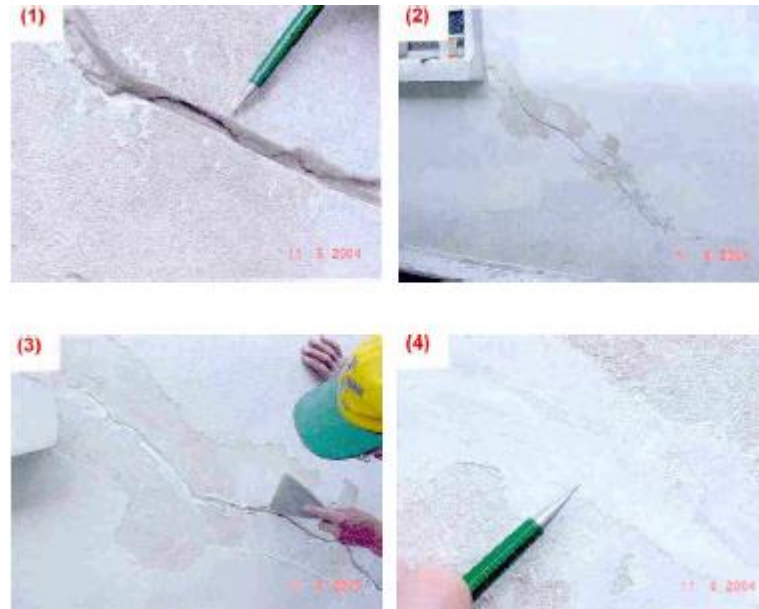
A NBR 13749 (ABNT, 2013) destaca que é fundamental observar a forma com que as fissuras se apresentam, inclusive a profundidade no revestimento, se superficial ou caso se estenda até a base do revestimento, recomendando o tratamento das seguintes formas:

- quando superficial, pode-se preencher com material de acabamento – massa corrida para preparo da superfície ou preenchimento com a própria camada;
- quando devidas à movimentação da base, devem ser estudadas soluções específicas e compatíveis, sendo importante detectar a existência de pontos de descolamento.

Sahade (2005), em sua dissertação de mestrado, analisou os diferentes procedimentos de recuperação de fissuras no RAF. O autor destaca que os sistemas de recuperação se diferenciam em técnicas tradicionais (telas metálicas, bandagem, grampeamento) ou inovadoras (selante, tirantes, injeções, membranas acrílicas). Ademais, quanto aos efeitos desses sistemas,

podem ser de característica ativa (liberada) ou passiva (travada), exemplificadas na prática através das Figuras 19, 20 e 21 abaixo:

Figura 19 – (1) Abertura de fissura com disco de corte; (2) Vista da abertura ao longo da fissura e remoção de acabamento; (3) Calafetação da fissura com massa acrílica; (4) Detalhe da fissura com massa acrílica em duas demãos.



Fonte: SAHADE, 2005.

Figura 20 – (1) Aplicação de camada de imprimação; (2) e (3) 1ª e 2ª demãos de impermeabilizante acrílico com tela de poliéster com bandagem central.



Fonte: SAHADE, 2005.

Figura 21 – (1) Abertura ao longo da fissura; (2) preenchimento do sulco formado com massa acrílica; (3) aplicação de tela de poliéster com bandagem central; (4) 2ª demão de massa acrílica, pronta para receber o acabamento final.



Fonte: SAHADE, 2005.

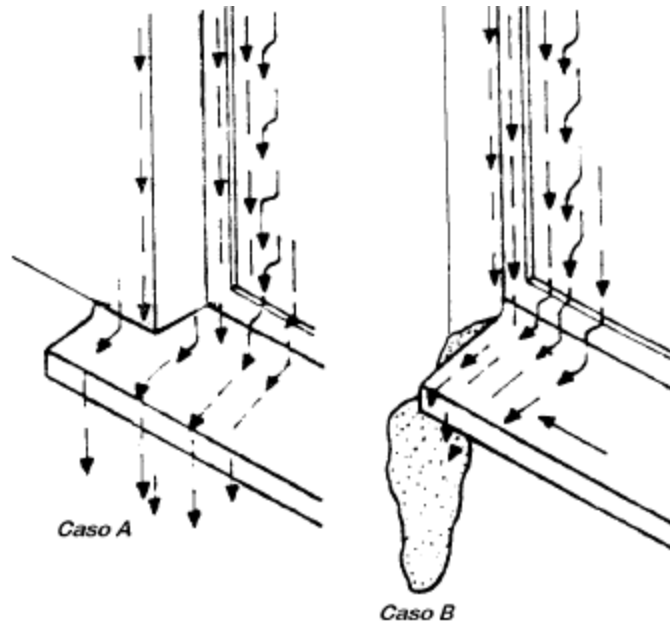
Fissuras higroscópicas, ocasionadas pelo fluxo da água da chuva, podem ser prevenidas através de detalhes arquitetônicos, como com a instalação correta de pingadeiras e peitoris nas aberturas e ao longo da fachada.

Sabbatini et al. (1998) denominam peitoris detalhes que protegem o RAF da ação da chuva e necessitam ser devidamente projetados, com detalhes especificados como:

- avanço na lateral para dentro da alvenaria;
- ressalto em relação ao plano da fachada de no mínimo 25 mm;
- canal ou sulco inferior para o descolamento da água;
- caimento de no mínimo 7%;
- emprego recomendado de pré-moldados ou pedras naturais com baixa permeabilidade à água.

A Figura 22 exemplifica o detalhamento do peitoril para abertura de janelas:

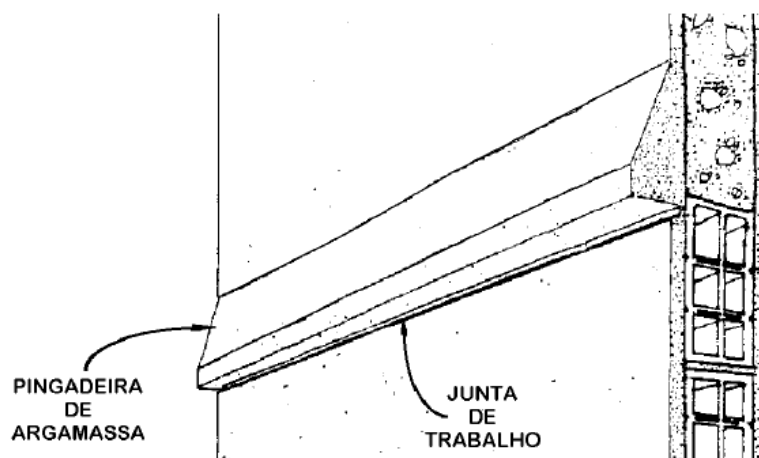
Figura 22 – (Caso A) Correto detalhe de peitoril de janela, com o fluxo de água interrompido; (Caso B) Detalhe falho de peitoril com escoamento da água pela fachada.



Fonte: SABBATINI et al., 1998.

Sabbatini et al. (1998) também denominam como pingadeira projeções ou saliências da fachada, com a função de descolar o fluxo da água pela superfície. Os autores afirmam que esse detalhe deve estar associado a uma junta de trabalho na sua face inferior, avançando cerca de 4 cm do plano da fachada, conforme detalhe da Figura 23:

Figura 23 – Detalhe de pingadeira executada em plano da fachada.



Fonte: SABBATINI et al., 1998.

6.2.3 Umidade, Manchamento e Bolor

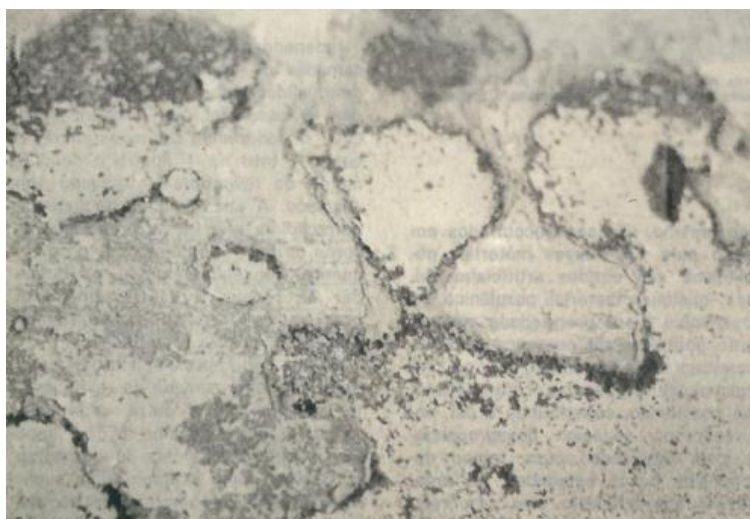
A umidade, quando é incidida no RAF, podem causar manifestações patológicas que estão associadas a diversas causas. Sato (1997, apud BARROS et al., 1997) indica fatores que propiciam o acúmulo ou o escoamento de água na superfície das fachadas:

- projeto: detalhes arquitetônicos para o escoamento das águas, orientação e altura do edifício;
- condições climáticas: o local da implantação da obra influencia na quantidade de água que incide nas fachadas e no grau de secagem das mesmas;
- constituição e propriedades dos materiais que compõem a fachada;
- forma geométrica dos componentes: a presença de vazios (furos) em componentes de fachada dificulta a difusão de umidade no interior da parede.

Argilés (1999, apud SILVA, 2007) analisa que os problemas causados pela umidade em fachadas exigem o entendimento de como a água, em seus diversos estados físicos (sólido, líquido ou gasoso), tende a penetrar, mover e a reagir com o RAF.

Bauer (1997) comenta que os problemas relacionados à umidade em edificações encontram-se na formação de manchas, bolor, descolamentos, fissuras, entre outros. A Figura 24 ilustra um exemplo de formação de bolor:

Figura 24 – Acúmulo de bolor no revestimento por efeito da umidade.



Fonte: CINCOTTO, 1988.

Cincotto (1988) complementa afirmando que a infiltração no revestimento provoca a desagregação, com pulverulência, ou a formação de bolor em pontos onde não ocorre a incidência de sol. A autora também destaca que tintas impermeáveis são responsáveis pela formação de vesículas ou bolhas, resultantes da percolação de água que se acumula entre o revestimento e a tinta.

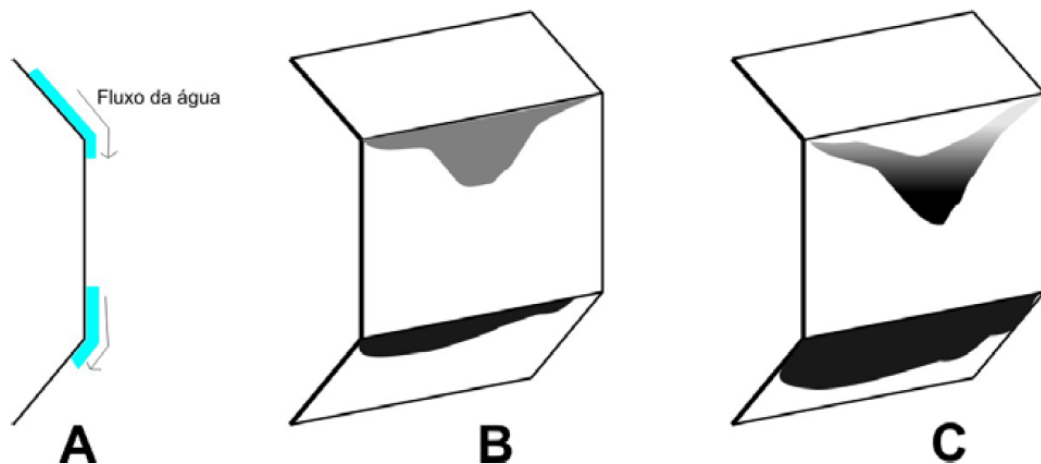
Bauer (1977) destaca que o manchamento de fachadas é influenciado também pelas seguintes ocasiões, principalmente nas médias e grandes cidades:

- vento;
- chuva direta;
- chuva escorrida;
- temperatura;
- porosidade do material de revestimento;
- textura superficial do revestimento;
- formas dos elementos da fachada;
- cores dos materiais constituintes.

Petrucci (2000) salienta que a orientação da fachada tem importante papel em relação à incidência de chuva para prevenção de manchamentos, pois as superfícies expostas a ventos pluviais receberão maior quantidade de água de chuva do que as não expostas.

Barth (2000, apud SILVA, 2007) indica que, em fachadas, partículas suspensas no ar se depositam na superfície, e com o escoamento da água da chuva partículas muito aderidas suportam a força de escoamento e ficam junto à fachada, alterando seu aspecto. Assim, a geometria da fachada influencia a maneira de como a água escoar, criando regiões mais limpas do que outras, conforme a Figura 25 abaixo:

Figura 25 – (A) transporte de partículas nos planos das fachadas; (B) depósito de partículas na região de fluxo lento de água; (C) surgimento de áreas lavadas e com acúmulo de partículas,



Fonte: BARTH, 1998, apud SILVA, 2007.

Elementos metálicos fixados junto à fachada da edificação podem ocasionar manchamentos por corrosão. Bauer (1997) classifica o fenômeno como contaminação ambiental por substâncias agressivas, as quais se dividem em grupos salinos e gasosos.

Bauer (1997) explica que os sais são incorporados ao material junto com a água, e os gases podem penetrar dissolvidos na água de chuva ou por difusão, acarretando corrosão mecânica, química e perda do isolamento térmico por umedecimento.

A ação dos diferentes agentes de degradação exteriores à edificação provoca a deterioração do RAF, além de causar uma aparência desagradável (GUERRA, 2012). Além disso, Carvalho (2014) salienta que, além da umidade, o acúmulo de sujeiras facilita o desenvolvimento de vegetação parasitária e fungos, uma vez que o crescimento dos mesmos se dá pela sujeira acumulada.

A sujeira, descrita por Freitas et al. (2005), é decorrente do acúmulo na superfície de material de diversas naturezas (poeiras, fuligem e outras partículas poluentes), provenientes do próprio revestimento, do meio-ambiente ou da base de aplicação. Os autores comentam que os aspectos podem ser uniformes (como em zonas que estão protegidas da chuva) ou diferenciados (provocados por escorrências).

O surgimento de manchas por umidade, sujeidade, presença de bolor, corrosão e até vegetação parasitária possui diversas relações causais, de acordo com Freitas et al. (2005), conforme a Tabela 7 abaixo:

Tabela 7 – Matriz de correlação entre as manchas e suas possíveis causas.

Causas	Fase	Manchas existentes na superfície				
		M3	M5	M6	M7	M8
C1	P	2	2	2	2	1
C2	P	2	2	1	2	0
C3	P	2	2	2	2	0
C4	P	1	2	1	0	0
C7	E	1	2	0	0	1
C8	E	0	2	0	0	0
C9	E	0	1	0	0	0
C10	U/M	2	1	0	0	1
C11	U/M	2	0	1	1	2
C12	U/M	1	2	2	2	2
C13	A	1	1	2	0	0
C14	A	1	1	2	0	0
C15	A	2	0	2	2	2
C16	A	2	2	2	2	1

Legenda:
Tipos de Correlação: 0 (sem correlação); 1 (baixa correlação); 2 (alta correlação)
Fases: P (projeto); E (execução); U/M (utilização/manutenção); A (ambiente)
Manchas:
M3 - Sujidade
M5 - Umidade
M6 - Fungos / bolores
M7 - Vegetação parasitária
M8 - Corrosão
Causas:
C1 - Deficiências construtivas (ausência de pingadeiras, ...) (P);
C2 - Geometria da fachada (zonas planas, com saliências, ...) (P);
C3 - Características da superfície dos revestimentos (porosidade, rugosidade, ...) (P);
C4 - Deficiente isolamento térmico das paredes (P);
C7 - Preparação e estado da base (poeiras ou sais, umedecimento, juntas, ...) (E);
C8 - Condições atmosféricas desfavoráveis durante aplicação e cura (E);
C9 - Desacordo com recomendações de execução e projeto (espessura, ...) (E);
C10 - Ação humana (vandalismo, instalação de aparelhos de A/C, plantações, ...) (U/M);
C11 - Ação animal (permanência de aves, animais domésticos, ...) (U/M);
C12 - Deficiência de manutenção (limpeza com ácidos ou bases fortes, excesso ou ausência de água, ...) (U/M);
C13 - Fraca exposição solar (número significativo de sombreamentos) (A);
C14 - Umedecimento contínuo ou alternado (ciclos de molhagem/secagem) (A);
C15 - Poluição atmosférica ou outras partículas no ar (A);
C16 - Ação e direção dos ventos predominantes (A);

Fonte: Adaptado de FREITAS et al., 2005.

Para Alluci et al. (1988, apud FERREIRA, 2010) para a recuperação de regiões afetadas pela umidade e bolor é primordial a identificação do agente deteriorador. Os autores recomendam que, para áreas afetadas por fungos, pode-se realizar limpeza com escova de piaçava, com uma solução contendo agentes de limpeza (fosfato trissódico, detergente ou hipoclorito de sódio) e água.

Cincotto (1988) complementa, recomendando que deve ser eliminada a infiltração por umidade, seguida por lavagem com solução de hipoclorito e eventual reparo do revestimento quando pulverulento.

Sabbatini et al. (1998) destacam que a prevenção de manchas por umidade pode ser efetiva através do correto detalhamento e execução de peitoris e pingadeiras.

Freitas et al. (2005) afirmam que a limpeza melhora significativamente a aparência da fachada, podendo remover os microrganismos orgânicos, contaminantes químicos e manchas, além de poder revelar alguns defeitos que não estão aparentes.

