

UNIVERSIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Pâmela Cristina Tatsch

ESTUDO SOBRE TINTAS E SEU DESEMPENHO

Santa Cruz do Sul

2025

Pâmela Cristina Tatsch

ESTUDO SOBRE TINTAS E SEU DESEMPENHO

Trabalho de conclusão apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Ms. Eng. Marcus Daniel Friederich dos Santos.

Santa Cruz do Sul

2025

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar, a mim mesma, por não ter desistido ao longo destes anos. Mesmo quando tudo parecia impossível ou quando o cansaço se fazia presente, eu mantive a fé, a coragem, determinação e segurei firme para ir em busca dos meus sonhos e objetivos. Sou grata a Deus por estar ao meu lado em cada passo, me guiando, mesmo diante de tantas incertezas. Foram dias ou melhor, inúmeras noites mal dormidas ao longo da graduação. Não foi fácil, mas foi possível! Tu foste incrível garota!

Para ser incrível, eu tive muitos apoios ao longo da graduação e principalmente ao longo deste último ano, no qual não posso deixar de agradecer do fundo do meu coração:

Aos meus pais, minha rede de apoio incondicional e que nunca mediram esforços para me ajudar e sim, sempre me incentivaram a ir em busca do melhor.

Irmãos, eu não seria nada sem meu quarteto ao meu lado! Vocês sempre foram e serão minha maior inspiração e incentivo na vida. Vocês me ensinaram e ensinam a cada dia o propósito de ir em busca dos meus sonhos. Eu sou tão feliz com vocês ao meu lado!

Ao meu orientando, professor Marcus Daniel Friederich dos Santos. Exemplo de pessoa e profissional que não mediu esforços para contribuir e topou estar ao meu lado como orientando. Obrigada por toda a sua dedicação, por todo o apoio e troca que tivemos ao longo deste último ano e principalmente, por aceitar ser o meu orientando! Foi enriquecedor ter você como exemplo de profissional nesta caminhada.

Equipe Vivalles/CBA Empreendimentos, agradeço por abraçarem a minha ideia desde o início e disponibilizarem o local para as práticas realizadas no canteiro. Aos meus Mestres, Engenheiros e colegas, obrigada por contribuírem no meu aprendizado, por toda compreensão nos dias difíceis, dedicação e ajuda.

Agraço a todas as empresas de tintas – que por motivos de confidencialidade, não podem ser mencionadas – mas que gentilmente acolheram a minha proposta e me proporcionaram a oportunidade de conhecer seus espaços locais e processos industriais.

Agradeço por contribuírem com a ajuda de materiais e incentivarem o desenvolvimento da pesquisa.

Equipe MMCLab, agradeço de coração por se disponibilizarem a realizar os treinamentos dos ensaios in loco, pelo apoio com materiais e pelas valiosas trocas ao longo deste percurso.

Aos meus amigos (a) e colegas de curso, por todas as trocas, ajuda e experiências aos longos desses anos. Vocês foram essenciais para tornar as noites de estudo “mais leve” principalmente neste último ano. Levarei comigo todas as lembranças e companheirismo.

As minhas amigas, que me ouviram e compreenderam os meus momentos de ausência. Obrigada por cada palavra, abraço, incentivo ou uma simples mensagem enviada. Sou muita grata a todas vocês!

Por fim, sou grata a todos que de alguma maneira, estiveram ao meu lado e contribuíram para o meu trabalho. Seja dividindo conhecimentos, vivências, trocas ou oferecendo apoio ao longo do caminho.

“Se você não está no processo de se tornar a pessoa que quer ser, está automaticamente ocupado em se tornar a pessoa que não quer ser.” - Dale Carnegie

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo analisar o desempenho de cinco tintas em fachadas externas, com diferentes materiais e amostras. A metodologia utilizada, envolveu a realização da permeabilidade da água, medida da espessura da película e aderência superficial da camada de tinta. A simulação de cinco protótipos na fachada de edificação, permitiu avaliar o desempenho do material aplicado sob a superfície, a sua aderência, durabilidade e resistência. Os resultados obtidos, permitiu observar uma variação significativa no comportamento das tintas em função do seu substrato. O ensaio de Permeabilidade em sistemas de Vedações Verticais Internas e Externas (SVVIE) com o protótipo em Caixa, demonstrou valores relativamente constantes ao longo do período registrado de 2h 4h e 6h. A absorção pelo Cachimbo, também possibilitou uma análise da absorção de água na superfície. Dentre os resultados, registrou-se uma variação significativa entre as amostras, o que pode refletir na composição, textura superficial ou porosidade. A média realizada entre as amostras, favorece uma comparação mais precisa e confiável nos diversos materiais testados. O cobrimento da película da tinta registrou uma boa cobertura na maioria das amostras, ficando acima da especificação da ficha técnica de $(0,03\mu\text{m})$, ou seja, demonstrou um bom desempenho no seu cobrimento. Por outro lado, uma única amostra registra uma eficiência insuficiente em termos de cobertura, podendo necessitar ajustes no seu processo de fabricação. O ensaio de arrancamento superficial da camada de tinta apresentou aderência satisfatória. O desempenho favorece um melhor acabamento estético para a edificação, contribuindo para a proteção de agentes externos e durabilidade do sistema de revestimento. De acordo com a ABNT NBR 15575:1/2024 a vida útil do projeto e o desempenho dos materiais que o compõem, devem ser especificados conforme o seu sistema, assim como os Critérios de Estanqueidade de vedações verticais internas e externas com incidência direta de água e áreas molhadas. Nesse contexto, destaca-se a necessidade de conhecer o material aplicado junto a edificação para assegurar um bom desempenho a longo tempo. Assim como ABNT NBR 13245/2011 dispõem a seleção adequada dos produtos e a sua aplicação, afim de obter uma pintura que atenda tanto a função protetora quanto decorativa.

Palavras - chave: Revestimento de fachada. Tinta. Absorção. Desempenho. Estanqueidade.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Diferentes tipos de camadas de revestimentos	32
Figura 2 - Causas Patológicas segundo estudos Europeus	35
Figura 3 - Infiltração causando bolhas na pintura	38
Figura 4 - Infiltração com a presença de mofo na laje	39
Figura 5 – Presença de fissuras na parede	40
Figura 6 - Processo de mapeamento da fachada.....	41
Figura 7 - Fachada mapeada.....	42
Figura 8 – Fissuras mapeadas.....	42
Figura 9 - Eflorescência em reboco	44
Figura 10 - Danos causados pela eflorescência no pilar.....	44
Figura 11 - Descascamento de tinta em parede de alvenaria.....	45
Figura 12 - Desagregamento com presença de esfarelamento em parede de alvenaria ..	46
Figura 13 - Vida útil de projeto mínima e superior (VUP)	48
Figura 14 - Fluxograma da sequência de utilização das ferramentas	49
Figura 15 - Análise Termográfica	50
Figura 16 - Utilização de Drones.....	51
Figura 17 - Acoplamento de câmara de ensaio à parede	52
Figura 18 - Composição Geral das Tintas	55
Figura 19 - Componentes básicos de tinta à base de solvente e água	59
Figura 20 - Comparativo da performance e qualidade das tintas à base e óleo e látex ...	63
Figura 21 – Eflorescência	65
Figura 22 – Saponificação	66
Figura 23 – Desagregamento.....	66
Figura 24 – Enrugamento.....	67
Figura 25 – Bolhas.....	68
Figura 26 - Bolhas na repintura	68
Figura 27 – Crateras	69
Figura 28 - Manchas amareladas em paredes e tetos.....	70
Figura 29 – Mofo.....	70
Figura 30 – Escorrimento	71
Figura 31 – Fissuras.....	72
Figura 32 – Calcinação	72

Figura 33 - Casca de Laranja.....	73
Figura 34 – Descascamento.....	74
Figura 35 – Parte da vista da fachada Sul: local onde foi realizado os ensaios.....	76
Figura 36 – Ensaio de Permeabilidade – Método da Caixa.....	78
Figura 37 – Ensaio de Permeabilidade – Método do Cachimbo	78
Figura 38 – Limites de resistência de aderência à tração (Ra) para emboço e camada única	80
Figura 39 – Processo de colagem das fitas e lixção da superfície	81
Figura 40 – Pano de fachada demarcado com fita.....	82
Figura 41 – Separação dos kits de pintura.....	82
Figura 42 – Pesagem das latas.....	83
Figura 43 – Aplicação de Selador.....	83
Figura 44 – 1ª demão aplicada.....	84
Figura 45 – 2ª demão aplicada.....	84
Figura 46 – 3ª demão aplicada.....	84
Figura 47 – Processo de instalação do protótipo.....	89
Figura 48 – Protótipos instalados na superfície.....	89
Figura 49 – Instalação das buretas.....	90
Figura 50 – Aplicação de silicone no Cachimbo	92
Figura 51 – Cachimbos aplicados sob a superfície.....	92
Figura 52 – Primeira leitura com 30 minutos da amostra 5 - 51 e 52 tabelado	93
Figura 53 – Segunda leitura com 60 minutos da amostra 5 – 51 e 52 tabelado	93
Figura 54 – Teceira leitura com 90 minutos da amostra 5 – 51 e 52 tabelado	94
Figura 55 – Fita crepe amarela automotiva	96
Figura 56 – Fitas aplicadas e finalizadas com tinta	96
Figura 57 – Pincel Trincha	97
Figura 58 – Medida da espessura da película pintada	97
Figura 59 – Fitas finalizadas após pintura	98
Figura 60 – Corpo de prova anexados na superfície	100
Figura 61 – Procedimento do ensaio de aderência	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela de Classificação de Fissuras	47
Tabela 2 – Cronograma de aplicação das demãos	86
Tabela 3 – Resultados obtidos – Método Caixa	90
Tabela 4 – Resultados obtidos – Método Cachimbo	94
Tabela 5 – Resultado da película de cobrimento da tinta	98
Tabela 6 – Resultado da Aderência Superficial.....	101
Tabela 7 – Ranking de resultados.....	104

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Média de Absorção de água por amostra – Método Caixa.....	91
Gráfico 2 – Consumo de Absorção de água por amostra – Método Cachimbo	95
Gráfico 3 – Cobrimento dos resultados obtidos – Película	99
Gráfico 4 – Média da Aderência Superficial (Mpa).....	102

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
RS	Rio Grande do Sul
VUP	Vida Útil de Projeto
SVVIE	Sistemas de Vedação Verticais Internas e Externas
N	Newton
PVA	Poliacetato de Vinili
mm	Milímetros
h	Horas
min	Minutos
ml	Mililitro

LISTA DE SÍMBOLOS

mm	Milímetro
°C	Graus Celsius
μ	Micro
m ²	Metro Quadrado

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	26
1.1. Área da Pesquisa	27
1.2. Limitação do tema	27
2. OBJETIVOS	27
2.1. Objetivo Geral.....	27
2.2. Objetivos Específicos	27
3. JUSTIFICATIVA	28
4. REFERENCIAL TEÓRICO	28
4.1 História das Argamassas	28
4.2 Principais Aplicações da Argamassa	29
4.2.1 Propriedades Essenciais para o Desempenho da Argamassa	30
4.2.1.1 Trabalhabilidade	30
4.2.1.2 Retração	30
4.2.1.3 Resistência Mecânica.....	30
4.2.1.4 Permeabilidade.....	30
4.2.1.5 Capacidade de absorver deformações.....	31
4.2.1.6 Aderência	31
4.2.1.7 Tempo de Cura.....	31
4.3 Argamassa para Revestimento de Fachadas	31
4.4 Revestimentos Argamassados.....	33
4.5 Patologia na Construção Civil	3333
4.5.1 Causas e Surgimento das Manifestações Patológicas na Construção Civil.....	35
4.5.2 Principais Manifestações Patológicas em Revestimentos Argamassados.....	37
4.5.2.1. Infiltração	37
4.5.2.2. Manchas e Bolores.....	38
4.5.2.3 Fissuras e Trincas.....	39

4.5.2.4	Gretamento em relação ao mapeamento de tinta	41
4.5.2.5	Eflorescências	43
4.5.2.6	Descascamento.....	45
4.5.2.7	Desagregamento.....	46
4.6	Diagnostico das Patologias	46
4.6.1	Importância do Diagnostico.....	46
4.7	Métodos e Ferramentas Tecnológicas de Inspeção.....	48
4.7.1	Métodos de Inspeção	48
4.7.2	Ferramentas Tecnológicas	50
4.7.2.1	Inspeção Visual.....	50
4.7.2.2	Termografia	50
4.7.2.3	Inspeção por Drones	51
4.7.2.4	Análise Química	51
4.7.2.5	Teste de Absorção.....	51
4.8	História da Tinta	52
4.8.1	Composição das Tintas.....	54
4.8.1.1	Pigmento Orgânicos e Inorgânicos	55
4.8.1.2	Resina.....	56
4.8.1.3	Solvente	56
4.8.1.4	Aditivos.....	56
4.8.1.5	Cargas de Tintas – Extensores ou Preenchimentos	57
5.	TIPOS DE TINTAS	57
5.1.	Tintas à base de Óleo	59
5.1.1.	Tinta Esmalte.....	60
5.2.	Tintas à base de Água	60
5.2.1.	Tinta Elastomérica.....	60
5.2.2.	Tinta Epóxi	600
5.2.3.	Tinta Acrílica.....	61

5.3.	Tintas à base de PVA.....	61
5.3.1.	Tinta de Poliuretano (PU).....	611
5.4.	Tintas à base de Acrílico.....	62
5.4.1.	Tinta Emborrachada	64
6.	PATOLOGIA NAS TINTAS - CAUSAS E TRATAMENTOS.....	64
6.1.	Eflorescência.....	65
6.2.	Saponificação.....	65
6.3.	Desagregamento.....	66
6.4.	Enrugamento.....	66
6.5.	Bolhas	67
6.5.1.	Bolhas na repintura.....	68
6.6.	Crateras	69
6.7.	Manchas Amareladas	69
6.8.	Mofo.....	70
6.9.	Escorrimento	71
6.10.	Fissuras.....	71
6.11.	Calcinação	72
6.12.	Casca de laranja.....	73
6.13.	Descascamento	73
7.	METODOLOGIA.....	75
7.1.	Caracterização e escolha da fachada para realizar o experimento.....	75
7.2.	Visita a fábricas de tintas	76
7.3.	Ensaio de Permeabilidade em Sistemas de Vedações Verticais Internas e Externas (SVVIE)	77
7.4.	Medição da Espessura da Camada de Tinta.....	79
7.5.	Ensaio de Aderência Superficial da camada de tinta.....	79
8.	MONTAGEM DE PROTÓTIPOS E RESULTADO DOS ENSAIOS OBTIDOS.....	80
8.1.	Processo de Pintura	81

8.2. Ensaio de Permeabilidade em Sistemas de Vedações Verticais Internas e Externas (SVVIE)	88
8.2.1. Ensaio método da Caixa	88
8.2.2. Ensaio método Cachimbo	91
8.3. Ensaio da espessura da camada de tinta – Método fita	95
8.4. Ensaio de Aderência Superficial da Camada de Tinta	99
9. CONCLUSÃO	103
REFERÊNCIAS	1066

1. INTRODUÇÃO

As fachadas de um sistema construtivo são consideradas a identidade visual de uma edificação, seu acabamento final relacionado a pintura externa tem um papel importante na construção civil. Durante muitos anos, acreditava-se que o material se limitava em aspectos decorativos, embelezamento e arquitetura, no entanto a pintura assegura a proteção da superfície na qual foi aplicada e aderindo-se a primeira camada de proteção, tornando-se mais vulnerável a manifestações patológicas. Entretanto, a escolha do sistema construtivo a ser adotado, é uma decisão crucial para os profissionais da construção civil, podendo impactar diretamente no custo final do empreendimento, afetando os principais fatores de qualidade, padrão e durabilidade da edificação.

Conforme enfatiza Figueiredo Júnior (2017) a execução da fachada deve ser orientada por um projeto específico e realizada por profissionais qualificados, utilizando materiais determinados em projetos, para que manifestações patológicas como trincas, fissuras, perdas de aderência, gretamentos e mudanças de coloração, dentre tantos outros problemas tenham sua ocorrência minimizada.

As patologias nas edificações, não ocorre apenas por falha em um único fator, mas por um conjunto de associados de fatores, causando um grande dano na edificação. Com ênfase em pinturas, Senna (2011) destaca que apesar do acabamento em pintura ser a principal proteção das argamassas de revestimento das edificações no Brasil, a pintura, como os demais métodos construtivos, não é tratada de forma sistêmica, ou seja, planejada desde a fase de elaboração do projeto, integrando outros processos envolvidos na produção de edifícios. Além da função protetora das edificações, a pintura também exerce a função estética, valorizando e destacando a apresentação da parte mais visível e exposta da edificação.

As patologias apresentadas nas pinturas podem ser causadas por fatores internos, como umidade nas paredes, alcalinidade na superfície, material incompatível, má preparação da superfície e materiais inadequados. Assim como pode ocasionar problemas patológicos na área externa, pela ação de agentes climáticos, umidade externa, aplicação incorreta, o não cumprimento de normas técnicas e profissionais adequados, assim como erros de manipulação do material. Dessa maneira, é importante que sejam realizadas as manutenções periodicamente da edificação, com intenção de evitar o comprometimento do revestimento e diminuição da sua vida útil.

Considerando o que foi mencionado, a patologia nas tintas está relacionada à redução do seu desempenho, prejudicando tanto o estrutural da edificação quanto a sua estética. Por esses motivos, é essencial compreender e adquirir conhecimentos técnicos e normativos para encontrar as causas e soluções nas patologias ocasionadas pela tinta, assim como aprimorar a qualidade do próprio material e evitar desgastes desnecessários com reparos, reformas e gastos excessivos.

1.1. Área da Pesquisa

Este estudo foi realizado na área de revestimentos de fachadas e tintas.

1.2. Limitação do tema

Avaliar com quatro ensaios a performance de cinco tintas do mercado em painel protótipo.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo analisar as diferentes patologias que afetam as fachadas de edificações, com ênfase em pinturas e realizar ensaios para avaliar o desempenho de cinco tintas.

2.2. Objetivos Específicos

- Registrar as principais patologias presentes em fachadas;
- Realizar ensaios de absorção de água na fachada em protótipos;
- Realizar ensaios para a medição de espessura de película;
- Realizar ensaios de aderência superficial da camada de tinta;
- Avaliar os resultados adquiridos ao longo da pesquisa.

3. JUSTIFICATIVA

O presente estudo busca demonstrar e avaliar que as fachadas de edificações não são apenas resultados decorativos, arquitetônico e estéticos. Conforme a norma técnica brasileira NBR 17170/2022 – Norma de Garantias de Edificações, onde estabelece os prazos de garantia que as construtoras devem oferecer.

Com o passar do tempo e o avanço da tecnologia, a área da construção civil tem se voltado cada vez mais pela busca de meios tecnológicos e métodos que facilitam a agilidade do processo construtivo. Entretanto, essa agilidade no processo, vem causando diversas patologias relacionado a tintas nas fachadas de edificações, especialmente no Brasil, onde há uma grande carência em conhecimento, normas técnicas não aplicadas, materiais de má procedência e processo de execução executado de forma incorreta.

A falta de conhecimento no produto, a má eficiência e o não cumprimento das normas, agravam as situações que impactam diretamente na construção da edificação, causando problemas para a construtora, como custos elevados de manutenção para garantir uma durabilidade no empreendimento e apresentar uma estética dentro das normas diretrizes ao seu cliente final. Portanto, é fundamental compreender e buscar conhecimentos técnicos e normativos para essas patologias, afim de buscar soluções e melhoria na qualidade das tintas nas edificações.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 História das Argamassas

Uma argamassa é um produto que resulta da mistura de um agente ligante com uma carga de agregados. São conhecidas há mais de 10.000 anos, tendo sido produzidas e utilizadas inicialmente pelos Astecas e pelas populações presentes na Galiléia. Eram tradicionalmente usadas para montar paredes e muros e para revestir paredes (Britez, 2007). Desde os tempos passados até as primeiras décadas do século XX as argamassas de cal eram utilizadas na construção civil, desempenhando função estrutural, como proteção das paredes, como material de colagem ou como decoração (Veiga, 2012).

Os gregos terão sido os primeiros a utilizar a cal como argamassa de revestimento. (Veiga, 2012) cita que a arquitetura monumental e a ideia forte de construir obras perduráveis terão dado o impulso para o desenvolvimento dos materiais e técnicas até aí utilizadas. Inicialmente a cal foi misturada com a areia, mais tarde foi-lhe adicionada a

pedra de Santorini, que é uma Pozzolana (composto rico em sílicas), constituindo assim um ligante hidráulico que apresenta como principal característica o facto de ganhar presa debaixo de água.

Pelas técnicas utilizadas pelos romanos nas argamassas, (Martins; Paiva, 2010) destaca que havia também a areia ou rocha vulcânica proveniente da região de Pozzuoli, localizada na bacia de Nápoles. Depois de moída e adicionada na proporção adequada, essa areia contribuía para que as argamassas alcançassem as propriedades desejadas. Devido ao seu local de origem (Pozzuoli), esses e outros tipos de aditivos com propriedades parecidas, tais como pó ou fragmentos de tijolos acabaram sendo denominados por “pozzolanas”. As argamassas à base de cal começaram a ser substituídas quando surgiram os cimentos artificiais, como o cimento Portland, por exemplo, descoberto por Joseph Aspidin, em 1824, que conferiam valores superiores de desempenhos mecânicos (Palomo, 2002; Coelho; Torgal; Jalali, 2009).

Como observado, as argamassas antigamente eram compostas apenas por cal e areia. Com a evolução e descobrimento de novas técnicas, novos materiais foram descobertos. Atualmente as argamassas utilizadas na construção civil, contem cimento Portland, areia e aditivos orgânicos para melhorar sua trabalhabilidade.

Com isso, entende-se por argamassa antiga aquela em que, em sua composição, não apresenta o cimento Portland, que são, então, as argamassas antecedentes ao século XIX, à base de cal (Bates, 2008; Ngoma, 2009).

4.2 Principais Aplicações da Argamassa

As argamassas são divididas em 4 (quatro) grupos:

- **Argamassas para assentamento de alvenaria:** utilizada para assentamento de tijolos e blocos de concreto, afim de unir peças de alvenaria em parede, muros e estruturas;
- **Argamassas para revestimentos internos e externos:** amplamente conhecida e utilizada na construção civil, a argamassada de reboco tem a função de nivelar e proteger a face;
- **Argamassas de rejuntamentos:** usada para preencher as juntas de assentamento entre as placas cerâmicas e dar um acabamento final no revestimento cerâmico;
- **Argamassas para contrapisos:** utilizada para fixar cerâmicas, azulejos e pedras em pisos e paredes.

Considerando todas as argamassas mencionadas, o estudo aborda somente argamassa para revestimentos internos e externos, dando ênfase para o revestimento de fachada externas.

