

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

MARIA CAROLINE FERNANDES FRANÇA

**DIRETRIZES PARA PROJETOS DE RECUPERAÇÃO DE REVESTIMENTO
ADERIDO DE FACHADA COM TÉCNICA NÃO DESTRUTIVA**

São Paulo

2026

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

MARIA CAROLINE FERNANDES FRANÇA

**DIRETRIZES PARA PROJETOS DE RECUPERAÇÃO DE REVESTIMENTO
ADERIDO DE FACHADA COM TÉCNICA NÃO DESTRUTIVA**

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Especialista em Tecnologia
e Gestão na Produção de Edifícios

Orientador:

Prof. Msc. Alexandre Amado Britez

São Paulo

2026

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo-na-Publicação

França, Maria

DIRETRIZES PARA PROJETOS DE RECUPERAÇÃO DE
REVESTIMENTO ADERIDO DE FACHADA COM TÉCNICA NÃO
DESTRUTIVA / M. França -- São Paulo, 2026.

72 p.

Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão na Produção de
Edifícios) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento
de Engenharia de Construção Civil.

1.Revestimento 2.Recuperação de Revestimento 3.Fachada
I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de
Engenharia de Construção Civil II.t.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao Sagrado Coração de Jesus, no qual se encontram todos os tesouros da sabedoria e da ciência, e à Virgem do Monte Carmelo, causa da minha alegria.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelas graças imerecidas que me concede todos os dias.

Ao meu pai, Elival, pelo cuidado e pelos incansáveis esforços que fez para que eu pudesse estudar.

À minha mãe, Norma, por acreditar em mim, pelas orações e pelas lágrimas oferecidas a Deus em meu favor.

Ao meu orientador, Alexandre Britez, pela disponibilidade e orientação ao longo deste trabalho.

À professora Mercia Boturra de Barros, pela paciência e pelo incentivo.

À minha madrinha, Sandra, e às minhas amigas Mariana, Livia, Larissa, Emily e Júlia, pelo amor e apoio, mesmo à distância.

Às minhas amigas de percurso, Thifanny, Luana e Karolina, por tornarem este processo mais leve e divertido.

RESUMO

A crescente verticalização das cidades brasileiras, aliada à carência de manutenção preventiva e ao incômodo causado aos usuários em reformas, tem evidenciado a necessidade de soluções mais eficientes para a recuperação de fachadas. Entre as manifestações patológicas que acometem esses sistemas, o desprendimento, causado pela falha de aderência, se destaca por sua gravidade e frequência. Diante desse contexto, o presente trabalho propõe diretrizes para projetos de recuperação de revestimentos de fachada com falhas de aderência, por meio de técnica não destrutiva baseada na fixação por pinos. O estudo fundamentou-se em revisão bibliográfica sobre os sistemas de revestimentos aderidos, complementada por entrevistas com profissionais experientes e pela análise de estudos exploratórios aplicados em obras reais. Essa abordagem permitiu compreender o comportamento do sistema de revestimento, as causas da perda de aderência e os critérios técnicos que devem nortear a aplicação do método proposto. Os resultados indicam que o pinamento, quando adequadamente projetado e executado, constitui alternativa viável às intervenções convencionais, promovendo o restabelecimento da estabilidade do revestimento, com menor impacto ambiental, econômico e operacional. Conclui-se, portanto, que o objetivo proposto foi alcançado, e que a sistematização das diretrizes contribui para o aprimoramento das práticas de manutenção e recuperação de fachadas, servindo como base para futuras pesquisas na área.

Palavras-chave: fachadas; aderência; pinamento; recuperação não destrutiva.

ABSTRACT

The increasing verticalization of Brazilian cities, combined with the lack of preventive maintenance and the inconvenience caused to users during renovations, has highlighted the need for more efficient solutions for façade restoration. Among the pathological manifestations that affect these systems, displacement stands out for its severity and frequency. Given this context, this study proposes guidelines for projects to restore facade coatings with adhesion failures, using a non-destructive technique based on pin fastening. The study was based on a literature review of adhered coating systems, supplemented by interviews with experienced professionals and the analysis of exploratory studies applied to real projects. This approach allowed us to understand the behavior of the cladding system, the causes of adhesion loss, and the technical criteria that should guide the application of the proposed method. The results indicate that pinning, when properly designed and executed, is a viable alternative to conventional interventions, promoting the restoration of cladding stability with less environmental, economic, and operational impact. It is therefore concluded that the proposed objective was achieved and that the systematization of the guidelines contributes to the improvement of facade maintenance and restoration practices, serving as a basis for future research in the area.

Keywords: façades; adhesion; pinning; non destructive repair.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Solicitações sobre os revestimentos de fachada	16
Figura 2 - Corte esquemático das camadas: bases.....	24
Figura 3 - Corte esquemático das camadas: chapisco	25
Figura 4 - Corte esquemático das camadas: reboco e emboço ou camada única	26
Figura 5 - Corte esquemático das camadas: revestimento decorativo.....	27
Figura 6 - Conceito de multiestrato	28
Figura 7 - Junta de movimentação típica com corte total do emboço	29
Figura 8 - Janela de inspeção.....	30
Figura 9 - Ensaio de percussão	31
Figura 10 - Uso de termografia infravermelha	32
Figura 11 - Corpos de prova de revestimento externo.....	33
Figura 12 - Resistência de aderência à tração do revestimento externo na alvenaria	34
Figura 13 - Exemplo de espaçamento do grampeamento.....	36
Figura 14 - Execução do grampeamento	36
Figura 15 - Barra roscada de aço galvanizado.....	37
Figura 16 - Aplicação do tubo tipo camisa.....	37
Figura 17 - Tubo camisa em bloco	38
Figura 18 - Detalhe típico do pinamento	39
Figura 19 - Detalhe típico injeção de resina epóxi como método de correção do som cavo ...	40
Figura 20 - Fachada Edifício Aliança.....	41
Figura 21 - Mapeamento da fachada Edifício Aliança.....	42
Figura 22 - Desprendimento na Fachada Edifício Aliança	42
Figura 23 - Disposição dos pontos	43
Figura 24 - Execução do pinamento	44
Figura 25 - Sequência de execução	44
Figura 26 - Fachada Edifício Voir.....	45
Figura 27 - Levantamento (%) som cavo na elevação lateral esquerda	46
Figura 28 - Levantamento (%) som cavo na elevação posterior	46
Figura 29 - Levantamento (%) som cavo na elevação lateral direita	46
Figura 30 - Levantamento (%) som cavo na elevação frontal.....	46
Figura 31 - Lista de materiais e equipamentos	47
Figura 32 - Disposição dos pontos	48

Figura 33 - Execução do pinamento	48
Figura 34 - Sequência de execução	49
Figura 35 - Exemplo de mapeamento de fachada.....	55
Figura 36 - Exemplo de representação de distanciamento dos furos	56
Figura 37 - Detalhe construtivo do pinamento	59
Figura 38 - Aspecto visual após o pinamento.	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Requisitos de desempenho para vedações.....	17
Quadro 2 - Etapas do processo de produção.....	19
Quadro 3 - Propriedades do estado fresco e endurecido dos revestimentos.....	20
Quadro 4 - Espessuras admissíveis de revestimentos.....	23
Quadro 5 - Características das bases ou substratos	25
Quadro 6 - Limites de resistência de aderência à tração (Ra)	33

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACI – Argamassa Colante I

ACII – Argamassa Colante II

ACIII – Argamassa Colante III

CEM – Centro de Estudos da Metrópole

ELI – Espessura Limite Inferior

ELS – Espessura Limite Superior

IPT – Institutos de Pesquisas Tecnológicas

NBR – Norma Brasileira

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. Objetivo	13
1.2. Justificativa.....	13
1.3. Métodos de pesquisa.....	14
1.4. Estruturação do trabalho.....	15
2. PANORAMA SOBRE O ESTÁGIO ATUAL DE RECUPERAÇÃO DE REVESTIMENTOS ADERIDOS DE FACHADAS	16
2.1. Revestimentos aderidos de fachadas	16
2.1.1. Funções e propriedades dos revestimentos de argamassa.....	20
2.1.2. Funções e características das camadas do revestimento de argamassa.....	24
2.2. Diagnóstico nos revestimentos de fachadas com falhas de aderência.....	29
2.2.1. Ensaio de percussão	30
2.2.2. Uso de termografia infravermelha	31
2.2.3. Ensaio de resistência de aderência à tração	33
2.3. Métodos de recuperação de revestimentos de fachadas	34
2.3.1. Técnica não destrutiva: pinamento	35
2.3.2. Técnica não destrutiva: injeção de resina epóxi como método de correção do som cavo 39	
3. ESTUDO EXPLORATÓRIO	41
3.1. Edifício Aliança.....	41
3.2. Edifício Voir.....	45
4. ANÁLISE DAS ENTREVISTAS	50
5. DIRETRIZES PARA PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE REVESTIMENTO ADERIDO DE FACHADA COM TÉCNICA NÃO DESTRUTIVA: PINAMENTO.....	53
5.1. Definição da técnica	53
5.2. Análise preliminar e condições de aplicação.....	53
5.2.1. Documentação técnica	54
5.2.2. Ensaios e mapeamentos	54
5.3. Espaçamento entre pinos	55
5.4. Representações gráficas.....	56
5.5. Segurança dos executores e usuários.....	57
5.6. Materiais e ferramentas necessárias	57

5.7. Procedimento executivo	57
5.8. Resultado esperado	59
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
6.1. Quanto à consecução dos objetivos propostos	60
6.2. Sugestões de temas de pesquisa a serem estudados	61
REFERÊNCIAS	62
APÊNDICE A – Entrevistas com especialistas sobre o pinamento	65

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, desde a década de 1980 são realizados estudos sobre critérios para avaliação do desempenho das edificações (IPT, 1981), tema de grande relevância para todos os agentes da cadeia produtiva da construção civil. Com a publicação da Norma Brasileira 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho (ABNT, 2021), consolidou-se o entendimento sobre o assunto e ampliou-se a atenção dedicada ao desempenho das edificações ao longo de todo o ciclo de vida.

O Centro de Estudos da Metrópole (CEM) aponta que, na cidade de São Paulo, as edificações verticais ultrapassaram as horizontais em área total construída. O crescimento de 86,94% evidencia a intensificação do processo de verticalização urbana (CEM, 2021).

Segundo Petersen (2022), a presença de defeitos pode indicar o fim da vida útil de um sistema, salvo quando manutenções ou reparos restabelecem os requisitos mínimos de desempenho. No caso das fachadas revestidas com argamassa ou cerâmica, as manifestações patológicas mais recorrentes incluem fissuras, vesículas, pulverulência, empolamento e desprendimento, que podem ocorrer em diferentes camadas do sistema.

Entre essas manifestações, destaca-se o desprendimento de placas cerâmicas ou camadas de argamassa, caracterizado pela perda de aderência entre o revestimento e o substrato. Esse fenômeno pode ocorrer de forma localizada ou generalizada, dependendo da intensidade dos agentes de degradação, da qualidade da execução e das condições de manutenção. Além dos riscos potenciais de queda de fragmentos e consequentes danos a pessoas e propriedades, o desprendimento compromete a estanqueidade da fachada, favorecendo infiltrações e acelerando processos de degradação interna da edificação. Dada sua gravidade e frequência, o desprendimento configura uma das anomalias mais críticas em fachadas de edifícios verticais.

Tradicionalmente, a correção dessas falhas ocorre por meio de métodos convencionais, baseados na remoção total ou parcial do revestimento e posterior reconstrução. No entanto, quando a quantidade ou o grau de deterioração é elevado, tal solução pode se tornar técnica e financeiramente inviável. Nesse contexto, têm surgido alternativas não destrutivas, ainda pouco exploradas, mas utilizadas de forma empírica em obras. Tais métodos carecem de padronização e reconhecimento generalizado, o que reforça a importância de fomentar pesquisas que contribuam para o seu desenvolvimento e consolidação no setor. Dessa forma, este estudo busca contribuir para o avanço das práticas de recuperação de fachadas, promovendo a consolidação de técnicas não destrutivas fundamentadas em critérios de desempenho e segurança.

1.1. Objetivo

O objetivo deste trabalho é estabelecer diretrizes para projetos de recuperação de revestimentos de fachada com falhas de aderência, por meio da aplicação de técnica não destrutiva baseada na fixação de pinos.

1.2. Justificativa

No Brasil, a maioria das edificações verticais apresenta fachadas constituídas por revestimentos aderidos de argamassa. Esse sistema, geralmente aplicado de forma manual, requer mão de obra qualificada para assegurar o desempenho e a durabilidade. A ampla variedade de processos e materiais disponíveis no mercado permite atender simultaneamente a exigências estéticas e funcionais.

Nas edificações verticais, a fachada desempenha papel essencial como elemento de proteção da envoltória, devendo atender aos requisitos de desempenho frente aos agentes de degradação. Anomalias nesse sistema impactam diretamente o usuário, comprometendo a funcionalidade da edificação e o valor patrimonial do imóvel.

Entretanto, observa-se no país uma cultura limitada de manutenção preventiva. Em consequência, as manifestações patológicas costumam ser identificadas em estágios avançados, o que eleva a complexidade das intervenções e os custos associados às soluções. Na cidade de São Paulo, diferentemente de municípios como Bauru, Jundiaí, Ribeirão Preto, Santos e São Vicente, inexistência obrigatória legal de inspeção predial. Assim, a periodicidade das manutenções depende da iniciativa de síndicos e proprietários, resultando em práticas predominantemente reativas.

Entre as manifestações patológicas mais críticas, destaca-se o desprendimento, decorrente da perda de aderência entre o revestimento e o substrato ou entre camadas do próprio sistema. Esse fenômeno representa risco à segurança dos usuários e pode ocasionar danos a terceiros. Além disso, favorece a ocorrência de infiltrações, acelera a degradação da edificação e configura um problema de responsabilidade civil.

A abordagem tradicional de recuperação de fachadas baseia-se na remoção parcial ou total do revestimento, seguida da execução de um novo sistema. Embora amplamente utilizada, essa técnica é altamente invasiva, gerando ruídos, poeira e vibrações, além de causar transtornos aos usuários. Do ponto de vista financeiro, apresenta custos elevados, devido à necessidade de mão de obra especializada, transporte e descarte de entulho, bem como à aquisição de novos materiais.

Como alternativa, surgem técnicas não destrutivas de recuperação, que possibilitam prolongar a vida útil dos revestimentos sem a necessidade de remoção completa. Apesar de seu potencial, tais técnicas ainda carecem de base teórica consolidada e de normatização específica, o que limita sua adoção em larga escala.

Nesse contexto, o presente trabalho propõe discutir uma técnica não destrutiva de recuperação com fixação por pinos, com o objetivo de ampliar a durabilidade dos revestimentos aderidos e oferecer soluções eficazes, seguras e economicamente viáveis para a manutenção do desempenho das edificações.