Sahade (2005) também elenca algumas soluções para limpeza das superfícies de fachadas:

- superfícies em boas condições, a preparação envolverá apenas a lavagem completa com água limpa;
- sujeiras, poeiras e materiais soltos devem ser removidos com auxílio de escovas macias e jatos de água. Quando de difícil limpeza, pode-se utilizar espátula, escova com fios de aço ou jatos de areia;
- bolor e outros microrganismos devem ser removidos esfregando-se a superfície com escova de fios duros e solução de hipoclorito de sódio (1:1), com 4% a 6% de cloro ativo, deixando-se agir por uma hora, enxaguando com água em seguida.

Além das técnicas de limpeza, Polito (2006) destaca que a realização de pintura da superfície com uma tinta à base d'água (como as com base de acrílico) de alta qualidade previne o ressurgimento do bolor.

6.2.4 Espetro de Juntas ou “Fantasmas”

Segundo Logeais (1989, apud BARROS et al., 1997) os “fantasmas” ou espectros de juntas são denominados pelo desenho de linhas de juntas horizontais e verticais no revestimento, e a causa mais frequente é o fenômeno físico conhecido como termoforese.

Barros et al. (1997) salientam que esse fenômeno ocorre por causa do depósito diferencial de poeiras na superfície, cuja intensidade é função da temperatura superficial das paredes, sendo o depósito mais intenso quanto mais baixa for a temperatura.

O CSTB (1993, apud BARROS e CRESCENCIO, 2005) designa como espectro a aparição de juntas da alvenaria através do revestimento. Barros e Crescencio (2005) complementam que o fenômeno pode permanecer constantemente visível, ou apenas esporadicamente, como quando o revestimento é molhado. Neste caso, as autoras afirmam que as manchas ocorridas após a umidificação podem ser devidas à sucção não uniforme da água em toda a superfície.

Conforme Freitas e Alves (2015), durante a secagem, ocorre uma hidratação não uniforme, devido à diferença de temperaturas existentes na fachada e à absorção desigual dos diferentes materiais de suporte.

Freitas et al. (2005) acrescentam que os “fantasmas” podem ocorrer pela disposição desigual de poeiras sobre a superfície, permitindo a visualização da alvenaria através de diferenças de cor. A Figura 26 a seguir ilustra um exemplo do fenômeno:

Figura 26 – Aparição dos “fantasmas” em fachada de revestimento em argamassa.



Fonte: LEAL, 2003.

Freitas et al., (2005) recomendam que, na existência de “fantasmas”, pode-se realizar uma escovação com escovas de náilon, alternando com lavagem com jato d’água. Também, os autores indicam a lavagem com detergentes ou produtos saponáceos.

Para solucionar a absorção desigual dos substratos em superfícies porosas, como o revestimento argamassado, Uemoto (2002) recomenda, primeiramente, retirar partículas soltas, sujeira, poeira ou microrganismos biológicos, seguido do tratamento superficial com fundo selador antes da camada de pintura.

Em casos mais graves, por exemplo quando ocorre o aparecimento da argamassa de assentamento da alvenaria, Barros e Crescencio (2005) comentam que deve ser realizado um estudo prévio da espessura do revestimento de fachada, observando as espessuras mínimas recomendadas, e se necessário aumentar a espessura do RAF, com aumento do tempo de cura entre as camadas, contemplando o chapiscamento da base.

6.2.5 Testes e ensaios

As condições do revestimento de fachada em argamassa existente podem ser verificadas através de testes e ensaios in loco. Freitas et al. (2005) consideram que a durabilidade do RAF, ou seja, a capacidade do desempenho ser mantida ao longo do tempo depende de um projeto adequado, de uma execução criteriosa e de uma manutenção periódica.

Os testes e ensaios realizados in loco no revestimento de fachada investigam e analisam a qualidade atual do revestimento, fator que está diretamente relacionado com a durabilidade do mesmo (FREITAS et al., 2005).

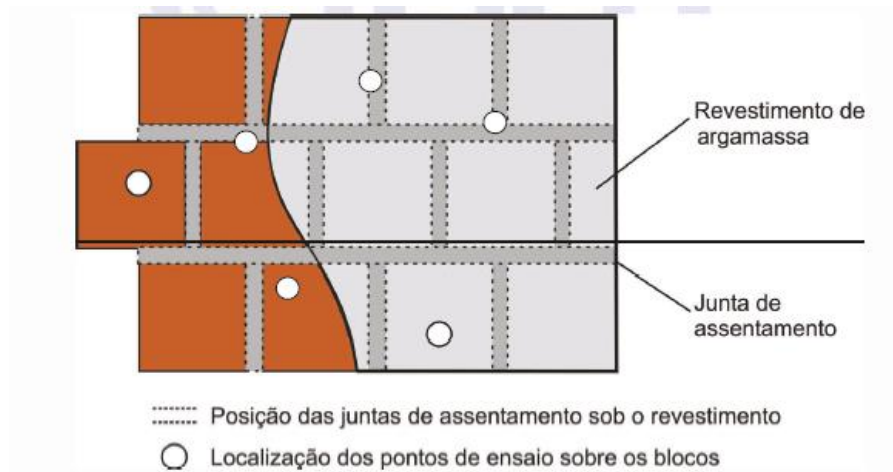
6.2.5.1 Ensaio de Resistência de Aderência à Tração

A NBR 13528-1 (ABNT, 2019) define que a resistência de aderência à tração (R_a) é a tensão máxima que uma área limitada de revestimento suporta. A área limitada denomina-se corpo de prova, e a interface de avaliação deve suportar a R_a quando submetida a um esforço ortogonal de tração (ABNT, 2019).

Conforme a NBR 13528-2 (ABNT, 2019) os corpos de prova podem ser preparados na região do revestimento aplicado, sejam eles acabados, antigos ou recentes.

O número de determinações deve conter 12 corpos de prova de mesmas características, com uma distribuição aleatória no painel revestido, contemplando o arrancamento em juntas e blocos, espaçados entre si e entre cantos e quinas em, no mínimo, 50 mm (ABNT, 2019). A Figura 27 ilustra essa determinação:

Figura 27 – Posição dos corpos de prova para a realização do ensaio.

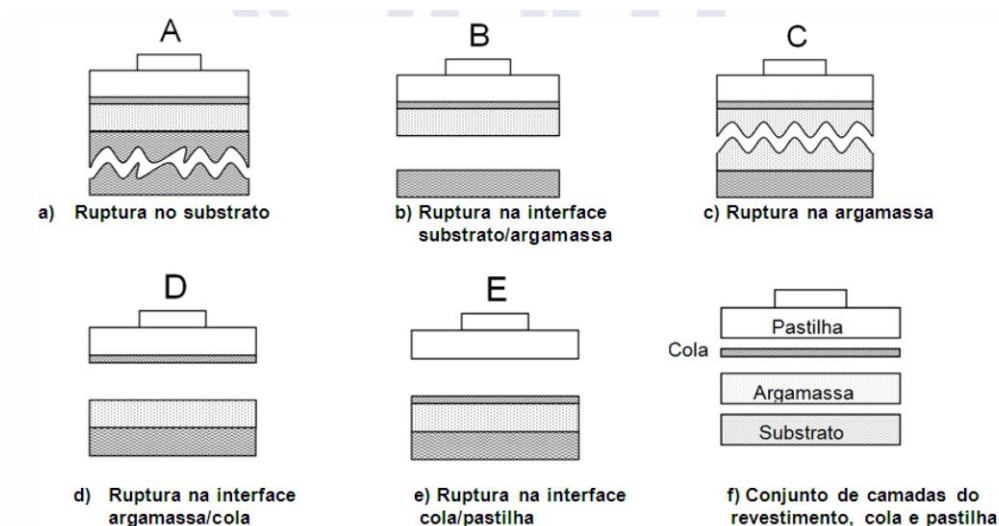


Fonte: ABNT, 2019.

Após a locação dos pontos de arrancamento, realiza-se o corte no revestimento, a colagem das pastilhas de forma centrada no corpo de prova, e aplicação contínua de carga através do equipamento de tração, registrando a carga ou tensão de ruptura (ABNT, 2019).

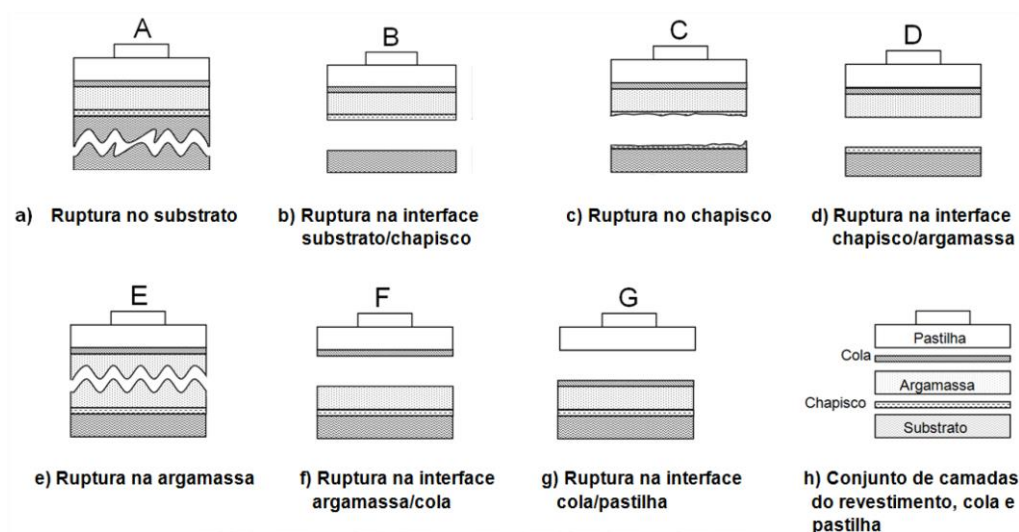
As formas de ruptura dos corpos de prova devem ser expressas através da porcentagem de ocorrência juntamente com o respectivo valor da Ra (ABNT, 2019). As formas de ruptura são descritas nas Figuras 28 e 29 abaixo:

Figura 28 – Forma de ruptura para um sistema de revestimento sem chapisco e esquema do conjunto de camadas.



Fonte: ABNT, 2019.

Figura 29 – Forma de ruptura para um sistema de revestimento com chapisco e esquema do conjunto de camadas.



Fonte: ABNT, 2019.

Os valores de Ra devem ser comparados de acordo com a recomendação da NBR 13749 (ABNT, 2013), ressaltando que o limite de resistência para paredes externas com revestimento de pintura ou base para reboco é maior ou igual a 0,30 MPa. O revestimento deve ser aceito se, em cada grupo de seis ensaios realizados, pelo menos quatro apresentarem valores iguais ou superiores ao limite de Ra (ABNT, 2013).

6.2.5.2 Ensaio de Percussão

O ensaio de percussão, de acordo com a NBR 13749 (ABNT, 2013) é uma boa referência para verificação da aderência do revestimento. A avaliação deve ser realizada com impactos leves, utilizando um martelo de madeira ou outro instrumento rijo. Ceotto et al. (2005) comentam que também pode-se utilizar martelo com cabeça de plástico.

O ensaio deve ser feito em uma área de 1 m², a cada 100 m² para paredes, sendo que os revestimentos que apresentarem som cavo devem ser integralmente percutidos para possibilitar a investigação da área total com falha de aderência, a qual deve ser reparada (ABNT, 2013).

Ceotto et al. (2005) afirmam que, quando esses sons ocorrem, existem indícios de que houve deslocamento do revestimento, sendo necessário percutir a maior área possível, delimitando-a e realizando a remoção.

Destaca-se que a remoção deve ser cuidadosa, para verificar em qual interface que ocorreu o deslocamento, se entre o emboço e o chapisco, se entre o chapisco e a base, ou se entre o reboco e o emboço (CEOTTO et al., 2005).

6.2.5.3 Teste do Risco

A dureza da superfície do revestimento pode ser verificada através do teste do risco. Ceotto et al. (2005) comentam que, na superfície, devem ser executados riscos cruzados com um prego de aço e observar a profundidade do sulco que será produzido.

A NBR 13749 (ABNT, 2013) afirma que o revestimento, quando endurecido, não pode desagregar-se pela pressão das mãos, e caso aconteça, pode ser indicativo de uma qualidade não atingida, causadas por exemplo pela pulverulência.

Assim, quanto maior a profundidade do sulco, menor será a dureza e resistência da superfície, e quanto mais difícil for de se executar o risco, maior é a dureza e resistência dessa superfície (CEOTTO et al., 2005).

7 ESTUDO DE CASO

A seguir, apresenta-se a edificação existente do estudo de caso, informando a sua localização, o contexto histórico, os componentes e revestimentos das fachadas e por fim uma análise das principais manifestações patológicas encontradas, com o provável diagnóstico e técnicas de restauro das mesmas.

Ademais, é feita uma análise crítica do escopo que está planejado para execução do serviço de revitalização das fachadas com revestimento argamassado, através de uma comparação do que está recomendado na literatura e o que está realmente discriminado no escopo executivo.

7.1 CARACTERIZAÇÃO E CONTEXTO HISTÓRICO DO EDIFÍCIO

Fundado em 1958, um antigo hotel que está localizado no bairro Centro Histórico de Porto Alegre. Fechado desde 2015, foi adquirido por uma incorporadora, com o intuito de transformar a edificação para um uso misto, ou seja, comercial e residencial. O prédio irá possuir os primeiros três andares destinados a áreas comerciais, onze pavimentos contendo apartamentos e um *rooftop* para uso condominial, totalizando uma altura aproximada de 55 metros.

Assim, as fachadas do prédio também estão contempladas nesse plano de transformação do edifício, assim aderidas ao processo de revitalização. A Figura 30 abaixo ilustra a localização do empreendimento:

Figura 30 - Localização e orientação do empreendimento.



Fonte: adaptado de Google Earth, 2022.

O bairro Centro Histórico é caracterizado por edifícios com considerável idade, e com isso suas composições arquitetônicas refletem o conceito estético da época da construção. A região contempla um grande fluxo diário de pessoas e veículos, consequência de ser uma das entradas da capital gaúcha e o núcleo de crescimento da cidade. Com isso, aumenta-se a importância da manutenção para a contínua valorização dessa área com tamanha importância histórica, mesmo que atualmente não se observe essa ação de conservação, fator que justifica a necessidade de revitalização desse centro urbano.

Conforme abordado no item 4.1, a prefeitura de Porto Alegre planeja conceber uma reabilitação do Centro, e certamente a revitalização do empreendimento em estudo contribui para esse plano municipal. A intervenção no patrimônio aumenta o valor do mesmo, e, junto com a revitalização de fachadas, valoriza-se também o entorno, impulsionando ainda mais a demanda por investimentos na região. Ademais, as fachadas são constantemente solicitadas por ações externas que acabam degradando o revestimento com o tempo, ainda mais quando não é realizada nenhuma manutenção preventiva.

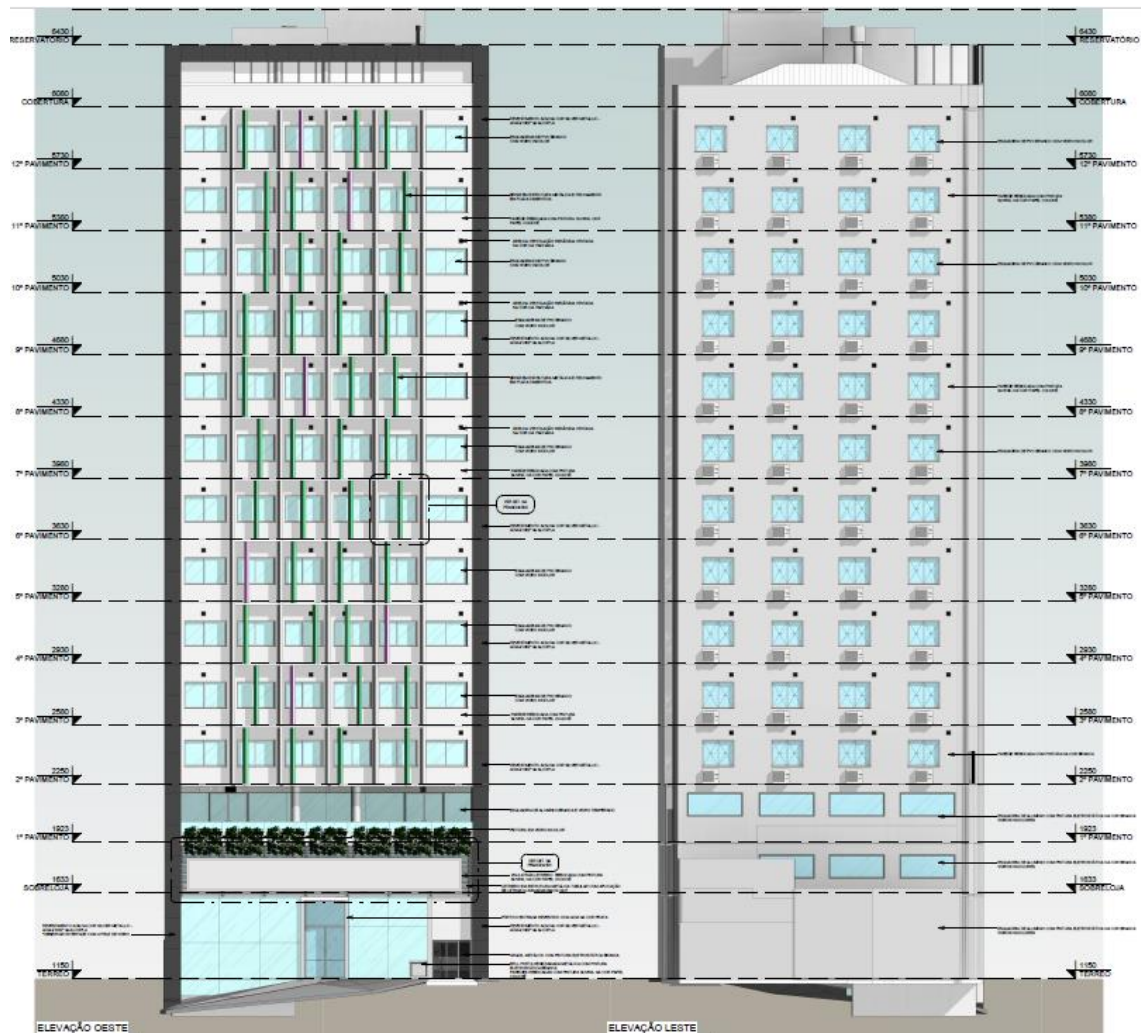
O processo de revitalização de fachadas contribui para a preservação da história da cidade, mas é importante uma análise dos componentes construtivos existentes, uma vez que

esse procedimento engloba uma série de conceitos, conforme visto no item 4.3. A decisão de revitalizar contempla uma importante decisão de grau de intervenção, ao mesmo tempo que retrata a vontade dos construtores em se manter e melhorar esse patrimônio muito frequentado e conhecido pela população.