4.2.1 Propriedades Essenciais para o Desempenho da Argamassa

As propriedades essenciais da argamassa para garantir uma função adequada, são:

4.2.1.1 Trabalhabilidade

Conforme analisado por Carasek (2007) define trabalhabilidade como a propriedade que garantirá as condições de execução, e também o adequado desempenho do revestimento em serviço. Também explica que dependendo da forma de aplicação, se por meio de colher ou se projetada mecanicamente, a consistência e a plasticidade deverão ser diferentes.

4.2.1.2 Retração

A retenção de água representa a capacidade da argamassa de reter a água de amassamento contra a sucção da base ou contra a evaporação (Baía e Sabbatini, 2008). Processo de redução de volume que ocorre na massa de concreto devido à perda de água excedente da mistura pelo processo de evaporação.

4.2.1.3 Resistência Mecânica

Para Baía e Sabbatini (2008) essa propriedade tem a função de suportar as ações mecânicas de diferentes naturezas, devidas a abrasão superficial, ao impacto compactação da argamassa, do consumo e natureza dos agregados e aglomerantes. Ainda afirmam que com a redução da proporção de agregado na argamassa, a resistência mecânica aumenta e varia com a relação água/cimento.

4.2.1.4 Permeabilidade

Para Carasek (2007) a permeabilidade da água está relacionada à função de estanqueidade, o que é muito importante quando se trata de fachadas, principalmente porque a umidade infiltrada pode causar problemas que comprometem a saúde e higiene dos funcionários, e que também comprometem a estética do edifício, causando patologias do tipo descolamentos, eflorescências, manchas de mofo, entre outras.

4.2.1.5 Capacidade de absorver deformações

A capacidade de absorver deformações é a propriedade que tem função de suportar tensões sem se romper, onde as deformações que o revestimento tem responsabilidade de absorver são as deformações de pequena amplitude, que podem ocorrer em função da ação da umidade e variação da temperatura. Porém o revestimento não é capaz, e não tem responsabilidade, de suportar deformações de grande amplitude, provenientes de recalques estruturais (Baía e Sabbatini, 2008).

4.2.1.6 Aderência

Para Baía e Sabbatini (2008) a aderência é a propriedade do revestimento de manter-se fixo ao substrato, através da resistência e do surgimento de tensões normais e tangenciais na interface do substrato.

4.2.1.7 Tempo de Cura

Carasek (2007) define o tempo de cura como um fator crítico para garantir a resistência e durabilidade da argamassa, podendo variar conforme o tipo de argamassa utilizada e a superfície. Inicialmente, o tempo de cura varia entre as primeiras 24 e 28 horas e para um tempo de cura final em argamassa de assentamento requer (7 a 14 dias) enquanto que argamassa de revestimento varia entre (14 a 28 dias).

4.3 Argamassa para Revestimento de Fachadas

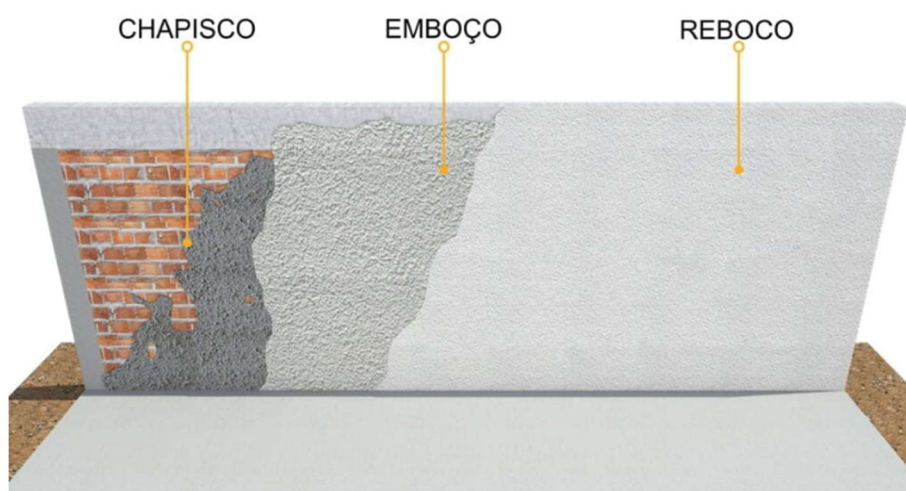
A escolha do sistema construtivo a ser utilizado em uma obra, é uma decisão fundamental para os profissionais da construção civil. O processo inserido, impacta diretamente no custo final da obra, assim como o seu desempenho, qualidade e durabilidade.

Carasek (2007) define o revestimento argamassado de parede como tendo três principais funções. Primeiramente, no caso dos revestimentos externos, proteger a alvenaria e a estrutura contra a ação do intemperismo. Além disso, devem integrar o sistema de vedação dos edifícios, contribuindo com diversas funções, tais como, isolamento térmico (30%), isolamento acústico (50%), estanqueidade à água (70 a 100%), segurança ao fogo e resistência ao desgaste e abalos superficiais. Por fim, o revestimento permite regularizar a superfície dos elementos de vedação e servir como base para acabamentos decorativos, contribuindo para a estética da edificação.

A finalidade da argamassa de revestimento é fornecer isolamento, acabamento estético as superfícies, protegendo e melhorando o seu aspecto visual. Comumente aplicada em paredes, tetos e muros, serve como base para receber o acabamento final, como revestimento cerâmicos, pastilhas, pinturas ou laminados.

Os revestimentos de argamassa são formados por diversas camadas, cada uma com características e funções específicas, sendo apresentadas a seguir na figura 1.

Figura 1 - Diferentes tipos de camadas de revestimentos



Fonte: Engenharia 360, 2024.

Para Carasek (2007) os revestimentos de fachadas são definidos:

- **Chapisco:** camada de preparo da base, aplicada de forma contínua ou descontínua, com finalidade de uniformizar a superfície quanto à absorção e melhorar a aderência do revestimento;
- **Emboço:** camada de revestimento executada para cobrir e regularizar a base, propiciando uma superfície que permita receber outra camada, de reboco ou de revestimento decorativo (por exemplo, cerâmica);
- **Reboco:** camada de revestimento utilizada para cobrimento do emboço, propiciando uma superfície que permita receber o revestimento decorativo (por exemplo, pintura) ou que se constitua no acabamento final;
- **Camada única:** revestimento de um único tipo de argamassa aplicado à base, sobre o qual é aplicada uma camada decorativa, como, por exemplo, a pintura; também chamado popularmente de “massa única” ou “reboco paulista” é atualmente a alternativa mais empregada no Brasil.

4.4 Revestimentos Argamassados

Conceitualmente, de forma geral, argamassa é definida como o material de construção resultante da mistura íntima de grãos de areia conectados por um ou mais ligante e água, de forma que se obtenha um aglomerante sólido com propriedades de aderência e endurecimento (Rosa, 2016). Conforme citado por Souza (2011) a classificação da argamassa varia conforme sua finalidade, sendo as principais de revestimento e assentamento. As argamassas de revestimento têm a finalidade de proteger e revestir paredes e colunas, enquanto a argamassa de assentamento tem a função de juntar blocos, tijolos ou pedras.

Para Carasek (2007) as argamassas são materiais muito empregados na construção civil, sendo os seus principais usos no assentamento de alvenarias e nas etapas de revestimento, como emboço, reboco ou revestimento de camada única de paredes e tetos, além de contrapisos para a regularização de pisos e ainda no assentamento e rejuntamento de revestimentos de cerâmica e pedra.

A ABNT NBR 13529:2013 define a argamassa para revestimento como uma mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) inorgânico(s) e água, contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento. Seja em áreas internas ou externas, os revestimentos são fundamentais para a impermeabilização, vedação, regularização e melhorias termoacústicas, assim como para fins decorativos. As argamassas encontradas e muito utilizadas na construção civil, definida como um revestimento de multicamadas, sendo composto por cimento Portland, areia, água e pode conter aditivos como cal ou aditivos químicos. Revestimento capaz de cobrir e recobrir uma superfície de concreto ou alvenaria, preparar uma base apropriada para receber acabamento final, como: pintura, pastilhas, cerâmicas e texturas.

De acordo com Fiorito (1994) e citado por Carvalho Jr. (2005), as argamassas utilizadas em obras são comumente compostas de areia natural lavada e os aglomerantes são em geral o cimento Portland e a cal hidratada. O autor ainda distingue as argamassas de cimento e argamassa de cimento e cal de acordo com as diversas situações de exposição e desempenho requeridos.

4.5 Patologia na Construção Civil

Nos últimos anos, a construção civil no Brasil vem se desenvolvendo e alavancando o setor econômico, atingindo um grande crescimento no aumento de obras

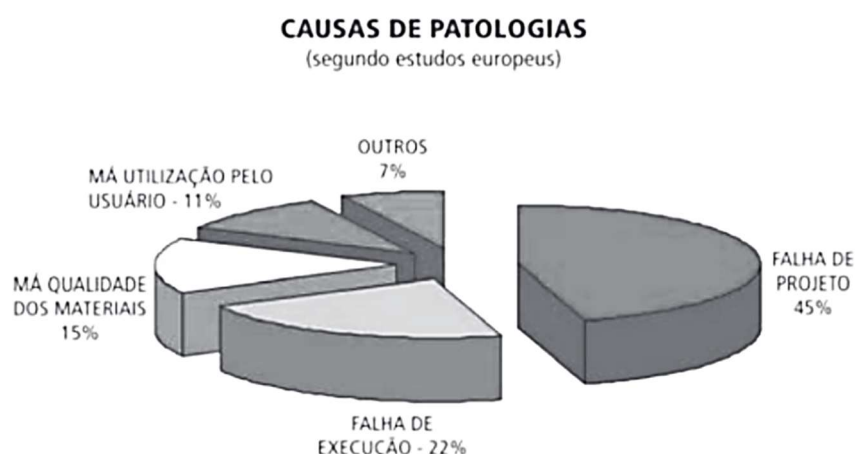
desde a década dos anos 90. Entretanto, com a tecnologia e as conjunturas socioeconômicas, as obras passaram a ser construídas com maior rapidez e com menor controle nos serviços realizados e materiais utilizados, provocando a queda na qualidade das edificações.

De acordo com Freire (2019), as manifestações patológicas apresentam características diferentes, surgindo de várias formas e desse modo, torna-se possível listar os processos para o surgimento delas e as suas possíveis causas, podendo ser possível também, ter uma análise das soluções mais recomendadas de modo que evite o aparecimento delas em outro momento.

Na construção civil, é visível as falhas presentes nas edificações, sendo consequência da falha construtiva em alguma de suas fases de projeto. Nesse contexto, Zuchetti (2015) declara que o processo de construção de uma edificação deve seguir da seguinte forma: ideia inicial, planejamento prévio, projeto, fabricação dos materiais para o uso. Entretanto, no decorrer do processo construtivo podem acontecer falhas por descuidos dos mais diferentes tipos que acabam por provocar vícios e problemas nas etapas da construção. Dessa forma, o gerenciamento no decorrer da obra e a escolha de materiais de qualidade, bem como a melhoria constante por meio do controle e desenvolvimento de novas tecnologias e técnicas é desafio constante na engenharia civil.

A presença de patologia nas construções, ocasiona uma vida útil menor nas edificações, pois as mesmas estão relacionadas diretamente no desempenho dos materiais utilizados e a necessidade de gerar novos conhecimentos nas manifestações patológicas na construção civil, passou a ser essencial. Visto a reduzir e amenizar os danos causados no futuro, propondo soluções para cada caso estudado.

Figura 2 - Causas Patológicas segundo estudos Europeus



Fonte: ConstruçãoFácilRJ (2013).

Fonte: ConstruçãoFácilRJ, 2013.

Na figura 2 que apresenta as causas patológicas segundo um estudo europeu, demonstra que a maior porcentagem de 45% é por falha de projeto, 22% na falha de execução, 15% na má escolha de materiais, 11% a má utilização pelos usuários e 7% outros. Os dados evidenciam a importância de um bom planejamento antes de iniciar uma construção, trabalhando execução e projeto de forma cuidadosa, levando em conta a escolha adequada dos materiais e um bom treinamento para os seus colaboradores, visto a minimizar falhas, desperdícios e problemas estruturais futuros.

4.5.1 Causas e Surgimento das Manifestações Patológicas na Construção Civil

A patologia é historicamente conhecida e atrelada aos estudos da ciência médica, mas com o passar do tempo foi adotada por outras áreas do conhecimento como é o caso das obras de construção civil e visa identificar as causas e efeitos dos danos existentes nas construções (Santos, 2011).

Diante disso Silva (2012, p. 34) destaca que o conceito de patologia da construção civil se define como sendo

A ciência que procura estudar os defeitos e incidentes que os materiais podem promover nas construções de um modo geral e que busca diagnosticar as origens dessas causas e efeitos e compreender os mecanismos de deflagração e de evolução do processo patológico. (Silva, 2012, p. 34)

Na fase de construção, a falta de capacitação da mão de obra, a utilização de materiais de baixa qualidade e a má execução do projeto é fundamental para o surgimento das patologias (Oliveira; Oliveira e Araujo, 2019).

Sendo a mesma ciência que estuda a sua origem, efeito e causa, na maior parte dos casos, as anomalias na construção civil ocorrem pelo uso inadequado de materiais e mão de obra mal executada, surgindo em diversos locais da edificação, podendo causar consequências na estrutura ou parte desta, rachaduras e infiltrações.

Para Ambrósio, a patologia é definida como:

As patologias são defeitos que podem acabar comprometendo o desempenho das funções para as quais foi planejada, como também são oriundas de trabalhos maus feitos, de uso de materiais de péssima qualidade ou até mesmo pela mão de obra desqualificada (Ambrósio, 2013, p. 211).

A patologia prevê e mostra as devidas correções a diversos problemas presentes na edificação, dando o entendimento de que a não correção dessas patologias, tendem a gerar o comprometimento parcial ou total de toda a estrutura, podendo causar problemas estéticos visuais ou até mesmo o colapso de estrutura (Oliveira, Oliveira e Araújo, 2019).

As manifestações podem ocorrer tanto no início da construção, durante o processo, após a construção ou anos depois. Ou seja, a patologia pode surgir a qualquer momento na estrutura e ocasionar problemas para construtores, fornecedores e moradores. Realizar manutenções preventivas na edificação é de extra importância, afim de garantir segurança no local, funcionamento do prédio, evitar anomalias e assegurar um aumento de vida útil maior na sua estrutura.

De acordo com Oliveira, Oliveira e Araújo (2019) o concreto armado, concreto protendido, madeira e aço são os materiais mais utilizados nas obras estruturais pelo Brasil, desse modo, as patologias mais comuns são: infiltração devido às juntas de dilatação, impermeabilização mal feita causando manchas e trincas, decomposição da madeira por excesso de umidade, corrosão das armaduras e entre outras.

No Brasil, o número de anomalias na construção civil é exorbitante, surgindo através da má execução ao utilizar materiais inadequados, falta de juntas, vergas e contraverga, má aderência, acabamento e alinhamento, planejamento e manutenção da edificação. O Brasil por ser um país que sofre de elevadas temperaturas, conforme Barroso et al. (2015), relata que a água, o calor e a abrasão são os principais fatores para

os desgastes das edificações, principalmente a água por possuir um grande poder de penetração.

Importante ressaltar que ao realizar uma construção, o projeto é um dos fatores principais a serem seguidos durante a sua produção, ajudando no desenvolvimento e na execução correta da edificação. Utilizar materiais e mão de obra adequadamente para que não ocorra nenhum erro ou defeito na sua estrutura, realizar manutenções preventivas de modo a garantir uma vida útil maior a edificação e caso surgir anomalias, procurar identificar o mais rápido possível para evitar danos maiores no futuro.

4.5.2 Principais Manifestações Patológicas em Revestimentos

Argamassados

As principais patologias em revestimento argamassado em fachada, serão apresentadas a seguir: infiltração, manchas e bolores, fissuras e trincas, gretamento, eflorescência, descascamento e desagregamento.

4.5.2.1. Infiltração

As fachadas de edifícios possuem um papel muito importante, inicialmente pela sua estrutura decorativa em acabamento e posição solares, porém recebem uma incidência maior de chuva e exposição a ventos, principalmente edificações com o topo maior ou localizadas em esquinas.

As infiltrações em fachadas de edifícios se tornaram um problema comum para as construtoras e se não for tratado de forma correta, pode ocasionar problemas maiores. As infiltrações não causam problemas apenas estético, mas apresentam danos estruturais e saúde dos ocupantes.

Segundo Souza (2008), a manifestação ocorre por sais que são transportados até a superfície durante a evaporação da água e se solidificam ao ter contato com o dióxido de carbono no ar formando manchas na edificação, quando exposto à umidade. Esses sais, na construção, ocorrem simultaneamente pela presença de sais nos insumos da construção, água e pressão hidrostática. Conforme a figura 3, verificamos a presença de bolhas causadas por infiltração na parede.

Figura 3 - Infiltração causando bolhas na pintura



Fonte: Rust Oleum, 2024.

A prevenção destas manifestações patológicas é relacionada a contenção da umidade, erradicação da infiltração em ambientes e superfícies. Locais com ventilação satisfatória e sem a presença de infiltrações de umidade não ocasionam tais manifestações patológicas (Ferraz, 2016).

4.5.2.2. Manchas e Bolors

Manchas que aparecem normalmente sobre a superfície e, por se tratar de um grupo de seres vivos (fungos, algas e bactérias) se proliferam em condições de clima favoráveis, como em ambientes úmidos, mal ventilados ou mal iluminados.

Quando a manifestação patológica se desenvolve, formam-se manchas esverdeadas ou escuras que se alimentam de materiais orgânicos, levando a área afetada a degradação (Macêdo, 2017). Muitas transformações produzidas pelos fungos são complexas fazendo com que a troca da alvenaria e revestimentos se faça necessária, tornando oneroso aos proprietários (Righi, 2009).

Além de danos as estruturas das edificações e prejuízos financeiros aos usuários, estes fungos causam diversos tipos de doenças, algumas cancerígenas e favoráveis de problemas respiratórios (Castro; Martins, 2014).

Figura 4 - Infiltração com a presença de mofo na laje



Fonte: IBDA, 2020.

Diante da figura 4 com a presença de mofo na parede, para a sua correção, recomenda-se lavar a área afetada com uma mistura com proporção 1:1 de água sanitária e água potável, utilizando um pano ou escova com uma certa resistência para esfregar o local. Deixar o ambiente arejado e agindo por certa de 4 (quatro) horas e para finalizar, lavar com água potável para eliminar os resíduos da água sanitária.

4.5.2.3 Fissuras e Trincas

As trincas podem ser estreitas, rasas e sem continuidade. São devidas a várias causas, entre as quais se destacam a má qualidade da argamassa fina e o tempo insuficiente de hidratação da cal antes da aplicação de reboco e a camada muito grossa da massa fina.

As fissuras surgem quando esforços aos quais o revestimento está sujeito ultrapassam sua capacidade resistente. Esses esforços podem ser decorrentes de variações higrotérmicas (variações dimensionais, secagem dos materiais, retração), fenômenos químicos (corrosão, carbonatação, ataque de sais) ou causas macroestruturais (recalque de fundação, fluência, cargas e sobrecargas) (Gaspar, 2009).

Com a fissuração, o revestimento fica mais suscetível à entrada de água, podendo resultar na ocorrência de outras anomalias, como aponta Freitas (2012), inclusive descolamento. Os principais mecanismos envolvidos na ocorrência de fissuras são: retração da argamassa, deformação diferencial da base (alvenaria ou estrutura) e entre camadas do revestimento, concentração de esforços e cristalização de sais da argamassa ou da alvenaria (Bauer; Souza; Mota, 2021).

Segundo a norma ABNT NBR 9575: 2010 - Impermeabilização – Seleção e projeto a classificação é diferenciada em microfissuras, fissuras, trincas e rachaduras com base na sua espessura de abertura. Tecnicamente, as microfissuras apresentam aberturas inferiores a 0,050mm, aberturas com até 0,50mm são conhecidas como fissuras, aberturas maiores de 0,50mm e menores de 1,00mm são classificadas como trincas e por fim, as maiores de 1,00mm a 5,00 mm são chamadas de rachaduras.

Figura 5 – Presença de fissuras na parede



Fonte: Dallminas, 2022.

Conforme a figura 5, o comportamento do material e estrutural podem causar manifestações patológicas. É fundamental que isso seja identificado e vistoriado para garantir o melhor tratamento nas fissuras. Antes de começar a recuperação, outros problemas devem ser considerados porque uma fissura não garante a segurança da estrutura. Isso inclui os efeitos da fissura no desempenho geral do componente ou de seus vizinhos (isolamento termoacústico, estanqueidade e durabilidade), o nível de avanço do movimento da trinca e a possibilidade de um reparo definitivo ou temporário.

Para a sua correção recomenda-se raspar/escovar a superfície, eliminando as partes soltas, poeiras, manchas de gordura, sabão ou mofo. Em áreas externas o hidro jateamento é recomendado aplicar uma demão de fundo preparador para paredes, diluído de acordo com o fabricante, aplicar três demãos de restaurador de fachada, ou de outro produto similar na diluição indicada pelo fabricante, aplicando em seguida o acabamento. Uma alternativa é aplicar duas demãos de tinta elastomérica, diluída conforme o recomendado pelo fabricante e em seguida aplicar o acabamento.

4.5.2.4 Gretamento em relação ao mapeamento de tinta

O gretamento é caracterizado por uma série de aberturas inferiores a 1mm localizadas na superfície esmaltada das placas. A expansão por umidade provoca um aumento nas dimensões das placas cerâmicas, forçando a dilatação do esmalte, sendo que o esmalte é menos flexível, logo, não consegue absorver a variação de tamanho da placa originando as fissuras capilares. (Civilização Engenharia, 2018).

As fissuras presentes, podem ser superficiais, afetando diretamente apenas a camada superior da tinta, ou apresentar fissuras mais profundas, afetando camadas mais profundas. Em relação ao mapeamento de tinta, o gretamento é uma forma específica de ser apresentado através das fissuras. Como o seu próprio nome já cita, as fissuras formam um elemento padrão que lembra a visualização de um mapa e suas rachaduras se conectam, formando ângulos e formas irregulares.

Este aspecto é comum em pinturas antigas e pode ser um sinal de que a obra está envelhecendo naturalmente. O mapeamento pode ser causado por vários fatores, como a variação de temperatura e umidade, movimento de suporte (telas e madeiras) rigidez da tinta ou verniz conforme o seu tempo de vida útil.

O mapeamento de fachadas é uma maneira de identificar onde os revestimentos não estão sendo aderidos corretamente. Geralmente, isso é feito contornando o perímetro dos revestimentos com uma pintura ou simplesmente com um "X", figura 6 o que torna o edifício menos significativo e o destaque do revestimento.

Figura 6 - Processo de mapeamento da fachada



Fonte: Portal Metálica construção civil, 2021.