1.3. Métodos de pesquisa

A pesquisa teve início com uma revisão bibliográfica acerca dos componentes que integram os revestimentos aderidos de fachada, fundamentada em dissertações, teses, normas técnicas e livros especializados.

Diante da escassez de referências específicas sobre a técnica estudada, realizaram-se entrevistas com especialistas, de modo a complementar as informações obtidas na literatura. Os profissionais atuam em recuperação de fachadas, possuem grau de especialização e coordenam empresas consolidadas no mercado, além de possuírem amplo conhecimento técnico. As entrevistas ocorreram individualmente, seguindo um roteiro composto por questões abertas sobre os seguintes aspectos: relevância da técnica; principais benefícios; condições de aplicação; limitações do uso; métodos dos diagnósticos; execução; responsabilidade técnica e mercado. Após a coleta, as respostas foram transcritas e organizadas por temas, permitindo identificar recomendações comuns e critérios técnicos citados pelos entrevistados. As respostas foram dispostas no Apêndice A – Entrevista com os especialistas sobre o pinamento.

Em seguida, foram analisados dois estudos exploratórios referentes a projetos de recuperação de fachadas. Esses estudos permitiram compreender o método executivo. Os resultados da revisão bibliográfica, das entrevistas e dos estudos exploratórios foram integrados e sistematizados, servindo de base para as diretrizes desenvolvidas neste trabalho.

1.4. Estruturação do trabalho

No Capítulo 1, são apresentados a introdução, os objetivos, a justificativa e os métodos de pesquisa utilizados. O Capítulo 2 aborda os fundamentos teóricos relacionados aos revestimentos aderidos, com ênfase nos mecanismos de aderência. O Capítulo 3 aborda dois estudos exploratórios, que subsidiam a elaboração das diretrizes propostas. O Capítulo 4 aborda os resultados obtidos nas entrevistas que estão expostas no Apêndice A – Entrevista com especialistas sobre o pinamento. O Capítulo 5 apresenta as diretrizes de projeto propostas. Por fim, o Capítulo 6 reúne as considerações finais, sintetizando as conclusões obtidas e sugerindo possibilidades para trabalhos futuros.

2. PANORAMA SOBRE O ESTÁGIO ATUAL DE RECUPERAÇÃO DE REVESTIMENTOS ADERIDOS DE FACHADAS

Neste capítulo, serão abordados os termos e definições pertinentes ao desenvolvimento do trabalho.

2.1. Revestimentos aderidos de fachadas

A fachada constitui o sistema de vedação externa dos edifícios, destacando-se como elemento fundamental da envoltória e responsável também pela identidade arquitetônica da edificação, por meio de sua expressão estética (Cerqueira, 2018). Segundo Sabbatini (2011), em muitos casos, a fachada atua como a própria estrutura do edifício — como ocorre em alvenarias estruturais ou painéis portantes — exercendo simultaneamente a função de proteção dos usuários contra a ação de agentes externos. Trata-se, portanto, de um dos sistemas mais expostos e suscetíveis à ocorrência de manifestações patológicas, como fissuras e desprendimento de revestimentos. A Figura 1 demonstra as solicitações sobre os revestimentos de fachada.

Figura 1 - Solicitações sobre os revestimentos de fachada



Fonte: Adaptado de Bonin *et al.* (1999)

Conforme a ABNT NBR 15575-4 (ABNT, 2021), os Sistemas de Vedação Vertical Externo (SVVE) são partes da edificação habitacional que limitam verticalmente os ambientes internos e o exterior. Os requisitos necessários para garantir o desempenho dos sistemas estão demonstrados no Quadro 1.

Quadro 1 - Requisitos de desempenho para vedações

Desempenho Estrutural	Apresentar nível de segurança considerando-se as combinações de ações passíveis de ocorrerem durante a vida útil da edificação habitacional ou do sistema;
	Limitar os deslocamentos, fissuras e falhas a valores aceitáveis, de forma a assegurar o livre funcionamento de elementos e componentes da edificação habitacional;
	Resistir às solicitações originadas pela fixação de peças suspensas (armários, prateleiras, lavatórios, hidrantes, quadros e outros);
	Resistir aos impactos de corpo mole e corpo duro (para vedações com ou sem função estrutural);
	Resistir a ações transmitidas por portas e resistir à ação das cargas de ocupação que atuam nos guarda-corpos e parapeitos.
Segurança Contra Incêndio	Dificultar a ocorrência da inflamação generalizada no ambiente de origem do incêndio e não gerar fumaça excessiva capaz de impedir a fuga dos ocupantes em situações de incêndio;
	Dificultar a propagação de incêndio e preservar a estabilidade estrutural da edificação.
Estanqueidade	Ser estanques à água proveniente de chuvas incidentes ou de outras fontes (restrito as vedações verticais externas);
	Não permitir infiltração de água, através de suas faces, quando em ambientes de áreas molháveis e molhadas.

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 15575-4 (2021).

Quadro 1 - Requisitos de desempenho para vedações

Desempenho Térmico	Apresentar transmitância térmica e capacidade térmica que proporcionem pelo menos o desempenho térmico mínimo para cada zona bi climática estabelecida na ABNT NBR 15220-3;
	Apresentar aberturas, nas fachadas das habitações, com dimensões adequadas para proporcionar a ventilação interna dos ambientes (aplica-se somente aos ambientes de longa permanência como salas e dormitórios).
Desempenho Acústico	Manter níveis de ruído permitidos na habitação e propiciar conforto e privacidade acústica.
Durabilidade e Manutenibilidade	Devem ser limitados os deslocamentos, fissuras e falhas nas paredes externas, incluindo seus revestimentos, em função de ciclos de exposição ao calor e resfriamento que ocorrem durante a vida útil do edifício e manter a capacidade funcional e as características estéticas, ambas compatíveis com o envelhecimento natural dos materiais durante a vida útil de projeto, desde que submetidos às intervenções periódicas de manutenção especificadas pelos respectivos fornecedores.

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 15575-4 (2021).

O revestimento é o conjunto de camadas que cobre a superfície da estrutura ou do vedo, e pode ser classificado em dois grupos: aderidos e não aderidos. Os revestimentos não aderidos são montados a seco, por meio de dispositivos de suspensão ou fixação mecânica, sem aderência direta entre as camadas (Medeiros, 1999). Contudo, devido ao escopo deste estudo, esse tipo de sistema não será aprofundado. No Brasil, é mais comum o uso de revestimentos aderidos, compostos em sua maioria por revestimentos argamassados, em que há aderência entre as camadas.

A NBR 13529 (ABNT, 2013) define o sistema de revestimento como o conjunto formado pela argamassa e pelo acabamento decorativo, enquanto o revestimento de argamassa é definido como o cobrimento de uma superfície com uma ou mais camadas superpostas de argamassa, apto a receber acabamento decorativo ou constituir-se em acabamento, decorativo ou não.

De acordo com Selmo *et. al* (1989), o desempenho do revestimento é condicionado por suas características intrínsecas, decorrentes de diversos fatores ligados ao processo de produção — que pode ter maior ou menor interferência em seu desempenho — e pela intensidade das ações às quais está submetido ao longo de sua vida útil. Os fatores ligados ao processo de produção estão sintetizados no Quadro 2.

Quadro 2 - Etapas do processo de produção

ETAPAS DO PROCESSO DE PRODUÇÃO	Concepção do edifício	Concepção das fachadas considerando proteção contra ação da água de chuva; Concepção da estrutura com rigidez tal que minimize sua deformação; Concepção do vedo de modo que tenha regularidade geométrica superficial e baixa deformação.
	Projeto do revestimento	Consideração dos principais agentes atuantes e sua real intensidade; Especificação dos requisitos de desempenho do revestimento; Especificação das espessuras das camadas; Especificação de detalhes construtivos que protejam a fachada contra ação da água e minimizem o efeito das tensões resultantes das ações a que o revestimento está sujeito.
	Materiais	Definição das características e propriedades da argamassa adequadas às condições de exposição e às características do substrato.
	Planejamento	respeito aos prazos mínimos estabelecidos pela "boa prática" de produção do revestimento.
	Execução	Controle de recebimento e do preparo dos materiais; Uso de mão de obra qualificada; Emprego de procedimento de produção adequado; Técnica de execução do acabamento adequada.
	Controle	Controle durante o processo de execução; Controle de recebimento do serviço.
	Uso e Manutenção	Definição da periodicidade e dos procedimentos de manutenção.

Fonte: Selmo (1989).

2.1.1. Funções e propriedades dos revestimentos de argamassa

Entre as principais funções do revestimento, destacam-se: proteger os elementos de vedação do edifício da ação direta dos agentes agressivos; auxiliar no isolamento térmico e acústico; garantir estanqueidade à água e aos gases; proporcionar segurança contra incêndios; regularizar a superfície dos elementos de vedação; fornecer o acabamento; e contribuir para a estética da fachada (Sabbatini, 2016).

Conforme a NBR 13749 (ABNT, 2013), os revestimentos devem satisfazer às seguintes condições:

Deve ser compatível com o acabamento decorativo (pintura, revestimento cerâmico e outros); ter resistência mecânica decrescente ou uniforme, a partir da primeira camada em contato com a base, sem comprometer a sua durabilidade ou acabamento; ser constituído por uma ou mais camadas superpostas de argamassas contínuas e uniformes; ter propriedade hidrofugante, em caso de revestimento de argamassa aparente, sem pintura e base porosa e resistir à ação de variações normais de temperatura e umidade do meio.

A fim de cumprir as funções para os quais foram projetados, os revestimentos precisam apresentar propriedades no estado fresco que resultam nas propriedades do estado endurecido. (Sabbatini, 2016). As propriedades do estado fresco e endurecido estão demonstradas no Quadro 3.

Quadro 3 - Propriedades do estado fresco e endurecido dos revestimentos

ESTADO FRESCO		ESTADO ENDURECIDO
Massa específica e teor de ar; Trabalhabilidade; Retenção de água; Aderência inicial; Retração de secagem.		Aderência; Capacidade de absorver deformações; Resistência mecânica; Resistência ao desgaste; Durabilidade.

Fonte: Sabbatini (2016)

Segundo Maciel *et al* (1998), as propriedades da argamassa no estado fresco são: massa específica e o teor de ar incorporado; a trabalhabilidade, a retenção de água, a aderência inicial e a retração na secagem.

A massa específica expressa a relação entre a massa e o volume da argamassa, podendo ser absoluta ou relativa. Já o teor de ar incorporado indica a quantidade de ar presente na mistura, influenciando a densidade e a trabalhabilidade. O aumento do ar melhora o manuseio, mas em excesso pode reduzir a resistência mecânica e a aderência (Maciel *et al*, 1998).

A trabalhabilidade refere-se à facilidade de aplicação, sendo desejável que a argamassa seja plástica, coesa e de fácil espalhamento, sem se tornar fluida. Essa propriedade depende da proporção e da qualidade dos materiais, sendo favorecida pelo uso controlado de cal e aditivos (Maciel *et al*, 1998).

A retenção de água indica a capacidade da argamassa de conservar a umidade necessária à hidratação do cimento, evitando secagem rápida ou absorção excessiva pela base. Uma boa retenção melhora a aderência e a durabilidade, enquanto a perda precoce de água compromete o desempenho do revestimento (Maciel *et al*, 1998).

A aderência inicial corresponde à capacidade da argamassa fresca de fixar-se à base, dependendo da trabalhabilidade, da retenção de água e das condições da superfície. Bases limpas e rugosas favorecem o contato e evitam destacamentos por descontinuidade (Maciel *et al*, 1998).

Por fim, a retração na secagem ocorre pela perda de água e pelas reações químicas de endurecimento, podendo causar fissuras. Essa propriedade é influenciada pela dosagem, pela espessura das camadas e pelo tempo de acabamento. Argamassas com alto teor de cimento são mais propensas a fissurar, enquanto composições mais equilibradas apresentam melhor estabilidade e durabilidade (Maciel *et al*, 1998).

De acordo Maciel *et al* (1998), as propriedades da argamassa no estado endurecido definem o desempenho e a durabilidade do revestimento. Entre as principais, destacam-se a aderência, a capacidade de absorver deformações, a resistência mecânica, a permeabilidade e a durabilidade.

A capacidade de absorver deformações refere-se à habilidade de suportar pequenas variações dimensionais sem fissurar. É influenciada pelo módulo de deformação, pela espessura das camadas, pelas juntas e pela compactação adequada (Maciel *et al*, 1998).

A resistência mecânica indica a capacidade de suportar esforços físicos, como abrasão e impacto. Aumenta com a redução da relação água/cimento e com a boa compactação da argamassa (Maciel *et al*, 1998).

A permeabilidade diz respeito à passagem de água e vapor pelo revestimento. Deve impedir infiltrações, mas permitir a difusão de vapor, sendo afetada pela composição, espessura e qualidade da aplicação (Maciel *et al*, 1998).

A durabilidade representa o tempo de vida útil do revestimento diante das ações ambientais. É resultado da combinação equilibrada das demais propriedades e pode ser comprometida por fissuras, espessuras inadequadas, baixa qualidade dos materiais ou falta de manutenção (Maciel *et al*, 1998).

Em casos mais graves de falhas de aderência, o revestimento pode se projetar para fora da estrutura ou da vedação. Esse tipo de situação é perigoso, pois pode causar ferimentos graves aos usuários nas proximidades ou danos materiais significativos. Além disso, o desprendimento pode expor o substrato a intempéries, acelerando o processo de deterioração e comprometendo a durabilidade da edificação.

Sabbatini (2016) defini aderência como:

Propriedade do revestimento de manter-se fixo ao substrato, através da resistência às tensões normais e tangenciais que surgem na interface base-revestimento. É resultante da resistência de aderência à tração, da resistência ao cisalhamento e da extensão de aderência da argamassa. É relacionado ao fenômeno mecânico que ocorre em superfícies porosas, pela ancoragem da argamassa na base, através da entrada de pasta nos poros, reentrâncias e saliências, seguido do endurecimento progressivo da pasta. A aderência inicial depende: das outras propriedades da argamassa no estado fresco; das características da base na aplicação, como a porosidade, rugosidade, condições de limpeza; da superfície de contato efetivo entre a argamassa e a base. Para se obter uma adequada aderência inicial, a argamassa deve apresentar trabalhabilidade e retenção de água adequadas à sucção da base e às condições de exposição. Deve, também, ser comprimida após a sua aplicação, para promover o maior contato com a base. Além disso, a base deve estar limpa, com rugosidade adequada e sem oleosidade. Caso essas condições não sejam atendidas, pode haver, por exemplo, a perda de aderência em razão da entrada rápida da pasta nos poros da base. Isso acontece devido à sucção da base ser maior que a retenção de água da argamassa, causando descontinuidade da camada de argamassa sobre a base.