7.2 O PROJETO E SUAS FACHADAS

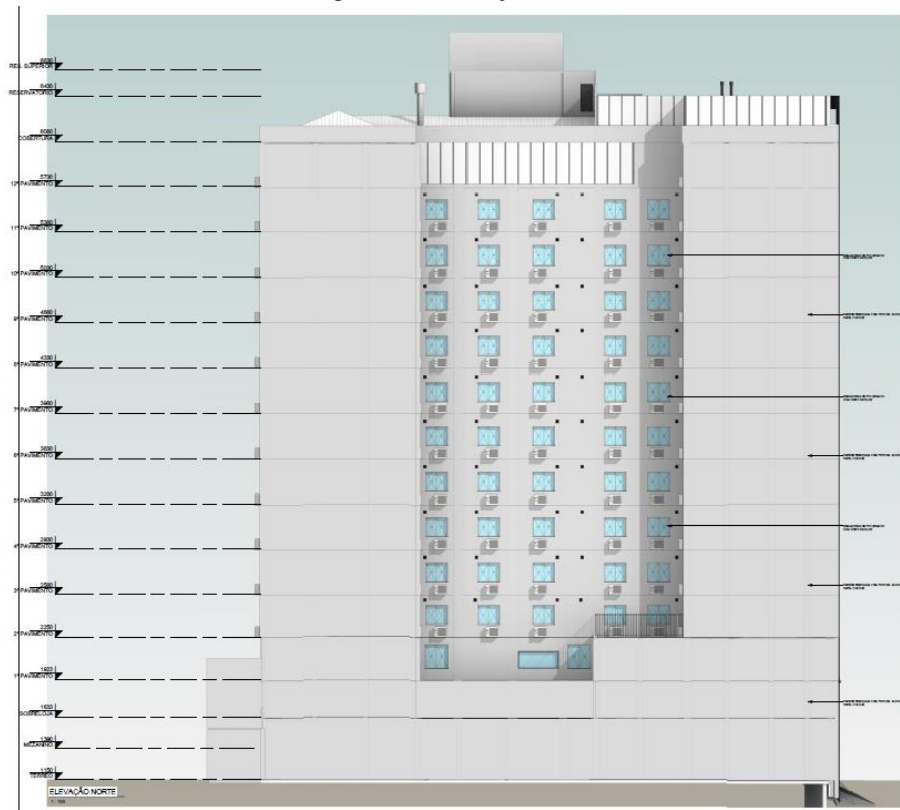
O projeto arquitetônico contempla as elevações da fachada da obra. O edifício possui quatro faces exteriores, sendo elas ilustradas nas Figuras 31, 32 e 33:

Figura 31 - Elevações Oeste (frontal) e Leste (fundos).



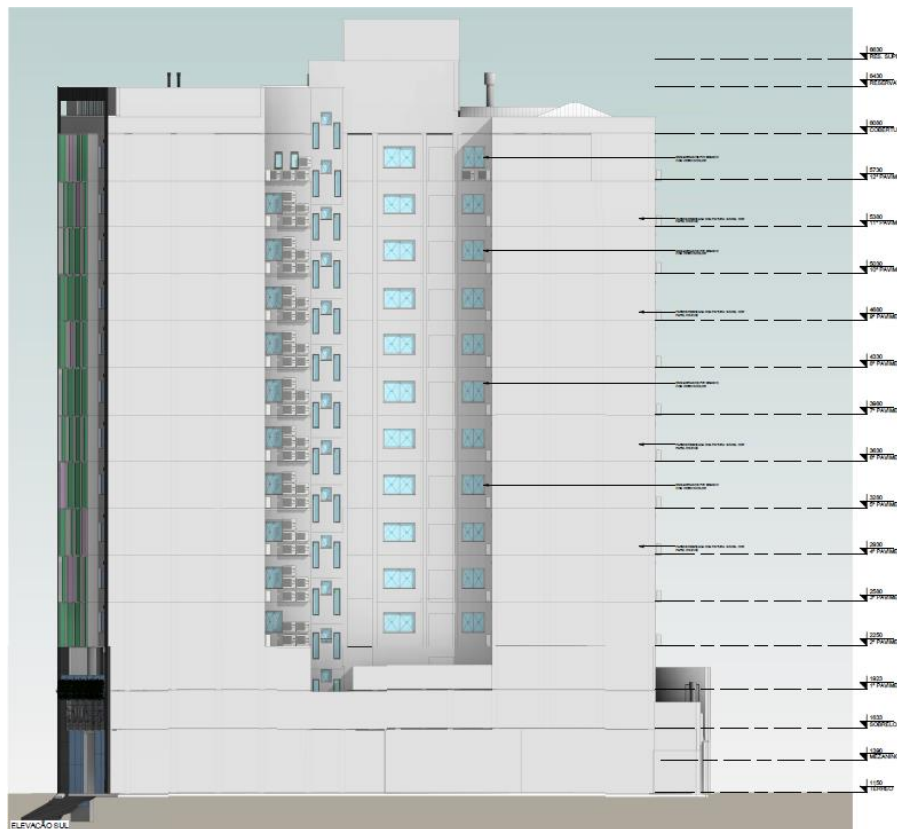
Fonte: Construtora, 2020.

Figura 32 - Elevação Norte.



Fonte: Construtora, 2020.

Figura 33 - Elevação Sul.



Fonte: Construtora, 2020.

O projeto, junto com o memorial descritivo, descreve que o revestimento deve ser mantido em sua composição original, ou seja, o próprio revestimento argamassado seguido da aplicação de pintura. Não é informada a forma de intervenção do RAF, bem como não é especificado algum procedimento executivo para se atingir o acabamento final. Ademais, não se tem a informação de quando foi realizada a última manutenção do revestimento.

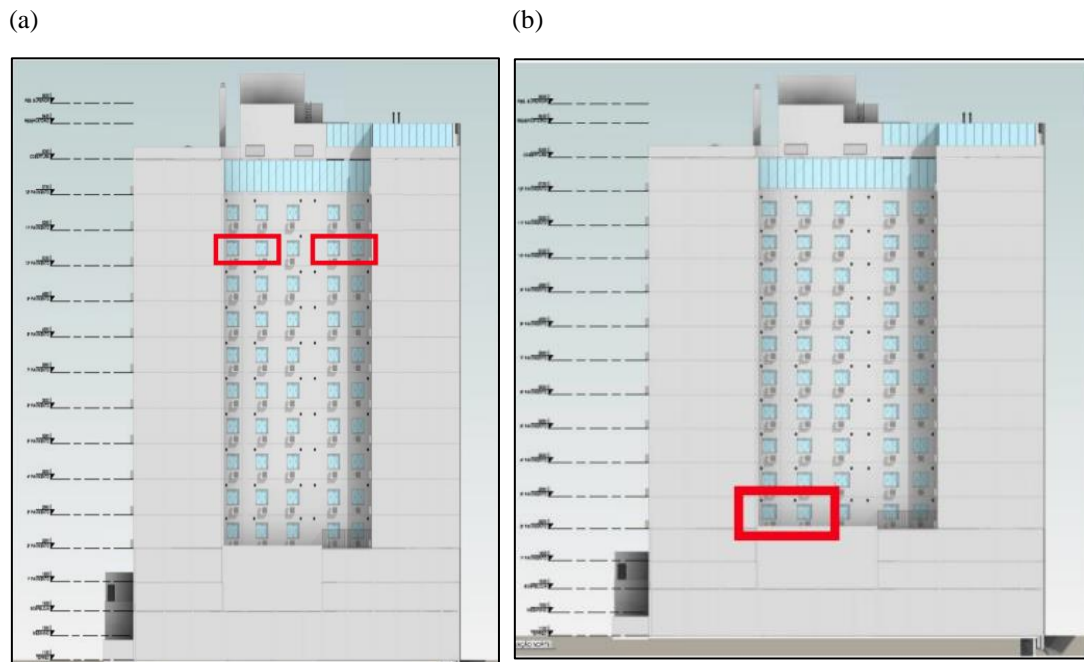
Assim, cabe a equipe da obra investigar as propriedades atuais do RAF, através de uma inspeção, ensaios, análise e diagnóstico para restauro do revestimento argamassado.

7.3 TESTES E ENSAIOS *IN LOCO*

A construtora responsável pela obra contratou uma empresa com laboratório especializado em testes para revestimentos de fachadas. Foram realizados dois ensaios, ambos no ano de 2020, em datas diferentes para verificação da resistência à tração. Foram contratados no total 48 pontos de intervenção, escolhidos aleatoriamente ao longo das quatro fachadas do edifício. Foram priorizados pontos de arrancamento nos pavimentos inferiores e superiores. Após a extração dos corpos de prova, foi realizado um mapeamento contendo a localização dos mesmos. Com o resultado de avaliação do laudo de arrancamento, foi possível detectar a resistência à aderência (Ra) do revestimento existente.

As Figuras 34 a 37 e as Tabelas 8 a 11 ilustram o mapeamento dos pontos e os resultados do ensaio por fachada:

Figura 34 - Localização dos corpos de prova na fachada norte do: (a) 10° e (b) 2° pavimentos.



Fonte: Construtora, 2020.

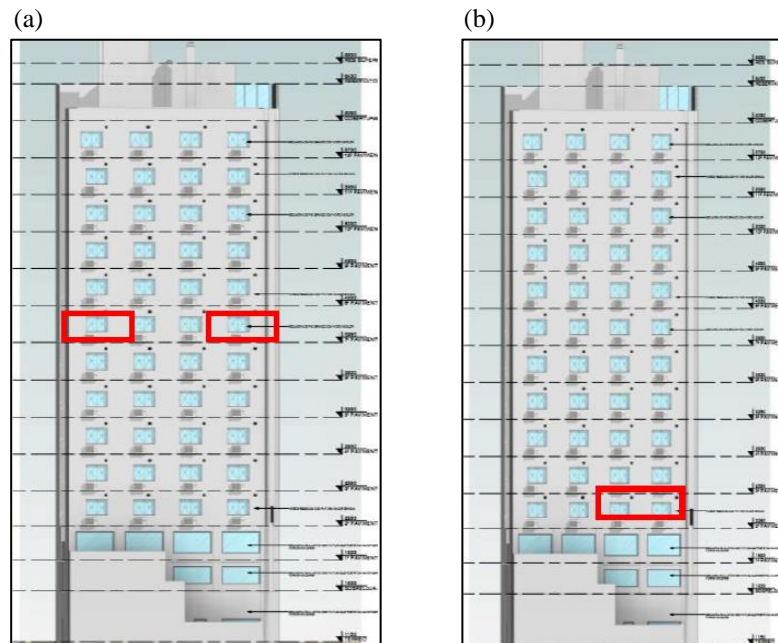
Tabela 8 - Determinação da resistência de aderência à tração dos corpos de prova do: (a) 10° e (b) 2° pavimentos.

Identificação (Obra)	Área Efetiva	Carga de Ruptura	Resistência de aderência à tração
(nº)	(mm ²)	(N)	(MPa)
1	1.924	50	> 0,03
2	1.924	50	> 0,03
3	1.924	310	> 0,16
4	1.924	460	> 0,24
5	1.924	50	> 0,03
6	1.924	50	> 0,03
7	1.924	320	> 0,17
8	1.924	500	> 0,26
9	1.924	400	0,21
10	1.924	50	> 0,03
11	1.924	50	0,03
12	1.924	50	> 0,03

Identificação (Obra)	Área Efetiva	Carga de Ruptura	Resistência de aderência à tração
(nº)	(mm ²)	(N)	(MPa)
1	1.924	510	> 0,26
2	1.924	510	0,26
3	1.924	220	0,11
4	1.924	50	0,03
5	1.924	110	0,06
6	1.924	100	0,05
7	1.924	360	0,19
8	1.924	530	0,27
9	1.924	390	0,20
10	1.924	1120	0,58
11	1.924	250	0,13
12	1.924	50	0,03

Fonte: Construtora, 2020.

Figura 35 - Localização dos corpos de prova na fachada leste do: (a) 7º e (b) 2º pavimentos.



Fonte: Construtora, 2020.

Tabela 9 - Determinação da resistência de aderência à tração dos corpos de prova do: (a) 7º e (b) 2º pavimentos.

Identificação (Obra)	Área Efetiva	Carga de Ruptura	Resistência de aderência à tração
(nº)	(mm ²)	(N)	(MPa)
13	1.924	50	0,03
14	1.924	50	0,03
15	1.924	50	> 0,03
16	1.924	50	> 0,03
17	1.924	50	> 0,03
18	1.924	50	0,03
19	1.924	50	0,03
20	1.924	700	> 0,36
21	1.924	50	0,03
22	1.924	550	> 0,28
23	1.924	780	> 0,40
24	1.924	210	0,11

Identificação (Obra)	Área Efetiva	Carga de Ruptura	Resistência de aderência à tração
(nº)	(mm ²)	(N)	(MPa)
13	1.924	660	0,34
14	1.924	150	> 0,08
15	1.924	530	> 0,27
16	1.924	50	> 0,03
17	1.924	50	0,03
18	1.924	160	> 0,08
19	1.924	1150	0,59
20	1.924	320	> 0,17
21	1.924	50	> 0,03
22	1.924	210	0,11
23	1.924	520	> 0,27
24	1.924	110	> 0,06

Fonte: Construtora, 2020.

Figura 36 - Localização dos corpos de prova na fachada sul no 5º pavimento.



Fonte: Construtora, 2020.

Tabela 10 - Determinação da resistência de aderência à tração dos corpos de prova do 5º pavimento.

Identificação (Obra)	Área Efetiva	Carga de Ruptura	Resistência de aderência à tração
(nº)	(mm ²)	(N)	(MPa)
25	1.924	50	0,03
26	1.924	50	0,03
27	1.924	50	0,03
28	1.924	50	0,03
29	1.924	50	0,03
30	1.924	50	0,03
31	1.924	50	0,03
32	1.924	50	0,03
33	1.924	50	0,03
34	1.924	50	> 0,03
35	1.924	50	0,03
36	1.924	50	0,03

Fonte: Construtora, 2020.

Figura 37 - Localização dos corpos de prova na fachada oeste no 4° e 12° pavimentos.



Fonte: Construtora, 2020.

Tabela 11 - Determinação da resistência de aderência à tração dos corpos de prova do 4° e 12° pavimentos.

Identificação (Obra)	Área Efetiva	Carga de Ruptura	Resistência de aderência à tração
(nº)	(mm ²)	(N)	(MPa)
37	1.924	50	0,03
38	1.924	50	0,03
39	1.924	50	0,03
40	1.924	50	0,03
41	1.924	50	0,03
42	1.924	50	0,03
43	1.924	50	> 0,03
44	1.924	50	0,03
45	1.924	660	0,34
46	1.924	50	0,03
47	1.924	50	0,03
48	1.924	50	0,03

Fonte: Construtora, 2020.

Através dos resultados, observa-se que apenas seis corpos de provas ensaiados obtiveram R_a maior do que 0,3 Mpa, valor de resistência mínimo recomendado pela NBR 13749 (ABNT, 2013). Desses pontos, um é referente ao 2º pavimento da fachada norte, dois localizados no mesmo pavimento da fachada leste, dois referentes ao 7º pavimento da mesma fachada e um localizado na fachada oeste, o qual não teve o pavimento informado.

Na fachada norte, 10º pavimento, oito dos doze pontos ensaiados obtiveram formas de ruptura do tipo E, ou seja, quando a ruptura acontece na argamassa de revestimento. No 2º pavimento, dez dos doze corpos ensaiados apresentaram a forma de ruptura do tipo B, ou seja, quando a ruptura acontece na interface entre a base e o chapisco.

Para a fachada leste, no 7º pavimento, a forma de ruptura predominante, em seis dos doze pontos ensaiados, foi do tipo B. Já no 2º pavimento, sete dos doze corpos de prova ensaiados tiveram forma de ruptura do tipo E.