Na figura 7 é possível verificar a fachada da edificação toda mapeada. Esse processo de mapeamento é realizado por meio de técnicas de inspeção que permitem identificar áreas com possíveis problemas ou com necessidade de manutenção.

Figura 7 - Fachada mapeada



Fonte: EGP Manutenções, 2024.

Na figura 8 visualizamos de forma mais precisa, as anomalias presentes. Identificando claramente as áreas que necessitam de reparos ou intervenções.

Figura 8 – Fissuras mapeadas



Fonte: Renato Sahade, 2020.

4.5.2.5 Eflorescências

Conhecida popularmente como “salitre” apresenta um aspecto escorrido, através de manchas esbranquiçadas e são muito fáceis de identificar. De forma prática, são depósitos cristalinos causados através de reações químicas, que surgem na superfície de revestimentos, como paredes e tetos.

Puim (2010) expõe alguns fatores de risco e suas respectivas formas de prevenção, como a aplicação de materiais de construção para prevenção, o que torna essencial a escolha criteriosa desses materiais. Vejamos alguns fatores de risco e as possibilidades de intervenção preventiva:

- 1) A entrada de água consequente do mau estado da construção – sua prevenção é feita a partir de uma manutenção regular da construção;
- 2) A ocorrência de cheias – este requer uma intervenção mais global, sendo em um nível urbano, uma vez que nem sempre este fator de risco é controlável já que este depende da eficiência da drenagem pela rede pública de esgotos;
- 3) A alteração das condições ambientais interiores – para este deve ser feita uma análise de potenciais riscos de degradação diante das alterações ambientais, como temperatura e umidade relativa no interior dos edifícios, as quais são ocasionadas por intervenções na construção.

Diante das suas definições, a eflorescência é uma manifestação patológica muito comum na construção civil e pode ser ocasionado por três fatores: o nível de sais solúveis que compõem o material ou seus componentes, presença de água e pressão hidrostática que facilita a migração da solução para a superfície, excesso de umidade na superfície do local, vapor e a preparação inadequada da superfície, visto que a presença de sais e umidade presente no ar, intensificam em zonas litorâneas. Importante ressaltar que a sua reação principal predomina na cor branca, entretanto, ao depender do tipo de sal presente, pode apresentar anomalia em diferentes cores.

Figura 9 - Eflorescência em reboco



Fonte: Artigo de Implantação de métodos de tratamento para combater as eflorescências, 2018.

Na maioria das situações a eflorescência produz danos inicialmente estéticos (figura 9), mas que podem evoluir para posterior degradação dos materiais e até exposição de armaduras caso não haja um controle (figura 10).

Figura 10 - Danos causados pela eflorescência no pilar



Fonte: C e T, ciência e tecnologia, 2021.

Para tratar a superfície afetada, primeiramente é necessário raspar e limpar o local que apresenta partes soltas/esfareladas ou bolhas. Conforme citado por Puim (2010) deixar o local raspado aberto por um certo período com ventilação. Em caso de afetar partes profundas refazer os retoques com massa de reboco e aguardar o seu tempo de cura.

Caso necessário impermeabilização, utilizar produtos apropriados. No seu procedimento de pintura, seguir as instruções a seguir: aplicar uma demão de fundo preparador de paredes e aguardar secagem, aplicar de 2 a 3 demãos de massa corrida (interno) ou massa corrida acrílica (interno e externo), lixar e limpar bem toda a superfície e aplicar de 2 a 3 demãos de tinta.

4.5.2.6 Descascamento

Patologia ocasionada quando se aplica uma camada de tinta sobre uma pintura já existe e que apresenta partes soltas e caídas, aplicação de tinta sobre uma parede úmida ou quando se aplica tinta sem o seu tempo de cura adequado, má aderência do material devido a sua diluição ter sido incorreta na hora do preparo, uma superfície que não foi preparada para receber o produto, ou seja, não ocorreu a retirada do pó após o seu lixamento.

Quando se trata de um reboco que não aguardou a cura adequada e aplicado o acabamento final, inicia-se então a estourar bolhas, pois a reação que ainda está acontecendo da cura do reboco solta “gases”, reação natural da cal usada na massa de reboco, esses gases formam as áreas de descascamento, conforme apresentado na figura 11.

Figura 11 - Descascamento de tinta em parede de alvenaria



Fonte: Hydronorth Tinras e Resinas, 2024.

A correção desta patologia deve ser a eliminação da infiltração ou umidade, fazer a retirada das partes soltas com a utilização de espátula e escova de aço, posteriormente, realizar nivelamento da superfície, então realizar a pintura (Abrafati, 2019).

4.5.2.7 Desagregamento

O desagregamento (figura 12) também classificado como descascamento, que solta apenas a película da tinta, ele retira junto a camada do reboco, deixando a superfície esfarelando. As circunstâncias para que isso aconteça podem ser: aplicação de tinta ou massa corrida sobre reboco não curado, sobre parede com umidade ou sobre reboco muito arenoso. A massa de reboco feita com abundância de areia, deixa o excesso de areia, deixando o reboco muito fraco. Com o tempo, surge o descascamento junto com a tinta e massa corrida, soltam-se partes do reboco e areia.

Figura 12 - Desagregamento com presença de esfarelamento em parede de alvenaria



Fonte: Futura Tintas, 2017.

Para a sua correção, é necessário raspar os locais que estão soltos ou mal aderidos, se necessário, corrigir imperfeições profundas com reboco, solucionar umidade, caso exista na superfície e por fim, realizar a pintura.

4.6 Diagnostico das Patologias

4.6.1 Importância do Diagnostico

A importância do diagnóstico de patologias na construção civil, é um processo de extrema importância, afim de assegurar funcionalidade na edificação, segurança aos moradores e durabilidade na estrutura.

As patologias que surgem na estrutura inicialmente ou ao longo do tempo e que não forem identificadas e tratadas de forma correta, podem comprometer a integridade da estrutura, causando danos maiores, como desabamentos. Um exemplo a ser citado, são as

microfissuras ou fissuras, que podem ser superficiais, mas a longo prazo se tornarem fissuras maiores ou rachaduras, causando infiltrações e danos a edificação.

Na normativa ABNT NBR 9575: 2010 - Impermeabilização – Seleção e projeto encontra-se um referencial para classificação das aberturas em função de sua espessura, cuja adaptação é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Tabela de Classificação de Fissuras

ANOMALIA	ESPESSURA (mm)
Microfissuras	inferior 0,05
Fissuras	até 0,50
Trincas	acima de 0,50 até 1,00
Rachaduras	acima de 1,00 até 5,00

Fonte: NBR 9575 (2010).

Conforme a tabela 1 as microfissuras são classificadas inferiores à 0,05mm, fissuras com espessuras até 0,50mm (milímetros) aberturas finas e alongadas. As trincas possuem espessura de 0,50mm até 1,00mm já se separando de um material componente e as rachaduras apresentam 1,00mm a 5,00mm de abertura, causando um impacto negativo e preocupante para a estrutura.

Detectar as falhas no seu estágio inicial, é muito importante, pois possibilita tomar medidas mais preventivas e corretas para cada caso específico, evitando que uma situação pequena, progrida para um estágio avançado. Outro ponto importante, é a valorização da edificação e preservação do seu patrimônio. Edificações conservadas, prolongam a sua vida útil, mantem o seu valor de mercado e estética.

De acordo com a NBR 15575 - 1 (2024) o projeto deve especificar o valor teórico para a vida útil de projeto (VUP) para cada um dos sistemas que o compõem. Conforme a figura 13 abaixo, a edificação deve apresentar uma vida útil de pelo menos 50 anos, entretanto, muitas construções apresentam diversos problemas logo após o seu processo construtivo final.

Figura 13 - Vida útil de projeto mínima e superior (VUP)

Tabela C.5 – Vida útil de projeto mínima e superior (VUP) ^a			
Sistema	VUP anos		
	Mínimo	Intermediário	Superior
Estrutura	≥ 50	≥ 63	≥ 75
Pisos internos	≥ 13	≥ 17	≥ 20
Vedação vertical externa	≥ 40	≥ 50	≥ 60
Vedação vertical interna	≥ 20	≥ 25	≥ 30
Cobertura	≥ 20	≥ 25	≥ 30
Hidrossanitário	≥ 20	≥ 25	≥ 30
^a Considerando periodicidade e processos de manutenção segundo a ABNT NBR 5674 e especificados no respectivo manual de uso, operação e manutenção entregue ao usuário elaborado em atendimento à ABNT NBR 14037.			

Fonte: NBR 15575 - 1 (2024).

Por fim, um diagnóstico bem realizado e tratamento precoce da patologia, é uma etapa que não deve ser negligenciada. Esse processo de preservação, envolve gastos mais econômicos, durabilidade da estrutura, preservação ao local e segurança a vida das pessoas.

4.7 Métodos e Ferramentas Tecnológicas de Inspeção

4.7.1 Métodos de Inspeção

Conforme o Instituto de Engenharia, a Engenharia Diagnóstica aplicada são as investigações científicas das patologias prediais, através de metodologias que possibilitam obter dados técnicos para a caracterização, análise, atestamento, apuração da causa, prognóstico e prescrição do reparo da manifestação patológica predial em estudo (Instituto de Engenharia, 2016).

De forma sucinta, podemos definir e diferenciar as ferramentas da engenharia diagnóstica da seguinte forma, em ordem hierárquica, de acordo com Gomide; Fagundes Neto; Gullo, (2013).

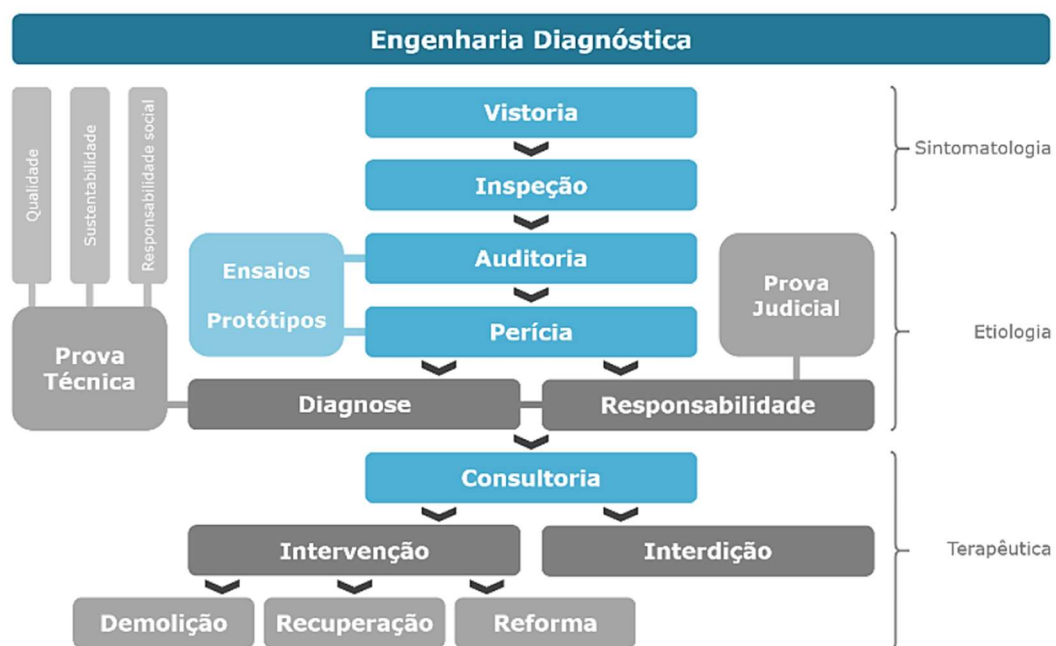
- **Vistoria:** é a constatação técnica de determinado fato, condição ou direito relativo a uma edificação, mediante verificação in loco;
- **Inspeção:** é a análise técnica de fato, condição ou direito relativo a uma edificação, com base em informações genéricas obtidas na vistoria, inclusive na expertise do profissional;

- **Auditoria:** é o atestamento técnico ou não da conformidade de um fato, condição ou direito relativo a uma edificação;
- **Perícia:** é o exame e apuração da origem, da causa e do mecanismo de ação de um fato, condição ou direito relativo a uma edificação;
- **Consultoria:** por fim, é o prognóstico e a prescrição técnica relativa a um fato, condição ou direito relativo a uma edificação;

Estas ferramentas ainda se enquadram em três campos de ação, que também estão hierarquicamente estruturados: sintomatologia, etiologia e terapêutica. (Gomide; Fagundes Neto; Gullo, 2013).

- **Sintomatologia:** consiste em constatações e análises dos sintomas e condições físicas das anomalias construtivas e falhas de manutenção, e neste campo estão a vistoria e a inspeção;
- **Etiologia:** consiste na determinação dos efeitos, origens, causas, mecanismos de ação, agentes e fatores de agravamento das anomalias construtivas e falhas de manutenção, e neste campo estão a auditoria e a perícia;
- **Terapêutica:** consiste nos estudos e na determinação das reparações das anomalias construtivas e falhas de manutenção, e neste campo está a consultoria.

Figura 14 - Fluxograma da sequência de utilização das ferramentas



Fonte: Inteligência Urbana, 2021.

Na figura 14 visualizamos o fluxograma detalhado passo a passo da sequência de utilização para a engenharia de diagnósticos. É importante que a metodologia seja realizada conforme descrito no fluxograma, desde a sua vistoria, até a elaboração final da consultoria, descrevendo todos os seus problemas identificados e respectivas soluções.

4.7.2 Ferramentas Tecnológicas

Com o avanço da tecnologia, a construção civil não isenta o uso, principalmente para o diagnóstico de patologias. Cada ferramenta tecnológica, apresenta o seu uso específico para identificar e analisar diversas causas. Algumas das principais ferramentas que encontramos, são:

4.7.2.1 Inspeção Visual

Inspeção básica, pode ser feita a olho nu, onde um examinador especialista no assunto, examina a superfície, não sendo necessário o uso de sensores, medidores.

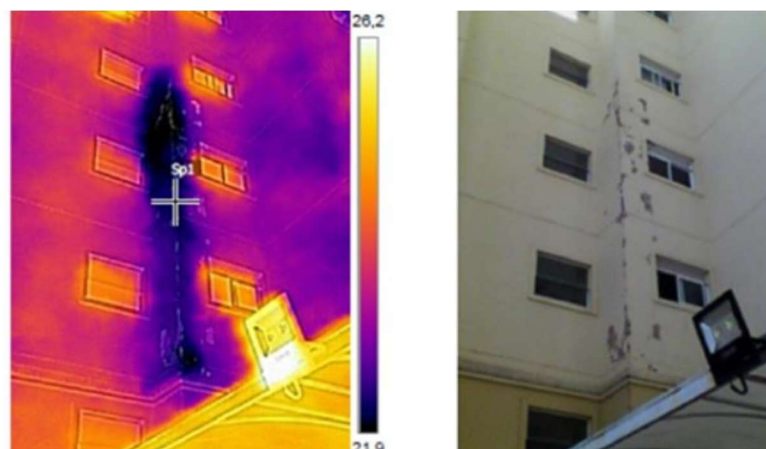
- **Aplicação:** detectar problemas iniciais.

4.7.2.2 Termografia

Luz infravermelha no qual visualiza a mudança de temperatura na superfície da edificação. Suas variadas cores, indica os problemas que podemos encontrar, como: falha no isolamento térmico em fachadas e coberturas ou infiltração em paredes ou coberturas.

- **Aplicação:** Utilizada para identificar problemas ocultos, como umidade nas edificações.

Figura 15 - Análise Termográfica



Fonte: Grupo CHT, 2020.

Na figura 15 verificamos no lado esquerdo da imagem uma textura na cor preta, essa textura indica uma anomalia de vazamento de prumada de esgoto encontrada na edificação através do dispositivo de termografia.

4.7.2.3 Inspeção por Drones

Equipamento com sensores e câmeras, para capturar imagens detalhadas e gravações em vídeo, conforme demonstrado na figura 16 abaixo.

- **Aplicação:** Útil para estruturas complexas, como edifícios altos de difícil acesso.

Figura 16 - Utilização de Drones



Fonte: BH drones, 2024.

4.7.2.4 Análise Química

Ensaios realizados em laboratórios, com objetivo de detectar a presença de agentes corrosivos que podem comprometer o material.

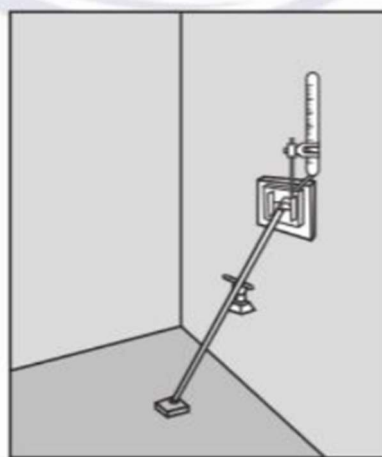
- **Aplicação:** Indicado para avaliar ação corrosiva nos materiais de construção civil.

4.7.2.5 Teste de Absorção

Esse ensaio é determinado no Anexo “D” da norma brasileira da A.B.N.T. (Associação Brasileira de Normas Técnicas) NBR 15.575:2024 – Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 4 – Requisitos para sistemas de vedações verticais internas e externas (SVVIE). O ensaio avalia a presença de água, conhecido como “teste de absorção” utilizando uma câmara fixada à face externa da parede. A câmara é

preenchida com água, através de uma bureta instalada externamente, de forma a repor a água infiltrada. Durante os testes, o volume de água na bureta é medido no início e após 30 minutos, seguindo de medições sequenciais em intervalos de 1,2,3,6 e 24 horas de ensaio. Se a quantidade de água infiltrada no sistema construtivo, ultrapassar o volume de 3cm³ (três centímetros cúbicos) ao termino do ensaio, ele será considerado reprovado. Na figura 17 observamos o ensaio de acoplamento instalado em uma parede.

Figura 17 - Acoplamento de câmara de ensaio à parede



Fonte: NBR 15575 – 4 (2021).

4.8 História da Tinta

A utilização de tintas e pigmentos tem, ao longo da história, um papel significativo para a expressão, registro e legado da humanidade. Desde o surgimento da civilização o homem viu a necessidade de registrar suas experiências, afinal a comunicação verbal era limitada para transmitir as atividades diárias, sentimentos, possíveis ameaças e não permitia o registro para posterior consulta. De fato, este recurso (ou instrumento) tem evoluído conforme o desenvolvimento das civilizações em todas as partes do mundo. Tal processo teve início artesanal, com a fabricação de tinta, em aproximadamente 3.500 a.C. (Polito, 2006)

Os primeiros ingredientes foram o sangue, sebo e seiva vegetal. Mais tarde, com a civilização Egípcia surgiram os primeiros pigmentos sintéticos, ferramentas de manuseio e ligantes como a goma arábica e a cera de abelha (Abrafati, 2019).

Os povos pré-históricos fabricavam tintas moendo materiais coloridos como plantas e argila em pó e adicionando água. A técnica era bem simples, pois utilizavam apenas as mãos ou até pedras e gravetos. As utilidades iam desde colorir as cavernas até enfeitar os corpos (Polito, 2006).

As civilizações que mais contribuíram para o desenvolvimento das tintas e foram os primeiros a descobrir que os minerais poderiam mudar sua cor ao serem calcinados, foram os povos chineses e egípcios. O material era utilizado para pinturas decorativas em tumbas e templos. Segundo Mello (2012) estes dois povos desenvolveram pigmentos sintéticos de cor azul. O Azul do Egito ($\text{CaCuSi}_2\text{O}_6$) foi obtido pela calcinação de uma mistura de sílica, óxidos de cobre e sais de cálcio. Já os chineses desenvolveram o Azul de Han ($\text{BaCuSi}_2\text{O}_6$) a partir da calcinação de uma mistura de sílica, óxidos de cobre e sais de bário. Outros pigmentos encontrados foram a hematita para o vermelho, uma mistura de hematita e calcita (CaCO_3) para a cor rosa, o ouropigmento (As_2S_3) no caso do amarelo e carvão como pigmento preto. A cor laranja foi preparada misturando-se hematita com ouropigmento ou, então, usando massicote e litargírio (PbO ortorrômbico e tetragonal, respectivamente).

Com o passar dos anos, foram surgindo desenvolvimentos nas culturas, a aquarela ou guache, conhecida hoje, possui uma mistura de pigmentos com goma arábica e a tinta tempera, produzida pelo uso de clara ou gema de ovo. Conforme Mello (2012) a resina obtida de árvores das espécies das acácias. É uma mistura de polissacarídeos (polímero da sacarose com outros açúcares) e glicoproteínas. A clara do ovo é constituída praticamente por água e proteínas conhecidas como albuminas, enquanto que a gema de ovo é constituída por proteínas (15%), gorduras (35%), água e diversos nutrientes em pequenas quantidades. Outro exemplo do desenvolvimento tecnológico ocorrido nas culturas egípcia e chinesa foi a obtenção do que hoje chamamos tinta nanquim. Esta tinta foi desenvolvida inicialmente através da dispersão de partículas de carbono em água.

As tintas que usamos hoje tanto para pintar casas, carros, móveis, eletrodomésticos e outros produtos quanto para a pintura das mais diversas instalações industriais e estruturas, seguem a mesma fórmula básica criada na pré-história, usando pigmentos e um ligante. Mas são fabricadas de forma muito mais moderna em indústrias químicas, com o apoio de laboratórios, usando tecnologia avançada, matérias-primas de alta complexidade e equipamentos sofisticados (Abrafati, 2024).

Fundada por alemães, a primeira fábrica de tintas no Brasil em 1886, a tintas Hering, na cidade de Blumenau em Santa Catarina, mas foi nos 1950 que a indústria passou a se desenvolver com resinas e diversos tipos de tintas para aplicações. De acordo com (Anghinetti, 2012) no século XX surgiram as resinas sintéticas, as fenólicas em 1910-1919, as alquídicas em 1920-1922, as vinílicas e acrílicas em 1925-1931 e as resinas epóxi em 1943-1951, entre outras.

O segmento de Tintas Imobiliárias representa, em média, 77% da produção e 60% do faturamento anual da indústria nacional de tinta, o que corresponde ao consumo de 662 milhões de litros e ao faturamento de 792 milhões de dólares (Silva, 2005). Em 2016 o Brasil ocupava a 6ª colocação no mundo em relação ao crescimento do setor de tintas, fabricando diversos modelos e técnicas.

O avanço da tecnologia e os estudos dos mais variados pigmentos, formulas e resinas, possibilitou um crescimento alavancado do produto, com diversas técnicas especiais. Segundo Abrafati (2024) os números do mercado brasileiro de tintas em 2023 superaram as previsões feitas ao longo do ano, graças a um segundo semestre forte, em especial para as tintas imobiliárias e industriais. Os produtos do setor tiveram boa demanda, para uso nas mais variadas aplicações, elevando o volume total a 1,871 bilhão de litros vendidos.