Entre as causas mais comuns de desprendimento, destacam-se: problemas no preparo da superfície da base, falhas na aderência entre as camadas de chapisco e reboco ou entre o chapisco e o emboço, além do uso de argamassas incapazes de suportar as tensões geradas pela estrutura e pelas variações térmicas. Outras causas incluem o uso de argamassas com alto módulo de elasticidade e a aplicação de camadas muito espessas (Lima, 2021).

Quanto à espessura dos revestimentos, esta é preconizada pela NBR 13749 (2013), demonstrado no Quadro 4:

Quadro 4 - Espessuras admissíveis de revestimentos

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

Fonte: ABNT (2013).

Já a NBR 13755 (ABNT, 2017) define os seguintes limites para as camadas individuais de argamassa de emboço: espessura limite superior (ELS) de 50 mm e espessura limite inferior (ELI) de 20 mm.

Complementarmente, a NBR 7200 (ABNT, 1998) determina que o projeto de execução de revestimentos de argamassa especifique os tipos de argamassa a serem utilizados, o número de camadas, a espessura de cada uma e o acabamento previsto.

Lima (2021), comenta:

“Grande parte dos problemas patológicos em revestimentos argamassados estão associados à utilização de espessuras maiores do que as especificadas pelas Normas ABNT, desprovidas de tela de reforço. A fim de compensar falhas, como variações de medidas, nível, alinhamento e locação durante a construção, cria-se revestimentos com grandes espessuras; é o caso de correção do prumo das fachadas. Tais problemas podem ser associados à deficiência de planejamento aliada à ausência de projeto.”

A NBR 15575-4 (ABNT, 2013) estabelece os parâmetros para avaliar o desempenho dos componentes do sistema de vedação vertical externa, considerando toleráveis os

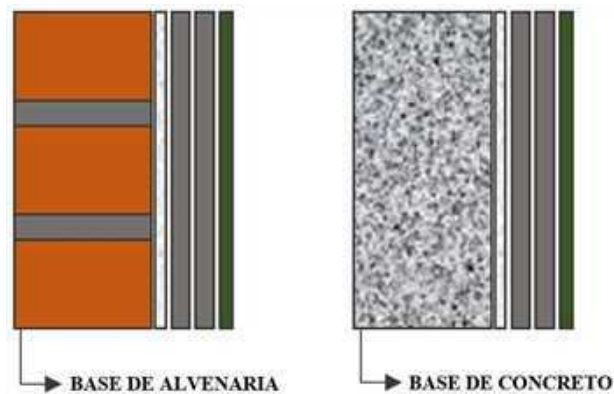
desprendimentos localizados do revestimento, desde que estes possam ser identificados visualmente ou por meio de exame de percussão (som cavo). Esses desprendimentos não devem apresentar risco de descontinuidade ou projeção de material e devem limitar-se a uma área individual de, no máximo, 0,10 m² ou a uma área total de até 5% do pano da fachada analisada.

2.1.2. Funções e características das camadas do revestimento de argamassa

O revestimento pode ser de camada única, denominado massa única ou emboço paulista, ou de duas camadas, denominado emboço e reboco (Sabbatini, 2016). Sobre essa composição é aplicada a última camada do revestimento, como pinturas, texturas e revestimentos cerâmicos.

Cada elemento do revestimento possui uma função específica para permitir o correto funcionamento do conjunto. Embora não faça parte do sistema, a base, demonstrada na Figura 2 — que recebe as camadas do revestimento — é fundamental para o desempenho e pode ser constituída de alvenaria (com blocos cerâmicos ou de concreto) ou estrutura (em concreto, além de outros tipos que vêm sendo amplamente utilizados, como paredes autoportantes de concreto ou alvenaria estrutural (Sabbatini, 2016).

Figura 2 - Corte esquemático das camadas: bases



Fonte: Elaborada pela autora (2025).

O Quadro 5 apresenta as características das bases de aplicação:

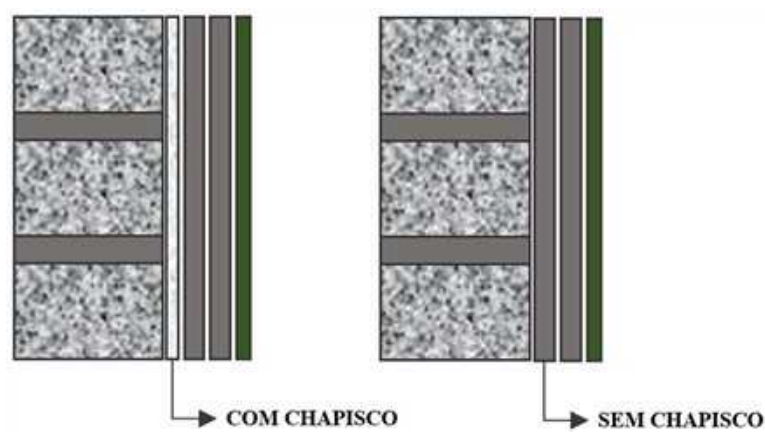
Quadro 5 – Características das bases ou substratos

BASES	CARACTERÍSTICAS
Alvenaria (diferentes componentes) Estrutura (concreto)	Absorção de água Porosidade Resistência mecânica Movimentações higroscópicas Rugosidade Homogeneidade

Fonte: Maciel e Sabbatini (2016).

A preparação da base é realizada por meio do “chapisco”, cuja função é regularizar o substrato quanto à absorção e melhorar a aderência do revestimento. O chapisco pode ser aplicado de forma contínua ou descontínua (ABNT, 2013). Em casos em que a base é composta apenas por um elemento, como na alvenaria estrutural, o chapisco pode não ser necessário. A Figura 3 demonstra a posição do chapisco nas camadas do revestimento.

Figura 3 - Corte esquemático das camadas: chapisco



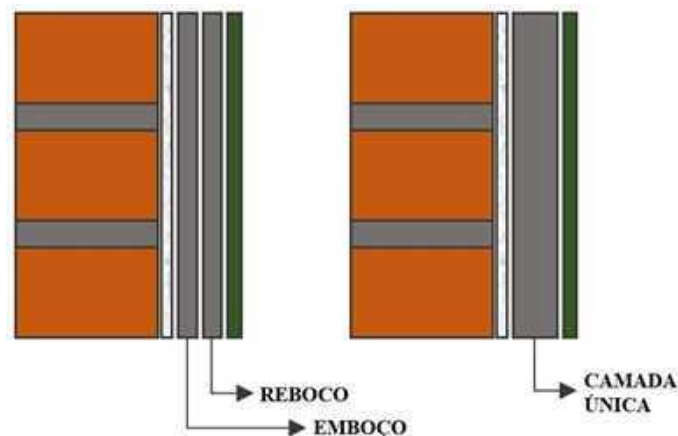
Fonte: Elaborada pela autora (2025).

Usualmente, na estrutura se utiliza chapisco industrializado, com auxílio de desempenadeira dentada de 8mm, a aplicação ocorre de modo que os cordões fiquem na horizontal. Sobre a

alvenaria, o chapisco é aplicado com projetor de argamassa tipo caneca ou com rolo para chapisco “rolado”.

A regularização pode ser feita em uma única camada (emboço) ou em duas camadas (emboço e reboco). O emboço regulariza a superfície da base ou do chapisco, preparando-a para a aplicação de uma camada adicional, que pode ser o reboco ou um acabamento decorativo. O reboco, por sua vez, cobre o emboço e serve de base para o revestimento decorativo. Sobre o revestimento de argamassa, pode ou não ser aplicado o acabamento decorativo, dependendo do material empregado, como peças cerâmicas, texturas ou tintas. A Figura 4 demonstra o corte esquemático das camadas do revestimento com o reboco e emboço ou camada única.

Figura 4 - Corte esquemático das camadas: reboco e emboço ou camada única



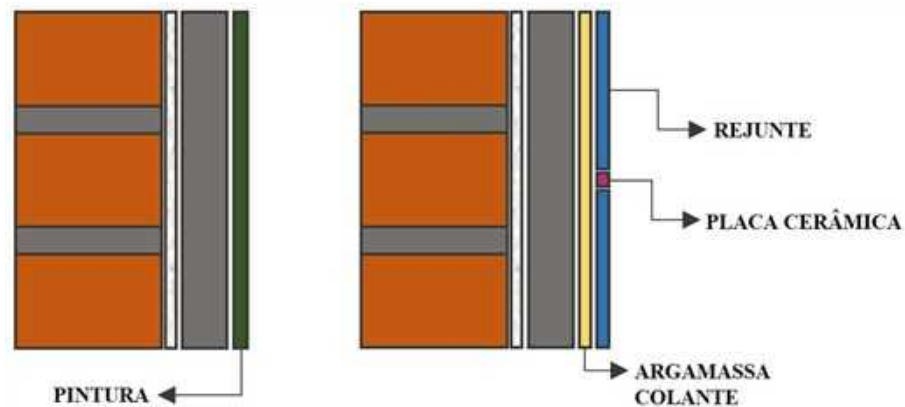
Fonte: Elaborada pela autora (2025).

Devido à diversidade de acabamentos decorativos, serão abordados brevemente apenas os acabamentos com peças cerâmicas e pintura, que costumam ser mais usuais.

Em casos de assentamento de peças cerâmicas, é necessária uma camada adicional de ligação ou assentamento (ABNT, 2013). A camada de ligação é responsável por proporcionar a aderência entre a peça cerâmica e a camada de regularização. Para esse fim, são empregadas argamassas colantes ou adesivos específicos. Conforme a NBR 14081-1 (ABNT, 2012), a argamassa colante é um produto constituído por cimento Portland, agregados minerais e aditivos químicos, fornecido no estado seco e que, ao ser misturado com água, forma uma massa viscosa, plástica e aderente, utilizada no assentamento de placas cerâmicas. A norma classifica as argamassas colantes em Argamassa Colante I (ACI), Argamassa Colante II (ACII) e Argamassa Colante III (ACIII), com variações em propriedades como tempo em aberto

estendido (E) e deslizamento reduzido (D). A Figura 5 demonstra o corte esquemáticos das camadas do revestimento com o revestimento decorativo.

Figura 5 - Corte esquemático das camadas: revestimento decorativo



Fonte: Elaborada pela autora (2025).

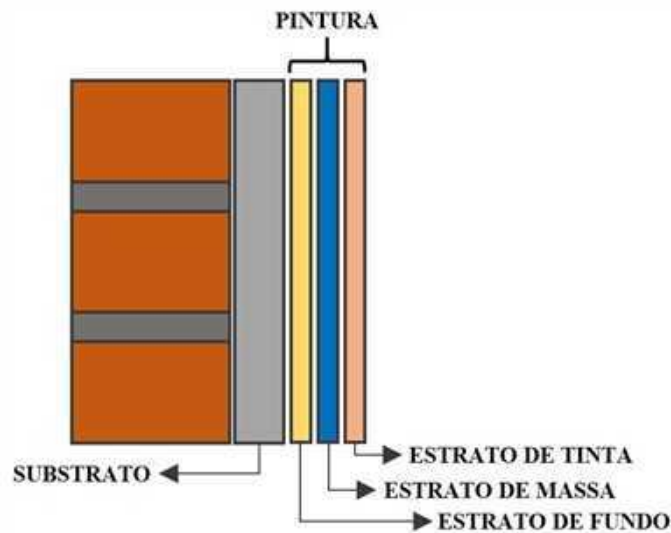
Sobre a camada de fixação, é usualmente assentado o revestimento cerâmico. Por definição, trata-se de uma placa fina composta de argilas e/ou outras matérias-primas inorgânicas. Conforme a NBR 13755 (ABNT, 2017), para aplicação de revestimento cerâmico em fachadas é obrigatório um projeto específico:

O projeto de revestimento de fachada é obrigatório e, pela sua característica, deve ser desenvolvido por profissional legalmente habilitado e pode ser subcontratado ou desenvolvido internamente pela construtora, na forma de procedimento.

Entre as placas cerâmicas são deixados pequenos espaços denominados “juntas entre os componentes”, esses espaços têm a função de dissipar tensões, além de permitir o alinhamento das peças, que, pelo seu processo de fabricação, podem conter variações dimensionais. As juntas são preenchidas por uma mistura de cimento Portland e outros componentes homogêneos e uniformes, denominada argamassa para rejuntamento (ABNT, 2003).

Como alternativa de acabamento, a pintura corresponde a um revestimento constituído por uma película aderente, composta por diferentes camadas e cuja espessura total não ultrapassa 1 mm. Essa estratificação é obtida por meio da aplicação sucessiva de demãos, incluindo tintas de fundo, massas destinadas ao nivelamento da superfície e, por fim, as tintas de acabamento (Sabbatini et al., 2006). A Figura 6 demonstra o multiestrato.

Figura 6 - Conceito de multiestrato



Fonte: Adaptado de Sabbatini et al. (2006)

As juntas de movimentação subdividem os panos de revestimento e são preenchidas por um selante. Dentre suas funções, a NBR 13755 (ABNT, 2017) destaca:

a) controlar fissuração: para uma dada interface entre duas superfícies sujeitas ao movimento diferencial, a junta deve possuir geometria e posicionamento de forma a confinar e/ou dirigir o surgimento de eventuais fissuras para o seu interior, possibilitando seu tratamento futuro de forma regular e controlada;

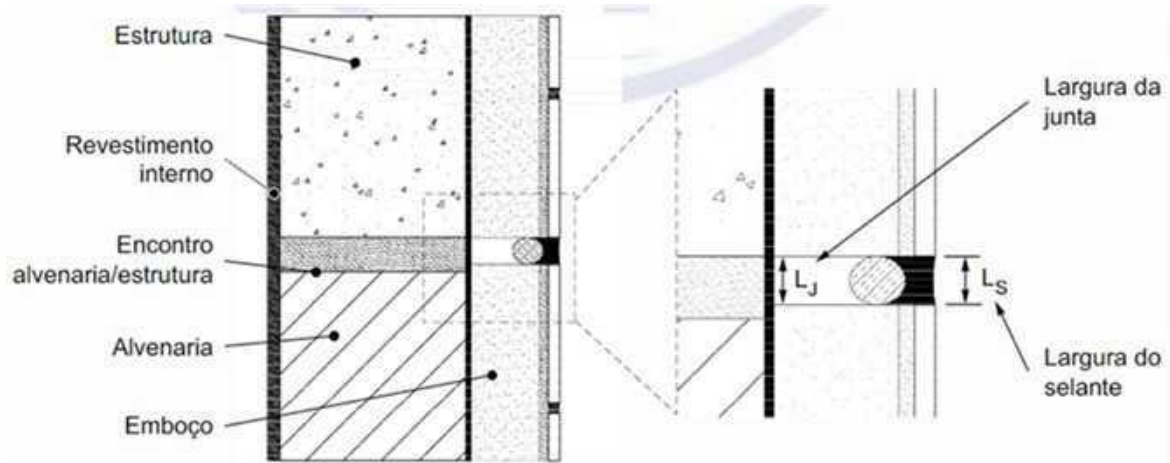
b) subdividir as superfícies revestidas com placas cerâmicas de modo a formar painéis que suportem os efeitos cumulativos das movimentações transmitidas pelo edifício e pelos fatores climáticos (temperatura, umidade), adequando assim as solicitações impostas à resistência dos materiais empregados. Estas juntas servem também para separar o revestimento cerâmico de outros elementos construtivos da fachada que se movimentam de forma distinta, como por exemplo, juntas estruturais, união de materiais distintos etc.”