Os pontos da fachada sul, no 5º pavimento, apresentaram forma de ruptura predominante do tipo B. Já os pontos da fachada oeste, que não teve os pavimentos identificados no ensaio, obtiveram forma de ruptura em onze dos doze pontos do tipo B.

Assim, pode-se obter algumas conclusões através do resultado dos ensaios, tais como:

- para se seguir a rigor a recomendação feita pela norma, o revestimento, em todas as fachadas da edificação, deveria ser substituído completamente, já que não se obteve a resistência necessária no número mínimo de corpos de prova;
- o ensaio foi realizado de acordo com a NBR 13528 (2019) e a NBR 13749 (2013), tanto em relação a aleatoriedade dos pontos ensaiados quanto ao procedimento executivo;
- na fachada oeste, seria interessante, na confecção do laudo, a identificação dos pavimentos em que foram extraídos os corpos de prova;

Até a confecção do trabalho, a decisão inicial da incorporadora, foi de não se realizar a remoção total do revestimento argamassado existente, uma vez que essa grande intervenção acarretaria em altos custos não previstos e, principalmente, em prorrogação do prazo de execução da obra. Também, ao longo dos ensaios, vários corpos de prova foram descartados antes mesmo de serem extraídos, fator que ilustra realmente a baixa R_a da argamassa de revestimento. Seguindo o processo de análise da fachada, uma empresa de consultoria foi acionada pela construtora para avaliar os resultados obtidos, e a mesma também apontou que,

até o momento da análise, não havia nenhuma indicação de necessidade da remoção total do revestimento argamassado. A afirmação, feita pelo consultor que foi chamado para avaliar, foi baseada no aspecto visual do revestimento existente, o qual não apresentava sinais nítidos de grandes falhas ou colapso. Entretanto, não foi contratado ou confeccionado nenhum laudo corroborando essa definição.

7.4 ESCOPO PREVISTO DE SERVIÇO

A revitalização do RAF existente é uma etapa crítica da obra, uma vez que ambas as fachadas totalizam uma metragem de 6108 m², sendo um serviço delicado, demorado, e que, ao longo da execução, é sabido que podem surgir ocorrências não previstas.

Foi contratada uma empresa para a realização de todos os serviços de pintura, inclusive das fachadas. Inicialmente, foi especificado um escopo de serviços através de uma planilha de contratação, na qual está especificada a sequência e o tipo de atividades previstas.

A Tabela 12 abaixo exemplifica os itens preliminares que estão previstos para a revitalização do revestimento argamassado das fachadas, que deve ser reavaliado após a análise da fachada:

Tabela 12 - Itens previstos para execução da revitalização de fachadas.

PINTURA EXTERNA		
OESTE		
Fundo preparador	m2	768
Tinta acrílica projetada	m2	768
Pintura com tinta elastomérica cor Papel Couchê Suvnil	m2	768,35
LESTE		
Fundo preparador	m2	712
Pintura com tinta elastomérica cor Papel Couchê Suvnil	m2	712,1
NORTE		
Fundo preparador	m2	2378
Pintura com tinta elastomérica cor Papel Couchê Suvnil	m2	2377,97
SUL		
Fundo preparador	m2	2250
Pintura com tinta elastomérica cor Papel Couchê Suvnil	m2	2249,5
LAVAGEM COM LAVAJATO DAS PAREDES EXTERNAS		
Lavagem das paredes externas da fachada - Oeste, Leste, Norte, Sul.		,9200

Fonte: Incorporadora, 2021.

É possível observar que estão previstas, antes do acabamento final, a lavagem com água sob pressão de todas as fachadas e a aplicação de fundo preparador da base existente. Para o sistema de pintura, está prevista a aplicação de tinta elastomérica, cuja formulação é à base acrílica, com características elásticas e de impermeabilização, protegendo as superfícies da ação de intempéries. No escopo preliminar de contratação, não há a previsão de reparos do revestimento argamassado.

Também, foi determinado um plano executivo, através de um sequenciamento das atividades ao longo das fachadas, conforme a Figura 38 abaixo:

Figura 38 - Sequenciamento previsto para os serviços nas fachadas (cores discriminam o comprimento dos balancins).



Fonte: Construtora, 2021.

A previsão é de se iniciar a execução pela fachada frontal (oeste), seguida da fachada norte, fundos (leste) e, por fim, na fachada sul.

7.5 INSPEÇÃO DAS FACHADAS E DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

A seguir será feita uma descrição, por orientação de fachada, conforme uma inspeção realizada pelo próprio autor, através da utilização de *drone*. Foi realizada em janeiro de 2022, com o intuito de agregar ao conteúdo do trabalho e auxiliar no estudo de caso. A inspeção foi feita com o registro fotográfico das principais anomalias encontradas no revestimento argamassado existente.

O intuito do registro é o de apresentar as possíveis causas, diagnóstico e solução de restauro para cada situação. Conjuntamente, o material poderá auxiliar de forma orientativa para quando o serviço de revitalização for iniciado.

7.5.1 Fachada Norte

A Figura 39 abaixo ilustra o aspecto atual e os elementos que formam a fachada norte:

Figura 39 - Aspecto atual da fachada norte.

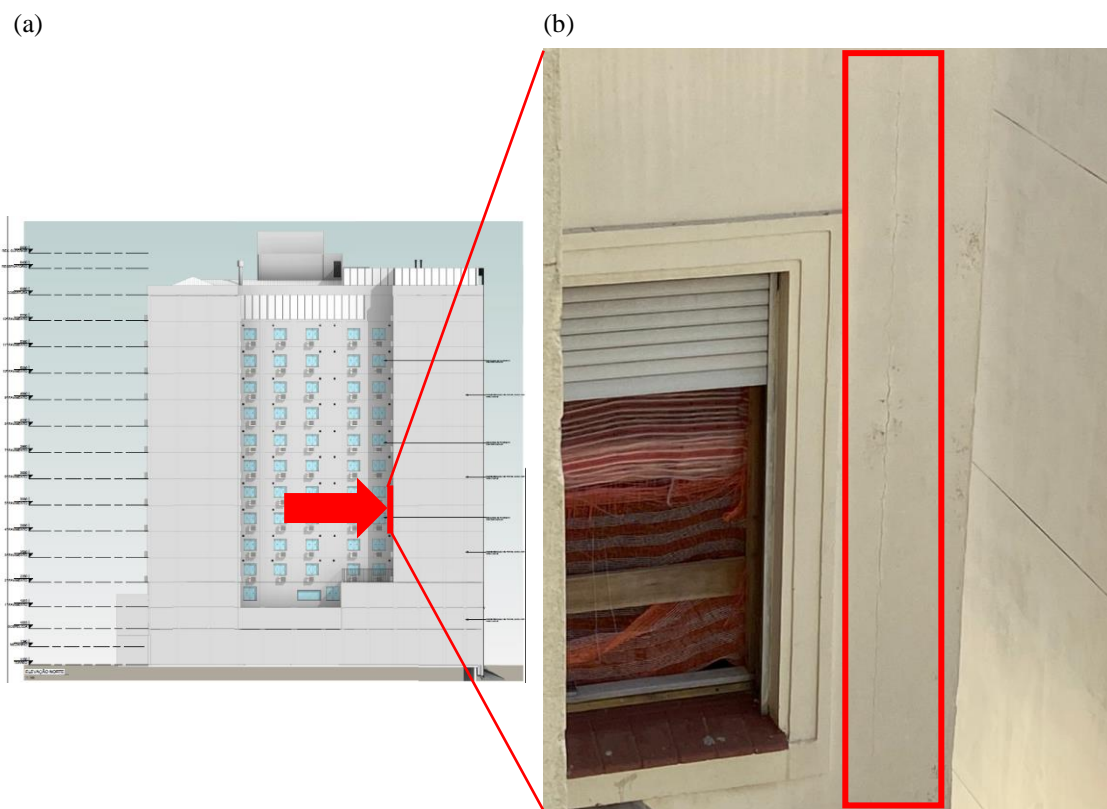


Fonte: Autor, 2022.

Pode-se observar que existe uma edificação vizinha praticamente unida aos extremos da respectiva fachada, praticamente até o 9º pavimento. Também, é constatada a presença de pingadeiras nas divisões dos pavimentos, ao longo dos panos da fachada. Ao longo da parte central da mesma, existem elementos como esquadrias, peitoris, vidros e mangueiras para futuras máquinas de ar-condicionado.

A inspeção referente às manifestações patológicas é descrita nas Figuras 40 a 47:

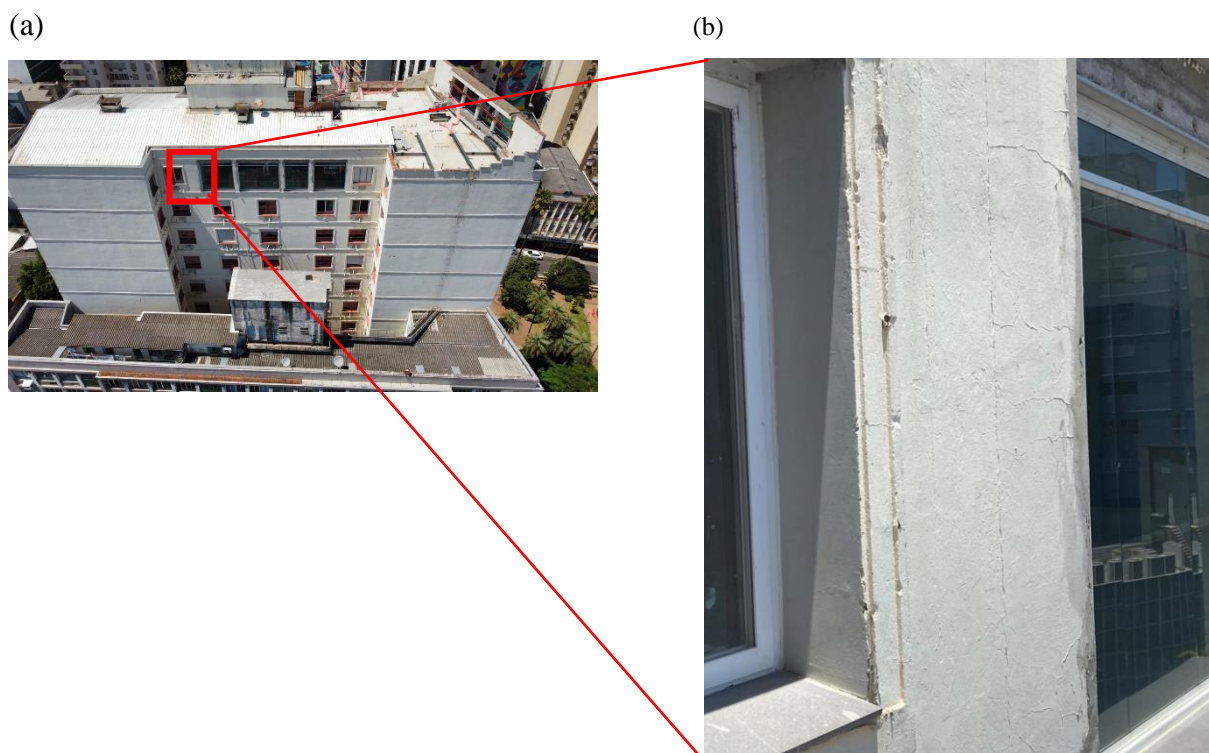
Figura 40 - (a) localização e (b) inspeção de fissura ao lado de janela existente do 4º pavimento.



Fonte: Autor, 2022.

- diagnóstico: fissura provocada pela movimentação térmica diferenciada no encontro da alvenaria e a estrutura (pilar);
- causa: ausência de reforço ou junta de trabalho entre a alvenaria e a estrutura;
- provável solução de restauro 01: recorte do revestimento argamassado, aplicação de tela eletrossoldada com transpasse de 20 cm para cada lado do pilar e posterior recomposição da argamassa;
- provável solução de restauro 02: abertura da fissura com disco de corte, calafetação da abertura com uma demão de massa acrílica, bandagem central com tela poliéster e aplicação de segunda demão com massa acrílica.
- provável solução de restauro 03: se for feito um monitoramento da fissura e essa apresentar-se ativa, pode-se realizar o reparo com a abertura de sulco em formato de V e posterior aplicação de selante flexível ao longo da abertura.

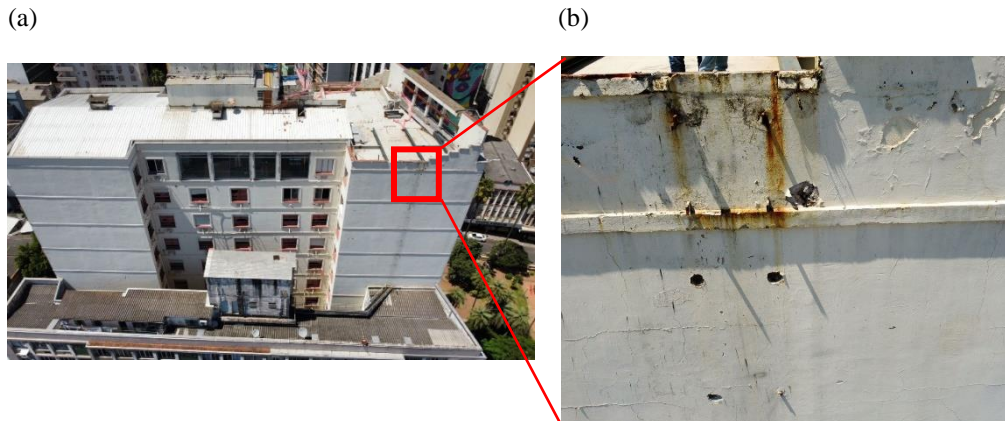
Figura 41 - (a) localização e (b) inspeção de fissura entre esquadrias existentes no 12º pavimento.



Fonte: Autor, 2022.

- diagnóstico: fissura provocada pela movimentação térmica diferenciada no encontro entre a alvenaria e a estrutura (pilar);
- causa: ausência de reforço ou junta de trabalho entre a alvenaria e a estrutura;
- provável solução de restauro 01: recorte do revestimento argamassado, aplicação de tela eletrossoldada com transpasse de 20 cm para cada lado do pilar e posterior recomposição da argamassa;
- provável solução de restauro 02: abertura da fissura com disco de corte, calafetação da abertura com uma demão de massa acrílica, bandagem central com tela poliéster e aplicação de segunda demão com massa acrílica.

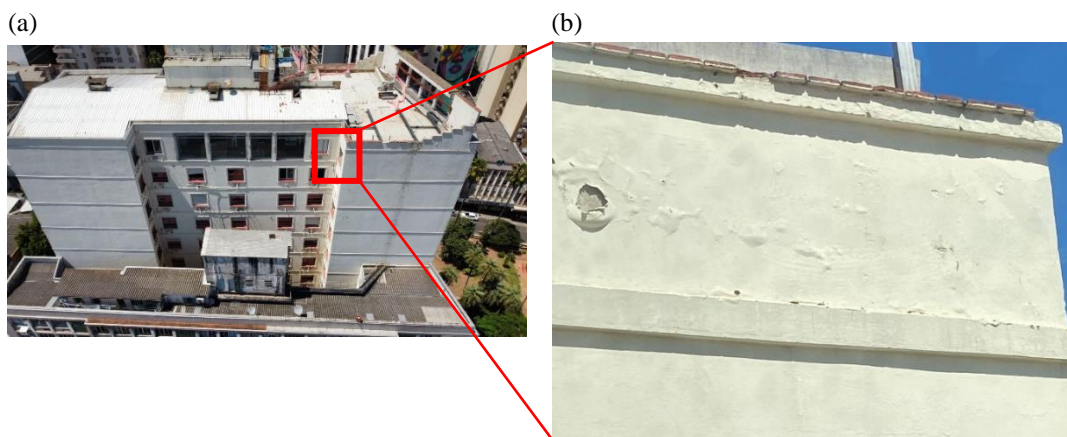
Figura 42 - (a) localização e (b) inspeção de manchas existentes na platibanda do pavimento cobertura.



Fonte: Autor, 2022.

- diagnóstico: manchamento por corrosão provocado por antigo elemento metálico que estava fixado na fachada;
- causa: com a incidência da chuva, em contato com o material metálico, ocorreu a penetração da água acarretando corrosão do elemento, provocando assim a mancha de corrosão. Ademais, a deficiência da manutenção do RAF colabora para o surgimento de tal manifestação.
- provável solução de restauro: limpeza com jato de água limpa sob pressão, e caso necessário pode-se utilizar espátula ou escova com fios de aço para auxiliar no processo.

Figura 43 - (a) localização e (b) inspeção de trecho da platibanda do pavimento cobertura.