Marcos Alleman, presidente da ABRAFATI (2024), cita que a indústria mostrou uma forte resiliência ao crescer 3,4% em 2023, com bom desempenho em todos os segmentos e os preços dos insumos que o setor de tintas consome, voltaram aos patamares tradicionais, ajudando a reduzir os custos e também os preços de venda. A ABRAFATI (2024) cita que o desempenho das vendas de tintas imobiliárias no primeiro semestre de 2024 foi positivo, com um aumento de 2,1% em comparação com o mesmo período do ano anterior. Esse resultado reforça as expectativas da Abrafati de um crescimento de 2,5% neste ano para a indústria de tintas, uma vez que as tintas imobiliárias representam cerca de 75% do volume total do setor.

Com o grande desenvolvimento de tintas, hoje encontramos uma ampla variedade do produto disponível no mercado. O avanço da tecnologia e o estudo dos mais variados pigmentos resistentes, formulas e resinas de alta performance, possibilitou um grande crescimento no setor, com diversas técnicas e necessidades diferentes. Atualmente, as tintas não são mais utilizadas apenas para o acabamento final ou fins estéticos, com o seu avanço, foi possível englobar para o uso de funções específicas, como a proteção de intempéries e resistência a substâncias químicas.

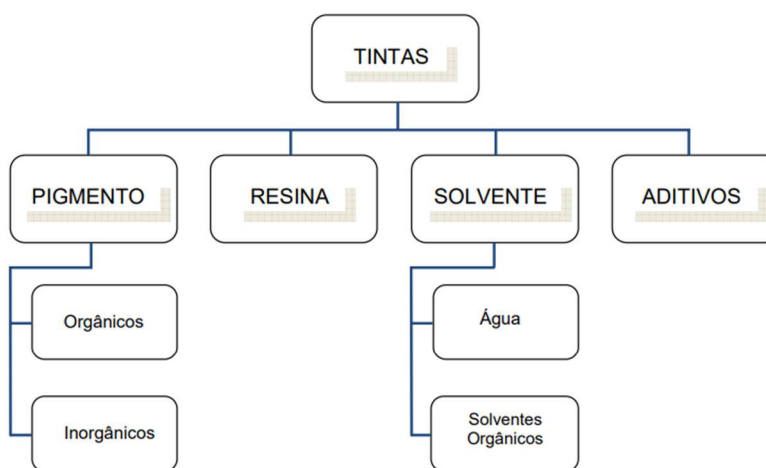
4.8.1 Composição das Tintas

A tinta muito utilizada na construção civil é considerada uma substância pastosa, em pó ou líquida. Uma dispersão em que pequenas partículas de dispersão de fase se misturam com substâncias meio dispersante. Quando aplicada na superfície, cria uma película distribuída em base líquida ou úmida e após o seu processo de cura, cria-se um filme aderente,

com função de proteger a superfície contra umidade, água, agentes agressivos e proporcionar acabamento final.

Nos dias atuais, pode-se dizer que a tinta é composta basicamente por quatro elementos: pigmentos, resinas, solventes e aditivos. Os pigmentos concedem o poder da cor e cobertura, os ligantes ou resinas aderem e dão liga aos pigmentos e os solventes são capazes de dar a consistência desejada. Já a variabilidade de aditivos, que se encontra no mercado, é a maior responsável por aperfeiçoar uma série de características e tipos específicos de tintas, sejam os solventes à base de água ou orgânicos (Abrafati, 2019). Conforme a figura 18 abaixo, verificamos todo o processo de composição das tintas.

Figura 18 - Composição Geral das Tintas



Fonte: Anghinetti (2012).

4.8.1.1 Pigmento Orgânicos e Inorgânicos

Os pigmentos apresentam partículas entre 0,05µm e 5µm. Segundo Abrafati (2024) são substâncias sólidas, insolúvel, orgânica ou inorgânica, que dá ao filme as propriedades de cor. Podem também conferir características como cobertura, resistência aos agentes químicos e à corrosão.

- **Pigmento orgânicos:** Derivados do petróleo, não possuem características ou funções anticorrosivas. Apresentam cores brilhantes e saturadas, por outro lado, são menos resistentes a luz e ao calor. Exemplo: ftalocianinas azuis e verdes, quinacridonas violeta e vermelha.
- **Pigmentos inorgânicos:** Sua composição é baseada em minerais e metais e diferente do pigmento orgânico, ele proporciona cores mais opacas, conhecidas por sua

resistência ao desgaste e durabilidade. Exemplo: dióxido de titânio, óxidos de ferro, caulim calcinado.

4.8.1.2 Resina

Substância responsável pela formação da película da tinta, que confere propriedades como impermeabilidade, resistência a agentes químicos e ao intemperismo, brilho, dureza, aderência e flexibilidade (Abrafati, 2024).

As resinas podem ser encontradas em diversos tipos, apresentando suas diferentes propriedades, como poliuretano, acrílica, epóxi, vinílicas, poliéster, nitrocelulose, borracha clorada e alquídicas e sua seleção é um dos fatores para a especificação correta da tinta.

4.8.1.3 Solvente

Líquido volátil que permite dissolver a resina e manter todos os componentes em uma mistura homogênea, proporcionando uma viscosidade apropriada para a aplicação. Sua taxa de evaporação e seu poder de solvência influenciam na formação adequada da película do revestimento (Abrafati, 2024).

A sua propriedade permite que seja utilizado para limpezas, na fabricação de produtos químicos ou ingrediente para a fabricação de outros produtos. Os solventes podem ser formados por mais de uma composição de categoria, como por exemplo: hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos.

Categorias dos solventes:

- Álcoois: Álcool Etilico, Álcool Propílico e Metanol;
- Cetonas: Acetona e Ciclohexanona;
- Hidrocarbonetos: Alifáticos, alicíclicos, aromáticos e halogenados;
- Éteres: Etoxietanol e etílico;
- Ésteres: Acetato de etila e de metila.

4.8.1.4 Aditivos

Matéria-prima que, adicionada em pequenas proporções, confere características ou propriedades específicas à tinta, como antissedimentação, secagem e plastificação (Abrafati, 2024).

Quanto ao mecanismo de atuação, Polito (2006) descreve a divisão dos aditivos em:

- **Aditivos de cinética:** Secantes, Catalisadores e Antipeles;
- **Aditivos de Reologia:** Espessantes, Niveladores e Antiescorrimento;
- **Aditivos de processo:** Surfactantes;
- **Aditivos de preservação:** Biocidas e Estabilizantes de ultravioleta.

4.8.1.5 Cargas de Tintas – Extensores ou Preenchimentos

Segundo Abrafati (2024) as cargas de tintas são materiais inorgânicos, natural ou sintético que confere às tintas propriedades como de enchimento, textura, controle de brilho e auxílio na opacidade, resistência à abrasão e podem ser classificadas em diversos extensores.

Classificação dos extensores de carga:

- **Argila ou Silicatos de Alumínio - ($\text{Al}_2[(\text{OH})_4\text{Si}_2\text{O}_5]$):** Caulim ou argila China, são usados principalmente em pinturas de interiores, mas também em algumas pinturas exteriores, calcinada, a argila proporciona maior poder de cobertura que a maioria das cargas em tintas porosas;
- **Sílica e Silicatos - (SiO_2):** Proporcionam excelente resistência à escovação e à abrasão. Muitos deles tem grande durabilidade em pinturas exteriores;
- **Talco Silicato de Margnesio - ($\text{Mg}_3[(\text{OH})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}]$):** Relativamente macio, usado em tintas para exterior e interior;
- **Carbonato de Cálcio - (CaCO_3):** Pigmento de uso geral, usado em tintas para interior ou exteriores. Podem ser adicionados em grandes proporções, reduzindo o seu custo e aumentando o seu poder de cobertura;
- **Óxido de Zinco - (ZnO):** Muito útil por sua resistência ao mofo (bolor), como inibidor de corrosão e bloqueador de manchas. Utilizado principalmente em fundos pinturas exteriores.

5. TIPOS DE TINTAS

Segundo Abrafati (2022) a tinta é uma composição química formada por uma dispersão de pigmentos em uma solução ou emulsão de um ou mais polímeros, que, ao ser aplicada sobre uma superfície, transforma-se em um filme a ela aderente, com a finalidade de colorir, proteger ou embelezar.

Na construção civil, as tintas estão presentes em todas as finalidades, desde o básico até o decorado. Desempenhando um papel fundamental quando se trata de

acabamento final, trazendo cor as superfícies, protegendo as edificações contra agentes nocivos, como umidade e raios UV, prolongando a sua duração.

No Brasil, encontramos uma grande variedade de tintas disponíveis, entretanto a escolha varia conforme o local de aplicação e suas propriedades características de manutenção, resistência e durabilidade. A escolha correta do material, impacta diretamente na vida útil da tinta e sua superfície aplicada.

Na construção civil a pintura representa uma operação de grande importância, uma vez que as áreas pintadas são, normalmente, muito extensas, implicando num alto custo. Há uma tendência natural em considerar a pintura uma operação de decoração, porém, além de decorar e proteger o substrato, a tinta pode oferecer melhor higienização dos ambientes, servindo também para sinalizar, identificar, isolar termicamente, controlar luminosidade e podendo ainda ter suas cores utilizadas para influir psicologicamente sobre as pessoas (Akzonobel, 2012).

No mercado encontra-se uma extensa variedade de tipos de tintas graças ao desenvolvimento de melhores resinas, pigmentos e formulação variada e computadorizada disponibilizada pela maioria dos fabricantes. O avanço tecnológico possibilitou o lançamento de produtos cada vez mais inovadores onde é possível encontrar produtos que tenham ainda funções técnicas especiais como reduzir a absorção de água, melhorar aspectos de higiene, resistência à abrasão, resistência ao crescimento de fungos, anti-estática, conforto térmico, entre outros (Cunha, 2011).

De acordo com Polito (2006) são duas as classificações básicas para as tintas: a base de óleo ou solventes e a base de água.

Vantagens da tinta à base de solvente:

- Proporciona melhor cobertura na primeira demão;
- Adere melhor a superfícies que não estão muito limpas;
- Tempo de abertura maior (espaço de tempo em que a tinta pode ser aplicada com pincel antes de começar a secar);
- Depois de seca apresenta maior resistência à aderência e a abrasão.

Vantagens da tinta à base de água:

- Melhor flexibilidade em longo prazo;
- Maior resistência a rachaduras e lascas;
- Maior resistência ao amarelecimento, em áreas protegidas da luz do sol;
- Exala menos cheiro;
- Pode ser limpa com água;
- Não é inflamável.

Figura 19 - Componentes básicos de tinta à base de solvente e água



Fonte: Repositório IBRACON, 2009.

Na figura 19 apresenta os componentes básicos encontrados em tintas à base de solvente e à base de água.

5.1. Tintas à base de Óleo

Conhecida como esmalte sintético, a tinta à base de óleo apresenta solvente em sua composição e atualmente, existem diferentes tipos, como: tinta óleo brilhante, semibrilho ou fosca. Cada composição, apresentando sua própria característica. Por ser uma tinta muito versátil, sua durabilidade se tornou popular, a resistência a umidade e sua facilidade na limpeza.

Segundo Polito (2006) em aplicações externas, algumas destas tintas tendem a oxidar, fazendo com que a película, com o passar do tempo torne-se quebradiça, ocorrendo diversas linhas de trincas e fissuras. Em aplicações internas, costuma ocorrer o amarelamento e, às vezes, pequenos deslocamentos da película. Estas tintas são mais difíceis de aplicação que as formuladas com látex, demorando de 8 a 24 horas para proceder a secagem da película aplicada.

5.1.1. Tinta Esmalte

A tinta esmalte se destaca pelo seu brilho e aspecto liso no acabamento final, durabilidade e resistência. Sua composição inclui solvente orgânicos a base de solvente ou água, à base de água, aditivos, pigmentos e resinas alquídicas ou acrílicas, resultando em um revestimento de alta qualidade. A tinta esmalte é amplamente utilizada em diversas aplicações, tanto residenciais quanto comerciais.

- **Vantagens e aplicação:** O material proporciona acabamento liso e brilhante, durabilidade, secagem lenta e de fácil aplicação. Indicado para pinturas em acabamentos metálicos (portas, janelas), superfície de madeira, revestimentos externos proporcionando um acabamento brilhante e durável, assim como revestimentos internos.

5.2. Tintas à base de Água

A tinta à base de água, como o seu próprio nome já cita, apresenta água na composição (Suvinil, 2023) conhecida como tinta látex, divide-se em acrílicas e copolímero de acetato de vinila (PVA). Por sua base conter água, torna-se uma tinta menos toxica em relação com a tinta a óleo quando aplicada.

5.2.1. Tinta Elastomérica

A tinta elastomérica é ideal para revestimentos que necessitam de durabilidade e flexibilidade afim de cobrir fissuras, criando uma camada que pode se expandir e contrair, se adaptando a movimentações da superfície, assim como resistência à umidade. Sua composição inclui elastômeros sintéticos, que oferecem a propriedade de elasticidade e flexibilidade no material, assim como resinas de acrílico, atuando diretamente da elasticidade da tinta, permitindo que o material se estique e contraia sem rachar.

- **Vantagens e aplicação:** Apresenta flexibilidade na sua composição, resiste a deterioração, possui baixa manutenção, ou seja, reduz a necessidade de repintura, devido a sua resistência. Oferece proteção contra infiltrações e danos causados pela umidade. A tinta elastomérica é muito indicada em fachadas externas, justamente por acompanhar a movimentação estrutural da edificação, em paredes e muros externos, protegendo contra infiltrações e variações climáticas e telhados.

5.2.2. Tinta Epóxi

Epóxi é um grupo constituído por um átomo de oxigênio ligado a dois átomos de carbono. A resina epóxi é um polímero formado na grande maioria pela reação 28 do

bisfenol A com epiclоридина. A tinta epóxi é constituída por dois componentes, que misturados no momento da aplicação, reagem produzindo o produto final. Os outros componentes, além da resina, mais comuns são à base de poliaminas, poliamidas e isocianato alifático. O excesso desses últimos componentes torna o filme duro e quebradiço. O excesso da resina torna o filme mole e pegajoso, segundo Anghinetti (2012).

- **Vantagens e aplicação:** Alta durabilidade, resistente a produtos químicos, tornando-se ideal para ambientes industriais e laboratórios. Resistente a água, umidade e grande variação de temperatura. O material adere bem os substratos compostos de concreto, madeira, metal e cerâmica. Por ser resistente a umidade, o material é muito indicado para áreas propensas a vazamentos ou umidade. Além disso, é adequada para indústrias alimentícias e farmacêuticas por sua facilidade de limpeza após a superfície acabada.

5.2.3. Tinta Acrílica

A tinta acrílica é uma tinta à base de água. A presença de resina acrílica que são obtidas entre a reação de polimerização de monômeros acrílicos (metacrilato de metila e acrilato de butila) em sua composição e podem ser dissolvidos em solventes orgânicos ou água, garantindo um acabamento resistente e de alta durabilidade.

- **Vantagens e aplicação:** Apresenta secagem rápida, produtos químicos antimofos e ao crescimento de algas, resistência ao descascamento e à formação de bolhas, durabilidade e melhor adesão ao substrato em condições de climas úmidos. A composição é utilizada tanto em ambientes internos, quanto externos.

5.3. Tintas à base de PVA

Tinta à base de PVA é fabricada a base de acetato de polivinila. Certamente, outra característica dessa tinta é sua base solúvel em água, atributo que facilita sua aplicação, pois a limpeza dos equipamentos é realizada com água (4ED Desing, 2024).

A tinta de PVA para a área externa, apresenta alta qualidade e uma ampla variedade de cores, resistência a fissuras caso surgir, radiação UV e mofos.

5.3.1. Tinta de Poliuretano (PU)

A tinta em PU apresenta uma alta performance por sua durabilidade e resistência formada por poliuretânicas, apresenta catalisadores que ajudam na cura da tinta,

pigmentos de cores, aditivos para melhorar na aplicação, desempenho e aditivos de performance, com características específicas para proteção anticorrosiva e resistência UV.

- **Vantagens e aplicação:** As tintas de poliuretano apresentam excelente resistência a ácidos, a álcalis, à abrasão, à água, a solventes e a impacto. Possuem alta dureza. Estas tintas têm algumas de suas propriedades variadas conforme o agente de cura. O agente de cura à base do isocianato aromático possui fraca resistência ao intemperismo, enquanto que o isocianato alifático e cicloalifático possuem excelente resistência ao intemperismo, conservam a cor e o brilho quando expostas aos raios ultravioletas, segundo Anghinetti (2012). Recomenda-se aplicar o material em pisos industriais, fachadas externas, revestimentos de metais e indústrias automotivas.

5.4. Tintas à base de Acrílico

A tinta acrílica é um tipo de tinta composta por uma dispersão de partículas de polímero acrílico em um veículo líquido. Essas partículas formam um filme protetor resistente e flexível após a secagem, conferindo diversas propriedades benéficas à tinta acrílica (Sienge, 2024). A tinta à base de acrílico, se destaca por apresentar grande durabilidade, resistência, brilho ao acabamento final e pode ser aplicada em ambientes internos e externos. Na figura 20, um comparativo da qualidade das tintas a base de óleo e látex.

Polito (2006) cita que as tintas de acrílico de fórmula pura oferecem em relação ao látex maior resistência:

- Ao amolecimento por gordura;
- Ao descascamento;
- À formação de bolhas;
- Ao crescimento de algas e fungos;
- À formação de manchas por água, mostarda, molho de tomate, café;
- Aos produtos de limpeza doméstica;
- Manutenção de cor;
- Adesão em condições úmidas;

Figura 20 - Comparativo da performance e qualidade das tintas à base de óleo e látex

	ÓLEO	LÁTEX
Durabilidade	Adesão excelente. Oferecem elhor adesão que as de látex quando pintadas sobre superfícies padronizadas	Adesão excelente em todo tipo de superfícies, oferecendo melhor elasticidade que as tintas à base de óleo
Retenção de cor	Não são melhores que as látex. A película pode se degradar em contato com o sol	Grande resistência contra a deterioração da película, quando exposta à luz solar.
Facilidade de aplicação	São mais difíceis de aplicar, pois é Mais pesada. No entanto, com apenas uma demão, oferecem maior cobertura	São mais fáceis de aplicar
Resistência ao mofo	Sendo formadas à base de óleos vegetais, fornecem nutrientes para o crescimento ou desenvolvimento do mofo.	Oferecem poucas condições ao crescimento de colônias de mofo. O uso de fungicidas inibe o crescimento do mofo.
Versabilidade	Podem ser aplicadas na maioria das superfícies, menos em superfícies cujo aglomerante seja o cimento portland, como concreto, emboços e rebocos tradicionais. Dever-se-á aplicar um protetor penetrante para isolar a superfície. Não podem ser aplicadas diretamente sobre superfícies galvanizadas	Podem ser aplicadas praticamente sobre todo tipo de superfície. Sugere-se usar primer antes
Limpeza	Só é possível com solventes derivados de petróleo, como xilol, toluol e etc.	Lavam-se apenas com água
Tempo de secagem	de 8 a 24 horas	1 a 6 horas, permitindo repintura

Fonte: Polito, 2006.

As tintas à base de óleo têm boa cobertura e adesão ao substrato aplicado. Por outro lado, em aplicações externas, algumas destas tintas tendem a oxidar, fazendo com que a película, com o passar do tempo torne-se quebradiça, ocorrendo diversas linhas de trincas e fissuras (Polito, 2006). Destacando as tintas à base de água Polito (2006) esclarece que as tintas base água dividem-se em acrílicas e copolímero de acetato de vinila (PVA), assim caracterizando-as: As tintas à base de PVA oferecem mais qualidades para fins externos que as tintas à base de óleo, já que apresentam maior variedade de cores, retenção do brilho, melhor resistência a surgência de fissuras, à radiação UV e ao desenvolvimento de mofo.

A qualidade das tintas à base de látex para utilização externa, hoje, é inquestionável, particularmente aquelas formuladas com resinas 100% acrílicas, já que seu filme mantém a flexibilidade por anos, como demonstrado na figura 20.

As tintas são um componente importante quando se trata de acabamento. Elas proporcionam proteção a superfície que será aplicada. Embora possam parecer simples, a escolha da tinta correta gera muitas dúvidas, pois cada tipo possui uma composição

específica para cada situação. Compreender as propriedades e aplicação de cada tinta, combinando eficiência, técnica e acabamento, é essencial para garantir resultados melhores no local aplicado.

5.4.1. Tinta Emborrachada

Produto específico para paredes e fachadas externas que sofrem com a ação do tempo. Sua composição cria uma superfície flexível, impermeável e resistente, criando uma película com aspecto emborrachado que acompanha os movimentos naturais causado pela dilatação.

- **Vantagens e aplicação:** Material conhecido por suas propriedades de elasticidade e durabilidade. Protege contra fungos e algas, previne e resolve problemas de microfissuras. Apresenta alta resistência à água, ácidos e ao desbotamento das cores. Acelera o processo de secagem e cura, reduz a formação de bolhas na superfície. Aplicado em paredes e fachadas externas revestidas.

6. PATOLOGIA NAS TINTAS - CAUSAS E TRATAMENTOS

A maioria das anomalias construtivas costuma se manifestar nos elementos de contato com o ambiente externo, por exemplo, fachadas (Lund; Lamego, 2008). São identificadas as origens de tais manifestações como sendo decorrentes de equívocos da especificação do sistema de pintura, decorrentes de sua baixa qualidade ou pela mistura de diferentes fabricantes (Breitbach, Marchiori, 2016).

Segundo Ala e Vilela (2021) destaca algumas manifestações patológicas recorrentes na construção civil. Entre elas estão as infiltrações, as manchas, o bolor, mofo, eflorescência e fissuras.

Conforme apurado por Segat (2005), nas paredes da fachada que recebem manutenção de pintura ocorre uma redução de, aproximadamente, 63% nas manifestações patológicas com relação às paredes sem manutenção, justificando a importância e a necessidade de desempenho adequado e planos de manutenção dos sistemas de pintura. Entretanto, Almeida (2012) destaca que a utilização da repintura de superfícies como procedimento de manutenção deve ser evitada, pois torna a película da tinta muito espessa e, conseqüentemente, mais quebradiça.

A seguir será apresentado em tópicos, uma breve descrição das causas e tratamentos das diversas manifestações patológicas que podem ocorrer em fachadas de edificações através de tintas.

6.1. Eflorescência

Causas: Pintura sobre reboco sem cura adequada ou infiltração por umidade, conforme ilustrado na figura 21.

Tratamento: Eliminação da infiltração de umidade, repintura após aguardar o tempo da cura do reboco e remover as partes soltas, limpar com água, lixar a superfície e pintá-la novamente (Manual Técnico de Tintas Abrafati, 2024).

Figura 21 – Eflorescência



Fonte: SoProjetos, 2024.

6.2. Saponificação

Causa: Reboco não curado, causando alcalinidade a partir da sua composição de cal e cimento. Conforme ilustrado na figura 22.