Ribeiro e Barros (2010), comentam:

Em revestimentos aderidos de fachadas, a função principal das juntas é minimizar a propagação de esforços neles atuantes e que provêm, usualmente, dos elementos com os quais se conectam (estrutura, vedo, revestimento) e do seu comportamento intrínseco diante das ações do meio ambiente (variação de temperatura e umidade, por exemplo). Nesse caso, é função das juntas minimizar as tensões introduzidas no revestimento. O emprego desse detalhe construtivo objetiva evitar patologias, como o aparecimento de fissuras ou até mesmo o destacamento de partes do revestimento.

Nos elementos estruturais são utilizadas juntas estruturais, para possibilitar a movimentação ou trabalho da estrutura, estas juntas devem se estender para o revestimento. A Figura 7 demonstra especificidades do sistema com revestimento cerâmico e as juntas de movimentação.

Figura 7 - Junta de movimentação típica com corte total do emboço



Fonte: ABNT NBR 13755, (2017)

2.2. Diagnóstico nos revestimentos de fachadas com falhas de aderência

O diagnóstico de falhas de aderência em revestimentos de fachada exige a integração de procedimentos de investigação que permitam identificar as causas das anomalias e estabelecer critérios técnicos para intervenção.

Segundo Lima (2022), a etapa inicial consiste na anamnese e análise sensorial. A anamnese envolve o levantamento de informações sobre a edificação, histórico de manutenção, condições de exposição e características construtivas. Esse levantamento, associado ao estudo dos mecanismos de degradação, possibilita relacionar sintomas observados às possíveis origens do problema. A análise sensorial é conduzida por meio de observações visuais, táteis e acústicas. Essa etapa permite formular hipóteses preliminares sobre o comportamento do revestimento e orientar a escolha dos ensaios subsequentes. Em certas situações, a análise sensorial também pode indicar a necessidade de medidas imediatas, como restrição de acesso ou escoramento, quando há indícios de risco associado a elementos estruturais.

Para Lima (2022), quando há indícios de que a manifestação patológica tem origem interna, recorrem-se às prospecções destrutivas – conhecidas popularmente como janelas de inspeção, demonstrada na Figura 8 – que consistem na remoção planejada de partes do revestimento para análise direta de suas camadas. Essa técnica permite verificar a espessura do revestimento, a condição da base, o tratamento da superfície do substrato, a presença de fissuras, juntas, reforços metálicos ou ausência de elementos previstos no sistema, além de possibilitar a identificação da composição das camadas.

Figura 8 - Janela de inspeção



Fonte: Instagram de @eng_jefferson_cirino (2024).

2.2.1. Ensaio de percussão

Um dos métodos mais utilizados é o ensaio de percussão, que permite localizar falhas de aderência, sobre o ensaio Lima (2021), comenta:

Recomenda-se que seja realizado durante o processo de construção, com o objetivo de avaliar o revestimento argamassado, no qual seu resultado torna-se critério para a liberação da aplicação do revestimento. Em edificações concluídas que apresentam manifestações patológicas este ensaio também é indicado, sendo, neste caso, utilizado para analisar quantitativamente as áreas com “falha de aderência”; é aplicável tanto em revestimentos argamassados com acabamento em texturas e pinturas, como em revestimentos cerâmicos aderidos. Na prática, as ferramentas mais utilizadas são o martelo pena e martelo com “cabeça” em “plástico rígido”.

Segundo a NBR 13749 (ABNT, 2013), a avaliação deve ser aplicada em uma área de aproximadamente 1 m², sendo realizada a cada 50 m² em tetos e a cada 100 m² em paredes.

Caso o som cavo seja detectado durante a inspeção por amostragem, todos os revestimentos com esse tipo de som devem ser percutidos completamente para determinar a área total com falhas de aderência, que posteriormente deverão ser reparadas. O ensaio é um método preliminar para identificar falhas de aderência em revestimentos, as regiões com falhas de aderência que são indicadas pelo “som cavo”, sendo influenciado por diversos fatores e devendo ser usado apenas como indicativo, não substituindo o ensaio de resistência à tração. A Figura 9 demonstra como são realizados os ensaios de percussão.

Figura 9 - Ensaio de percussão



Fonte: Oicram Engenharia (2024).

2.2.2. Uso de termografia infravermelha

Em alternativa, a termografia infravermelha tem sido estudada como método não destrutivo aplicável à inspeção de revestimentos aderidos de fachada. A técnica baseia-se na medição da radiação térmica emitida pelas superfícies, permitindo a identificação de variações térmicas associadas a heterogeneidades presentes no sistema. Essas variações podem indicar a existência de vazios ou perda de aderência entre as camadas do revestimento. A termografia possibilita análise remota, rápida e sem necessidade de contato físico com a fachada (Andrade, 2020).

Andrade (2020) demonstra que a utilização da termografia embarcada em aeronaves remotamente pilotadas (drones) amplia as possibilidades de aplicação da técnica. O uso de drones reduz a necessidade de estruturas de acesso, diminui riscos inerentes ao trabalho em altura e permite a obtenção de imagens em distâncias e ângulos adequados para análise. A

estabilidade proporcionada pela aeronave e a capacidade de aproximação controlada contribuem para a qualidade dos termogramas, reduzindo interferências comuns em inspeções realizadas a partir do solo.

A eficiência da técnica depende das condições ambientais no momento da inspeção. Conforme identificado por Andrade (2020), dias ensolarados com maior amplitude térmica favorecem o contraste entre áreas íntegras e regiões com falhas de aderência. O intervalo entre 9h e 16h foi observado como o mais adequado, em razão da incidência solar e da consequente diferença entre os processos de aquecimento e resfriamento do revestimento. Em condições de baixa irradiância, como em dias nublados, os contrastes térmicos tendem a diminuir, o que reduz a clareza dos termogramas.

Demonstrando um exemplo de uso da técnica, Lima (2022) observou:

Na Figura 10 há um exemplo de inspeção qualitativa, na qual foi possível identificar a presença de uma região com som cavo. A confirmação do dado se deu por meio da realização do teste percussivo, o qual identificou desprendimento na área em destaque, coincidente com a região de maior nível de temperatura na análise termográfica.

Figura 10 - Uso de termografia infravermelha



Fonte: Lima (2022)

2.2.3. Ensaio de resistência de aderência à tração

Para avaliar a resistência de aderência à tração, a ABNT NBR 13528 indica que sejam realizados ensaios em pontos selecionados aleatoriamente a cada 100 m², ou em áreas menores quando houver suspeita de falha. O revestimento será aprovado se, de um total de 12 ensaios realizados (com idade igual ou superior a 28 dias), pelo menos oito resultados forem iguais ou superiores aos valores indicados no Quadro 6, que demonstra os limites de resistência de aderência à tração.

Quadro 6 - Limites de resistência de aderência à tração (Ra)

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 (2019)

A Figura 11 demonstra exemplos de corpos de prova após o ensaio de resistência de aderência à tração, os resultados obtidos neste ensaio estão apresentados na Figura 12.

Figura 11 - Corpos de prova de revestimento externo



Fonte: Acervo Interno Cyrela (2025)

Figura 12 - Resistência de aderência à tração do revestimento externo na alvenaria

Corpo de Prova	Local	d1 (mm)	d2 (mm)	dm (mm)	Carga (KN)	Área (mm²)	Resistência (Mpa)	Tipo de Ruptura						
								A	B	C	D	E	F	G
1	3 PAV	48,6	48,6	48,6	0,89	1855,08	0,48				100%			
2	3 PAV	48,6	48,6	48,6	1,02	1855,08	0,55		100%					
3	3 PAV	48,6	48,6	48,6	1,08	1855,08	0,58				100%			
4	3 PAV	48,6	48,6	48,6	1,11	1855,08	0,60				100%			
5	3 PAV	48,6	48,6	48,6	0,93	1855,08	0,50		50%		50%			
6	3 PAV	48,6	48,6	48,6	1,59	1855,08	0,86		80%		20%			
7	3 PAV	48,6	48,6	48,6	1,73	1855,08	0,93		70%		30%			
8	3 PAV	48,6	48,6	48,6	2,02	1855,08	1,09		100%					
9	3 PAV	48,6	48,6	48,6	0,51	1855,08	0,27						100%	
10	3 PAV	48,6	48,6	48,6	1,49	1855,08	0,80		100%					
11	3 PAV	48,6	48,6	48,6	1,76	1855,08	0,95				100%			
12	3 PAV	48,6	48,6	48,6	1,63	1855,08	0,88						100%	

Resumo	
Média	0,71
Desvio Padrão	0,24
Coefficiente de Variação (%)	34,31

Tipo de Ruptura	
A	Substrato
B	Interface Substrato/Chapisco
C	Chapisco
F	Interface Chapisco/Emboço
E	Emboço
F	Superfície
G	Interface Cola/Pastilha Metálica

Fonte: Acervo Interno Cyrela (2025)

2.3. Métodos de recuperação de revestimentos de fachadas

Segundo Lima (2021), a definição de uma metodologia construtiva deve, no mínimo, observar as orientações das normas técnicas vigentes, tanto as de caráter prescritivo quanto as de desempenho. Além disso, é fundamental considerar as boas práticas da construção civil e as recomendações dos fabricantes dos materiais utilizados.

Os métodos destrutivos de recuperação envolvem a remoção ou substituição de partes danificadas do revestimento. Esses métodos são utilizados principalmente quando os danos são significativos ou quando outras abordagens menos invasivas não são viáveis. Incluem ações como a demolição total ou parcial das camadas comprometidas, seguida pela substituição integral. Contudo, além dos custos com projeto, mão de obra, equipamentos, materiais e suporte de segurança para trabalhos em altura, a utilização de martelos pode gerar tensões de cisalhamento não previstas ao demolir o revestimento existente, o que pode acarretar quedas de material ou o surgimento de novas falhas decorrentes dessas tensões.

Em alternativa, os métodos não destrutivos são utilizados quando se deseja reparos localizados, superficiais ou quando se busca por soluções menos invasivas e sustentáveis.

Segundo Lima (2021),

Na fase de recuperação de um edifício, o desafio é reestabelecer o desempenho do sistema de revestimento através da definição de metodologias técnicas que considerem o estado da edificação naquele momento que antecede a intervenção, para promover a ligação e a aderência entre novos materiais e a estrutura, alvenaria e revestimentos existentes, além da viabilidade logística da execução, pois, em muitos casos, as intervenções serão realizadas em edifícios habitados. (...) O profissional deve avaliar os sintomas para definir, com base nas normas vigentes, quais metodologias e ensaios solicitar de forma a qualificar e quantificar a extensão dos problemas patológicos a diagnosticar, para poder prescrever as soluções com conhecimento de causa e com a justificativa correspondente.

A escolha entre recuperação localizado e recuperação total pode depender da extensão e severidade da degradação. Intervenções pontuais são adequadas se o dano for restrito e a causa principal estiver sanada. Em casos de degradação reincidente ou evolutiva, a reabilitação integral do sistema construtivo se impõe como solução tecnicamente mais segura, pois reparos dispersos frequentemente atuam apenas sobre os sintomas, sem atacar a origem do problema (Lima, 2021).

Para a recuperação tradicional de um revestimento, as etapas executivas incluem: (1) remoção cuidadosa das partes comprometidas até substrato sadio; (2) limpeza e preparação da superfície; (3) aplicação das novas camadas do revestimento compatíveis ao substrato; (4) cura adequada e adoção de juntas de movimentação e demais dispositivos de controle de fissuração (Lima, 2021).

2.3.1. Técnica não destrutiva: pinamento

Até o momento da publicação deste estudo, não há registro formal da técnica denominada “pinamento” no meio acadêmico; as informações aqui apresentadas foram obtidas por meio de entrevista com o engenheiro Alexandre Britez e por relatórios cedidos pela empresa GP&D. Apesar disso, a técnica já foi aplicada em mais de cinquenta casos, inicialmente de forma empírica, e atualmente encontra-se formalizada, com projetos e dimensionamentos adequados.

De acordo com as definições de “técnica” e “método”, apresentadas por Sabbatini (1989), o pinamento deve ser classificado como técnica construtiva, por se tratar de uma “ação específica e delimitada dentro do processo de execução”, enquanto o método construtivo corresponde ao “conjunto de técnicas interdependentes e organizadas”, das quais a técnica do pinamento faz parte, dentro do contexto de métodos não destrutivos.

O pinamento representa uma evolução de uma técnica anterior de recuperação: o “grampeamento”, divulgado no mercado pelo Eng. Dr. Mario Collantes Candia. O grampeamento consiste na introdução de vergalhões em formato de grampos, cuja profundidade de ancoragem é determinada conforme a espessura do revestimento. De forma empírica, adota-se uma distância entre eixos de aproximadamente 60 cm, sendo o preenchimento realizado com argamassa cimentícia ou polimérica. Com essa aplicação, o revestimento pode permanecer com falhas de aderência, porém o pano não se desprende da base, devido ao confinamento proporcionado pelas áreas periféricas ainda aderidas, o que garante a estabilidade do sistema. As Figuras 13 e 14 demonstram um exemplo de espaçamento do grampeamento e a execução da técnica.

Figura 13 - Exemplo de espaçamento do grampeamento



Fonte: Acervo interno GP&D (2024)

Figura 14 - Execução do grampeamento



Fonte: Acervo interno GP&D (2024)

A técnica de pinamento, utiliza barras roscadas com ancoragem química para fornecer suporte mecânico ao revestimento de argamassa. Sua execução é simples: primeiramente,

realiza-se um furo com a profundidade especificada em projeto, em seguida, o orifício é preenchido com adesivo químico e uma barra rosca é inserida.

Após consulta aos fornecedores, feita pela equipe da GP&D, definiu-se o uso de barras rosca de aço galvanizado zincado de 8 mm, com furo de 10 mm. A Figura 15 demonstra a barra rosca. O comprimento mínimo de ancoragem recomendado pelos fabricantes é de 4 cm. Essa técnica pode ser aplicada tanto em substratos de concreto quanto em alvenaria; neste último caso, utilizam-se buchas tipo camisa para garantir a fixação da barra. As Figuras 16 e 17 demonstram a aplicação do tubo tipo camisa e como o tubo fica inserido em um bloco. A vida útil projetada para a técnica é de 20 anos.