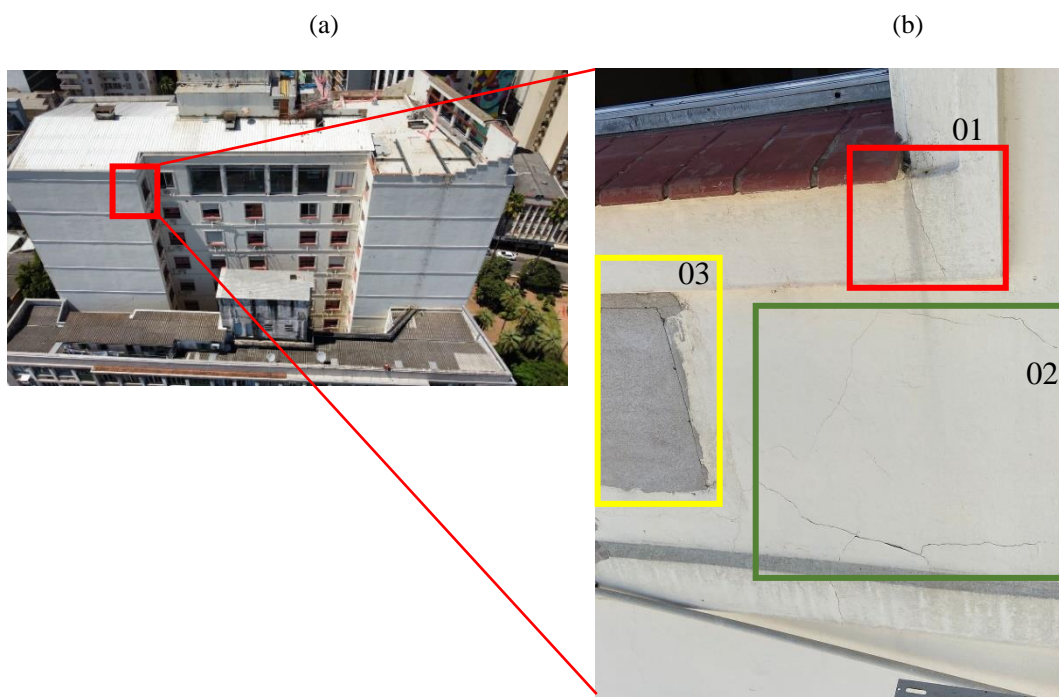


Fonte: Autor, 2022.

- diagnóstico: descolamento por empolamento do revestimento argamassado;

- causa: percolação da água pelo topo da platibanda, ocasionando umidade no revestimento;
- provável solução de restauro: limpeza com água sob pressão ou, caso necessário, renovação da camada de argamassa e pintura. Deve-se estudar a melhor solução quanto à argamassa de substituição, sendo recomendado a utilização de argamassa de cal hidráulica. Ademais, deve-se substituir o elemento cerâmico do topo da platibanda. Recomenda-se o uso de um material com baixa permeabilidade à água, atentando-se aos detalhes construtivos, como ressalto em relação ao plano da fachada, caimento mínimo e sulco inferior para o descolamento da água.

Figura 44 - (a) localização e (b) inspeção da região abaixo de janela no 12º pavimento.



Fonte: Autor, 2022.

Na Figura 44 podemos destacar três situações importantes que merecem ser descritas. Os itens 01, 02 e 03 abaixo descrevem as mesmas:

- Situação 01:

- diagnóstico: manchamento por sujeira e fissura provocada pelo fluxo de água na região do peitoril da janela;

- causa: o errôneo detalhamento e execução do peitoril acarretou a movimentação higroscópica da argamassa de revestimento, provocando o surgimento de fissura. Também, o contínuo fluxo d'água da chuva provoca o aparecimento de mancha por sujidade presente no ar e no revestimento.
- provável solução de restauro: adequação do peitoril da janela avançando nas laterais, para dentro da alvenaria, solucionando o fluxo de água na fachada. Lavagem com água limpa sob pressão para remoção do manchamento por sujidade. Tratamento da fissura, através da abertura com disco de corte, calafetação da abertura com massa acrílica aplicada em duas demãos. Recomenda-se também a substituição do peitoril cerâmico por peças pré-moldadas impermeabilizadas, pedras naturais com baixa permeabilidade ou pedras polidas.

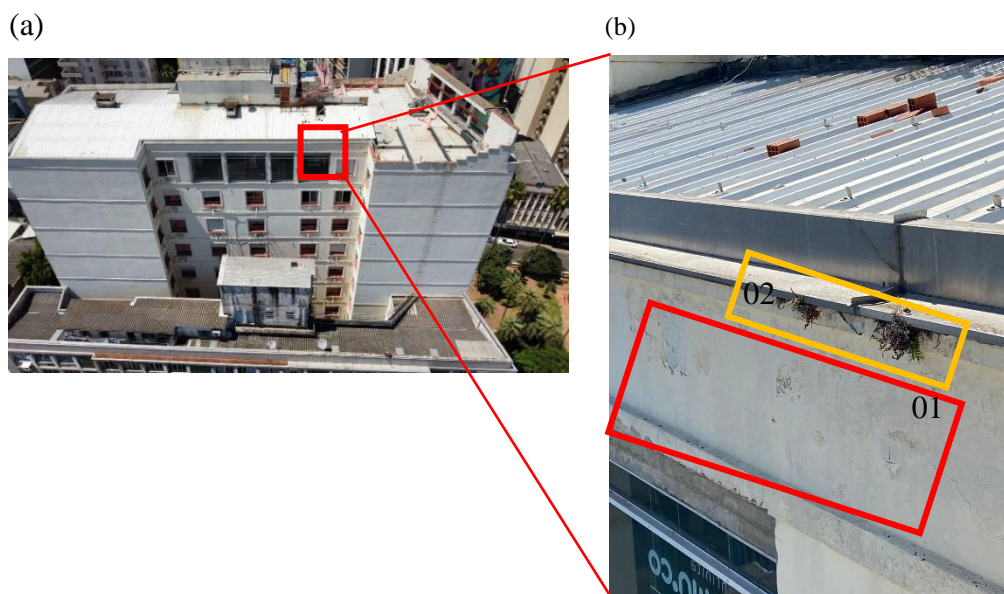
- Situação 02:

- diagnóstico: fissuração horizontal provocada pela expansão da argamassa de assentamento;
- causa: movimentação ocasionada pelas propriedades higroscópicas dos materiais devido à variação da umidade;
- provável solução de restauro: renovação do revestimento argamassado na região, atentando-se à melhor escolha da argamassa de substituição.

- Situação 03:

- diagnóstico: trinca vertical no encontro entre o reparo com idade mais nova e o revestimento de fachada mais antigo;
- causa: região com possível fechamento com argamassa posterior à execução do revestimento de fachada, ocasionando assim a retração pela movimentação diferenciada entre o reparo mais novo e o revestimento mais antigo.
- provável solução de restauro: renovação da pintura, com a utilização de tinta elástica acrescida de reforço com tela de náilon ou véu de poliéster. Caso necessário, pode-se adotar a substituição do revestimento na região com argamassa preparada com resina flexível ou fibras de polipropileno.

Figura 45 - (a) localização e (b) inspeção de trecho da platibanda do pavimento cobertura.



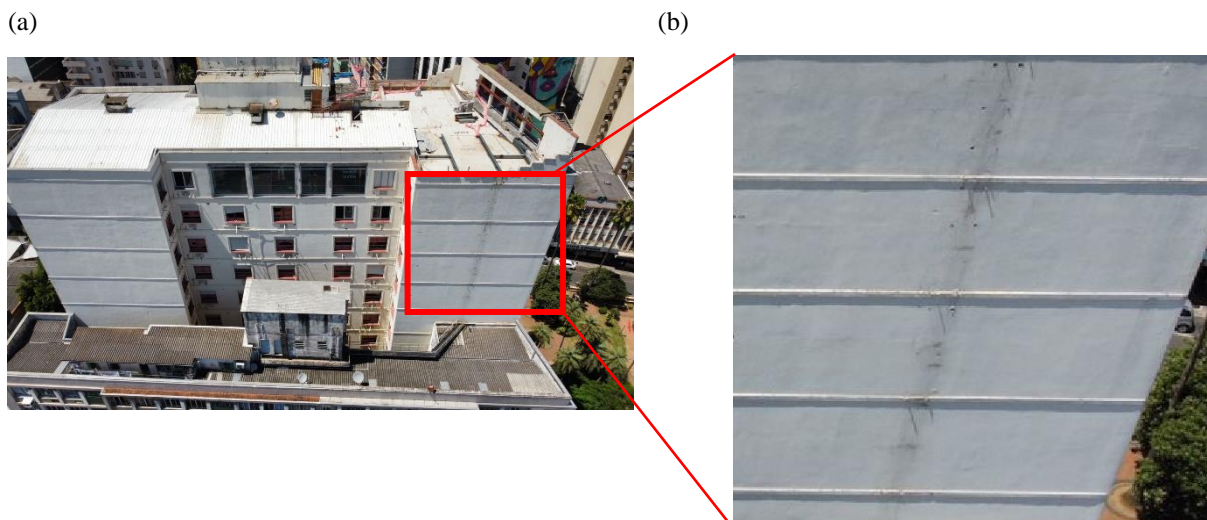
Fonte: Autor, 2022.

Para a situação 01 destacada adota-se o mesmo diagnóstico, causa e provável solução de restauro descrita na Figura 43.

- Situação 02:

- diagnóstico: vegetação parasitária presente na parte superior do revestimento argamassado.
- causa: deficiência de detalhamento e execução do rufo metálico no topo da platibanda, corroborada pela falta de manutenção, ação e direção de ventos predominantes, geometria da fachada e características do RAF;
- provável solução de restauro: limpeza da região, podendo-se escovar a superfície com escova de fios duros e solução de água com hipoclorito de sódio, com posterior lavagem apenas com água. Também, deve-se eliminar a infiltração com a adequação do rufo metálico, verificando as emendas feitas no mesmo, o ressalto mínimo de 25 mm em relação ao plano da fachada, canal inferior para descolamento da água e caimento de 7%, no mínimo.

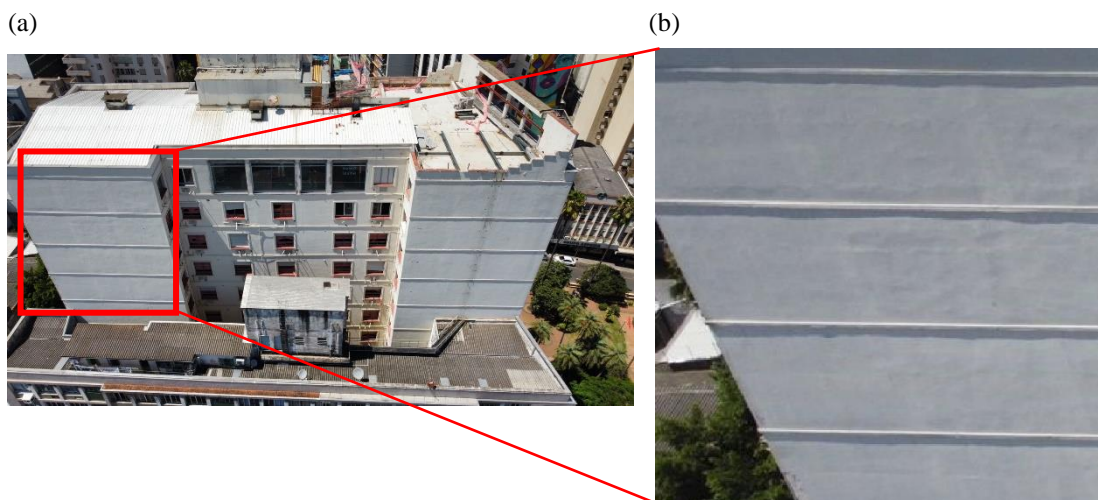
Figura 46 - (a) localização e (b) inspeção de trecho da fachada.



Fonte: Autor, 2022.

- diagnóstico: manchamento do revestimento argamassado por sujeira.
- causa: incidência do vento e da chuva, geometria da fachada, porosidade do revestimento, antigo elemento vertical fixo à fachada, poluição e partículas suspensas no ar;
- provável solução de restauro: lavagem do trecho com água limpa sob pressão e, caso necessário, utilizar escova macia para retirar a sujeira, poeira ou materiais soltos. Deve-se atentar à escolha da melhor solução de limpeza do revestimento, para que o procedimento não cause demasiadas degradações no RAF.

Figura 47 - (a) localização e (b) inspeção de trecho da fachada.



Fonte: Autor, 2022.

- diagnóstico: espectro de juntas no revestimento argamassado de fachada;
- causa: fenômeno da termoforese, ocasionado pela hidratação e sucção não uniforme dos componentes da fachada e disposição desigual de poeiras sobre a superfície, provocando nesse caso a diferenciação de cores entre o revestimento sobre os componentes estruturais (pilares) e sobre a alvenaria;
- provável solução de restauro: lavagem do revestimento com jato de água, podendo-se acrescentar produtos saponáceos ou detergentes, e escovação com escovas de náilon. Utilização de fundo selador acrílico quando da execução da pintura, visando uniformizar a cobertura dos diferentes elementos.

7.5.2 Fachada Sul

A Figura 48 abaixo retrata a situação atual e os elementos que compõem a fachada sul:

Figura 48 - Aspecto atual da fachada sul.

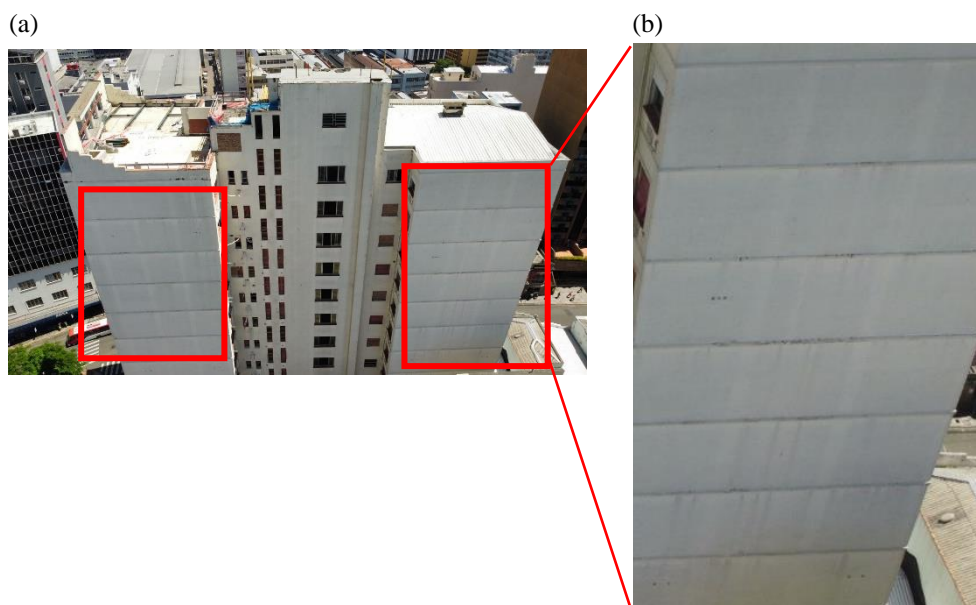


Fonte: Autor, 2022.

A respectiva fachada apresenta pingadeiras ao longo dos planos laterais, na divisão dos andares, e na região central esquadrias com peitoris, elementos metálicos de suporte de antigos ar-condicionados e mangueiras para instalação de novas máquinas de ar-condicionado.

As Figuras 49 a 55 ilustram a inspeção das manifestações patológicas no RAF:

Figura 49 - (a) localização e (b) inspeção de trecho da fachada.

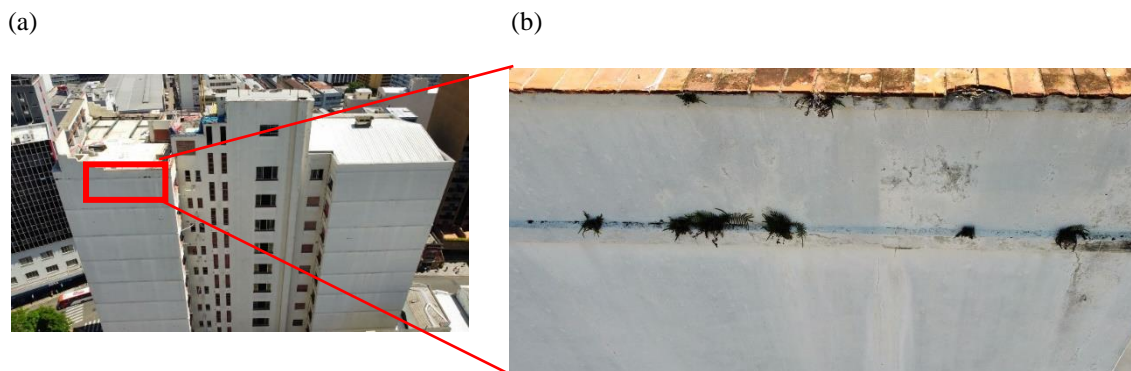


Fonte: Autor, 2022.

Na Figura 49 foram destacadas duas situações semelhantes, e para se evitar redundância foi ampliada apenas uma delas. Abaixo é descrita a inspeção:

- diagnóstico: espectro de juntas e manchamento por sujeidade.
- causa: o espectro de juntas é causado pelo fenômeno de termoforese descrito na Figura 47, e também provoca a diferenciação de cores entre o revestimento sobre os pilares e sobre a alvenaria. A sujeidade é ocasionada pelo acúmulo de poeiras, fuligem e outras partículas que se depositam na superfície, podendo-se observar uma deposição diferenciada por escorrências ao longo da fachada.
- provável solução de restauro: ambas anomalias podem ser restauradas através da lavagem do revestimento com jato de água, contendo componentes saponáceos e, caso necessário, solução de hipoclorito, juntamente com a escovação com escova macias ou com fios de aço. Ao se executar a camada de pintura, utilizar fundo selador acrílico para uniformizar a cobertura dos diferentes elementos.