Tratamento: Retirar a área afetada com escova de aço, espátula e lixamento, e repintar a superfície (Manual Técnico de Tintas Abrafati, 2024).

Figura 22 – Saponificação



Fonte: Heal Tintas, 2021.

6.3. Desagregamento

Causas: Traço errado da argamassa, umidade ou tinta aplicada antes da cura do reboco, conforme 23.

Tratamento: Eliminar infiltração de umidade e se necessário corrigir as causas com obra civil. Retirar as partes soltas com escova de aço e espátula, nivelar a superfície e repintar a área (Manual Técnico de Tintas Abrafati, 2024).

Figura 23 – Desagregamento



Fonte: Heal Tintas, 2021.

6.4. Enrugamento

Causas: Acumulo de material na aplicação de uma camada espessa de tinta, tinta diluída incorretamente, pintura sobre a superfície muito quente, incompatibilidade no sistema de pintura, utilização de diluente incorreto ou falha na preparação do substrato (Manual Técnico de Tintas Abrafati, 2024). Conforme ilustrado na figura 24.

Tratamento: Remover completamente a área afetada com o auxílio de proteção, lixa e espátulas. Após o processo, preparar a superfície para repintura.

Figura 24 – Enrugamento



Fonte: Ibraclube ,2016.

6.5. Bolhas

Causas: Repintura sem a remoção de poeiras, vazamentos e infiltrações, falta de vedação na junção da janela com a parede ou em calhas e rufos, uso de produto inadequado (uso de massa interior em área externa, por exemplo), utilização de massa niveladora de baixa qualidade ou incompatibilidade com o sistema de pintura anterior (uso de pintura à base de água sobre pintura base solvente, por exemplo) sem a devida preparação da superfície (Manual Técnico de Tintas Abrafati, 2024). Conforme ilustrado na figura 25.

Tratamento: Remover toda a superfície solta que representa bolhas e realizar a pintura de forma adequada.

Figura 25 – Bolhas



Fonte: CeC Casa e Construção, 2024.

6.5.1. Bolhas na repintura

Causas: A não ocorrência da preparação da superfície pode ocasionar a presença de bolhas. Superfície contaminada com partículas de gorduras e poeiras, presença de umidade e o tempo de secagem das camadas não ocorrendo conforme a especificação do fabricante. Conforme ilustrado na figura 26.

Tratamento: Remover toda a tinta e ou revestimento das áreas sem aderência e reaplicar novamente o sistema de pintura. Verificar se a superfície a pintar está perfeitamente limpa e isenta de contaminações. Não efetuar pinturas em condições de umidade excessiva quer no ar, quer na superfície a pintar. Aplicar somente sistemas de pintura constituídos por produtos compatíveis entre si. Respeitar sempre os tempos de secagem entre demãos. Se a superfície a pintar for demasiado lisa (baixa rugosidade), aplicar previamente um primário adequado para promover a aderência antes da tinta de acabamento final (Timicor, 2024).

Figura 26 - Bolhas na repintura



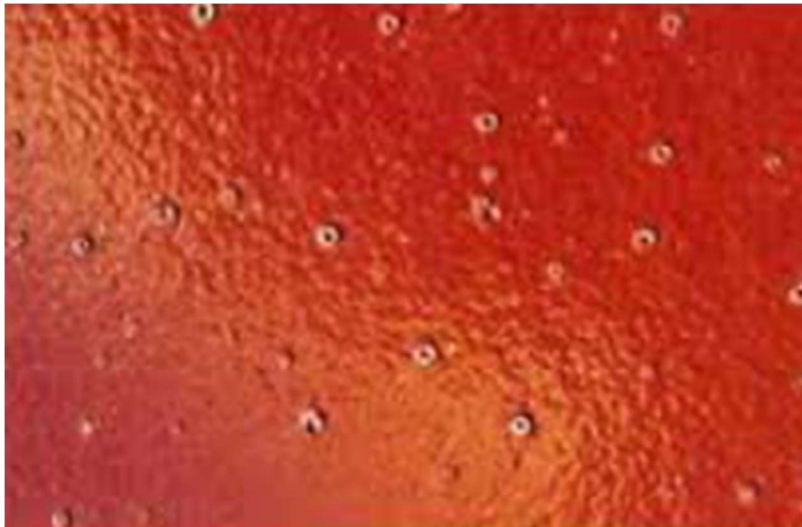
Fonte: Tintas Timicor, 2024.

6.6. Crateras

Causas: Presença de espuma na tinta durante a aplicação, resultante de bolhas formadas pela agitação excessiva da tinta antes de aplicação, contaminação da superfície ou dos equipamentos de pintura ou problemas de umectação do substrato (Manual Técnico de Tintas Abrafati, 2024). Conforme ilustrado na figura 27.

Tratamento: Remover a camada de pintura, corrigir a superfície e aplicar a repintura.

Figura 27 – Crateras



Fonte: Hydronorth Tintas e Resinas, 2024.

6.7. Manchas Amareladas

Causas: O surgimento de manchas amarelas normalmente é causado por infiltrações, muita fumaça de cigarro, vapores gordurosos (na cozinha), ou alguns outros tipos de vapores de óleos (Argalit, 2024).

Tratamento: Limpador a base de amoníaco do tipo multiuso, logo depois lavar com água limpa e aguardar a secagem. No caso de infiltrações, a primeira coisa a se fazer é tratar o problema que está gerando a infiltração e posteriormente tratar o amarelamento da mesma forma. Depois de fazer isso é só iniciar a pintura e sentir a sensação de um ambiente limpo e renovado (Argalit, 2024).

Figura 28 - Manchas amareladas em paredes e tetos



Fonte: Argalit, 2024.

6.8. Mofo

Causas: Ambiente com pouca ventilação, mudança recorrente de temperatura e presença de umidade. Conforme ilustrado na figura 28.

Tratamento: Eliminar a fonte de umidade, limpar com uma solução de água sanitária e água na proporção 1 para 1, respectivamente e deixar agir por quatro horas, repetindo o processo depois de 15 dias. Utilizar produtos específicos para eliminação de mofo, bolor e algas, à venda em lojas de tintas (Manual Técnico de Tintas Abrafati, 2024).

Figura 29 – Mofo



Fonte: Clube das Tintas, 2024.

6.9. Escorrimento

Causas: Conforme ilustrado na figura 30, visualizamos o excesso de diluição da tinta, pintura sobre pintura, a não espera o tempo de secagem correta, umidade e aplicação não uniforme do produto.

Tratamento: Se a tinta ainda estiver húmida, passar novamente o rolo de uma forma uniforme. Se a tinta já estiver seca, lixar a superfície afetada e pintar de novo. Diluir a tinta e utilizar só os diluentes indicados pelo fabricante da tinta. A tinta deve ser aplicada em camadas finas e os tempos de secagem devem ser respeitados (Votin Tintas e Vernizes, 2023).

Figura 30 – Escorrimento



Fonte: Rosemary Coutinho o pintor consultoria, 2021.

6.10. Fissuras

Causas: Podem surgir em função da má qualidade da argamassa ou de camadas muito espessas. Conforme a figura 31, é possível verificar a presença de fissuras na camada espessa da tinta.

Tratamento: Raspar a superfície, eliminar todo e qualquer tipo de poeira, manchas e partes soltas. Após o processo de limpeza, realizar a pintura com uma de mão inicialmente (fundo preparador) e diluir conforme a indicação do fornecedor.

Figura 31 – Fissuras



Fonte: Olimpo Serviços Técnicos, 2018.

6.11. Calcinação

Causas: Presença de umidade e alcalinidade causada pela cal no cimento e reboco. A tinta se degrada com a presença de intempéries e raios solares, ocorrendo sua degradação ao longo do tempo e apresentando o aspecto de farinha/calцинаção. Conforme ilustrado na figura 32.

Tratamento: Raspar a tinta deteriorada, lixar e escovar a superfície de modo a eliminar todas as partes soltas. Lavar muito bem com água para total eliminação de poeiras. Deixar secar. Aplicar o primário adequado e dar a tinta de acabamento final (Votin Tintas e Vernizes, 2023).

Figura 32 – Calcinação



Fonte: EPEC Engenharia Civil, 2022.

6.12. Casca de laranja

Causas: Diluição incorreta da tinta ou uso de solvente volátil. Esse processo ocorre diante do uso inadequado ao manusear a pistola na aplicação. Conforme ilustrado na figura 33.

Tratamento: Decapar ou lixar toda a superfície e tornar a pintar. Diluir convenientemente a tinta e com um solvente adequado, ajustar a pressão do ar da pistola e pintar a uma distância adequada (Votín Tintas e Vernizes, 2023).

Figura 33 - Casca de Laranja



Fonte: Hydronorth Tintas e Resinas, 2024.

6.13. Descascamento

Causas: O descascamento é causado por falta de aderência do produto aplicado devido à presença de pó (tinta antiga pulverulenta) sobre a superfície, falta de diluição da tinta, uso de fundos ou massas de baixa qualidade (Suvinil, 2022). Superfície caída, sem preparação prévia. Conforme ilustrado na figura 34.

Tratamento: Tirar todo o excesso solto com raspagem ou escovação da superfície. Para finalizar, aplica-se uma camada de mão conforme processo recomendado pelo fabricante.

Figura 34 – Descascamento



Fonte: Hydronorth Tintas e Resinas, 2024.

7. METODOLOGIA

A metodologia proposta para este trabalho, baseou-se em procedimentos de análises experimentais, incluindo testes de absorção e aderência superficial da película da tinta. Esses testes, permitiram verificar a presença de água sob pressão constante, através de uma câmara acoplada à face externa da parede de uma edificação. Desse modo, foi possível analisar a influência dos sistemas de revestimentos externos de fachada no desempenho do sistema de pintura e suas patologias. Assim como realizar um comparativo entre o sistema de pintura.

A seleção das cinco amostras de tintas foi baseada na ampla comercialização de algumas marcas, nas visitas realizadas às fábricas — onde houve a doação dos materiais — e na análise de um laudo técnico que destacava uma marca de tinta com características de baixo desempenho.

Para atingir o objetivo desta pesquisa, o trabalho foi estruturado nas seguintes etapas: caracterização e escolha da fachada para realizar o experimento, visitas a fábricas de tintas e ensaios através do método caixa, cachimbo, espessura da camada de tinta e teste de aderência superficial.

7.1. Caracterização e escolha da fachada para realizar o experimento

Na primeira etapa, definiu-se a área de estudo dentro do campo da patologia na construção civil, com foco na análise de pinturas de fachadas. Foi selecionado como local de ensaio o empreendimento Vivalles Garden House, localizado na cidade de Santa Cruz do Sul/RS, atualmente em construção com quatro torres em diferentes fases de serviços em execução.

Dentre as escolhas, optou-se pela torre A, o pano de fachada escolhido, foi no sentido Sul da prumada 4 (quatro), pois a edificação se encontra na etapa de reboco externo, com cronograma detalhado e prumadas mapeadas em dias e monitoradas pela pesquisadora. No dia da aplicação, o reboco externo projetado, encontrava-se com 65 dias do seu processo de cura — ou seja, conforme a NBR 7200: 1998 — Execução de Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento, o pano de fachada atendia o tempo estabelecido.

Na figura 35 podemos visualizar a fachada em fase de execução de reboco externo final.

Figura 35 – Parte da vista da fachada Sul: local onde foi realizado os ensaios



Fonte: Autor, 2025.

7.2. Visita a fábricas de tintas

Após a escolha do local e da fachada para executar os ensaios, incluímos no planejamento a visita a duas fabricas de tintas, localizadas na cidade de Novo Hamburgo/RS e Porto Alegre/RS, por conta de confidencialidade as empresas e a pesquisa, não foi possível a retirada de fotos. As visitas foram essências para conhecimento e aprofundamento sobre o processo de fabricação das tintas, visando compreender os diversos aspectos que influenciam no seu desempenho e durabilidade real de uso.

Durante o percurso das visitas, foi possível observar de perto as etapas do processo produtivo das tintas, desde a seleção de matérias primas - em que uma fábrica produzia sua própria matéria prima e outra garantia através de fornecedores, o processo de mistura e aplicação dos pigmentos e aditivos que finalizam a propriedade especifica da tinta.

As visitas permitiram obter acesso as especificações técnicas mais detalhadas dos produtos, acesso ao chão de fábrica – onde foi possível visualizar todas as etapas para se obter o produto final ao cliente, o acesso aos laboratórios químicos em que foi possível

visualizar o quanto o processo de fabricação das tintas se torna complexo e envolve uma série de fatores e etapas, como a escolha dos seus componentes químicos e a forma como esses componentes são combinados para se obter a característica final do produto, como a resistência a intempéries, a durabilidade e a sua aderência. A visita também possibilitou o acesso as fichas técnicas mais detalhada dos produtos, tais especificações que incluem sua composição, métodos de aplicação, preparação da superfície, sua diluição, tempo de secagem e rendimento.

As fabricas visitadas, disponibilizaram amostras de materiais que foram fundamentais para a realização dos experimentos e continuidade da pesquisa. A coleta de diferentes tipos de tintas, não só permitiu um estudo mais aprofundado sobre as variedades do produto no mercado atual, mas também contribui para uma ampla variedade de produtos a serem testados no experimento da pesquisa.

Com os acessos diretamente as fabricas, foi possível ampliar o conhecimento sobre os produtos, sua produção e aplicação. As visitas contribuíram significativamente para a continuidade da pesquisa, proporcionando uma base de conhecimento, confiabilidade nos produtos desenvolvido e como a suas propriedades podem influenciar diretamente no seu desempenho a longo prazo.

7.3. Ensaio de Permeabilidade em Sistemas de Vedações Verticais Internas e Externas (SVVIE)

Como parte do processo de ensaio, será realizado a execução de quatro painéis protótipos na fachada da torre B do empreendimento Vivalles Garden House. O objetivo dos ensaios, consistem em avaliar a permeabilidade de um trecho de parede. Este ensaio aplica - se a norma de desempenho ABNT NBR 15575 – 4:2024 no item 10.2.1 Critérios – Estanqueidade e vedações verticais internas e externas com incidência direta de água – áreas molhadas.

O ensaio consiste em um protótipo em formato de caixa, material confeccionado em acrílico, com dimensões internas de 16 x 34 cm. A caixa será fixada na parede externa com uma bureta acoplada para medir o volume de água absorvida. As medições são realizadas nos seguintes períodos: 0, 2h, 4h, 6h e 24h.

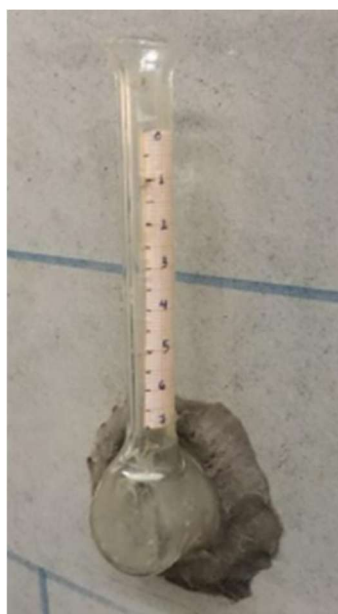
Figura 36 – Ensaio de Permeabilidade – Método da caixa



Fonte: MMC Lab Controle Tecnológico, 2024.

Para a execução do segundo ensaio “método do cachimbo” será fixado quatro tubos de vidro em forma de L no modelo circular. Os tubos serão fixados na parede, colados com silicone no prumo para que a água fique nivelada. Na figura 37 observamos o tubo de vidro fixado na parede.

Figura 37 – Ensaio de Permeabilidade – Método do Cachimbo



Fonte: CONTECC, 2018.

Com o auxílio de uma seringa, enchemos o cachimbo de vidro até a marca de referência zero e em seguida, realizamos a leitura do nível de água em intervalos de 30,

60 e 90 minutos, permitindo avaliar a absorção de água na superfície testada e reforçar a relevância da pesquisa voltada para a melhoria do desempenho construtivo.

7.4. Medição da Espessura da Camada de Tinta

Para realizar o teste da medida da espessura da camada de tinta, utilizamos fita adesiva. O teste realizado de forma simples e prático, permite verificar a qualidade da tinta, sua espessura e se o desempenho do material está em conformidade com as especificações técnicas do fabricante.

Para realizar o procedimento, começamos cortando um pedaço de fita adesiva em um tamanho específico estipulado pelo pesquisador e a mesma, fixamos sobre uma superfície seca e limpa de intempéries. Na sequência, aplicamos três mãos de tinta sobre a fita, respeitando o seu tempo de secagem entre as demãos realizadas.

Após concluir o processo de secagem das três mãos de tinta, removemos a fita que estava colada na superfície e com um micrometro digital, realizamos a precisão de espessura do material. Primeiro medimos a espessura da parte que está sem tinta e em sequência, a parte pintada. A diferença dessas medidas, nos permite avaliar se o material está absorvendo de forma correta e criando uma película com a devida espessura adequada e indicada pelo fabricante.

7.5. Ensaio de Aderência Superficial da camada de tinta

ABNT NBR 13749 – 2013 no item 5.7 Condições dos revestimentos – Revestimento de paredes e tetos de Argamassas Inorgânicas – Aderência esta Norma cita que o revestimento de argamassa deve apresentar aderência com a base de revestimento e entre suas camadas constituintes.

Segundo a Norma, no item 5.7.1 deve -se avaliar a aderência dos revestimentos acabados por ensaios de percussão, realizados através de impactos leves, não contundentes, com martelo de madeira ou outro instrumento rijo.

Por não possuir uma norma específica para o ensaio de aderência superficial da camada de tinta, a NBR 13749 – 2013 continua sendo fundamental para os estudos e análises comparativas no desempenho do material, como no caso das tintas.

Quanto a sua espessura em revestimentos externos, a tabela 2 da Norma do item 5.7.2 indica na figura 38 os seus respectivos valores.

Figura 38 – Limites de resistência de aderência à tração (Ra) para emboço e camada única

Tabela 2 – Limites de resistência de aderência à tração (Ra) para emboço e camada úmida

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

Fonte: NBR 13749:2013 – Revestimento de paredes e tetos de Argamassas Inorgânicas – Aderência

A tabela apresentada acima, reforça a importância de adequar a resistência de aderência a tração conforme o seu local de aplicação ou tipo de acabamento. Para análise da parede externa – local que será aplicado as amostras de tinta, a pintura ou base para reboco, indica um limite de resistência de aderência a tração de $\geq 0,30$ MPa. Esse valor de referência, está diretamente relacionado a necessidade de garantir um bom desempenho, referente a variações climáticas, umidade e variações térmicas.

8. MONTAGEM DE PROTÓTIPOS E RESULTADO DOS ENSAIOS OBTIDOS

Diante do processo para o preparo da superfície para a execução dos ensaios, a norma ABNT NBR 13245:2011 – Tintas para construção civil – Execução de pinturas em edificações não industriais – Preparação da superfície, fornece as diretrizes para a execução de pinturas em edificações não industriais, aplicadas aos diversos substratos, indicando os sistemas de pintura adequado.

De acordo com a NBR 13245:2011 – item 4: condições gerais, para obtenção de pinturas internas e externas que atendam tanto a função protetora quanto a decorativa, podem ser consideradas as orientações dos fabricantes para os sistemas de pintura e produtos a serem utilizados, como a definição do substrato, ambiente que será aplicado, a superfície deve estar limpa, seca, sem a presença de poeiras, gorduras, graxa, coesa e

firme, definir a escolha do sistema de pintura e respeitar as indicações dos rótulos das embalagens.

Para a aplicação, antes da utilização, ocorreu a homogeneização dos produtos, de forma a garantir que todos os conteúdos da embalagem, estavam uniformes. A diluição foi realizada respeitando a indicação de todos os fabricantes, de acordo com o tipo do seu substrato, bem como a sua aplicação demãos e seus intervalos, para que não haja perda de desempenho do produto. As condições climáticas foram seguidas, conforme a NBR 13245:2011 e ficha técnica dos fabricantes, com temperaturas no intervalo de 10° a 40° e umidade inferior a 90%. Para a execução da pintura, foram separados todos os kits para cada amostra, para não ocorrer misturas entre os produtos e garantir a qualidade do sistema de pintura.

8.1. Processo de Pintura

Seguindo as normativas, para o início do processo dos ensaios, foram executados 5 painéis de protótipos na fachada da torre A. A divisão das amostras foram delimitadas com uma metragem de 0,90cm x 1,30cm para cada amostra, totalizando 5 (cinco) panos na divisão da fachada, conforme figura 40. As demarcações foram realizadas com fita crepe amarela automotiva, conforme demonstra a figura 39.

Com o pano de fachada escolhido, conforme figura 35 e a cura do reboco projetado de 65 dias, iniciamos o processo de lixamento com escova de aço para eliminar partes soltas ou mal aderidas e lixa para uniformizar a superfícies e criar aderência para a pintura, figura 39.

Figura 39 – Processo de colagem das fitas e lixção da superfície



Fonte: Autor, 2025.

Figura 40 – Pano de fachada demarcado com fita



Fonte: Autor, 2025.

Para iniciar o processo de pintura, foram separados todos os kits de amostras, contendo: um balde de selador 3,6 L, um balde de tinta 3,6L, um pincel trincha que foi utilizado para a aplicação do teste de fita, um pincel rolo de cerdas macias de 23cm, cabo prolongador e uma bandeja.

Figura 41 – Separação dos kits de pintura



Fonte: Autor, 2025.

Na figura 41 é possível visualizar todos os kits separados para iniciar a pintura. Também foi realizado a pesagem de todas as latas, início e fim da aplicação, figura 42.

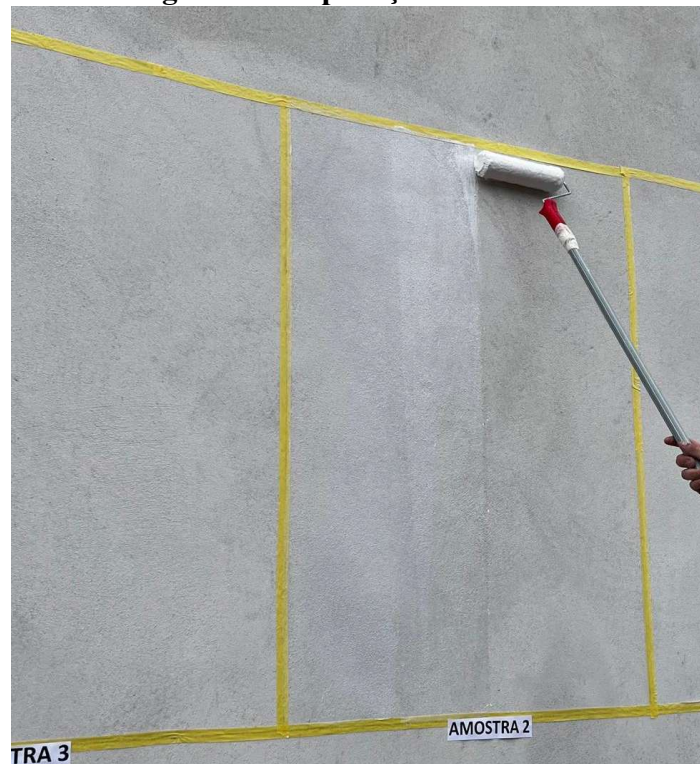
Figura 42 – Pesagem das latas



Fonte: Autor, 2025.