Figura 15 - Barra rosca de aço galvanizado



Fonte: Brafer (2024)

Figura 16 - Aplicação do tubo tipo camisa



Fonte: Acervo interno GP&D (2024)

Figura 17 - Tubo camisa em bloco



Fonte: Acervo interno GP&D (2024)

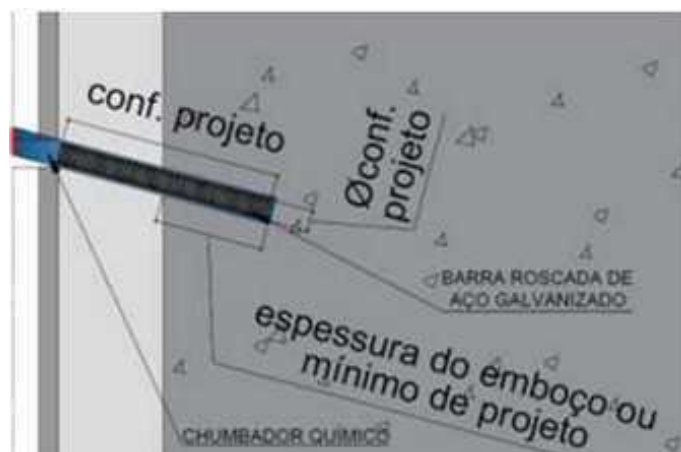
O distanciamento dos pinos pode ser adotado de maneira empírica, utilizando como referência outros projetos ou dimensionado por calculistas. No dimensionamento, são analisadas as tensões admissíveis de contato da argamassa e a tensão de esmagamento gerada pela barra roscada na área de contato com o revestimento. O espaçamento entre os pontos de fixação é definido no ponto em que essas duas tensões se igualam. Dessa forma, quanto maior a tensão de esmagamento exigida, menor será o espaçamento entre as barras. A tensão do adesivo químico é desconsiderada, uma vez que sua função principal é garantir a fixação da barra tanto no revestimento quanto na base.

Segundo Eligehausen, Mallée e Silva (2006) os chumbadores químicos podem ser compreendidos como sistemas formados pela combinação de dois ou mais componentes que, ao serem misturados, desencadeiam reações químicas capazes de gerar uma massa uniforme e de elevada resistência mecânica, frequentemente superior à do próprio substrato onde serão aplicados. Suas propriedades de aderência e desempenho estrutural variam conforme o tipo de resina e o material constitutivo do produto, podendo também oferecer tempos de cura reduzidos. Apesar das diferenças entre modelos e formas de aplicação disponíveis no mercado, todos os chumbadores químicos se fundamentam no mesmo princípio: a fixação por adesão. Os sistemas de injeção geralmente são comercializados em cartuchos que já contêm a proporção adequada entre resina e endurecedor. A mistura desses componentes ocorre em um bico aplicador dotado de elementos helicoidais internos, promovendo o amassamento e a homogeneização do material durante a aplicação. Por se tratar de um mecanismo de ancoragem baseado exclusivamente na adesão, a preparação do furo — especialmente sua limpeza — é etapa indispensável para garantir o desempenho do chumbador. Após a injeção, a massa resinosa reage e preenche

integralmente o espaço disponível, envolvendo a haste roscada ou o vergalhão. O período necessário para a cura completa dependerá da formulação química do produto utilizado.

O posicionamento da barra, ilustrado na Figura 18, apresenta uma leve inclinação, evitando o escorrimento do adesivo químico durante sua aplicação. Além disso, recomenda-se prever um cobrimento mínimo para proteção contra corrosão.

Figura 18 - Detalhe típico do pinamento



Fonte: Acervo interno GP&D (2024)

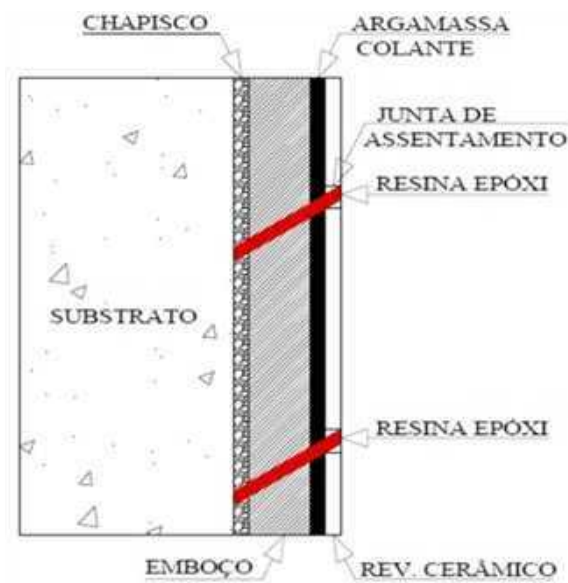
A decisão pela técnica do pinamento deve ser fundamentada em uma avaliação multifatorial. Não existem parâmetros normativos que determinem de forma absoluta quando se deve ou não recuperar um revestimento ou optar pela total demolição e reconstrução, cabendo ao engenheiro diagnosticar se há viabilidade para execução da técnica. Apesar dos benefícios associados à técnica de pinamento, ainda são observadas limitações que restringem sua aplicação. A eficácia da técnica depende da aderência residual do sistema, exigindo avaliações detalhadas.

2.3.2. Técnica não destrutiva: injeção de resina epóxi como método de correção do som cavo

Apresentado por Correa *et al* (2021), e de processo executivo semelhante, encontra-se na bibliografia a técnica de injeção de resina epóxi como método de correção do som cavo, ambas visam restabelecer a ligação entre o revestimento e o substrato por meio de elementos ou materiais que funcionam como “âncoras” internas. Na técnica, a injeção de resina epóxi, a função de ancoragem é desempenhada pela própria resina tixotrópica, que preenche os vazios e se adere às superfícies internas, criando uma ligação química e estrutural entre as camadas.

Consiste na perfuração das juntas de assentamento em intervalos regulares, seguido pela aplicação de solução de flúor silicato, que endurece e impermeabiliza a base, preparando-a para a ancoragem. Após sua cura, ocorre a injeção da resina epóxi, que se espalha pelas cavidades existentes entre o revestimento cerâmico e a base, preenchendo os vazios e fixando permanentemente as camadas. Essa técnica se consolida como uma solução de reparo localizado, limpa e eficiente, capaz de restaurar a integridade do revestimento sem a necessidade de remoção total das peças. O detalhamento do método está demonstrado na Figura 19.

Figura 19 - Detalhe típico injeção de resina epóxi como método de correção do som cavo



Fonte: Correa et al. (2021)

3. ESTUDO EXPLORATÓRIO

Neste capítulo serão apresentados dois estudos exploratórios, a fim de descrever a solução aplicada e dar suporte a compreensão da técnica. As informações aqui dispostas foram obtidas através de dois relatórios técnicos dos casos cedidos pela GP&D.

3.1. Edifício Aliança

O edifício fica localizado na Rua Verbo Divino, 1547, no bairro da Chácara Santo Antônio em São Paulo. O prédio possui idade de 18 anos. A execução do método foi realizada em dezembro de 2021, sob responsabilidade técnica da GP&D. A fachada do edifício é retratada na Figura 20.

Figura 20 - Fachada Edifício Aliança



Fonte: Acervo interno GP&D (2024)

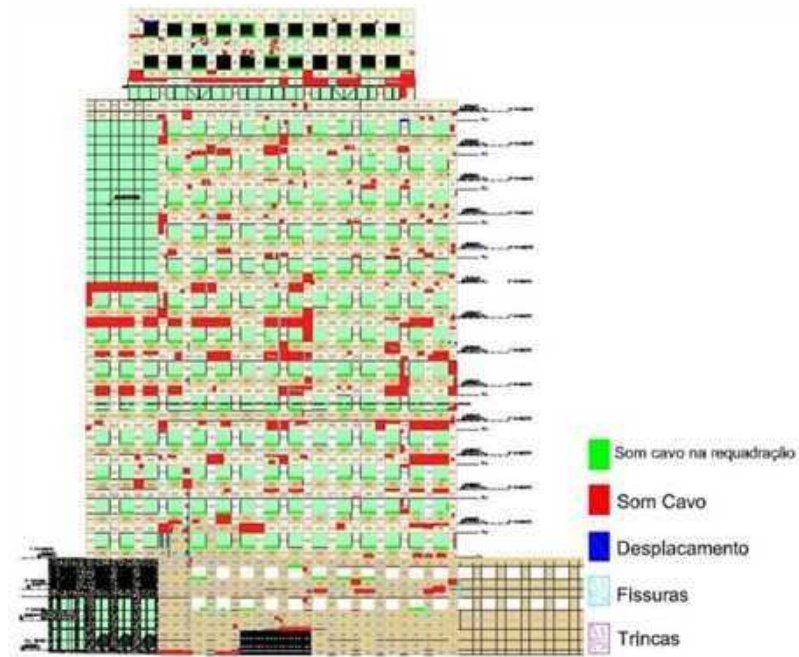
Após visita ao local e análise do relatório de mapeamento de pontos com som cavo e fissuras, elaborado pela Veloz Brasil Engenharia, foram identificadas as seguintes manifestações patológicas:

- Revestimento em reboco decorativo tipo granito lavado com som cavo;

- Fissuras de retração;
- Desprendimento do revestimento em reboco decorativo tipo granito lavado.

O mapeamento realizado está ilustrado na Figura 21. A Figura 22 demonstra o desprendimento do revestimento em reboco.

Figura 21 - Mapeamento da fachada Edifício Aliança



Fonte: Acervo interno GP&D (2024)

Figura 22 - Desprendimento na Fachada Edifício Aliança

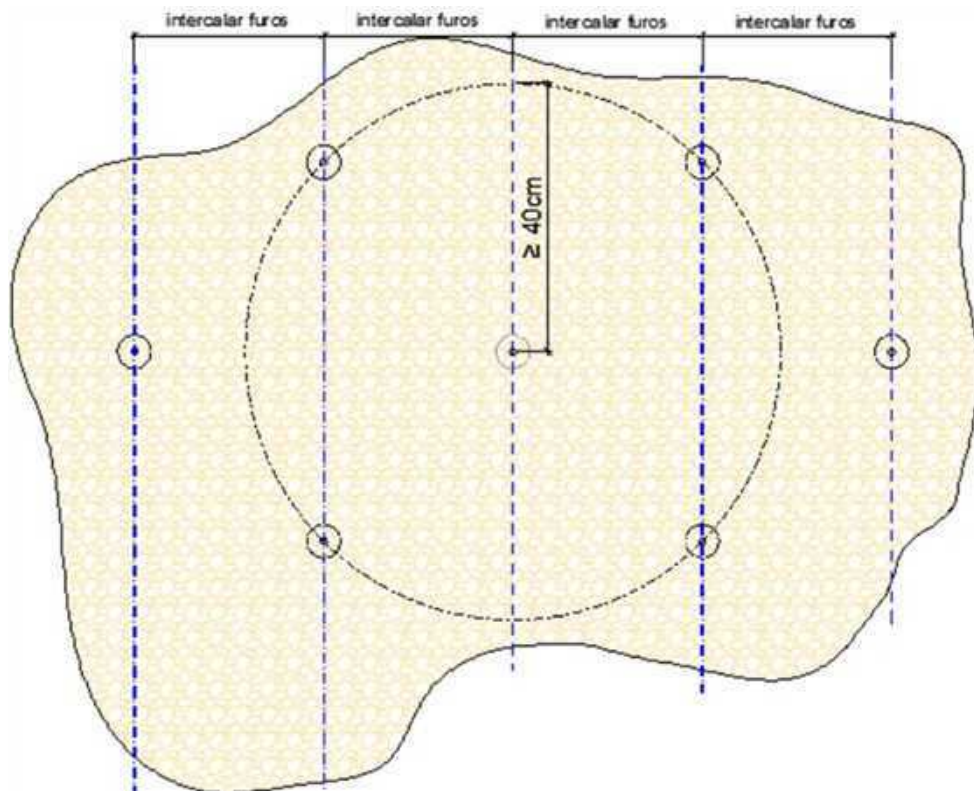


Fonte: Acervo interno GP&D (2024)

As manifestações patológicas elencadas acima encontraram-se apenas em alguns trechos localizados da fachada, não se tratando de uma situação generalizada. Dessa forma, considerou-se que o revestimento da fachada não estava condenado a remoção geral, apresentando potencial de ser reparado. Isto posto, para recuperação do revestimento de fachada, foi proposto o pinamento do revestimento com som cavo, considerando que o revestimento existente está aderido ao emboço e a recomposição do revestimento da fachada de trechos que apresentam desprendimento.

O pinamento foi realizado de forma intercalada, conforme indicado em projeto na Figura 23.

Figura 23 - Disposição dos pontos



Fonte: Acervo interno GP&D (2024)

A aplicação da técnica seguiu com as etapas de furo, aplicação do chumbador químico e inserção da barra roscada. Para o tamponamento do furo, o fornecedor Ibratin desenvolveu uma cor específica a partir de uma amostra recebida pela obra. A execução está retratada na Figura 24 e sua sequência na Figura 25.

Figura 24 - Execução do pinamento



Fonte: Acervo interno GP&D (2024)

Atendendo a sequência abaixo, após o pinamento foram realizadas outras atividades necessárias para a manutenção da fachada:

Figura 25 - Sequência de execução



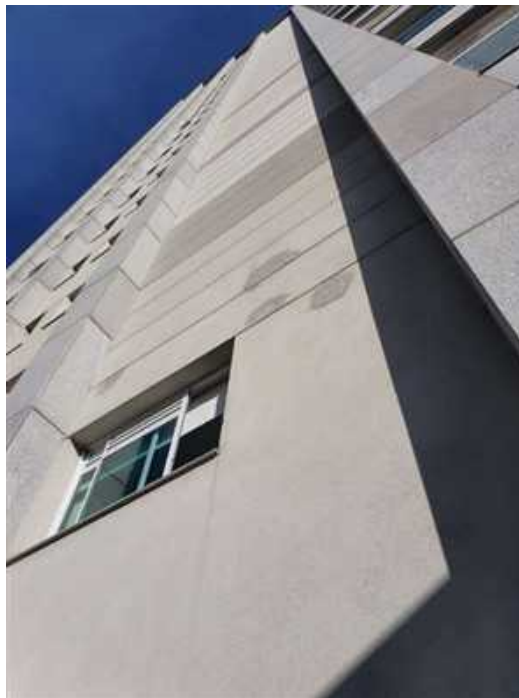
Fonte: Acervo interno GP&D (2024)

Resultado obtido: o edifício não apresentou evolução dos quadros de desprendimento.

3.2. Edifício Voir

O edifício fica localizado na Avenida Engenheiro Luís Gomes Cardim Sangirardi, 701, no bairro da Vila Mariana em São Paulo. O prédio possui idade de 20 anos. A execução do método foi realizada em dezembro de 2022, sob responsabilidade técnica da GP&D. A fachada do edifício é retratada na Figura 27.