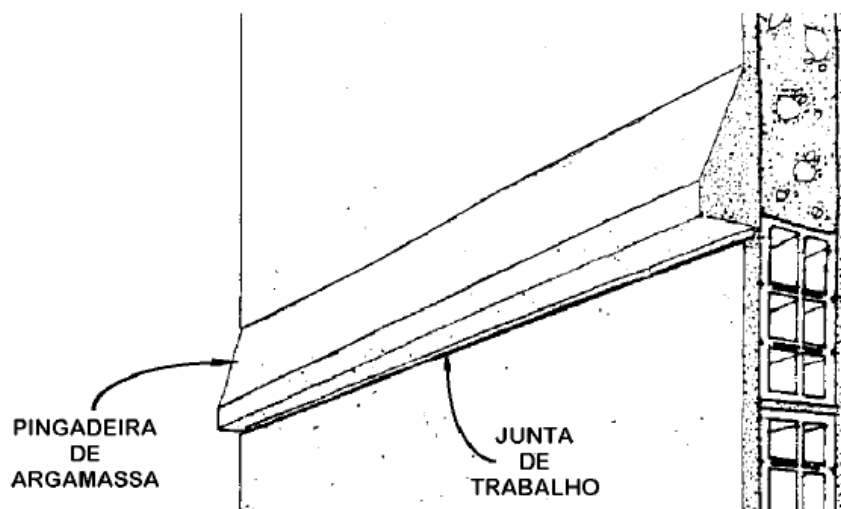
Figura 50 - (a) localização e (b) inspeção de trecho da fachada no 12º pavimento.



Fonte: Autor, 2022.

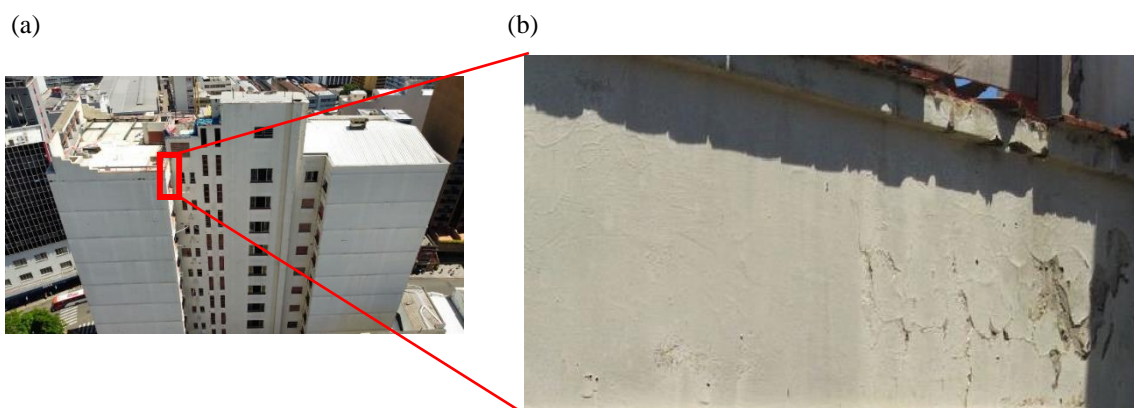
- diagnóstico: vegetação parasitária e manchamento por sujidade do revestimento argamassado;
- causa: deficiência de detalhamento e execução das placas cerâmicas no topo da platibanda e da pingadeira ao longo do plano da fachada, corroborada pela falta de manutenção, ação e direção de ventos predominantes, geometria da fachada e características do RAF;
- provável solução de restauro: limpeza da região, podendo-se escovar a superfície com escova de fios duros e solução de água com hipoclorito de sódio, com posterior lavagem apenas com água. Ademais, deve-se substituir o elemento cerâmico do topo da platibanda. Recomenda-se o uso de um material com baixa permeabilidade à água, atentando-se aos detalhes construtivos, como ressalto em relação ao plano da fachada, caimento mínimo e sulco inferior para o descolamento da água. Atentar-se também ao correto detalhamento das pingadeiras, conforme a Figura 51:

Figura 51 - Detalhe da pingadeira executada no plano da fachada.



Fonte: SABBATINI et al., 1998.

Figura 52 - (a) localização e (b) inspeção de trecho da fachada no 12º pavimento.

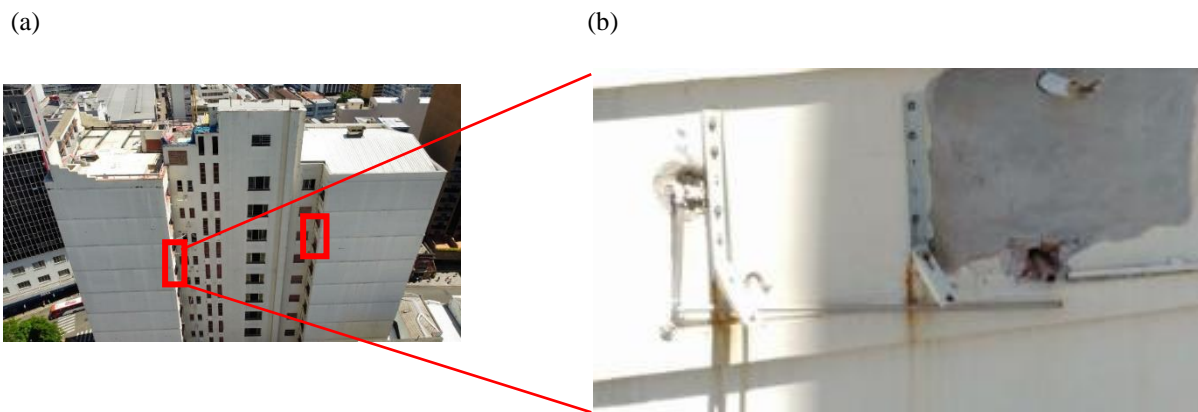


Fonte: Autor, 2022.

- diagnóstico: descolamento por empolamento do revestimento argamassado;
- causa: percolação da água pelo topo da platibanda, ocasionando umidade no revestimento;
- provável solução de restauro: limpeza com água sob pressão ou, caso necessário, renovação da camada de argamassa e pintura. Deve-se estudar a melhor solução quanto à argamassa de substituição, sendo recomendado a utilização de argamassa de cal hidráulica. Ademais, deve-se substituir os elementos cerâmicos que protegem o topo da platibanda. Recomenda-se o uso de um material com baixa permeabilidade à água, atentando-se aos detalhes construtivos, como

ressalto em relação ao plano da fachada, caimento mínimo e sulco inferior para o descolamento da água.

Figura 53 - (a) localização e (b) inspeção de regiões abaixo de janela no 9º pavimento.

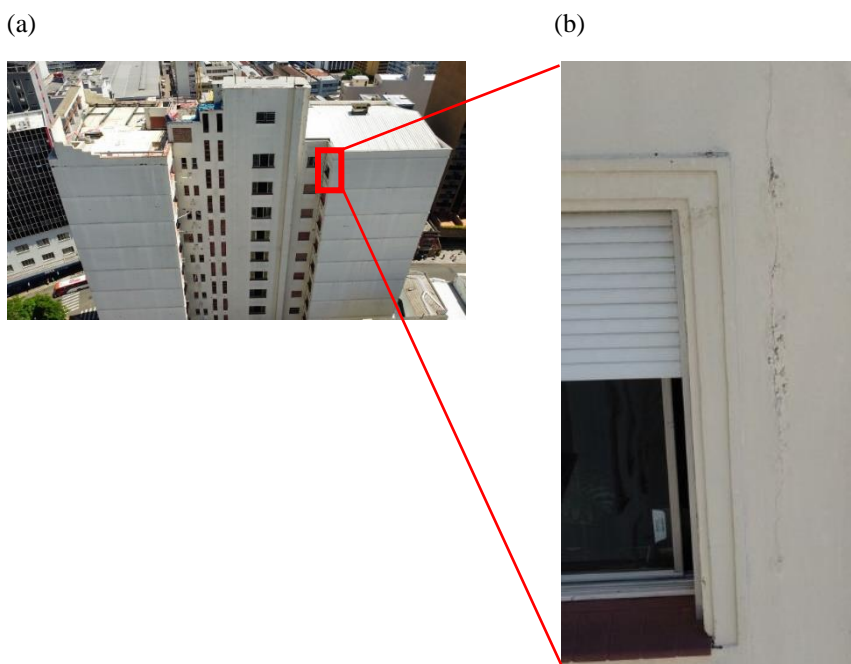


Fonte: Autor, 2022.

Na Figura 53 destacou-se duas regiões com a mesma anomalia, no 9º e 10º pavimentos, ampliando-se apenas uma localizada no 9º pavimento.

- diagnóstico: manchamento por corrosão provocado por suporte metálico de antigo ar-condicionado;
- causa: a incidência da chuva, em contato com o material metálico provoca a corrosão, assim manchando o revestimento argamassado. Ademais, a deficiência da manutenção do RAF colabora para o surgimento de tal manifestação.
- provável solução de restauro: primeiramente deve-se eliminar o suporte metálico. Após, limpeza com jato de água limpa sob pressão, e caso necessário pode-se utilizar espátula ou escova com fios de aço para auxiliar no processo.

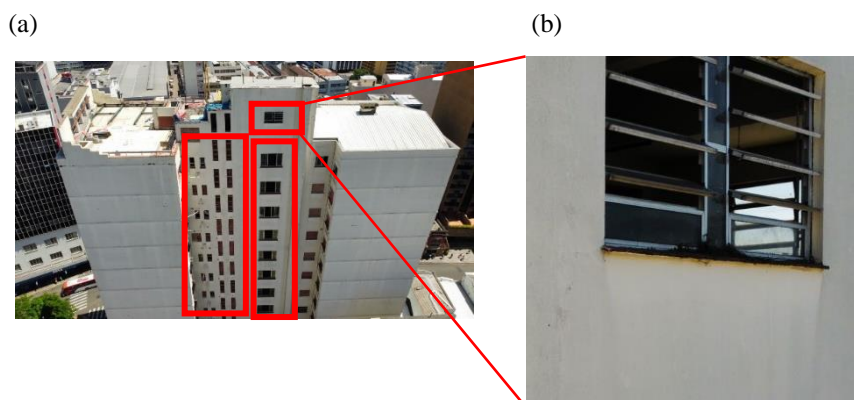
Figura 54 - (a) localização e (b) inspeção de trecho ao lado de janela no 12º pavimento.



Fonte: Autor, 2022.

- diagnóstico: fissura provocada pela movimentação térmica diferenciada no encontro da alvenaria e a estrutura (pilar);
- causa: ausência de reforço ou junta de trabalho entre a base e a estrutura;
- provável solução de restauro 01: recorte do revestimento argamassado, aplicação de tela eletrossoldada com transpasse de 20 cm para cada lado do pilar e posterior recomposição da argamassa;
- provável solução de restauro 02: abertura da fissura com disco de corte, calafetação da abertura com uma demão de massa acrílica, bandagem central com tela poliéster e aplicação de segunda demão com massa acrílica.

Figura 55 - (a) localização e (b) inspeção de trechos em peitoris de janelas ao longo da fachada.



Fonte: Autor, 2022

Na Figura 55 destacam-se os trechos nas regiões das janelas na parte central da fachada, ampliando-se um deles para fins de descrição da inspeção.

- diagnóstico: manchamento por sujidades e acúmulo de vegetação na região dos peitoris das janelas;
- causa: incidência do vento e da chuva, geometria da fachada, porosidade do revestimento, poluição, tipo de material que compõe o peitoril, partículas suspensas no ar e falta de manutenção do RAF;
- provável solução de restauro: percebe-se que a dispersão das manchas se dá ao redor do peitoril com um certo padrão de escorrência. Deve-se realizar a limpeza da fachada com jato de água limpa sob pressão, e, caso necessário, utilizar escova macia para retirar a sujeira, poeira ou materiais soltos. Deve-se atentar à escolha da melhor solução de limpeza do revestimento, para que o procedimento não cause grandes efeitos colaterais no RAF. Ademais, deve-se substituir os elementos cerâmicos que compõem o peitoril da janela. Recomenda-se o uso de um material com baixa permeabilidade à água, atentando-se aos detalhes construtivos, como ressalto em relação ao plano da fachada, caimento mínimo e sulco inferior para o descolamento da água.

7.5.3 Fachada Oeste

A fachada oeste (frontal) caracteriza-se por ser o principal cartão de visitas da edificação. Os principais elementos que compõem a fachada são as esquadrias dos

apartamentos, elementos como peitoris, saliências em relação ao plano vertical da fachada que funcionam como pingadeiras e ainda antigos elementos metálicos para suporte de ar-condicionado.

Recentemente, foi alterado o seu aspecto através de uma mudança das esquadrias dos apartamentos, visando à valorização estética do empreendimento, conforto dos usuários e, de certa forma, contribuindo também para valorizar a região do entorno.

Entretanto, não foi notada nenhum tipo de intervenção no revestimento argamassado, troca ou renovação de peitoris, pingadeiras e limpeza. Abaixo a Figura 56 ilustra a situação atual da fachada frontal:

Figura 56 - Aspecto atual da fachada oeste.



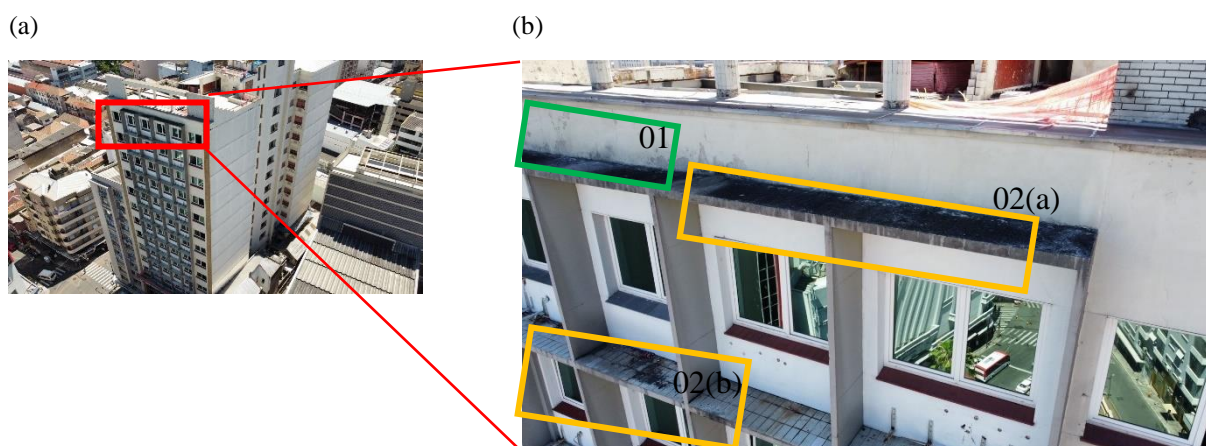
Fonte: Autor, 2022.

A Figura 56 representa uma vista diretamente da via urbana, apresentando um aspecto íntegro do revestimento argamassado. Mas através da inspeção com *drone*, algumas situações chamam atenção e precisam ser tratadas.

A abordagem em relação ao diagnóstico, juntamente com as causas e possíveis soluções de restauro dessa fachada serão apresentadas através da análise de uma imagem da perspectiva da fachada e com as ampliações necessárias para a inspeção. As anomalias que forem constatadas com mais frequência serão reunidas em uma análise.

As Figuras 57 e 58 abaixo descrevem a inspeção:

Figura 57 - (a) localização e (b) inspeção da fachada entre o 11º e 12º pavimentos.



Fonte: Autor, 2022.

- Situação 01:

- diagnóstico: descolamento por empolamento do revestimento argamassado;
- causa: percolação da água pelo topo da platibanda, ocasionando umidade no revestimento;
- provável solução de restauro: limpeza com água sob pressão ou, caso necessário, renovação da camada de argamassa e pintura. Deve-se estudar a melhor solução quanto à argamassa de substituição, sendo recomendado a utilização de argamassa de cal hidráulica. Ademais, deve-se revisar ou substituir os elementos que protegem o topo da platibanda. Recomenda-se o uso de um material com baixa permeabilidade à água, atentando-se aos detalhes construtivos, como ressalto em relação ao plano da fachada, caimento mínimo e sulco inferior para o descolamento da água.

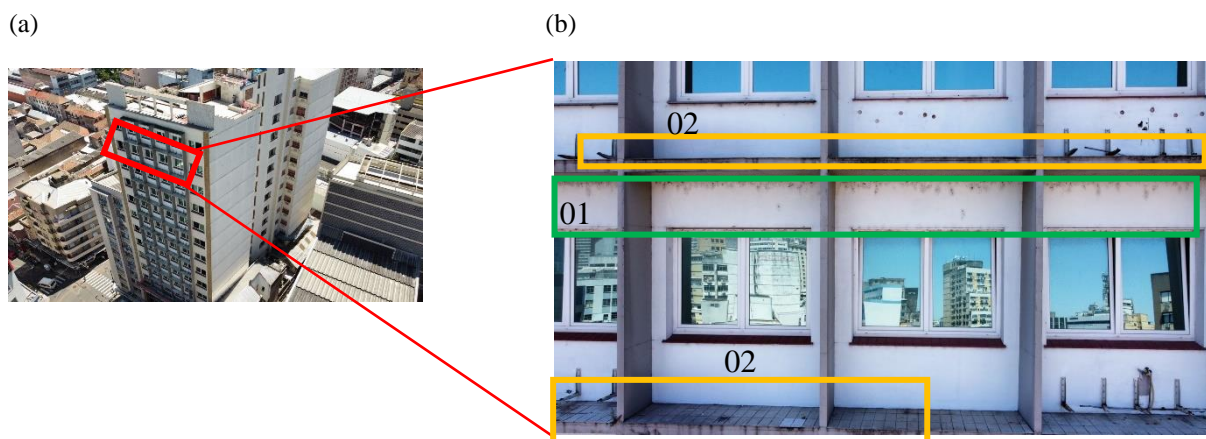
- Situação 02(a):

- diagnóstico: manchamento por sujidades dos elementos salientes da fachada;
- causa: falha no detalhamento e execução dos elementos de concreto, principalmente em relação ao baixo caimento da superfície, provocando assim o acúmulo de umidade e sujidades nas superfícies;
- provável solução de restauro: deve-se realizar a limpeza da fachada com jato de água limpa sob pressão, e, caso necessário, utilizar escova macia para retirar a sujeira, poeira ou materiais soltos. Os elementos salientes da fachada, com a incidência da chuva, funcionam como peitoris e pingadeiras. Assim, percebe-se o falho detalhamento desses elementos, mas como estes devem ser mantidos conforme o projeto, deve-se realizar o tratamento destes elementos, visando o acabamento final previsto. Primeiramente, proceder a correção do caimento da superfície com uma camada de argamassa e então aplicar uma camada impermeabilizante na superfície, podendo-se utilizar um sistema de impermeabilização com membrana acrílica, e por fim aplicar a camada de pintura com tinta elastomérica.