Para o processo de pintura, aplicamos 1 (um) demão de selador acrílico nas 5 (cinco) amostras, conforme a figura 43 e 3 (três) demãos de tinta acrílica em 4 (quatro) amostras e tinta elastomérica em 1 (um) amostra, figuras 44, 45 e 46. Todo o processo de aplicação da tinta e diluição foram seguidos conforme as fichas técnicas das 5 (cinco) amostras e da norma ABNT NBR 13245:2011 – Tintas para construção civil – Execução de pinturas em edificações não industriais – Preparação da superfície.

Figura 43 – Aplicação de Selador



Fonte: Autor, 2025.

Figura 44 – 1ª demão aplicada



Fonte: Autor, 2025.

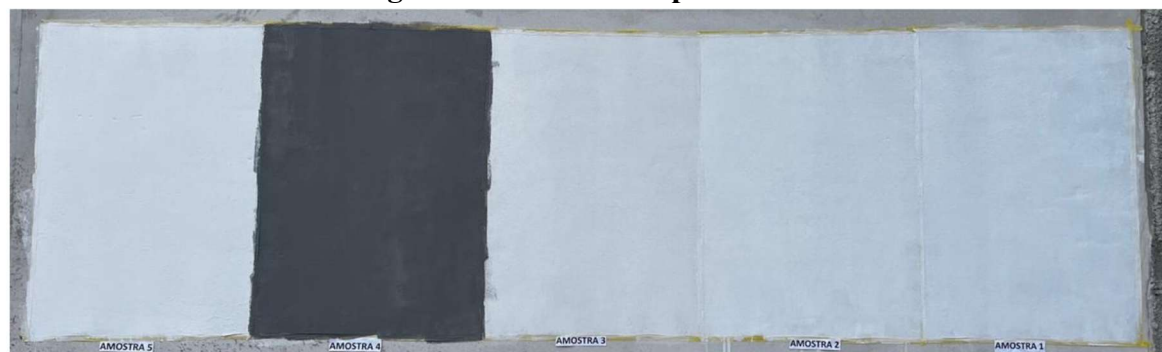
Importante ressaltar que na figura 44 a amostra 4 encontra-se apenas com uma demão de selador na imagem, por esse motivo a distorção de cor.

Figura 45 – 2ª demão aplicada



Fonte: Autor, 2025.

Figura 46 – 3ª demão aplicada



Fonte: Autor, 2025.

Diante de todas as amostras e visando um controle mais preciso, a tabela 2 apresenta os dados experimentais da aplicação de selador e demãos de tinta. A tinta acrílica fosca foi a mais utilizada entre as amostras, sendo em três das cinco amostras, seguida por uma amostra de tinta elastomérica e outra acrílica premium. A variação do material ocorre pela doação de diferentes fabricantes.

A aplicação ocorreu em três dias consecutivos, iniciando com 1 (uma) demão de selador e sucessivamente 3 (três) demãos de tinta. Em relação a aplicação, para o selador, registrava uma tempera de 25°C e umidade relativa de 63%, a 1ª demão a umidade relativa registrava 55% e a temperatura em 26 °C e no terceiro dia, para a aplicação da 2ª e 3ª demão, a umidade relativa registrava 85% e a temperatura mais baixa que os dias anteriores, registrando 18°C. Entretanto, estava ainda dentro dos limites estabelecidos pela NBR 13245:2011 respeitando a faixa de temperatura entre de 10°C a 40°C e umidade inferior a 90%. O intervalo demãos, foi padronizado em 4h para todas as amostras.

Tabela 2 – Cronograma de aplicação das demãos

AMOSTRAS	1	2	3	4	5
----------	---	---	---	---	---

SELADOR					
CONTEÚDO EMBALAGEM	3,6 L	3,6 L	3,6 L	3,6 L	3,6 L
DIA APLICADO	24/04/2025	24/04/2025	24/04/2025	24/04/2025	24/04/2025
ÚMIDADE RELATIVA DO AR (%)	63%	63%	63%	63%	63%
TEMPERATURA (°C)	25 °C	25 °C	25 °C	25 °C	25 °C
PESAGEM INICIAL DA LATA	4,8 kg	5,1 kg	5,2 kg	5,2 kg	5,2 kg
PESAGEM FINAL DA LATA	4,7 kg	4,9 kg	5,1 kg	5,1 kg	5,1 kg
DILUIÇÃO RECOMENDADA (%)	10%	20%	20%	10%	10%
HORÁRIO SECAGEM FINAL	6h	6h	6h	6h	4h
NÚMERO DE MÃOS APLICADA	1	1	1	1	1

1ª DEMÃO					
TINTA	Elastomérica	Acrílica Premium fosca	Acrílica Premium fosca	Acrílico Premium fosco	Acrílica Premium fosca
CONTEÚDO EMBALAGEM	3,6 L	3,6 L	3,6 L	3,6 L	3,6 L
DIA APLICADO	25/04/2025	25/04/2025	25/04/2025	25/04/2025	25/04/2025
ÚMIDADE RELATIVA DO AR (%)	55%	55%	55%	55%	55%
TEMPERATURA (°C)	26 °C	26 °C	26 °C	26 °C	26 °C
PESAGEM INICIAL DA LATA	3,9 kg	5,3 kg	4,7 kg	5,2 kg	5,6 kg
DILUIÇÃO RECOMENDADA (%)	10%	20%	20%	20%	10%
HORÁRIO 1ª DEMÃO	14:35:00	14:17:00	15:00:00	11:06:00	15:20:00

2ª e 3ª DEMÃOS					
DIA APLICADO	26/04/2025	26/04/2025	26/04/2025	26/04/2025	26/04/2025
ÚMIDADE RELATIVA DO AR (%)	85%	85%	85%	85%	85%
TEMPERATURA (°C)	18 °C	18 °C	18 °C	18 °C	18 °C
PESAGEM FINAL DA LATA	1,8 kg	5,0 kg	4,5 kg	4,6 kg	5,0 kg
DILUIÇÃO RECOMENDADA (%)	SEM DILUIÇÃO	20%	SEM DILUIÇÃO	SEM DILUIÇÃO	SEM DILUIÇÃO
HORÁRIO INTERVALO DEMÃOS	4h	4h	4h	4h	4h
HORÁRIO 2ª DEMÃO	09:12:00	08:42:00	08:53:00	09:47:00	09:33:00
HORÁRIO 3ª DEMÃO	13:17:00	13:09:00	12:58:00	14:00:00	13:42:00
INTERVALO DEMÃOS	04:05:00	04:27:00	04:05:00	04:13:00	04:09:00

Fonte: Autor, 2025.

Quanto a diluição realizada, cada amostra seguiu o padrão da sua ficha técnica. Nos seladores, as amostras 1, 4 e 5 foram diluídas em 10% e as amostras 2 e 3 em 20%. Para a aplicação das demãos de tintas, a amostra 1 e 5 dilui 10% na primeira demão e para a 2ª e 3ª demão, o fabricante especificava que não é necessário diluição, por outro lado, a amostra 2 dilui 20% na 1ª demão e sucessivamente 20% para aplicação da 2ª e 3ª demão e para finalizar, as amostras 3 e 4 diluíram 20% na 1ª demão e sucessivamente na 2ª e 3ª demão, não ocorreu diluição.

O experimento também permitiu monitorar a quantidade de tinta consumida, possibilitando avaliar o rendimento final do produto. Considerando a amostra 1 com consumo final de 2,10kg a amostra 2 registrou 300g, amostra 3 registrou um consumo de 200g e amostra 4 e 5 obteve um consumo de 600g. Considerando que todas as amostras utilizadas foram embalagens de 3,6L a ficha técnica da amostra 1 representa um rendimento menor de 14m² comparado as amostras 2 à 5 que registra uma área de rendimento de 20m² a 26m² outro fator que pode contribuir para o seu consumo maior é sua propriedade em tinta elastomérica, por possuir uma película mais espessa e exigir maior quantidade de material. As demais amostras na linha acrílica, apresentaram um consumo relativamente menor por conta do seu rendimento na aplicação e uma média significativa geral entre as amostras acrílicas. Em relação aos seladores, todas as amostras registraram um consumo relativamente adequado a sua ficha técnica.

Os dados inseridos na tabela, não apenas registram o processo de aplicação, como também serviu para um controle maior no momento da execução da aplicação, garantido maior precisão ao longo das etapas. Por outro lado, permite a comparação entre os diferentes tipos de amostras, tintas e diluições. O processo realizado, pode contribuir para um estudo mais aprofundado em relação ao seu desempenho, tempo de secagem, sua resistência e aderência em relação ao material.

A avaliação da qualidade e do desempenho dos sistemas de vedações verticais, tanto em ambientes internos quanto externos, é essencial para assegurar a durabilidade, a estanqueidade e o bom funcionamento das edificações ao longo do tempo. Dentre os principais ensaios realizados no experimento, destacam-se os de permeabilidade à água, medição da espessura da camada de tinta e o ensaio de aderência da pintura.

Os ensaios de permeabilidade, realizado no método "caixa e cachimbo" têm como objetivo, verificar a capacidade da vedação em resistir à penetração de água sob determinadas condições. Por outro lado, o ensaio de espessura da camada de tinta, permite verificar a espessura da película seca da tinta aplicada sobre a espessura e o ensaio de

aderência superficial, permite medir a aderência da tinta sobre a superfície de vedação aplicada.

Os ensaios realizados são muito importantes para garantir que as vedações funcionem e comprovem o desempenho adequado, contribuindo para a prevenção de patologias e o aumento da vida útil dos revestimentos e manutenções em relação ao conforto e segurança do ambiente.

A seguir, são apresentados os resultados obtidos, através dos ensaios realizados.

8.2. Ensaio de Permeabilidade em Sistemas de Vedações Verticais Internas e Externas (SVVIE)

8.2.1. Ensaio método da Caixa

Como parte do processo do ensaio, foram executados 5 painéis de protótipos na fachada da torre A, figura 46. O objetivo dos ensaios, consistiu em avaliar a permeabilidade de um trecho de parede com tinta aplicada na superfície. Este ensaio aplica-se a norma de desempenho ABNT NBR 15575 – 4:2024 no item 10.2.1 Critérios – Estanqueidade e vedações verticais internas e externas com incidência direta de água – áreas molhadas.

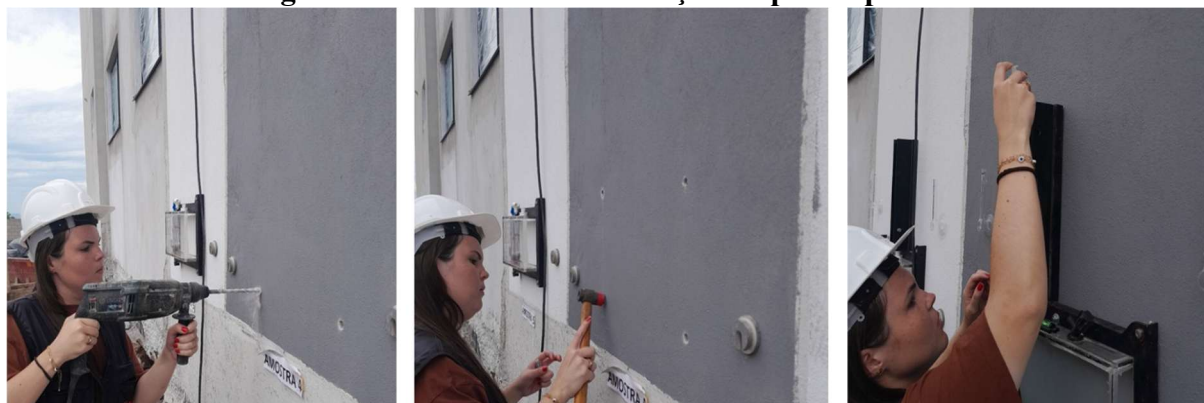
Após a finalização da pintura e 14 dias de cura – conforme recomendado pelo fabricante, realizamos o ensaio de permeabilidade pelo método caixa. Para cada amostra, inicialmente foi escolhido o melhor lugar de instalação – dentro do seu pano que se encontrava pintado, e posteriormente se iniciou a instalação das caixas.

Para a fixação do protótipo na superfície, o primeiro passo é demarcar os pontos de furação da caixa e em seguida, realizar a furação com equipamentos - importante ressaltar que a caixa precisa estar instalada dentro do seu nível.

Com a demarcação, deu-se início ao processo de furação, posicionamento de brocas e antes da finalização, realizamos uma dupla colagem transpassada de fita veda fresta na caixa, ou seja, ocorre a aplicação de silicone da metade da base da caixa para o sentindo de fora, colagem da fita e sucessivamente se repete na segunda camada, finalizando com a caixa posicionada para ser fixada na parede e fixada no final com 4 (quatro) parafusos nas suas extremidades. Em seguida, completamos o protótipo com água e para finalizar, instalamos uma bureta acoplada para medir o volume de água

absorvida. Na figura 47, visualizamos o processo inicial de furação, fixação das brocas e em seguida, a caixa instalada e sendo completada com água no final.

Figura 47 – Processo de instalação do protótipo



Fonte: Autor, 2025.

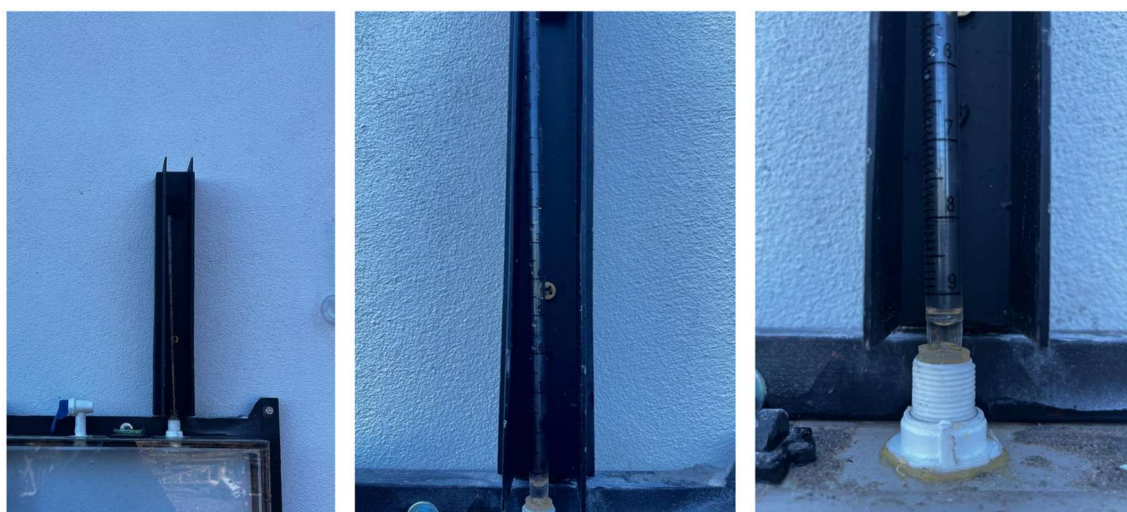
Com as caixas instaladas e completas com água no seu interior e nos seus panos de fachada, conforme figura 48, iniciamos a instalação das buretas, figura 49 – importante ressaltar que as buretas precisam ser instaladas junto ao nível da caixa.

Figura 48 – Protótipos instalados na superfície



Fonte: Autor, 2025.

Figura 49 – Instalação das buretas



Suporte e bureta instaladas

Fonte: Autor, 2025.

Com o protótipo totalmente instalado e preenchido com água, foi iniciado o processo de medição e coletas de amostras. As coletas foram realizadas em diferentes intervalos de tempo, nas seguintes medições e períodos: 2h, 4h, 6h e 24h. Convém destacar que a coleta de amostras foi dividir em 3 (três) datas diferentes, devido a quantidade de material e condições climáticas – por se tratar de um ensaio de absorção, as coletas não podem ser realizadas em dias de chuva ou insolação intensa. Também o protótipo não pode pegar sol, por esse motivo, a escolha do local foi priorizada desde o início da sua escolha.

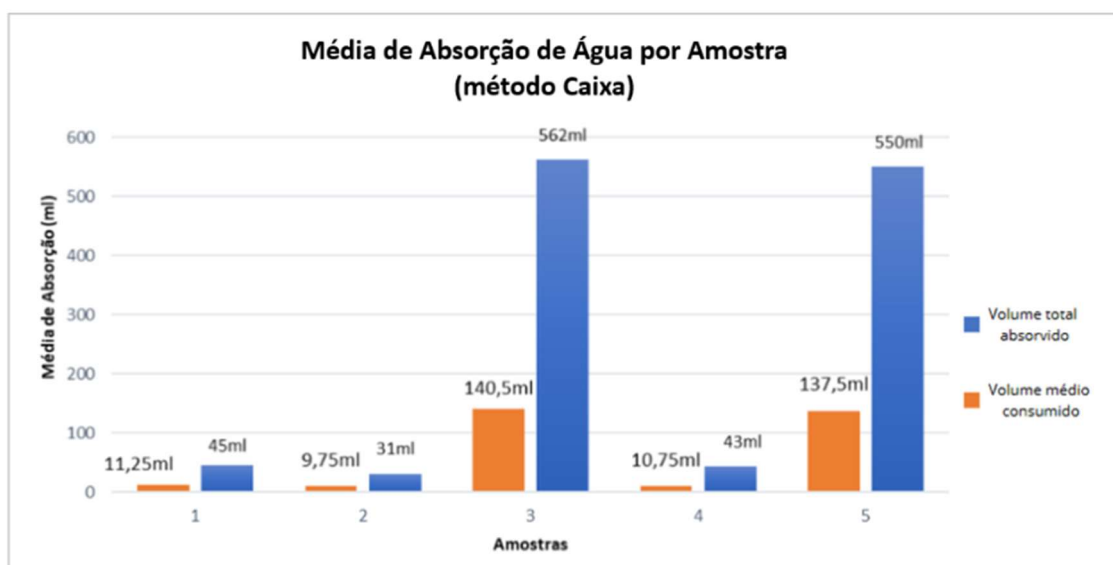
A tabela 3 estão os resultados de absorção obtidos pela caixa, técnica utilizada para avaliar a absorção de água em diferentes amostras ao longo do seu tempo.

Tabela 3 – Resultados obtidos – Método Caixa

Tabela de resultados - Método Caixa					
Amostras	2h	4h	6h	24h	Total
<i>Amostra 1</i>	13ml	10ml	11ml	11ml	45ml
<i>Amostra 2</i>	11ml	10ml	10ml	8ml	39ml
<i>Amostra 3</i>	18ml	30ml	14ml	(+) 500ml	562ml
<i>Amostra 4</i>	10ml	12ml	10ml	11ml	43ml
<i>Amostra 5</i>	13ml	14ml	23ml	(+) 500ml	550ml
Ao ser preenchido na pipeta, a amostra não parou de absorver água					

Fonte: Autor, 2025.

Gráfico 1 – Média de Absorção de água por amostras – Método Caixa



Fonte: Autor, 2025.

No gráfico 1, as barras laranjas demonstram o volume médio de absorção de água em cada amostra, considerando o volume extra absorvido após 24h de teste. Entretanto, fazendo um comparativo, nas barras azuis é possível observar a média final das amostras, destacando-se um pico elevado para as amostras 3 e 5.

8.2.2. Ensaio método Cachimbo

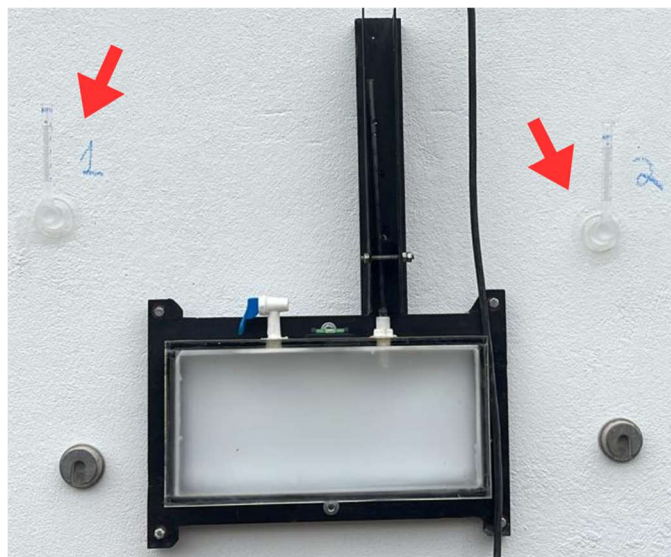
Para a execução do ensaio, foram fixados na lateral 2 (dois) tubos de vidro em formato circular (cachimbo) em cada pano de amostra, totalizando, 10 tubos. O material foi fixado junto a parede, sob a amostra de tinta pintada, colado com silicone figura 50, junto ao prumo, para que a água ficasse nivelada.

Figura 50 – Aplicação de silicone no Cachimbo



Fonte: Autor, 2025.

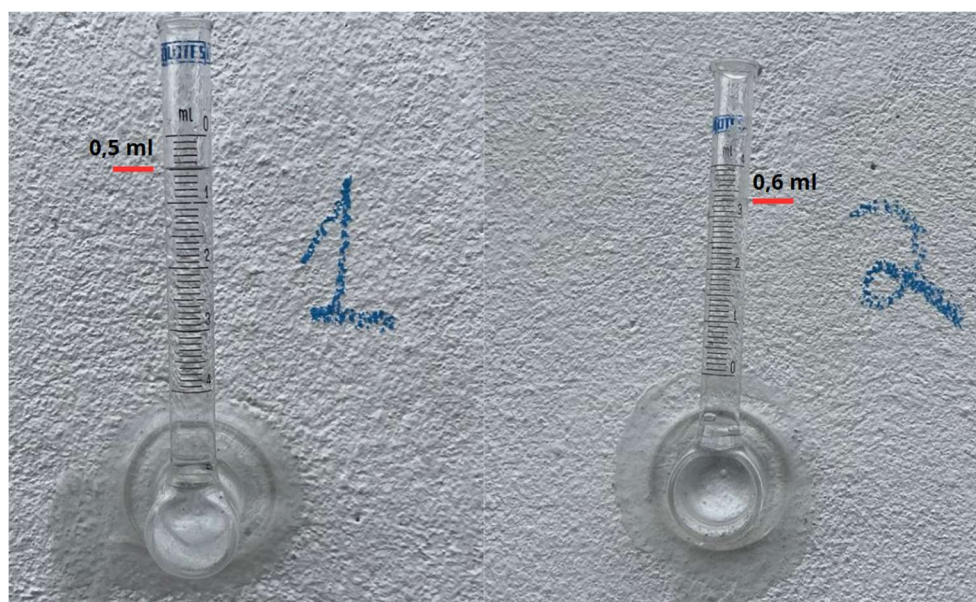
Figura 51 – Cachimbos aplicados sob a superfície



Fonte: Autor, 2025.