Figura 26 - Fachada Edifício Voir



Fonte: Acervo interno GP&D (2024)

Inicialmente houve a análise do relatório e mapeamento da fachada elaborado por empresa terceirizada, após a visita ao local, foram identificados os seguintes itens:

- Revestimento de argamassa com acabamento em textura branco gelo com som cavo;
- Fissuras típicas de movimentação e de retração;
- Sem ocorrência de desprendimento.

As ocorrências elencadas acima foram em alguns trechos localizados na fachada norte (esquerda), não se tratando de uma situação generalizada. As Figuras 27, 28, 29 e 30 demonstram a porcentagem de som cavo identificado na edificação.

Figura 27 - Levantamento (%) som cavo na elevação lateral esquerda

Elevação Lateral Esquerda			
Identificação	Área do Pano (m²)	Área com Som Cavo (m²)	% de Área Afetada
Pano 1	132,70	31,02	23,38%
Pano 2	107,52	17,88	16,63%
Pano 3	194,46	18,17	9,34%
Pano 4	160,24	46,00	28,71%
Pano 5	230,92	53,31	23,09%
Total:	825,84	166,38	20,15%

Fonte: Acervo interno GP&D (2024)

Figura 28 - Levantamento (%) som cavo na elevação posterior

Elevação Posterior (Fundos)			
Identificação	Área do Pano (m²)	Área com Som Cavo (m²)	% de Área Afetada
Pano 6	607,49	26,48	4,36%
Total:	607,49	26,48	4,36%

Fonte: Acervo interno GP&D (2024)

Figura 29 - Levantamento (%) som cavo na elevação lateral direita

Elevação Lateral Direita			
Identificação	Área do Pano (m²)	Área com Som Cavo (m²)	% de Área Afetada
Pano 7	205,71	3,36	1,63%
Pano 8	171,67	7,60	4,43%
Pano 9	214,27	4,17	1,95%
Pano 10	417,85	1,47	0,35%
Total:	1009,50	16,60	1,64%

Fonte: Acervo interno GP&D (2024)

Figura 30 - Levantamento (%) som cavo na elevação frontal

Elevação Lateral Frontal			
Identificação	Área do Pano (m²)	Área com Som Cavo (m²)	% de Área Afetada
Pano 11	378,98	0,78	0,21%
Pano 12	84,29	1,66	1,97%
Total:	463,27	2,44	0,53%

Fonte: Acervo interno GP&D (2024)

Dessa forma, considerou-se que o revestimento da fachada não está condenado a remoção geral, apresentando potencial de ser reparado. Após estas considerações, o relatório propôs o tratamento com o grampeamento apenas na elevação lateral esquerda. Os materiais e equipamentos recomendados estão descritos na Figura 31:

Figura 31 - Lista de materiais e equipamentos

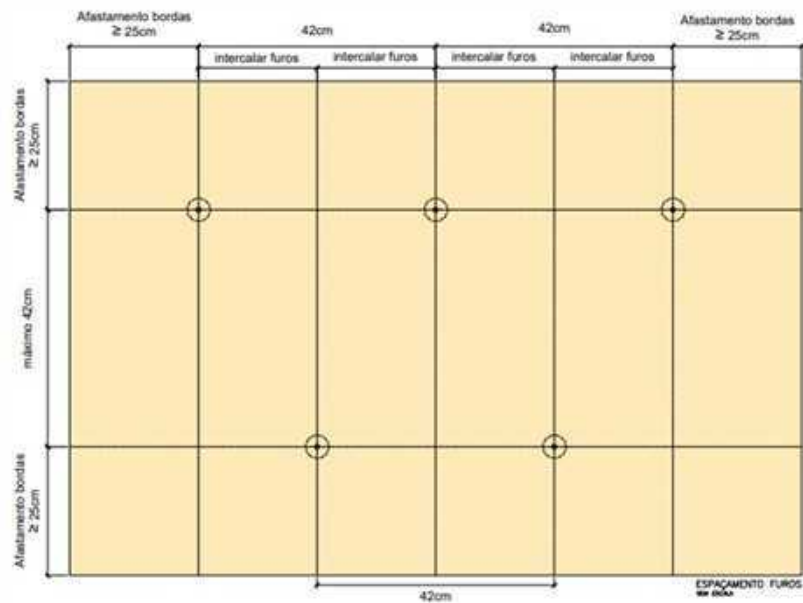
Descrição dos equipamentos e materiais:
Equipamentos:
Furadeira elétrica com broca para bucha de 8mm;
Parafusadeira elétrica, chave de fenda ou chave de fenda estrela;
Espátula.
Outros materiais:
Chumbador químico para alvenaria - HIT - MM Plus injection mortor Hilt ou AQI 380
Âncora;
Chumbador químico para estrutura - HIT - RE 100 Hilt ou QEP 400 Âncora;
Camisa Hit - SC 12x50;
Barra roscada zincada com diâmetro e comprimento especificadas em projeto;
Parafuso chipboard caeça chata para bucha de 8mm - comprimento 60mm (referência PCH Âncora);
Buchas de 8mm (referência: Âncora)
Ibraflex Ibratin;
Fissatela Ibratin;
Tela de fibra de vidro com largura de 100, 120 ou 150cm (referência: Fibertex) ou tela de poliéster revestida de PVC para fissuras superficiais (referência Ibratela);
Textura elastomérica.

Fonte: Acervo interno GP&D

Para os pontos identificados com som cavo no revestimento da fachada norte, indicou-se o tratamento com o método de pinamento pois considerou-se que o revestimento está aderido ao emboço e este está com som cavo em alguns trechos da fachada. Esse método já foi executado em outros edifícios que passaram por tratamentos de recuperação de fachada, em que esse fenômeno ocorria, até mesmo, com mais intensidade.

O pinamento foi realizado de forma intercalada, conforme indicada na Figura 32.

Figura 32 - Disposição dos pontos



Fonte: Acervo interno GP&D (2024)

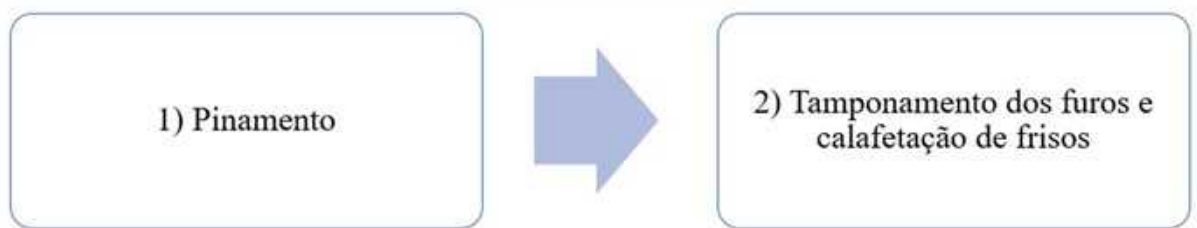
O tratamento é composto por aplicação de barras roscadas de aço galvanizadas em furos locados dimensionados em projeto, fixadas por chumbador químico, com profundidade suficiente para aderência na base do substrato. Os pontos de pinamento são dispostos de forma alternada, com distância máxima de 42 cm entre eles. A execução é ilustrada na Figura 33 e a sequência de execução na Figura 34.

Figura 33 - Execução do pinamento



Fonte: Acervo interno GP&D (2024)

Figura 34 - Sequência de execução



Fonte: Acervo interno GP&D (2024)

Resultado obtido: o edifício não apresentou evolução dos quadros de desprendimento.

4. ANÁLISE DAS ENTREVISTAS

Neste capítulo será abordada a análise das entrevistas.

O entrevistado 1 possui formação em engenharia civil e atua como docente em cursos de pós-graduação. Trabalha como projetista e consultor técnico para organizações do setor da construção civil, conduziu centenas de projetos de produção e recuperação de fachadas. Acumula experiência em gestão de desenvolvimento tecnológico, função que exerceu por mais de uma década, e dedica-se à criação e aprimoramento de processos e produtos voltados à inovação na construção civil.

O entrevistado 2 possui formação em engenharia civil, com especialização voltada ao estudo de anomalias em edificações. Atua há mais de duas décadas na área de reabilitação de fachadas, exerce funções de gestão em escritório especializado, além de trabalhar como consultor. Desenvolve atividades acadêmicas, incluindo docência, coordenação de cursos de pós-graduação e participação em grupos técnicos dedicados à engenharia e atua na produção de material técnico sobre patologias construtivas.

A técnica do pinamento é considerada pelos entrevistados uma alternativa relevante para a recuperação de revestimentos aderidos, sobretudo em edificações ocupadas, nas quais intervenções destrutivas acarretam incômodos, riscos e custos elevados. Ambos destacam que o pinamento deve ser aplicado somente após diagnóstico adequado, quando as condições do revestimento e do substrato demonstram compatibilidade com a técnica. Entre seus principais benefícios, ressaltam a redução do prazo de execução, a diminuição de custos, a baixa geração de resíduos, a menor interferência no uso da edificação e a capacidade de execução com equipamentos simples, como cadeirinhas, resultando em menor impacto operacional e ambiental em comparação com a remoção total.

O diagnóstico das falhas de aderência é apontado como etapa essencial. As práticas citadas incluem ensaio de percussão, inspeção visual minuciosa, janelas de inspeção, ensaios de resistência de aderência e o uso de termografia embarcada em drone. Essas avaliações permitem compreender os mecanismos patológicos atuantes, a espessura e condição do revestimento e o estado do substrato, fornecendo subsídios para definir se a técnica é aplicável e para orientar o dimensionamento.

Segundo os entrevistados, o pinamento atua restabelecendo a conexão entre o revestimento e a base, abrangendo todas as camadas até o substrato, seja concreto ou alvenaria. A técnica é aplicável tanto em pequenas áreas quanto em fachadas inteiras, desde que as camadas externas estejam íntegras e que as condições mecânicas da base permitam o recebimento das ancoragens. Não é recomendada quando o revestimento apresenta degradação ou quando o diagnóstico revela falhas severas que inviabilizam a recuperação. A decisão depende da análise técnica das condições da fachada, do tipo de revestimento e da capacidade do substrato de ancorar o sistema, a decisão pela técnica pode ser condicionada pela experiência do consultor.

Os entrevistados destacam que a técnica exige documentação completa: projeto executivo detalhado, memorial descritivo, especificações de materiais, resultados dos ensaios, procedimentos de execução, plantas e detalhes de distribuição dos pinos, além das Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do projetista e da empresa executora. Também são necessárias as documentações referentes à segurança do trabalho, especialmente por se tratar de atividade em altura.

A execução demanda cuidados específicos, como o controle rigoroso da profundidade e limpeza dos furos, a correta aplicação da ancoragem química, o respeito às espessuras indicadas em projeto e a verificação contínua das condições reais do revestimento durante a obra. Os entrevistados reforçam que a técnica não pode ser simplificada, devendo seguir estritamente as orientações do projeto. A execução pode ser realizada com cadeirinha quando os trechos são pontuais ou com balancim para áreas maiores, sendo o rapel limitado a inspeções. A segurança envolve isolamento e sinalização da área inferior, uso de bandejas de proteção quando houver risco de queda de materiais e acompanhamento de profissional especializado em segurança do trabalho.

O espaçamento entre pinos é definido com base em critérios de dimensionamento, considerando resistência de aderência, tensões atuantes, peso próprio e espessura do revestimento. É indicado que seja contratado calculista para realizar os cálculos. O projetista também pode adotar distanciamento empíricos, baseados em outros projetos de parâmetros semelhantes, ou que melhor se adeque aos panos do revestimento ou paginação de peças cerâmicas.

Quanto ao tempo de execução, ambos indicam que o pinamento tende a ser mais rápido do que a remoção tradicional. Como referência prática, uma descida em faixa de 1,5 m com cerca de cinco pontos pode ser executada em um dia. Apesar disso, não há estudos consolidados de produtividade.

Os entrevistados enfatizam a necessidade de treinamento técnico da equipe, incluindo leitura de projeto, perfuração adequada em diferentes substratos, aplicação de ancoragens químicas, instalação dos pinos e capacitação para trabalho em altura. O acompanhamento do projetista é considerado fundamental para garantir a correta interpretação das especificações e o ajuste da execução quando necessário.

A manutenção deve seguir o plano proposto em projeto, com inspeções periódicas ao longo da vida útil e verificação do estado geral do revestimento. O controle de qualidade envolve o acompanhamento sistemático dos processos, a verificação do desempenho dos materiais e a conformidade da execução com o projeto, podendo incluir ensaios ao longo do tempo.

No mercado, segundo os entrevistados, a técnica apresenta crescimento, com número significativo de recuperações já realizadas e diversas empresas capacitadas a executá-la, embora ainda haja certa resistência cultural entre síndicos e até mesmo alguns profissionais. Essa resistência diminui quando o processo é conduzido com base em diagnóstico técnico e projeto detalhado. A contratação costuma ser iniciada pelo projetista responsável pelo diagnóstico e deve priorizar empresas com experiência comprovada e treinamento específico. A interface entre projetista e executor exige comunicação constante, validação da capacidade técnica da empresa e acompanhamento direto da execução.

5. DIRETRIZES PARA PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE REVESTIMENTO ADERIDO DE FACHADA COM TÉCNICA NÃO DESTRUTIVA: PINAMENTO

Com base na revisão bibliográfica, nos estudos exploratórios e nas entrevistas técnicas conduzidas, este capítulo tem por objetivo sistematizar as diretrizes de projeto propostas pela autora para a aplicação da técnica analisada.

5.1. Definição da técnica

O pinamento é uma técnica não destrutiva de recuperação de revestimentos aderidos de argamassa que apresentem falhas de aderência. Consiste na fixação mecânica de barras roscadas ancoradas quimicamente no substrato de concreto ou alvenaria, de forma a reatar o revestimento à base, restaurando sua estabilidade e segurança sem a necessidade de remoção do revestimento existente.

Essa técnica visa estabilizar as regiões afetadas por falhas de aderência, prevenindo a projeção do revestimento e prolongando a vida útil da fachada. Além disso, representa uma alternativa sustentável, uma vez que reduz o consumo de materiais e evita o gasto energético decorrente da demolição e reconstrução total dos revestimentos

5.2. Análise preliminar e condições de aplicação

Antes de definir a aplicação do pinamento, é necessária uma avaliação das condições da fachada e da documentação do empreendimento. A técnica é aplicável em revestimentos externos aderidos de argamassa com falhas de aderência localizadas, desde que não apresentem falha de aderência total da base nem risco iminente de queda. A base ou substrato deve ter condições de ancoragem, e o revestimento deve estar coeso e saudável.

O substrato deve ser composto por concreto armado ou alvenaria estrutural ou de vedação, e a região afetada deve estar confinada por áreas com boa aderência, garantindo o confinamento lateral necessário à estabilidade do sistema após o reparo.