- Situação 02(b):

- diagnóstico: manchamento por sujidades dos elementos que atuam como peitoris da superfície saliente da fachada;
- causa: falha na previsão, detalhamento e execução dos elementos cerâmicos, principalmente em relação ao baixo caimento da superfície e tipo de material utilizado, provocando assim o acúmulo de umidade e sujidades nas superfícies;
- provável solução de restauro: limpeza dos elementos com jato de água limpa sob pressão, utilizando uma escova macia caso necessário, para remoção de sujeiras, poeiras ou materiais soltos. Observa-se que, diferente da Situação 02(a), aqui os elementos salientes estão revestidos com placas cerâmicas, semelhantes aos peitoris das janelas, material que não é recomendado para esse uso. Assim, deve-se substituir as placas cerâmicas por um material com baixa permeabilidade à água, atentando-se aos detalhes construtivos recomendados, principalmente em relação ao caimento da superfície, resalto em relação ao plano da fachada e sulco inferior para o descolamento da água.

Figura 58 - (a) localização e (b) inspeção de fachada no 11º pavimento.



Fonte: Autor, 2022.

Para a situação 02, procede-se o mesmo diagnóstico, causa e provável solução de restauro da Situação 02(b) da Figura 57.

- Situação 01

- diagnóstico: desenvolvimento de fungos e bolores no revestimento argamassado.
- causa: agentes de degradação exteriores, tais como a ação da umidade, acúmulo de sujidades, deficiências construtivas de modo a ocasionar a fraca exposição solar da região, porosidade do revestimento, deficiência de manutenção, ação e direção dos ventos e poluição atmosférica;
- provável solução de restauro: o agente deteriorador nesse caso trata-se principalmente do sombreamento da região provocado pelos elementos sobressalentes em relação ao plano vertical da fachada, junto da combinação dos outros fatores causais citados anteriormente. Assim, deve-se realizar a limpeza com escova de piaçava, juntamente com solução contendo agentes de limpeza como fosfato trissódico, detergente ou hipoclorito de sódio. Por fim, aplicar a camada prevista de pintura com tinta elastomérica, cuja composição também contribui para reduzir a permeabilidade da superfície e para proteger a mesma contra a ação das intempéries.

Finalmente, recomenda-se proceder a mesma inspeção na fase pré-executiva, dos outros pavimentos inferiores da fachada frontal, uma vez que as Situações 01 e 02 podem ser

verificadas novamente, visto que não está prevista nenhuma intervenção nos elementos salientes da fachada.

7.5.4 Fachada Leste

A fachada leste (fundos) é ilustrada na Figura 59 abaixo:

Figura 59 - Aspecto atual da fachada leste.



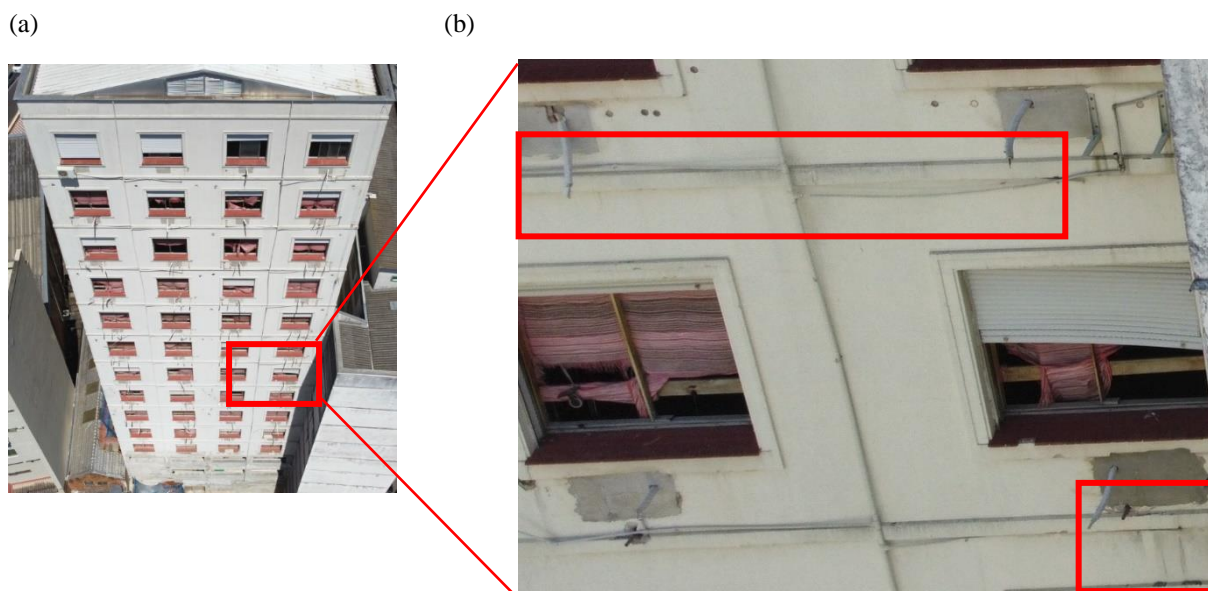
Fonte: Autor, 2022.

Percebe-se que os principais elementos existentes na fachada são as janelas dos apartamentos, instalações antigas e definitivas de ar-condicionado, peitoris cerâmicos e pingadeiras ao longo do plano vertical.

Pode-se observar que o revestimento argamassado como um todo apresenta-se íntegro, devido à orientação solar, pouco sombreamento, geometria da fachada e principalmente correto detalhamentos dos elementos vinculados ao revestimento, principalmente peitoris e pingadeiras.

Nota-se que nos pavimentos inferiores já foi realizada uma intervenção no revestimento, a qual foi acompanhada durante a realização deste trabalho. Abaixo é descrita a inspeção conforme as Figuras 60 e 61:

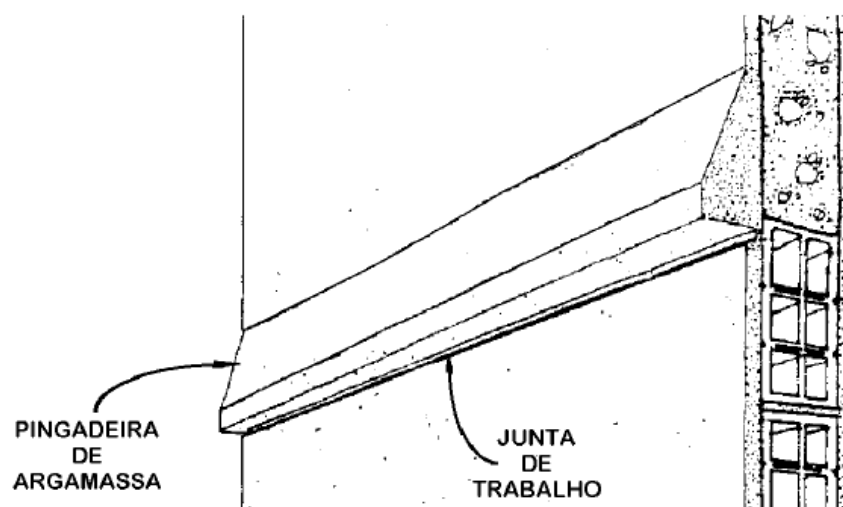
Figura 60 - (a) localização e (b) inspeção de trecho da fachada entre o 7º e 6º pavimentos.



Fonte: Autor, 2022.

- diagnóstico: manchamento por sujidade nos elementos que atuam como pingadeiras;
- causa: o baixo caimento da superfície e a pequena distância em relação à fachada fazem com que ocorra o acúmulo de sujidades na superfície, causado também pela incidência do vento e da chuva, porosidade do revestimento, poluição e partículas suspensas no ar e falta de manutenção;
- provável solução de restauro: deve-se realizar a limpeza da fachada com jato de água limpa sob pressão, e, caso necessário, utilizar escova macia para retirar a sujeira, poeira ou materiais soltos. Proceder a correção dos elementos que funcionam como pingadeira, conforme a Figura 61:

Figura 61 – Detalhe de pingadeira executada em plano da fachada.



Fonte: SABBATINI et al., 1998.

Sugere-se adotar esse procedimento ao longo de todo o revestimento da fachada.

Figura 62 - (a) localização e (b) inspeção de trecho da fachada entre o 1° e 2° pavimentos.

(a)



(b)



Fonte: Autor, 2022.

Para inspeção da Figura 62 (b) foi realizado o teste de percussão do revestimento argamassado a fim de se verificar a aderência do mesmo à base. O revestimento apresentou som cavo e, com a delimitação da área, foi retirada parte da argamassa. Observa-se a falta de

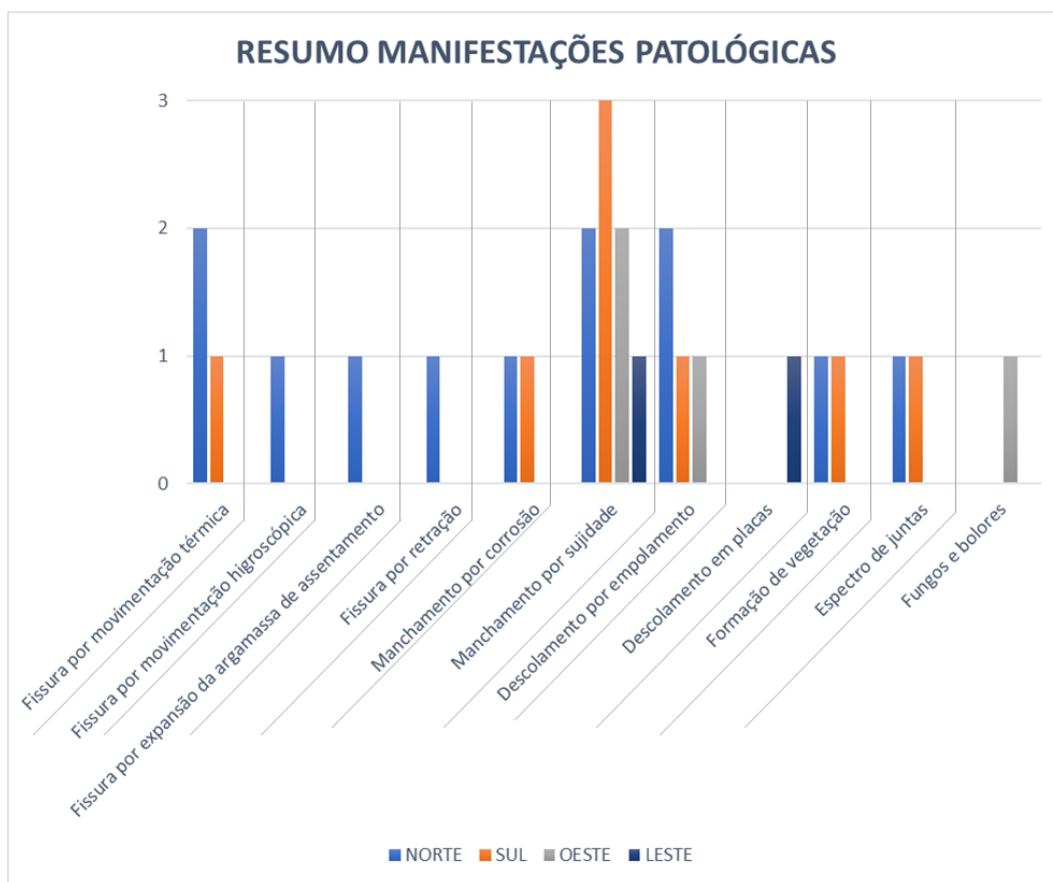
chapisco entre a base e o revestimento, assim como cavidades e irregularidades na alvenaria, às quais também prejudicam a aderência.

- diagnóstico: descolamento em placas do revestimento argamassado de fachada;
- causa: deficiência da aderência devido à falta de chapisco e irregularidades da base;
- provável solução de restauro: renovação do revestimento, com o preparo da base através da aplicação da camada de chapisco industrializado para melhorar a aderência com a alvenaria e por fim aplicar a argamassa de substituição. Pode-se também delimitar o pano investigado com juntas de trabalho no perímetro, quando feita a renovação da camada de revestimento argamassado, a fim de se delimitar a região em relação ao revestimento existente. Também, sugere-se realizar essa investigação ao longo de todo o plano da fachada, pois essa situação pode vir a se repetir.

7.6 ANÁLISE CRÍTICA

Com a inspeção realizada nas fachadas do prédio, é possível observar o estado atual do revestimento argamassado existente, e também entender as causas e padrões das principais manifestações patológicas, contribuindo assim para o tratamento das mesmas. O Gráfico 4 apresenta um resumo dessas anomalias de acordo com a orientação da fachada e a frequência encontrada, conforme as fotos obtidas através da inspeção com *drone* realizada pelo autor:

Gráfico 4 - Resumo das manifestações patológicas inspecionadas.



Fonte: Autor, 2022.

Por mais que a análise seja mais qualitativa do que quantitativa, a repetição das manifestações colabora para a criação de um plano de tratamento das mesmas. As maiores repetições das anomalias são os manchamentos por sujidades em todas as fachadas e três delas com pontos de descolamento por empolamento no revestimento argamassado. Ou seja, por mais que seja difícil de se quantificar esses problemas, poderia ter sido previsto e detalhado no escopo de serviços tais intervenções.

Faz-se relevante também citar o fato de que os manchamentos ou descolamentos por empolamento se dão muitas vezes pela má concepção, detalhamento e execução dos peitoris das janelas e proteções de platibanda. Nos peitoris e nas platibandas, o material cerâmico aplicado, o qual era muito utilizado na época da execução da edificação, não é recomendável e sugere-se a troca do mesmo, observando os detalhes apresentados pela bibliografia. Quanto ao material metálico que protege as platibandas da fachada norte, deve-se constar a revisão do mesmo e, caso necessário, a substituição.

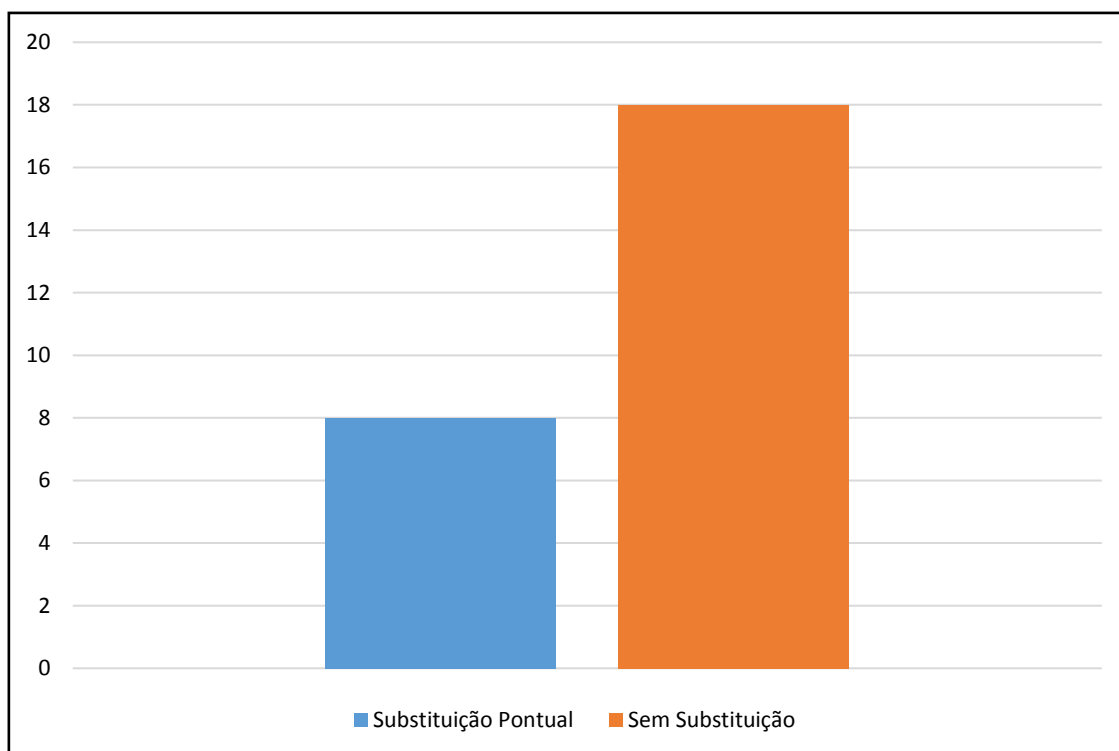
Na fachada oeste, por ser frontal e o principal cartão de visitas do empreendimento, não estão discriminadas as intervenções necessárias dos elementos salientes de concreto. Uma situação importante está na verificação da porosidade dessas superfícies, devendo-se assim estudar um sistema efetivo de impermeabilização. Com isso, também se faz necessária a regularização para a superfície atingir o caimento necessário, prevenindo assim os manchamentos por umidade encontrados. O fato de se aplicar uma camada de argamassa, por exemplo, pode ocasionar a sobrecarga não prevista na estrutura, recomendando-se consultar o projetista estrutural para validação.