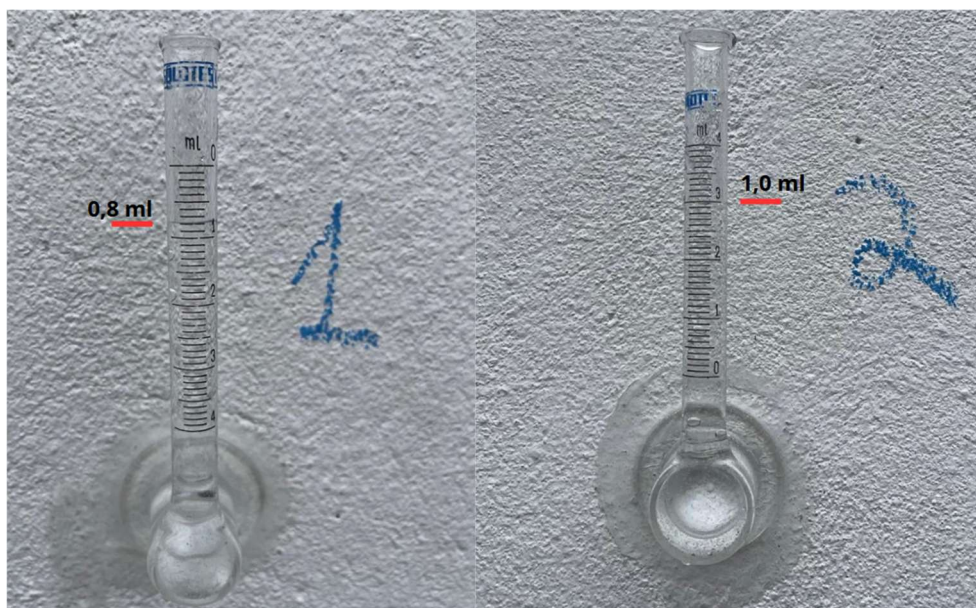
Após a colagem de cada cachimbo de vidro nas laterais, conforme a figura 51, enchemos o material até a sua marca zero e em seguida, realizamos a leitura do nível de água com intervalo de 30, 60 e 90 minutos, ou seja, foram realizados 3 (três) medidas no intervalo de tempo.

Figura 52 – Primeira leitura com 30 minutos da amostra 5 - 51 e 52 tabelado



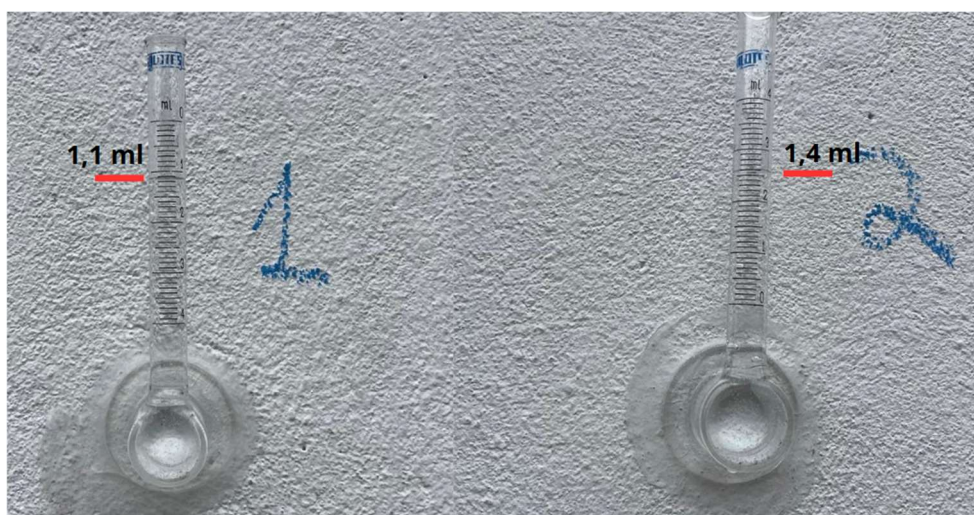
Fonte: Autor, 2025.

Figura 53 – Segunda leitura com 60 minutos da amostra 5 - 51 e 52 tabelado



Fonte: Autor, 2025.

Figura 54 – Terceira leitura com 90 minutos da amostra 5 - 51 e 52 tabelado



Fonte: Autor, 2025.

De acordo com as figuras 52, 53 e 54 é possível visualizar o comportamento da absorção de água retida no período total de 1h30min, também é importante ressaltar que o revestimento argamassado e o pano de fachada é o mesmo. Esse procedimento de montagem e experimento, foi aplicado nas 5 (cinco) amostras presentes, permitindo avaliar a quantidade de água retida por cada um dos cachimbos durante o intervalo determinado.

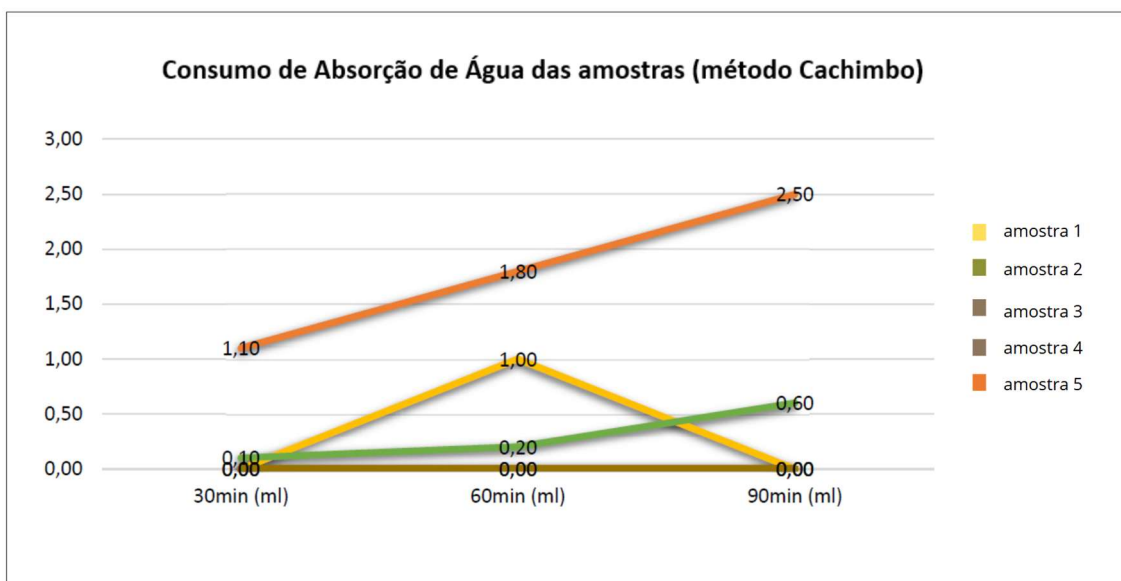
Para a análise final da tabela de resultados do Método Cachimbo, devido a indisponibilidade de material para realização de todos os ensaios em um único dia, optou-se por realizar as análises em dois momentos distintos, conforme a tabela 4, registrando as respectivas datas e horários de amostras coletadas.

Tabela 4 – Resultados obtidos – Método Cachimbo

Tabela de resultados - Método Cachimbo					
Amostras		30min (ml)	60min (ml)	90min (ml)	Total (ml)
amostra 1	11	0,00	0,40	0,00	0,40
	12	0,00	0,60	0,00	0,60
amostra 2	21	0,00	0,00	0,00	0,00
	22	0,10	0,20	0,60	0,90
amostra 3	31	0,00	0,00	0,00	0,00
	32	0,00	0,00	0,00	0,00
amostra 4	41	0,00	0,00	0,00	0,00
	42	0,00	0,00	0,00	0,00
amostra 5	51	0,50	0,80	1,10	2,40
	52	0,60	1,00	1,40	3,00

Fonte: Autor, 2025.

Gráfico 2 – Consumo de Absorção de Água das Amostras – Método Cachimbo



Fonte: Autor, 2025.

O teste realizado, permitiu avaliar a absorção de água na superfície testada e reforçar a relevância da pesquisa, voltada para a melhoria do desempenho construtivo. A absorção de água variou significativamente entre as amostras testadas, esse quesito pode indicar diferenças na sua composição, superfície ou porosidade presente. A média ajuda a identificar a consistência dos resultados entre os corpos de prova de uma mesma amostra, sendo útil para uma comparação mais precisa dos resultados.

8.3. Ensaio da espessura da camada de tinta – Método fita

Para realizar o teste da medida da espessura da camada de tinta, utilizamos fita crepe amarela automotiva (16mm x 40m), também conhecida como fita de mascaramento ou fita para pintura figura 55. O material apresenta alta resistência, fixando bem na superfície aplicada e removida sem deixar resíduos. O teste realizado de forma simples e prático, permitiu verificar a qualidade do material (tinta) e se o desempenho do material está em conformidade com as especificações técnicas do fabricante.

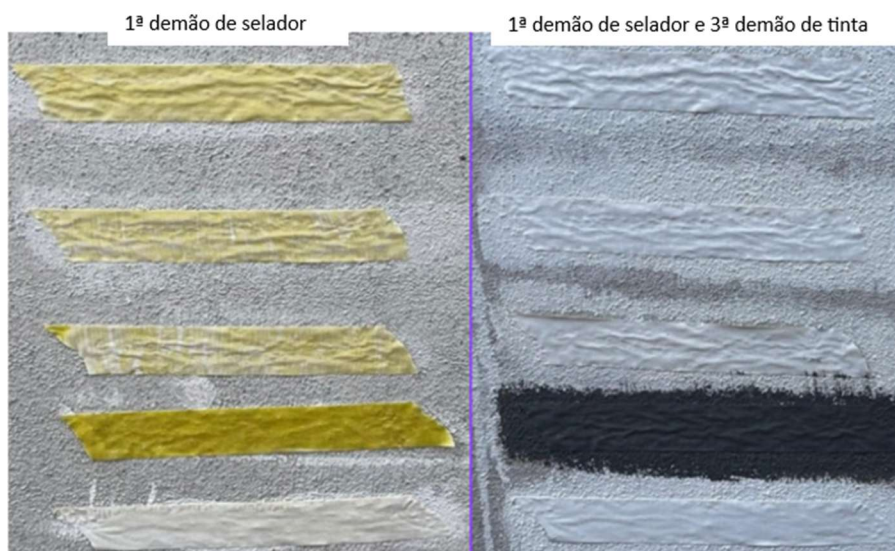
Figura 55 – Fita crepe amarela automotiva



Fonte: Autor, 2025.

Para realizar o procedimento, começamos cortando um pedaço de fita adesiva em um tamanho específico estipulado pelo pesquisador e a mesma, fixamos sobre uma superfície seca e limpa de intempéries figura 40.

Figura 56 – Fitas aplicadas e finalizadas com tinta



Fonte: Autor, 2025.

Na sequência, aplicamos uma demão de selador e três demãos de tinta sobre a fita, respeitando o seu tempo de secagem de 4h entre as demãos realizadas de cada ficha técnica específica, conforme figura 56. Importante ressaltar que o teste foi aplicado com

um pincel trincha nas 5 (cinco) amostras de tintas presentes e com kit separados, para não ocorrer a mistura de material entre os pinceis, figura 57.

Figura 57 – Pincel Trincha



Fonte: Autor, 2025.

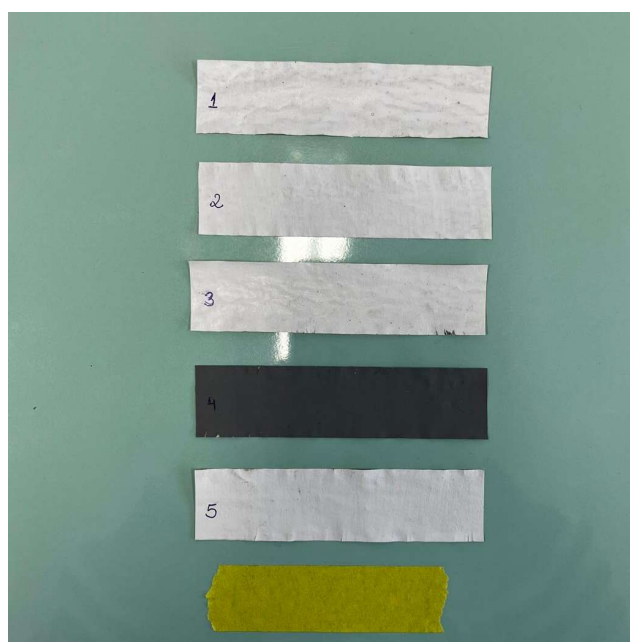
Após concluir o processo de secagem de todas as demãos de tinta, removemos a fita que estava colada na superfície por 14 (quatorze) dias e com um micrometro, realizamos a precisão de espessura do material, figura 58. Primeiro medimos a espessura da fita sem pintura e na sequência, a parte pintada. A diferença dessas medidas, nos permite avaliar se o material está absorvendo de forma correta e criando uma película com a devida espessura adequada e indicada pelo fabricante.

Figura 58 – Medida da espessura da película pintada



Fonte: Autor, 2025.

Figura 59 – Fitas finalizadas após pintura



Fonte: Autor, 2025.

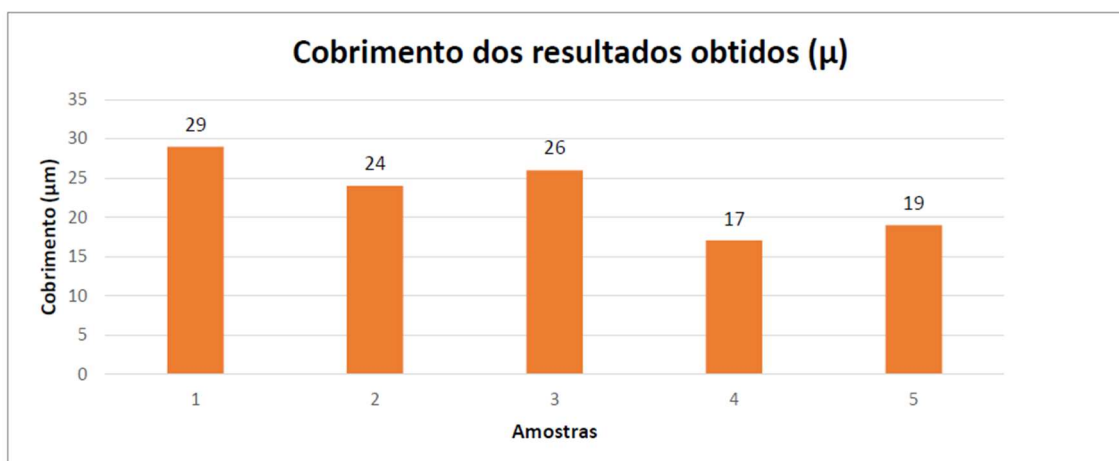
Na tabela 5 são apresentados os dados referentes aos resultados obtidos das 5 (cinco) amostras aplicadas.

Tabela 5 – Resultado da película de cobrimento da tinta

RESULTADO DA PELÍCULA DE COBRIMENTO DA TINTA		
<i>Amostras</i>	<i>Cobrimento Ficha Técnica (μ)</i>	<i>Cobrimento dos Resultados Obtidos (μ)</i>
<i>amostra 1</i>	30	29
<i>amostra 2</i>	30	24
<i>amostra 3</i>	30	26
<i>amostra 4</i>	30	17
<i>amostra 5</i>	15 à 35	19

Fonte: Autor, 2025.

Gráfico 3 – Cobrimento dos resultados obtidos – Película



Fonte: Autor, 2025.

Dentre os resultados obtidos, grande parte das amostras, apresentou dados inferiores ao recomendado da ficha técnica. Entretanto, os valores encontrados, não justifica o baixo desempenho no material, visto que pode ser influenciado por sua série de fatores e características empregada, como a escolha do material, superfície e modo de aplicação com pincel trincha.

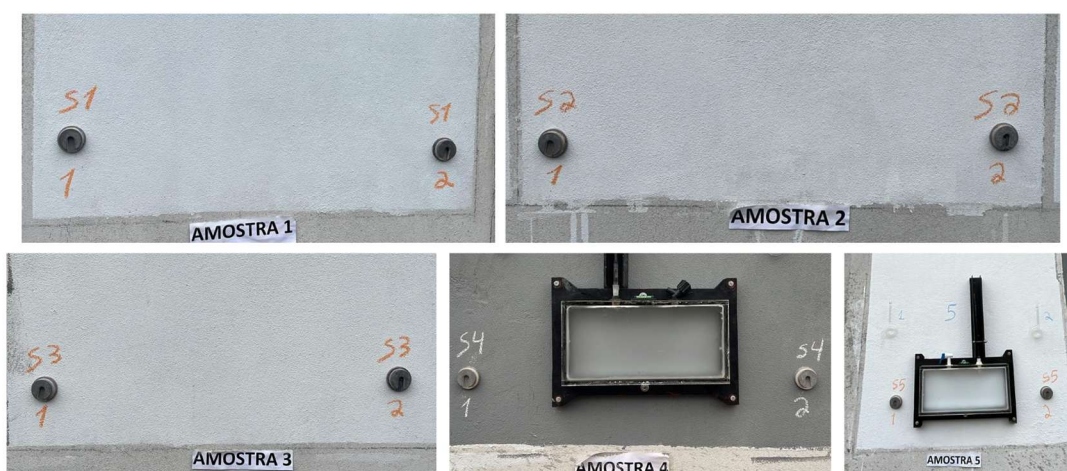
8.4. Ensaio de Aderência Superficial da Camada de Tinta

O ensaio da aderência superficial, foi realizado de maneira muito semelhante ao ensaio de arrancamento à tração. Para a execução do ensaio, foi necessário utilizar um equipamento para medir a força necessária para extrair o corpo de prova. No caso da película superficial, removemos apenas a camada externa da amostra, ao contrário do teste de arranque de argamassa, em que o corpo de prova é submetido a uma profundidade além da argamassa – penetrando aproximadamente 2mm no substrato, antes do seu arranque final.

A extração das amostras, foram realizadas com o auxílio de um equipamento hidráulico e uma célula de carga, que permite a aplicação controlada de força de tração sobre o corpo de prova, registrando a resistência de aderência do material.

Para os ensaios submetidos, acoplamos dois corpos de prova – um em cada extremidade da área ensaiada sobre o pano de fachada pintado. Os corpos de prova apresentavam seção circular de diâmetro médio de aproximadamente 50mm, conforme figura 60 e foram preparados no dia do ensaio.

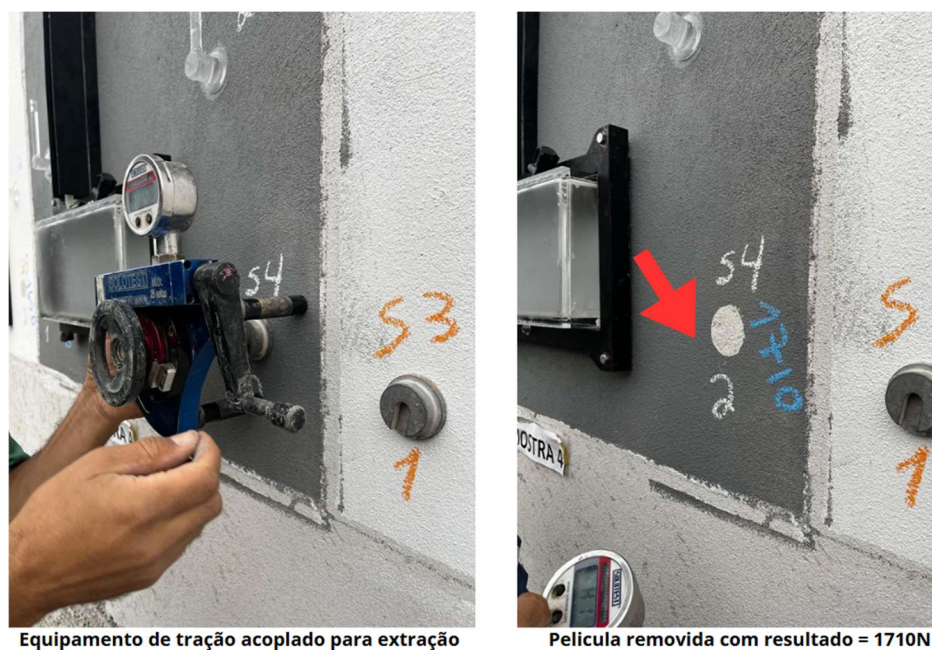
Figura 60 – Corpo de prova anexados na superfície



Fonte: Autor, 2025.

Os corpos de prova (pastilhas) foram colados na superfície por meio de cola epóxi componente, de secagem rápida. Após espera de 10 minutos, demos início ao ensaio, acoplando o equipamento de tração do tipo digital (SOLOTEST CA 007) com taxa de carregamento de aproximadamente 250N/s, figura 62.

Figura 61 – Procedimento do ensaio de aderência



Fonte: Autor, 2025.

Com todos os protótipos realizados e resultados obtidos, para a análise final da tabela 6 de resultados de arrancamento superficial da tinta, a carga de ruptura utilizada

em Newtons (N) – força necessária para destacar a tinta da superfície, demonstra a média entre as duas medições de cada amostras (N) e entre as médias obtidas, o valor médio da resistência calculada com base na área de aderência de 1963mm² permite um resultado final da média das amostras em Mpa.