5.2.1. Documentação técnica

A análise documental fornece subsídios importantes para compreender o histórico construtivo e de manutenção da edificação. Dessa documentação deve se extrair, quando fornecido:

- Projetos arquitetônicos, memoriais, projetos de produção e executivos: área dos panos, geometria e dimensões, posicionamento de juntas, espessura do revestimento, tipo e espessura do revestimento, sistema e materiais utilizados;
- Laudos ou pareceres anteriores de manutenção: recorrência das anomalias, manutenções realizadas;
- Plano de manutenção predial: periodicidade das manutenções, recomendações iniciais.

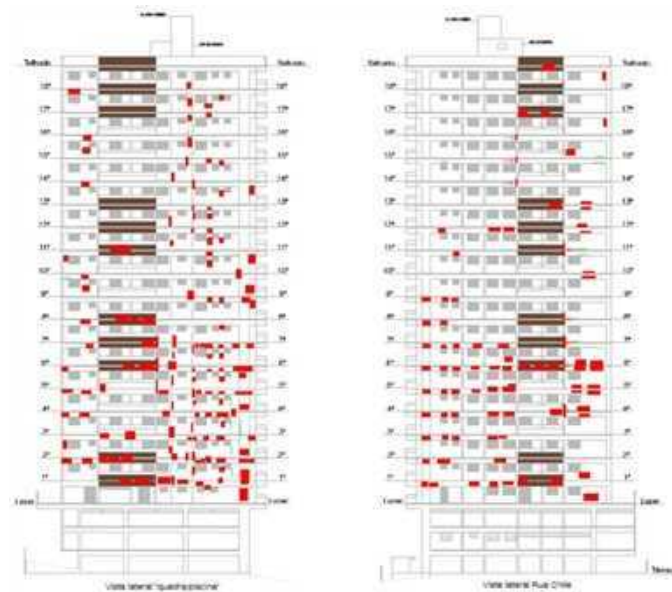
5.2.2. Ensaios e mapeamentos

Complementando a análise documental, deve-se realizar uma avaliação in loco do estado do revestimento. Para isso, são necessários ensaios e mapeamentos que permitam avaliar tanto aspectos qualitativos quanto quantitativos, possibilitando a definição precisa das áreas comprometidas, a determinação dos pontos de pinamento e o dimensionamento do espaçamento entre as ancoragens.

Devem ser analisados:

- Mapeamento das áreas que apresentem som cavo, conforme exemplo demonstrado na Figura 35, realizadas através do teste de percussão ou com o uso de termografia infravermelha, indicando panos comprometidos, área total, área afetada e percentual de áreas com falhas de aderência;
- Caracterização do revestimento: podendo ser obtido através dos ensaios ou de janela de inspeção, deve constar as camadas constituintes do revestimento, o tipo de base ou substrato e as condições das camadas;
- Resultado do ensaio de resistência de aderência à tração, conforme ABNT NBR 13528 (2019), para avaliar a coesão do revestimento e a aderência ao substrato.

Figura 35 - Exemplo de mapeamento de fachada



Fonte: Acervo interno GP&D (2024)

5.3. Espaçamento entre pinos

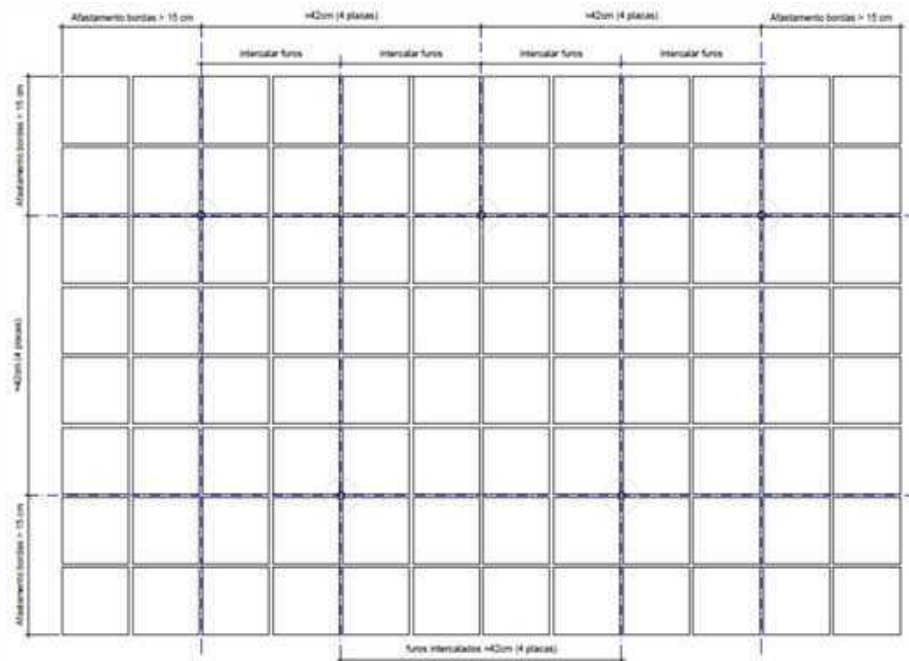
Para a obtenção do espaçamento entre os pinos, é indicada a contratação de calculista. Nos estudos analisados o espaçamento entre os pinos foi determinado a partir de dados como a tensão de esmagamento e a tensão admissível do material. A depender do consultor, este dado pode ser obtido empiricamente, levando em consideração casos já finalizados.

5.4.Representações gráficas

As representações gráficas do projeto devem conter todos os elementos necessários para compreensão e execução da técnica:

- Indicação dos panos de fachada e delimitação das áreas afetadas por falhas de aderência, conforme mapeamento de percussão;
- Localização dos pontos de pinamento, mostrando o espaçamento horizontal e vertical – conforme demonstrado na Figura 36;
- Tabela de quantitativo de pinos por pano, incluindo identificação do tipo de substrato e espessura do revestimento;
- Recomendação de fornecedores para os materiais;
- Detalhes construtivos.

Figura 36 - Exemplo de representação de distanciamento dos furos



Fonte: Acervo interno GP&D (2024)

5.5. Segurança dos executores e usuários

É indicado que seja contratado profissional de segurança do trabalho, que gerencie as documentações necessárias, equipamentos e proteções em conformidade com a Norma Regulamentadora 18 – Segurança e saúde no trabalho na indústria da construção (Brasil, 2020).

5.6. Materiais e ferramentas necessárias

Os materiais e ferramentas podem variar de acordo com o revestimento existente, entre eles:

- Barras roscadas galvanizadas de comprimento conforme projeto ($\varnothing$ 8 mm);
- Chumbador químico;
- Pistola para aplicação do chumbador;
- Buchas tipo camisa para alvenaria (quando aplicável);
- Brocas apropriadas ($\varnothing$ 10 mm) para o tipo de substrato;
- Argamassa, rejunte ou silicone para tamponamento;
- Furadeira elétrica;
- Escova e spray de ar comprimido para limpeza dos furos;
- Colher de pedreiro;
- Chave para ajuste das barras roscadas e gabarito do cobrimento;
- Trena, esquadro e nível para marcação;
- Equipamentos de proteção individual;
- AndAIMes, cadeirinhas ou balancins para acesso seguro à fachada.

5.7. Procedimento executivo

Antes de iniciar o pinamento, deve-se: conferir o mapeamento dos pontos conforme projeto; garantir o uso dos equipamentos de proteção obrigatórios; verificar a segurança dos acessos; isolar a área de trabalho para evitar riscos a transeuntes e ocupantes do edifício, assegurando que a execução ocorra em condições controladas e seguras. O procedimento deve ocorrer sob condições controladas, seguindo as etapas abaixo:

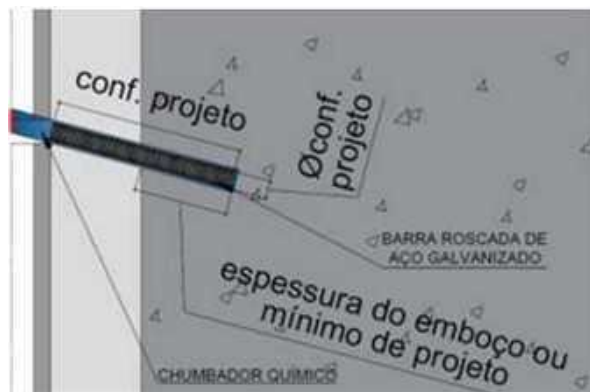
- 1) Marcar os pontos de fixação das barras, conforme especificado em projeto;

- 2) Executar os furos utilizando furadeira sem função martetele, com broca de diâmetro adequado, o furo deve seguir a profundidade de ancoragem e ser feito com pequena inclinação (recomenda-se 15° em relação à normal da fachada), com a ponta da broca direcionada ligeiramente para o interior do substrato, a fim de evitar o escoamento do adesivo químico;
- 3) Remover as partículas de pó com escova e spray de ar comprimido, pelo menos em 3 ciclos: soprar, escovar e soprar novamente;
- 4) Preparar o chumbador conforme instruções do fabricante;
- 5) Inserir o bico do cartucho até o fundo do furo e injetar o adesivo de trás para frente (preencher a partir do fundo) para evitar bolhas de ar;
- 6) Preencher o furo até aproximadamente 2/3 do comprimento do furo, deixando espaço para a inserção da barra e para saída do excesso;
- 7) Inserir a barra lentamente e com rotação suave (girar enquanto insere) para expulsar o ar e garantir envolvimento do adesivo / Se for necessária bucha para alvenaria, inserir a bucha previamente e garantir que o chumbador preencha o espaço entre bucha e barra, ajustar o recuo da barra para que a parte externa fique com rasgo permitido para o tamponamento;
- 8) Assegurar cobertura mínimo e proteção contra corrosão: barras galvanizadas já possuem proteção, mas recomenda-se também proteção adicional no ponto de contato, respeitar tempo de cura recomendado pelo fabricante;
- 9) Preparar argamassa de reparo compatível com o revestimento e aplicar para nivelar o furo, compactar adequadamente para evitar vazios;
- 10) Limpar resíduos e fazer inspeção visual de cada ponto: alinhamento, ausência de escoamentos, acabamento adequado.

5.8. Resultado esperado

Com a execução adequada do pinamento, espera-se a estabilização das áreas com falhas de aderência, prevenindo o desprendimento do revestimento e garantindo a segurança da fachada. O resultado deve restabelecer a integridade do sistema, mantendo o desempenho estético e funcional do revestimento, além de prolongar sua vida útil com mínima intervenção visível. A Figura 37 demonstra como deve ficar o pinamento.

Figura 37 - Detalhe construtivo do pinamento



Fonte: Acervo interno GP&D (2024)

A Figura 38 demonstra como deve ficar o aspecto visual após execução do pinamento.

Figura 38 - Aspecto visual após o pinamento.



Fonte: Acervo interno GP&D (2024)

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1. Quanto à consecução dos objetivos propostos

O presente trabalho teve como objetivo principal apresentar e discutir a técnica do pinamento como alternativa para a recuperação de revestimentos de fachada com falhas de aderência, buscando consolidar seu entendimento técnico e formalizar diretrizes de projeto e execução. Ao longo do estudo, verificou-se que a técnica, apesar de ainda não possuir registro formal em normas ou literatura acadêmica, já vem sendo aplicada em diversas obras, demonstrando sua viabilidade prática e potencial para se estabelecer como uma técnica não destrutiva de recuperação.

Quanto a metodologia adotada, baseada em revisão bibliográfica, entrevistas com profissionais e estudo exploratório de casos reais, possibilitou compreender não apenas os aspectos técnicos da execução, mas também a relevância da sistematização do processo para garantir segurança, durabilidade e qualidade nos resultados.

As entrevistas evidenciaram consenso entre os profissionais de que o pinamento é uma técnica consolidada na prática, ainda que carente de normatização e padronização formal. Os especialistas reforçaram sua relevância como técnica não destrutiva, destacando vantagens como redução de demolições, menor impacto no uso do edifício e viabilidade econômica em áreas com falhas localizadas. Também apontaram a necessidade de diretrizes claras de diagnóstico, dimensionamento e documentação técnica, de modo a garantir uniformidade entre projetistas e empresas executoras.

Os estudos exploratórios desenvolvidos em edifícios em São Paulo evidenciaram a aplicabilidade do pinamento em situações em que o revestimento apresentava falhas localizadas, mas ainda dispunha de condições de manutenção sem necessidade de remoção completa. Os resultados apontaram que, quando corretamente dimensionado e executado, o método é capaz de estabilizar os painéis de revestimento e evitar intervenções mais onerosas e invasivas.

Assim, os objetivos do trabalho foram atendidos ao sistematizar o conhecimento existente, apresentar diretrizes fundamentadas na prática profissional e evidenciar a aplicabilidade da técnica.

6.2. Sugestões de temas de pesquisa a serem estudados

Como sugestão para trabalhos futuros, destaca-se a necessidade de aprofundar a análise experimental sobre o comportamento do pinamento, bem como a avaliação de sua durabilidade em condições de exposição variada. Também se recomenda ampliar os estudos comparativos entre o pinamento e outras técnicas de recuperação, de forma a quantificar ganhos de desempenho, sustentabilidade e custo-benefício. Por fim, ressalta-se a importância da realização de um estudo de custo comparativo e produtividade entre o pinamento e a reconstituição total da fachada, de modo a evidenciar de forma objetiva o impacto econômico da adoção desta técnica.

Dessa forma, conclui-se que o pinamento representa um avanço significativo no campo das técnicas não destrutivas para recuperação de fachadas, com potencial de consolidar-se como solução técnica eficiente, sustentável e economicamente viável, desde que acompanhado de estudos sistemáticos e diretrizes claras para sua aplicação.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Renan Pereira de. **Uso da termografia infravermelha embarcada em drone como ferramenta para a inspeção de patologias em revestimentos aderidos de fachada**. 2020. Mestrado Profissionalizante – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas – Requisitos e métodos de ensaios. NBR 14992**: Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas - Requisitos. NBR 14081**: Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Edificações Habitacionais – Desempenho. NBR 15575**: Rio de Janeiro, 2021.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante - Projeto, execução, inspeção e aceitação - Procedimento. NBR 13755**: Rio de Janeiro, 2017.

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

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

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

BAÍÁ, L. L. M.; SABBATINI, F. H. **Projeto e execução de revestimento de argamassa – 5ª ed** – São Paulo: O Nome da Rosa, 2016.

BONIN, L.C.; CARASEK, H.; CINCOTTO, M.A; SOUZA, U.E.L. Massa crítica pela qualidade. **Téchne** – Revista de Tecnologia da Construção, São Paulo, ano 8, n. 41, p. 68-72, jul./ago. 1999.

BOLINA, F. L.; TUTIKIAN, B. F.; HELENE, P. R. **Patologia de estruturas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2019. 320 p.

CERQUEIRA, M. B. **Avaliação da degradação de fachadas – estudo de caso em Salvador – BA**. 2018. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.