De forma positiva, as atividades de hidrojateamento das fachadas e aplicação de fundo preparador já estão previstas, colaborando para o entendimento do método executivo recomendado, ratificado pela inspeção e intervenções analisadas. Alerta-se para a verificação e teste do melhor sistema de lavagem para não danificar o revestimento argamassado.

Também, com o teste de arrancamento é possível destacar a baixa capacidade de aderência do revestimento existente, e o resultado obtido indica a necessidade de substituição da argamassa. Entretanto, a inspeção realizada por *drone* apresenta outra percepção: por mais que existam situações pontuais de substituição, no geral o revestimento argamassado apresenta-se íntegro. O resumo contendo a localização dos pontos de arrancamento e seus resultados atua positivamente para registrar e entender de maneira global o comportamento do revestimento. Poderia ter sido realizada outra bateria de teste para confirmar o baixo resultado, mas até o momento o custo previsto e também o tempo necessário não atenderia ao planejamento previsto da obra. Como o planejamento preliminar da incorporadora é o de não se fazer a substituição do revestimento, a coleta da opinião de outra empresa que atua na área é importante para se obter uma garantia do processo, e sugere-se que, utilizando-se da inspeção do revestimento realizada, busque-se outros tipos de ensaio e formalize-se a análise para a revitalização das fachadas da obra.

O Gráfico 5 quantifica o número de anomalias inspecionadas nas fachadas e, aliado ao embasamento teórico, a quantidade de ocorrências em que se faz necessária a substituição ou não do revestimento argamassado:

Gráfico 5 - Necessidade de substituição ou não do revestimento em função do número de anomalias inspecionadas.



Fonte: Autor, 2022.

A partir do Gráfico 5 conclui-se que a revitalização do revestimento é um procedimento adequado para o empreendimento em questão, tanto pelas consequências positivas em relação ao patrimônio histórico conservado da região, quanto pelos benefícios funcionais e estéticos que são possíveis de se alcançar, conforme foi apresentado ao longo do estudo.

Obviamente que o conceito de revitalização por si só engloba a renovação estética e, principalmente, a recuperação das funções básicas do revestimento, o que corrobora a necessidade da investigação das manifestações patológicas e o estudo para identificar as causas e soluções para restauração, a fim de retardar, ou até impedir, o retorno de tais problemas. Por ser um serviço peculiar e particular de cada obra, pode-se apresentar ao fornecedor contratado as situações verificadas *in loco*, incluir no escopo de serviços e planejar as etapas executivas. Sabe-se que intercorrências e manifestações não identificadas podem surgir ao longo do processo, mas a previsão do maior número possível de situações facilita a quantificação e o detalhamento do trabalho de revitalização

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do trabalho, ratificou-se a importância da revitalização de fachadas. O movimento urbanístico faz com que a valorização urbana seja cada vez maior, tanto que o poder público já visa esse procedimento. A tendência da reabilitação e revitalização de edifícios exige o conhecimento dos materiais e técnicas utilizados na época da construção e o método mais adequado para a intervenção. A decisão de realizar uma revitalização de fachadas engloba vários processos diferentes, os quais foram citados para auxiliar na definição mais adequada de revitalizar. Países europeus andam na frente nesse quesito há muito tempo, tendo como a reabilitação uma maneira de se atualizar o patrimônio histórico e cultural da sociedade. No Brasil, o *retrofit* tem crescido nos últimos anos, tendo como objetivo o de valorizar os edifícios, e muitas vezes o grau de intervenção nas fachadas tende à substituição total do revestimento. Mas é importante revisar as condições em que o mesmo apresenta, podendo-se evitar a substituição total. Também, destacou-se que não há um método de execução padrão para a revitalização do RAF, reforçando a correta avaliação das fachadas para uma boa definição de escopo.

A renovação do revestimento argamassado de fachada previne ou retarda a ação de agentes de desgaste, tanto internos quanto externos, elevando o desempenho da edificação como um todo. Assim, foi apresentado os principais componentes e propriedades da argamassa, suas funções, principalmente quando aplicadas em fachadas, para o correto entendimento do sistema. As intervenções em revestimentos existentes dependem desse entendimento, ainda mais quando em edificações antigas, e com a correta inspeção para a definição do planejamento executivo chega-se ao diagnóstico, identificação das causas e soluções para a restauração desse revestimento. A análise das principais manifestações patológicas em revestimentos argamassados conceitua suas origens, causas, mecanismos de formação e ensaios para verificar as condições e propriedades da argamassa, assim chegando ao correto embasamento para apresentar as principais soluções de correção e restauro.

Em se tratando do empreendimento estudado, é confirmada a intenção de valorização tanto do edifício quanto do entorno através da decisão de se executar a revitalização de fachadas. Foram destacados os projetos, a realização de ensaios de arrancamento do revestimento argamassado e o escopo previsto para a realização dos trabalhos. Nos ensaios, os

resultados mostram que o revestimento atual não reproduz as condições normativas recomendadas para a aderência, e a inspeção com *drone* realizada contribui para a identificação de anomalias presentes. A inspeção destacou, separando as fachadas por suas orientações, as principais características das mesmas e a situação atual do revestimento argamassado, ampliando as manifestações patológicas e realizando o seu diagnóstico. Esse tipo de inspeção contribui para a identificação das anomalias presentes, mas obviamente, dependendo do grau de deterioração do revestimento, pode ser necessário a utilização de outra metodologia e ensaios.

Por fim, foi demonstrado que o escopo de serviços contratado até o momento não engloba, discriminadamente, a correta descrição dos processos a serem adotados. Algumas justificativas poderiam estar relacionadas a esse fato, tais como o prazo de execução e o custo previsto. Fato é que sempre deve-se buscar o embasamento teórico e, aliado às particularidades e especificidades do empreendimento, chegar em um plano executivo adequado para se obter um procedimento bem-sucedido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCP. Associação Brasileira de Cimento Portland. **Manual de revestimentos de argamassa**. 2002. Disponível em:

<<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/279/anexo/ativosmanu.pdf>>.

Acesso em: 13 nov. 2021.

AGUIAR, J.; VEIGA, M. R. Definição de estratégias de intervenção em revestimentos de edifícios antigos. *In*: 1º Encontro Nacional sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios – FEUP. **Anais [...]** Porto, 2003.

ANTUNES, G. R. **Estudo de Manifestações Patológicas em revestimentos de Fachada em Brasília – Sistematização da Incidência de casos**. 2010. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, DF, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674: Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**. Rio de Janeiro, 2012

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13528-1: Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração - Requisitos Gerais**. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13528-2: Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração - Aderência ao substrato**. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13529: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Terminologia**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13749: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1: Edificações habitacionais – Desempenho - Requisitos gerais**. Rio de Janeiro, 2021.

BARRIENTOS, M. I. G. G. **Retrofit de Edificações: estudo da reabilitação e adaptação das edificações antigas às necessidades atuais**. Dissertação de Mestrado (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

BARRIENTOS, M. I. G. G., QUALHARINI, E. L. Retrofit de construções: metodologia de avaliação. *In*: Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável, 1., 2004. **Anais[...]** São Paulo, 2004.

BARROS, M. M. S. B. **Tecnologia de produção de contrapisos para edifícios habitacionais e comerciais.** 1991. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

BARROS, M. M. B; TANIGUTI, E. K.; RUIZ, L. B; SABBATINI, F. H. **Tecnologia construtiva racionalizada para produção de revestimento verticais.** Notas de aula: patologias em revestimento verticais. São Paulo, 1997. Disponível em: <<http://www.pcc.usp.br/TG-006/Aulas2003/Arquivos/aula3-2003-v2.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2022.

BARROS, M. M. S. B; MACIEL, L. L.; SABBATINI, F. H. **Recomendações para execução de revestimento de argamassa para paredes de vedação internas e exteriores e tetos.** São Paulo, 1998.

BARROS, M. M. S. B.; CRESCENCIO, R. M. **Revestimento decorativo monocamada: produção e manifestações patológicas.** Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo: EPUSP, 2005.

BAUER, E. **Revestimentos de argamassa: características e peculiaridades.** 1 ed. Brasília/DF: LEMUnb – SINDUSCON/DF, 2005.

BAUER, E.; CASTRO, E. K.; ANTUNES, G. R. Patologias mais correntes nas fachadas de edifícios em Brasília. *In: CONGRESSO PORTUGUÊS DE ARGAMASSAS DE CONSTRUÇÃO*, 3., 2010, Lisboa. **Anais [...]** Lisboa: APFAC, 2010.

BAUER, E.; CASTRO, E. K.; SILVA, M. N. B. Vida útil dos revestimentos de fachada – avaliação das manifestações patológicas nas fachadas de edifícios de Brasília. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS*, 10., 2013, Fortaleza. **Anais [...]** Fortaleza: ANTAC, 2013. p. 1 - 15.

BOLORINO, H.; CINCOTTO, M. A.; RITTI, R. Limpeza de Fachadas em Argamassa. *In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS*, 1995, Goiânia. **Anais [...]** Goiânia: ANTAC, 1995. p. 411 - 419.

CANDIA, M. C. **Contribuição ao estudo das técnicas de preparo da base no desempenho dos revestimentos de argamassas.** 1998. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

CARASEK, H. **Aderência de argamassa 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 da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

CARASEK, H. **Patologia das Argamassas de Revestimento.** Revista Materiais de construção e princípios de ciência e engenharia de materiais, São Paulo, v. 1, p. 1-11, 2007. Disponível em: <<https://ecivilufes.files.wordpress.com/2011/03/patologias-em-argamassa.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

CARVALHO, I. C. **Patologias em fachadas: análises de casos na Universidade Federal do Pará.** 2014. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2014. Disponível em: <<http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/6255>>. Acesso em: 17 jan. 2022.

CASCUDO, O.; CARASEK, H. Avaliação e Restauração de Revestimentos de Argamassa. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2.*, 1997, Salvador. **Anais [...]** Salvador: ANTAC, 1997. p. 383 - 393.

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

CINCOTTO, M. A. **Danos de revestimento decorrentes da qualidade da cal hidratada.** São Paulo: Associação Brasileira de Produtores de Cal, 1975. (Boletim 7).

CINCOTTO, M. A. **Patologia das argamassas de revestimento: análise e recomendações.** *In: Tecnologia de Edificações*, São Paulo, v. IPT/DED n.01, p. 07-12, 1988.

CINCOTTO, M. A., SILVA, M. A. C., CARASEK, H. **Argamassas de revestimento: características, propriedades e métodos de ensaio.** 1.ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1995.

CORRÊA, P. L.; FREITAS, F. B. **Retrofit de fachadas de edificações.** *Revista Engenharia na Prática: Construção e Inovação*, Rio de Janeiro, v. 3, p. 204-226, 2021. Disponível em: <<https://portal.epitaya.com.br/index.php/ebooks/article/view/216/173>>. Acesso em: 17 dez. 2021

CROITOR, E.P.N. **A gestão de projetos aplicada à reabilitação de edifícios: estudo da interface entre projeto e obra.** 2009. Dissertação (Mestrado - Departamento de Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

ELDER, A.J.; VANDENBERG, M. **Construccion: manuales.** Madrid: H. Blume, 1977.

FEIJÓ, C.L; VAZQUEZ, E.G. Reabilitação urbana e edificações para habitação de interesse social: um estudo na região do projeto Porto Maravilha. *In: PATORREB 2018 – 6ª CONFERÊNCIA SOBRE PATOLOGIA E REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS*, 6., 2018, Rio de Janeiro. **Anais [...]** Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1b6HygyzMUkFR8RqZHxzXJ0jIHjnn8Ymj/view>>. Acesso em: 17 de jan. 2022.

FERREIRA, B. B. D. **Tipificação de patologias em revestimentos argamassados.** 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2010.

FREITAS, V. P.; COLEN, I. F.; BRITO, J. Técnicas de Diagnóstico e de Manutenção para Remoção de Manchas em Paredes Rebocadas. *In: 1º Congresso Nacional de Argamassas de Construção – APFAC. Anais [...]* Lisboa, 2005.

FREITAS, V. P.; ALVES, S. M. **Aparecimento de fantasmas em fachadas com revestimento monomassa.** Porto: APFAC, 2015. (Ficha B11A). Disponível em: <<https://www.apfac.pt/patologias/B11A%20Parede%20exterior%20Deficiente%20aplicacao.pdf>>. Acesso em: 20 de jan. 2022.

GOOGLE. **Google Earth website.** Disponível em: <<https://earth.google.com/web>>. Acesso em: 01 de fev. 2022.

GUERRA, F. L. **Biodeterioração de conjunto histórico do século XIX em Pelotas/RS: fungos filamentosos.** 2012. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

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

INDUTA, M. Z. **Retrofit de edificações: dificuldades e tendências**. 2017. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

JOHN, V. M; CREMONINI, R. A. **O processo construtivo e a manutenção dos edifícios**. Revista Construção São Paulo, São Paulo, v. IPT/PI n.007, p. 1-4, 1990.

LEAL, U. **Fachadas e paredes estão doentes**. Revista Técnica, São Paulo, n. 76, p. 48-52, 2003.

MORAES, V. T. F. M; QUELHAS O. L. G. **O desenvolvimento da metodologia e os processos de um retrofit arquitetônico**. Revista Sistemas & Gestão, Rio de Janeiro, v. 7, p. 448-461, 2012.

NETO, F. M.; SILVA, A. P.; CARVALHO JR., A. N. Perícias em Patologias de Revestimentos em Fachadas. *In: X COBREAP - Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias. Anais [...]* Porto Alegre, 1999.

PETRUCCI, H. M. C. **A alteração da aparência das fachadas dos edifícios: interação entre as condições ambientais e a forma construída**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

POLITO, G. Principais Sistemas de Pinturas e suas Patologias. **Apostila de Pintura**, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, mar. 2006. Disponível em: <<https://demc.ufmg.br/tec3/Apostila%20de%20pintura%20-%20Giulliano%20Polito.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

QUALHARINI, E.L.; DUCAP, V.; ORIOLLI, A. Considerações sobre Manutenção e Reabilitação Predial frente às Questões de Auto-Sustentabilidade. *In: Congresso Nacional da Construção*, 2000, Lisboa. **Anais [...]**, Lisboa: 2000.

QUALHARINI, E. L. **Evolução da Reabilitação Predial no Século XXI**. Revista Gestão e Gerenciamento, v. 1, n. 6, 2019. Disponível em: <<https://nppg.org.br/revistas/gestaoegerenciamento/article/view/218>>. Acesso em: 16 dez. 2021.

ROCHA, M. H., QUALHARINI, E. L., **Modelagem gerencial de sistemas de manutenção predial em edificações históricas**. *In: CONGRESSO NACIONAL DA CONSTRUÇÃO*, 2001, Lisboa. **Anais [...]** Lisboa: 2001. p. 137 - 144.

RODERS, A. R. P. **Re-architecture: lifespan rehabilitation of built heritage - basis**. Technische Universiteit Eindhoven, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.6100/IR751759>>. Acesso em: 07 de dez. 2021.

SAHADE, R.; F. **Avaliação de Sistemas de Recuperação de Fissuras em Alvenaria de Vedação**. 2005. Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2005.

SILVA, A. F. **Manifestações patológicas em fachadas com revestimentos argamassados – estudo de caso em edifícios em Florianópolis**. Dissertação (Mestrado em

Arquitetura e Urbanismo) – Curso de Pós-Graduação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SILVA, C. Prefeitura apresenta programa de revitalização do Centro Histórico. **Prefeitura de Porto Alegre**, 2021. Disponível em: <<https://prefeitura.poa.br/gp/noticias/prefeitura-apresenta-programa-de-revitalizacao-do-centro-historico>>. Acesso em: 02 de dez. 2021.

SIMÕES JÚNIOR, J.G. **Revitalização de centros urbanos**. São Paulo: Polis, 1994.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

UEMOTO, K. L; **Projeto, execução e inspeção de pinturas**. 1 ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2002.

VALE, M. S. **Diretrizes para racionalização e atualização das edificações: segundo o conceito da qualidade e sobre ótica do retrofit**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

VEIGA, M. R. **As argamassas na conservação**. *In*: Actas das 1^{as} Jornadas de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro - Avaliação e Reabilitação das Construções existentes. Aveiro, 2003.

VEIGA, M. R. **Conservação e reparação de revestimentos de paredes de edifícios antigos: métodos e materiais**. 2009. Tese (Programa de Investigação e Pós -Graduação) – título de Habilitação para o Exercício de Funções de Coordenação e Investigação Científica, LNEC, Lisboa, 2009.

VERÇOSA, E. J. **Patologia das edificações**. Porto Alegre: Sagra, 1991.