CORREA, G. A.; SANTOS, M. D. F.; FILHO, Y. S. T. **Utilização da injeção de resina epóxi como método de correção do som cavo em fachadas com revestimentos cerâmico**. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.7, p. 43828 - 43840, 2021.

ELIGEHAUSEN, Rolf; MALLÉE, Rainer; SILVA, John F. **Anchorage in concrete construction**. Germany: Ernst & Sohn, 2006. 465 p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). **Formulação de critérios para avaliação do desempenho de habitações**. São Paulo, 1981. 107 p. (Relatório n. 16277).

LIMA, Felipe Silva. **Patologia de revestimentos**. In: GOMIDE, T. L. F.; FLORA, S. M. D.; BRAGA, A. G. M.; GULLO, M. A.; NETO, J. C. P. F. (org.). Manual de engenharia diagnóstica. 2ª Edição. São Paulo: Leud, 2022. p. 284 – 296.

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

MEDEIROS, Jonas Silvestre. **Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios**. 1999. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PETERSEN, A. B. B. **Vida útil, manutenção e inspeção: foco em fachadas revestidas com reboco e pintura**. São Paulo: Leud, 2022. 399 p.

RIBEIRO, F. A.; BARROS, M. M. B. D. **Juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachada**. São Paulo: Pini, 2010. 143 p.

SABBATINI, F.H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia.** 1989. 336p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1989.

SABBATINI, F. H. Disciplina - **Tecnologia de produção de estrutura de concreto armado** - Curso de MBA - TGP/USP (Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) - Escola Politécnica da USP. São Paulo, 2011.

SABBATINI, F.H. et al. **Desenvolvimento tecnológico de métodos construtivos para alvenarias e revestimentos: recomendações para execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação e tetos.** São Paulo, EPUSP-PCC, 1988. (Convênio EPUSP/ENCOL, Projeto EP/EN-01, Documento 1.F).

SABBATINI, F. H.; BARROS, M. M. B. D. **Recomendações para a produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria.** Escola Politécnica da USP, PCC. São Paulo. 1990.

SABBATINI, F. H. et al. **Tecnologia da construção de edifícios II.** São Paulo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. / Anotações de aula.

SELMO, S. M. S. **Dosagem de argamassa de cimento Portland e cal para revestimentos externos de edifícios.** 1989. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

VEIGA, Maria do Rosário da Silva. **Comportamento de argamassas de revestimentos de parede:** contribuição para o estudo da resistência à fendilhação. 1998. Tese (Doutorado) Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Lisboa, Portugal, 1998.

APÊNDICE A – ENTREVISTAS COM ESPECIALISTAS SOBRE O PINAMENTO

1. Como você avalia a relevância das técnicas não destrutivas na recuperação de revestimentos de fachada?

Entrevistado 1: Eu avalio como extremamente relevante para recuperação de revestimentos de fachada, pois na ampla maioria dos casos os usuários estão morando durante a execução. Deveria ser a primeira alternativa e, só depois de esgotadas todas as possibilidades de recuperação com técnicas não destrutivas, partir para remoção, se comprovadamente houver risco de segurança.

Entrevistado 2: Bem relevante para os cenários atuais, desde que sustentadas pelos diagnósticos e aplicada em situações compatíveis com a técnica, é uma alternativa viável em comparação com a remoção total.

2. Em sua opinião, quais são os principais benefícios que a técnica do pinamento oferece em comparação ao método convencional de remoção e substituição?

Entrevistado 1: O pinamento é uma técnica não destrutiva, com o mínimo de invasão no revestimento aderido, que confere a segurança para que não haja o desprendimento. As vantagens são várias, podemos destacar algumas: prazo da execução; custo da execução; equipamentos para execução (é possível executar com cadeirinha); praticamente sem ruído; sem entulho...

Entrevistado 2: Menor geração de resíduos, menor impacto na edificação, porque são edificações ocupadas e reduz os riscos no entorno, e tem uma boa relação custo benefício.

3. Em relação ao diagnóstico, quais métodos têm sido mais utilizados?

Entrevistado 1: Percussão e drone termográfico.

Entrevistado 2: Ensaio de percussão, inspeção visual da superfície e com janelas de inspeção, ensaios de resistência à tração.

4. Como são avaliadas as condições da fachada previamente à execução?

Entrevistado 1: Avaliação de ensaios especializados de percussão e/ou drones com câmeras termográficas. Ensaio de resistência de aderência à tração do revestimento para parâmetro de dimensionamento. Janela de inspeção para estimativa de espessura do revestimento.

Entrevistado 2: Através da inspeção completa e do diagnóstico, obter a resposta do que está acontecendo, os mecanismos que estão ali operando para entender o que está acontecendo.

5. A técnica consegue abranger quais camadas do sistema de revestimento?

Entrevistado 1: Todas as camadas, até ancoragem ao substrato, geralmente concreto armado ou alvenaria de vedação de tijolos, blocos cerâmicos ou blocos de concreto.

Entrevistado 2: Resolve o problema do desprendimento do sistema de revestimento junto a base, em ocasiões em que o revestimento (essa placa) está saudável.

6. Até qual extensão de danos na fachada o uso dessa técnica é recomendado?

Entrevistado 1: Cada projeto deve ser avaliado, mas não tem limite de extensão de dano. Já atuamos em edifícios com toda extensão comprometida.

Entrevistado 2: Não existe um parâmetro absoluto de quantidade, pode ser aplicado em pequenos trechos ou em toda extensão, o que limita são as condições da base e do próprio revestimento.

7. Considerando a ausência de normatização, quais parâmetros você acredita que deveriam orientar a aplicação de técnicas como o pinamento?

Entrevistado 1: Qualquer projeto dessa natureza deve ser elaborado por responsável técnico competente. Não é um serviço para ser feito sem projeto e acompanhamento.

Entrevistado 2: A condição do substrato, a condição do revestimento, o tipo e peso do revestimento, as ações do vento na edificação, a capacidade da base de ancorar o sistema.

8. Que tipo de documentação técnica deveria obrigatoriamente acompanhar a execução?

Entrevistado 1: Projeto de recuperação, com todas as informações necessárias de especificações de materiais, métodos executivos, dimensionamento, plantas e detalhamento necessários. Treinamento e acompanhamento dos serviços.

Entrevistado 2: Fora as anotações de responsabilidade técnica, projeto executivo com memorial e procedimento de execução, os resultados dos ensaios e as documentações relativas à segurança do trabalho.

9. Com base em sua experiência, quais são os cuidados executivos mais críticos que devem ser observados na aplicação dessa técnica?

Entrevistado 1: Espessura da ancoragem em diferentes substratos, principalmente em grandes espessuras de revestimentos.

Entrevistado 2: Respeitar o projeto, controlar a profundidade na perfuração e limpeza dos furos, correta aplicação dos materiais, e muito importante é verificar se durante a execução, as condições do revestimento corresponde à amostra analisada. Não podemos simplificar a técnica.

10. Durante a execução, a atividade é realizada, em geral, por profissionais em balancins, rapel ou cadeirinhas?

Entrevistado 1: Cadeirinha é o mais utilizado pela facilidade. Pode ser utilizado balancim, mas o custo é bem mais alto. O rapel só é indicado para inspeção, pois não possibilita o profissional levar os materiais necessários. Em caso de rapel, deve ser acordado com o responsável pela Segurança do Trabalho como abastecer o profissional com os materiais e equipamentos necessários.

Entrevistado 2: Dependendo da abrangência do trecho em que vai ser executado, o mais adequado é balancim. Cadeirinha funciona quando é mais pontual, com menor abrangência.

11. Em relação à segurança dos executores e do entorno, quais cuidados são necessários?

Entrevistado 1: Há a necessidade de isolamento do local que está sendo feito o serviço. Como é um serviço muito rápido, indica-se o isolamento dos transeuntes com sistemas de grades ou cones com fitas demarcatórias e sinalização visual. Se houver risco de queda do revestimento indicada em projeto durante a execução há a necessidade de se prever bandejas de proteção.

Entrevistado 2: Isolamento das áreas, como pode ocorrer de algum material pesado cair, não pode ter movimentação embaixo desses ambientes, além da sinalização visual e uso de bandejas, mas o mais indicado é ter um profissional de segurança do trabalho para orientar os serviços.

12. Qual é, em média, o tempo necessário para executar a técnica do pinamento por fachada?

Entrevistado 1: Não existem estudos sobre a produtividade, mas um parâmetro prático, uma descida de um profissional em uma largura de aproximadamente 1,5m, com 5 pontos de fixação de pinos, pode ser feita em um dia de trabalho.

Entrevistado 2: O tempo é reduzido em comparação com o método tradicional, você reduz etapas.

13. A técnica exige algum tipo de treinamento específico para os profissionais que a executam?

Entrevistado 1: Sim, treinamento completo de leitura de projeto, execução de furos com furadeira em revestimento e em concreto e alvenaria. Aplicação de injeção química (em substratos cheios e ocos, inclusive com camisas), inserção do pino e calafetação ou rejuntamento. Treinamento para trabalho em altura.

Entrevistado 2: Sim, com certeza. Todas as técnicas precisam de treinamento, como é uma técnica nova não temos nem o conhecimento popular dos executores, se tornando ainda mais necessário o treinamento e acompanhamento.

14. Após a aplicação da técnica, quais procedimentos de manutenção preventiva devem ser realizados?

Entrevistado 1: O projetista deve incluir no projeto a VUP estimada, o plano de manutenção indicado e as inspeções técnicas periódicas necessárias.

Entrevistado 2: Manutenções periódicas, se atentando que não tenha problemas de umidade e observando sempre o estado do revestimento.

15. Quais procedimentos de controle de qualidade e acompanhamento são essenciais após a execução para garantir o desempenho ao longo do tempo?

Entrevistado 1: Plano de manutenção e inspeções periódicas de acordo com as normas vigentes e recomendações do projeto. Ela inclui desde inspeções visuais, até ensaios destrutivos ao longo da vida útil para avaliação de amostras dos pinos.

Entrevistado 2: Seguindo sempre pessoas, processos e produtos. Avaliar se os processos estão andando conforme o projeto, se os materiais estão sendo utilizados adequadamente, e se as pessoas estão executando corretamente.

16. Existe um número significativo de recuperações realizadas com essa técnica?

Entrevistado 1: Sim, a técnica de grampeamento ou pinamento de revestimentos aderidos é antiga, pelo menos de 4 décadas... é um conhecimento que passou empiricamente por gerações. Adotamos em nossos projetos há pelo menos 10 anos e já elaboramos dezenas de projetos de recuperação com sucesso.

Entrevistado 2: Sim, os números são crescentes, embora a técnica não seja aplicada a toda fachadas.

17. Quantas empresas você conhece que executam essa técnica atualmente?

Entrevistado 1: Pelo menos 10 empresas que conheço diretamente.

Entrevistado 2: Menos de 10, 5 a 7 empresas.

18. Você acredita que síndicos e proprietários confiam na execução dessa técnica ou ainda há resistência cultural no mercado?

Entrevistado 1: Sim confiam, desde que tenha projeto e responsabilidade técnica envolvida.

Entrevistado 2: Há uma resistência, não só de síndicos, mas como de técnicos da área, mas quando é explicado e embasado pelo projeto, tem mais aceitação.

19. Quais cuidados são necessários na contratação do profissional ou empresa responsável pela execução da técnica?

Entrevistado 1: Exigir projeto e ART do escritório de projetos. Treinamento da empresa executora, acompanhamento do projetista responsável e ART da empresa executora. Todas as exigências em relação a trabalho altura vigentes nas normas regulamentadoras.

Entrevistado 2: Empresas que tenham experiência nessa técnica ou técnica equivalente como fixação de peças em granito, que as técnicas são semelhantes, desde que tenha um treinamento. Importante também observar a empresa como empresa, a equipe técnica, e também a disponibilização da anotação de responsabilidade técnica.

20. Na prática, quem costuma iniciar a contratação do serviço: o síndico ou o projetista responsável pelo diagnóstico?

Entrevistado 1: O projetista responsável pela elaboração do projeto de recuperação, baseado em um diagnóstico prévio, ou em ensaios de percussão /drones termográficos.

Entrevistado 2: Geralmente o patologista/consultor, que apresenta a técnica para o responsável da edificação e daí seguir para uma contratação de projeto específico. Mas acredito que em breve os próprios síndicos irão sugerir o uso da técnica para os consultores.

21. Como funciona a interface entre projetista e empresa executora na fase de contratação e em relação à responsabilidade técnica?

Entrevistado 1: Geralmente, o projetista indica empresas já treinadas ou com experiência. No caso de indicação de empresas de confiança pelo Síndico, o projetista avalia e valida a competência e ministra os treinamentos necessários.

Entrevistado 2: O projetista tem que entender as dificuldades do executor e caso o executor demonstre que é inviável executar por algum fator, procurarem uma melhor solução para o cliente, o projetista também tem de acompanhar a execução. O projetista tem que fornecer a anotação de responsabilidade técnica do projeto.

22. Quais critérios você considera determinantes para definir se a técnica é aplicável a uma determinada fachada?

Entrevistado 1: Situação avaliada nos ensaios. Para acabamentos em pintura, texturas e rebocos decorativos, é possível adotar a técnica na maioria dos casos. Fachadas com placas cerâmicas ou de rocha dependem muito da situação da interface do acabamento com o revestimento de argamassa.

Entrevistado 2: Geralmente o patologista/consultor, que apresenta a técnica para o responsável da edificação e daí seguir para uma contratação de projeto específico. Mas acredito que em breve os próprios síndicos irão sugerir o uso da técnica para os consultores.

23. Como deve ser conduzida a avaliação do substrato para garantir compatibilidade com as ancoragens químicas?

Entrevistado 1: Visual. Atualmente existem tecnologias de ancoragens químicas para maioria dos substratos. Os testes práticos de compatibilidade mecânica e química são feitos durante o treinamento.

Entrevistado 2: Deve ser analisada visualmente através da janela de inspeção.

24. Na sua visão, o ensaio de percussão é suficiente para delimitar áreas críticas, ou deve sempre ser complementado por outros ensaios?

Entrevistado 1: Sim, é suficiente, indicado por norma e o mais adotado no país.

Entrevistado 2: Sim, é suficiente para delimitar a área, para um diagnóstico é preciso outros ensaios.

25. Como você avalia o espaçamento necessário entre os pinos?

Entrevistado 1: Existe um dimensionamento simplificado considerando a resistência de aderência de argamassa, as tensões atuantes e os fatores de segurança. Embora na maioria dos casos seja possível distâncias maiores, não adotamos distâncias maiores que 60cm, por questões de variabilidade do revestimento ao longo da fachada.

Entrevistado 2: Existe um cálculo que leva em considerações a espessura do revestimento, peso e a tensões, mas também tem a avaliação empírica, como se trata de uma técnica nova, o projetista pode considerar distanciamento menores, levando em conta sua experiência ou a paginação dos panos. É uma união, entre os cálculos e a experiência prática.