Tabela 6 – Resultados da Aderência Superficial

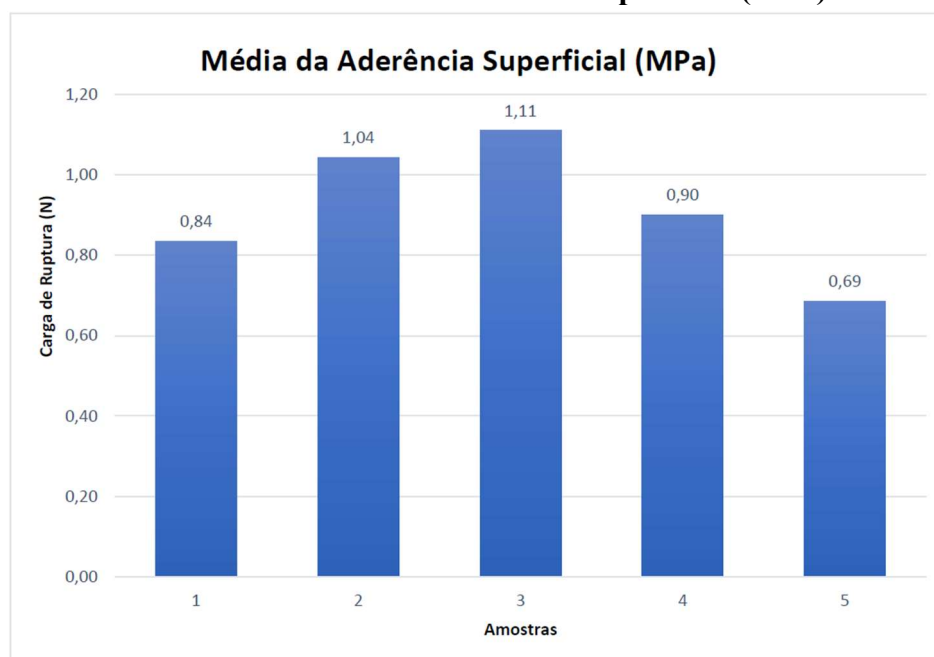
RESULTADOS DA ADERÊNCIA SUPERFICIAL			
<i>Amostras</i>	<i>Carga de ruptura (N)</i>	<i>Média entre as amostras (N)</i>	<i>Média entre as amostras (Mpa)</i>
<i>amostra 1.1</i>	1820	1640	0,84
<i>amostra 1.2</i>	1460		
<i>amostra 2.1</i>	1970	2049,5	1,04
<i>amostra 2.2</i>	2129		
<i>amostra 3.1</i>	1790	2180	1,11
<i>amostra 3.2</i>	2570		
<i>amostra 4.1</i>	1827	1768,5	0,90
<i>amostra 4.2</i>	1710		
<i>amostra 5.1</i>	1040	1345	0,69
<i>amostra 5.2</i>	1650		

Fonte: Autor, 2025.

Entre os resultados obtidos, analisamos que as amostras apresentaram uma variação de resistência, com valores entre 0,69MPa à 1,11MPa. Embora a tabela 6 de arrancamento superficial não apresenta diretamente os valores de espessura dos revestimentos das amostras, é possível fazer uma análise qualitativa, classificando a amostra 5 (cinco) em boa aderência, esse resultado obtido, pode indicar alguma falha na aplicação da tinta, variação da superfície ou substrato de baixa qualidade, na amostra 1 (um) e 4 (quatro) com maior aderência, essa variação pode estar relacionada a preparação da superfície ou condições climáticas no momento da aplicação e as amostras 2 (dois) e 3 (três) em melhor aderência, indica que a tinta está mais fixada “resistente”, sendo necessário uma força maior para removê-la da superfície.

Entre os resultados obtidos na tabela 6, o gráfico 4 em barras, representando a média final entre os corpos de prova no teste de aderência superficial.

Gráfico 4 – Média da Aderência Superficial (MPa)



Fonte: Autor, 2025.

O teste de aderência superficial demonstrou que a aplicação das amostras, apresentam aderência de tração satisfatória de $\geq 0,30$ Mpa, comparada a figura 38 que estabelece os limites de resistência a aderência para pinturas em paredes externa. Os resultados obtidos contribuíram para uma resistência maior a umidade, intempéries, melhor acabamento estético para a edificação, proteção contra ações externas e durabilidade.

9. CONCLUSÃO

O presente estudo analisou o desempenho de cinco tintas, através da aplicação de seladores e Tintas Acrílicas e Elastomérica na fachada de edificação, onde foi possível comparar por meio de testes de aderência superficial, água e espessura da película.

Os resultados obtidos ressaltam que ocorre uma variação no desempenho das amostras testadas, demonstrando como os fatores de composição química e aderência superficial influenciam na durabilidade do revestimento, assim como diretamente no seu desempenho e rendimento.

Como parte do processo da pesquisa, o rendimento da tinta destaca a eficiência do produto em cobrir uma determinada superfície, ou seja, avaliar o desempenho da tinta em relação a sua cobertura. A escolha do material é um processo importante, visto que diante dos resultados obtidos, um dos motivos da tinta Elastomérica apresentar um consumo maior está relacionada a sua película ser mais espessa – grossa, o que garante mais elasticidade e proteção contra infiltrações, sendo assim, exigindo um consumo maior de produto. Diferente da tinta Acrílica que apresenta uma película mais leve – fina, por este motivo, o seu rendimento se torna maior.

Entre os ensaios realizados, o teste de permeabilidade indicou que algumas amostras de tintas são significativamente mais eficientes em relação a absorção de água, um ponto crucial para a durabilidade do revestimento em fachadas de edificações. Por outro lado, as diferenças observadas entre as amostras, destaca a importância de seguir rigorosamente as orientações técnicas indicada pela fabricante, respeitando as condições de diluição, aplicação, tempo de cura, substrato e exigências normativas.

A espessura da película de tinta apresentou grande parte dos seus valores abaixo da referência indicada da sua ficha técnica. Os resultados obtidos, não indicam que o produto tenha um baixo desempenho, pois há diversos fatores que podem influenciar no seu resultado final, como a sua formulação, condições climáticas no momento da aplicação, superfície, método de aplicação e escolha do material.

Comparado aos limites de resistência de aderência a tração (R_a) para revestimentos externos, o acabamento em pintura estipula resistência $\geq 0,30$ MPa – as amostras testadas à Aderência Superficial da camada de tinta, registraram resultados dentro da normativa, indicando boa aderência da tinta na superfície aplicada, ou seja, o material está bem fixado ao revestimento. Estes resultados favorecem para uma

resistência maior a umidade, ações climáticas, a intempéries e acabamento estético externo da edificação aplicada.

Com todos os testes realizados, na tabela 7 destacamos um “Ranking de Resultados” entre as cinco amostras para os testes realizados ao longo do estudo.

Tabela 7 – Ranking de Resultados

Ranking de Resultados					
Testes Realizados	nº de amostras				
	1	2	3	4	5
Absorção de água - Caixa	3	1	5	2	4
Absorção de água - Cachimbo	4	3	1	1	5
Espessura da Película	1	3	2	5	4
Aderência Superficial	4	2	1	3	5
Total	12	9	9	11	18

Fonte: Autor, 2025.

Com base nos resultados, as tintas acrílicas e elastoméricas utilizadas nos ensaios, são as mais recomendadas para ambientes externos. Isso se deve a sua capacidade de resistência a ações climáticas, à umidade e poluição. A tinta acrílica, assim como elastomérica, apresentam baixa manutenção, são mais resistentes, possuem facilidade na limpeza e proteção contra infiltrações. Além disso, destacam-se por sua flexibilidade e elasticidade, características que permitem acompanhar movimentações estruturais e garantir o cobrimento de fissuras de até 0,3mm.

No ranking de resultados, as amostras 4 e 5 apresentaram os desempenhos mais baixos em relação a sua composição. Essa variação de resultados, pode estar diretamente relacionada a formulação do material, assim como a superfície aplicada, o grau de porosidade e modo de aplicação

Dessa forma, a pesquisa evidencia a relevância de seguir criteriosamente o sistema de pintura de fachadas, assim como a preparação da superfície em que será aplicada, as condições climáticas e produto adequado para a superfície especificada. Os testes experimentais permitiram identificar diversos pontos e falhas entre os produtos indicados no mercado. Diante de um material tão importante no ramo da construção civil que representa o acabamento final de uma edificação, estética e proteção da superfície, permitiu observar dados importantes para o campo da patologia das edificações e desempenho dos revestimentos externos.

Portanto, concluímos o quanto é importante orientar profissionais da área em relação a escolha do material e sua aplicação para o sistema de pintura. A pesquisa também reforça a necessidade de investir em estudos e análises mais aprofundadas sobre o desempenho do material, assim como pesquisas futuras – simulação com intempéries e avaliações de custos benefício, visando melhorar a qualidade, aumentar o desempenho do produto e contribuir para a redução de patologias nas edificações e superfícies aplicadas.

REFERÊNCIAS

ABRAFATI. **Tintas e vernizes: ciência e tecnologia**. 5. ed. v. 5. São Paulo: FIESP, 2019.

ABRAFATI. **Tintas**. Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas, 2022.

ABRAFATI. **Manual de aplicação, uso, limpeza e manutenção de Tintas Imobiliárias**. Programa Setorial da Qualidade – Tintas Imobiliárias. Vila Olímpia, São Paulo, 2024.

ABRAFATI. **Venda de tintas no Brasil cresceram 3,4% em 2023**. Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas, 2024. Disponível em: <https://abrafati.com.br/vendas-de-tintas-cresceram-34-em-2023/>. Acesso em: 17/09/2024.

ABRAFATI. **Vendas de tintas imobiliárias cresceram 2,1% no primeiro semestre**. Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas, 2024. Disponível em: <https://abrafati.com.br/vendas-de-tintas-imobiliarias-cresceram-21-no-primeiro-semester/>. Acesso em: 17/09/2024.

AMBRÓSIO. **A importância do engenheiro na obra**. São Paulo, 2013.

ALA, M. E.; VILELA, S. C. C. **Manifestações patológicas em fachadas: estudo de caso na área 3 da PUC Goiás**. Trabalho de Conclusão de Curso. (Engenharia Civil). Goiás, 2021.

ALMEIDA, M. L. D. **Critérios para realização de pintura de alvenarias em ambientes não agressivos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais UFMG, Belo Horizonte, 2012.

ANGHINETTI, I. C. B. **Tintas, suas propriedades e aplicações imobiliárias**. Monografia. Curso de Especialização em Construção Civil. Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte, 2012.

ARGALIT. **Como tratar o amarelamento em paredes e teto**. 2024. Disponível em: <https://www.argalit.com.br/dicas-e-macetes/13/como-tratar-o-amarelamento-em-paredes-e-teto/#:~:text=O%20surgimento%20de%20manchas%20amarelas,tipos%20de%20vapores%20de%20%C3%B3leos>. Acesso em: 02/10/2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: projeto de estrutura de concreto – desempenho parte 1: requisitos gerais**. Rio de Janeiro, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7200: 1998 – Execução de Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13749: revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – desempenho parte 1: requisitos gerais**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17170/2022**: garantias de edificações. Rio de Janeiro, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1**: edificações habitacionais – desempenho parte 1: requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-4**: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 4 – Requisitos para sistemas de vedações verticais internas e externas (SVVIE). Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575:2010**: Impermeabilização – Seleção e projeto.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13245:2011** – Tintas para construção civil – Execução de pinturas em edificações não industriais – Preparação da superfície

AKZONOBEL. Disponível em: <http://www.akzonobel.com/br>. 2012. Acesso em: 14/09/2024.

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

BARROSO, G. F. et al. Sistemas de impermeabilizações (ênfase em manta asfáltica). **Revista de Iniciação Científica da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 5, n. 1, p. 42-57, Três Corações, 2015.

BATES, B. News vs historic mortars. **Stonex Magazine**, v. VIII, p. 29, 2008.

BAUER, E.; SOUZA, J. S.; MOTA, L. M. G. Degradação de fachadas revestidas em argamassas nos edifícios de Brasília, Brasil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 21, n. 4, p. 23-43, out./dez. 2021.

BESSA, R. C. **Análise bibliográfica referente às eflorescências e formas de mitigação do fenômeno**. Trabalho de Conclusão de Curso. (Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia). UFERSA, 2021.

BREITBACH, A. M.; MARCHIORI, F. F. Avaliação de manifestações patológicas frequentes de pinturas externas em Florianópolis. **Rehabend**, p. 685-692, 2016.

BRITEZ, A. A. **Diretrizes para especificação de pinturas externas texturizadas acrílicas em substrato de argamassa**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

CARRARO, C. L.; DIAS, J. F. Diretrizes para prevenção de manifestações patológicas em habitações de interesse social. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 125-139, abr./jun. 2014.

CARASEK, H. Argamassas. In: ISAIA, G. C. (Org.). **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. São Paulo: IBRACON, 2007. p. 804-863.

CARASEK, H. Argamassas. In: ISAIA, G. C. (Org.). **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. IBRACON, 2007. Disponível em: http://aquarius.ime.eb.br/~moniz/matconst2/argamassa_ibracon_cap26_apresentacao.pdf Acesso em: 31/08/2024.

CASTRO, M. D.; MARTINS, R. M. **Análise e soluções terapêuticas das manifestações patológicas de infiltração de um edifício de mais de 20 anos** – Estudo de caso. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.

CIVILIZAÇÃO ENGENHARIA. **Conheça as principais patologias na construção civil**. 4 abr. 2018. Disponível em: <https://civilizacaoengenharia.wordpress.com/2018/04/04/conheca-as-principais-patologias-na-construcao-civil/>. Acesso em: 31/08/2024.

COELHO, A. Z. G.; TORGAL, F. P.; JALALI, S. **A cal na construção**. 1. ed. Guimarães: Universidade do Minho, 2009.

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

DALLMINAS. **Tranquilidade que dura – Fissuras, trincas e rachaduras**. 2022. Disponível em: <https://www.dallminas.com.br/fissuras-trincas-e-rachaduras/>. Acesso em: 15/08/2024.

DA SILVA, A. C. **Processos químicos industriais I – cargas e pigmentos inorgânicos**. 2021. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6680081/mod_resource/content/1/Aula%2008%20-%20pigmentos.pdf. Acesso em: 31/08/2024.

DE CARVALHO, L. H. D. V. et al. Fissuras em alvenaria estrutural: causas e soluções. **Caderno de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas** - UNIT-Sergipe, v. 6, n. 3, p. 91, 2021.

DESSBESELL, M. B. **Análise de causas e soluções de manifestações patológicas oriundas da ação da umidade**. Trabalho de Conclusão de Curso. (Engenharia Civil). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, UNIJUI, Ijuí, 2021.

4ED DESIGN. **O que é tinta látex PVA?** Disponível em: <https://4ed.com.br/wiki/tinta-latex-pva/#:~:text=Defini%C3%A7%C3%A3o%3A%20Tinta%20L%C3%A1tex%20PVA&text=Como%20o%20pr%C3%B3prio%20nome%20diz,equipamentos%20%C3%A9%20realizada%20com%20%C3%A1gua>. Acesso em: 07/09/2024.

ENGENHARIA 360. **Para o que serve cada camada do processo de revestimento na construção civil?** Disponível em: <https://engenharia360.com/primeiro-hospital-com-ia-em-pequim-china/>. Acesso em: 14/06/2025.

FERRAZ, B. T. B. **Estudo das principais manifestações patológicas causadas por umidade e infiltrações em construções residenciais:** estudo de caso. [Trabalho de Conclusão de Curso] - Universidade Católica de Pernambuco. Recife, 2016.

FERREIRA, J. B.; LOBÃO, V. W. N. Manifestações patológicas na construção civil. **Caderno de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas** - UNIT-Sergipe, v. 5, n. 1, p. 71, 2018.

FIGUEIREDO JÚNIOR, G. J. **Patologias em revestimentos de fachadas: diagnóstico, prevenção e causas.** Trabalho de Conclusão de Curso. (Especialização em Construção Civil) Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG. Belo Horizonte, 2017.

FIORITO, A. J. S. I. **Manual de argamassas e revestimentos:** estudos e procedimentos de execução. 1. ed. São Paulo: Editora Pini, 1994.

FREIRE, V. P. **Manifestações patológicas presentes em residências habitacionais do município de Nova Jaguaribara - CE.** Trabalho de Conclusão de Curso. (Ciência e Tecnologia). Universidade Federal Rural do Semiárido. Caraúbas, RN, 2019.

FREITAS, J. G. **A influência das condições climáticas na durabilidade dos revestimentos de fachada:** estudo de caso na cidade de Goiânia – GO. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

GASPAR, P. **Vida útil das construções:** desenvolvimento de uma metodologia para a estimativa da durabilidade de elementos da construção. Aplicação a rebocos de edifícios correntes. Tese (Doutorado em Ciências de Engenharia) - Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa. 2009.

GOMIDE, T. L. F.; FAGUNDES NETO, J. C. P.; GULLO, M. A. **Normas técnicas para engenharia diagnóstica em edificações.** São Paulo: Pini, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS. **Norma de inspeção predial nacional.** São Paulo, 2012.

INSTITUTO DE ENGENHARIA. **Diretrizes técnicas de engenharia diagnóstica em edificações:** vistoria, inspeções, auditorias, perícias e consultorias. São Paulo: Instituto de Engenharia, 2016.

ILIESCU, M. **Patologia e recuperação das pinturas.** Disponível em: http://www.iliescu.com.br/palestras/patologia_e_recuperacao_das_pinturas.pdf. Acesso em: 30/09/2024.

LICHTENSTEIN, N. B. **Procedimento para formulação dos diagnósticos de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações**. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 1985.

LINHARES, H. O que é tinta e qual sua composição? **Só Hélices**, 2020. Disponível em: <https://sohelices.com.br/o-que-e-tinta-e-qual-sua-composicao/?srsltid=AfmBOoqvmakuUzBCMVJAZAQ8U7QB8juiUT4SQ0U85RWqs-wyrsG1iv41T> Acesso em: 24/09/2024.

LOPES, M. L. F.; BAUER, E.; SILVA, L. S. Critérios para a identificação de anomalias em fachadas com revestimento em argamassa. **Ambiente Construído**, v. 24, e132144, Porto Alegre, jan./dez. 2024.

LUND, S.; LAMEGO, F. Análise comparativa do levantamento das manifestações patológicas em conjuntos habitacionais para população de baixa renda. **SEMANA INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN, FAULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO**, Proceedings. Caracas: Tecnología Constructiva, Universidad Central de Venezuela, 2008.

MACÊDO, M. S. P. H. **Mensuração da degradação de fachadas em argamassa empregando a inspeção de edifícios**. Monografia de Projeto Final (Departamento de Engenharia Civil e Ambiental) Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2017.

MARTINS, J. G.; PAIVA, P. A. **Materiais de construção I – ligantes**. 3. ed. Universidade Fernando Pessoa, 2010.

MARTINS, M. G. A. et al. Bioconcreto: bactérias gram-positivas retiradas do solo no autorreparo de fissuras, trincas e rachaduras no concreto. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, 2021.

MELLO, V. M.; SUAREZ, P. A. Z. As formulações de tintas expressivas através da história. **Revista Virtual de Química**, Sociedade Brasileira de Química, v. 4, n. 1, p. 2-12, 2012.

MMC LAB CONTROLE TECNOLÓGICO. **Ensaio de Permeabilidade**. Disponível em: <https://www.mmclab.com.br/ensaio-de-permeabilidade>. Acesso em: 19/11/2024.

MONTECIELO, J.; EDLER, M. A. R. Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações. **Artigo para XXI Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão – Universidade de Cruz Alta (UNIACRUZ)**, 2016.

MOURA, F. L.; MIRANDA, W. P.; PINHEIRO, E. C. N. M. Manifestações patológicas: fissuras em estrutura de concreto armado e alvenaria estrutural: estudo de caso em duas obras unifamiliares. **Brazilian Journal of Development**, Paraná, p. 6-7, 2021.

NGOMA, A. M. K. **Characterisation and consolidation of historical lime mortars in cultural heritage buildings and associated structures in East Africa**. Dissertação (Doutorado) – Royal Institute of Technology of Sweden, Estocolmo, 2009.

OLIVEIRA, M. R.; OLIVEIRA, T. N.; ARAÚJO, S. C. Patologias nas edificações, seu diagnóstico e suas causas. **Anais do IV Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar e Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar**. Centro Universitário de Mineiros, UNIFIMES, p. 1-13, 2019.

PALOMO, A. et al. Historic mortars: characterization and durability. New tendencies for research. **Workshop on Historic Materials and their Diagnostics**, 2002.

PEREIRA, M. B. et al. Desplacamento de revestimento cerâmico de fachadas em edifícios: estudo de caso em Balneário Camboriú - SC. XVII Congreso Latinoamericano de Patología de la Construcción y XVIII Congreso de Control de Calidad en la Construcción. **CONPAT**, p. 1-7, Bolívia. 2023.

POLITO, G. **Principais sistemas de pinturas e suas patologias**. Apostila do Departamento de Engenharia de Materiais e Construção. Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2006

PUIM, P. G. A. C. **Controlo e reparação de anomalias devidas à presença de sais solúveis em edifícios antigos**. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Civil). Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2010.

RGP, MANUTENÇÕES. **Tratamento de Trincas e Fissuras em Fachadas**. Disponível em: <https://www.rgpmanutencoes.com.br/tratamento-trincas-fissuras-fachadas>. Acesso em: 15/06/2025.

RIGHI, G. V. **Estudo dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenções e correções – análise de casos**. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

ROMEIRO, T. R. L. M. **Quantificação da degradação em fachadas com revestimento em argamassa e pintura: estudo de caso em Brasília - DF**. Dissertação. (Mestrado em Estruturas e Construção Civil). Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília (UnB). Brasília, 2024.

ROSA, P. J. P. **Caracterização de argamassas históricas do Convento de Cristo – Tomar**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade de Lisboa. Lisboa, 2016.

SAHADE, Renato. **Trincas ou fissuras: novas tecnologias recomendadas (parte 2)**. Ligablog, 2020. Acesso em: 16/06/2025.

SANTOS, U. T. A. **O conceito de patologias da construção civil**. São Paulo, 2011.

SEGAT, G. T. **Manifestações patológicas observadas em revestimentos de argamassa: estudo de caso em conjunto habitacional popular na cidade de Caxias do Sul (RS)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2005

SENNA, F. A. B. **Influência do substrato em argamassa no desempenho do revestimento em pintura texturizada acrílica**. Dissertação. (Materiais de Construção

Civil). Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG. Belo Horizonte, 2011.

SIENGE. Tinta acrílica: guia, tipos, aplicações e melhores marcas. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/tinta-acrilica-guia-tipos-aplicacoes-melhores-marcas/>. Redação Sienge, 2023. Acesso em: 28 set. 2024.

SILVA, M. A. **Compreender os mecanismos de deflagração e de evolução do processo patológico**. Rio de Janeiro, 2012.

SOUZA, M. F. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. Monografia. (Especialização em Construção Civil). Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte – MG, 2008.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Ed. 1, Pini: 2009.

SOUZA, M. L. **Caracterização de argamassas históricas de conventos franciscanos do Estado de Pernambuco**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

SUVINIL. **Como posso corrigir problemas de descascamento?** 2023. Disponível em: <https://faq.suvinil.com.br/s/article/Suvinil-Como-posso-corrigir-problemas-de-descasc#:~:text=O%20descascamento%20%C3%A9%20causado%20por,ou%20massas%20de%20baixa%20qualidade>. Acesso em: 30/09/2024.

TIMICOR, Tintas. **Descolamento do revestimento**. Disponível em: <https://www.timicor.com/pt/documentacao/fabrica/problemas-e-solucoes/descolamento-do-revestimento-20/> Acesso em: 30/09/2024.

VAZ, F. L. G. **Proposta de reabilitação de um edifício centenário cujo proprietário é a Câmara Municipal de Alvaiázere**. Dissertação (Mestrado) Universidade de Lisboa, Lisboa. 2011.

VEIGA, M. R. Argamassas de alvenarias históricas: funções e características. In: **CIREA2012 – Conferência Internacional sobre Reabilitação de Estruturas Antigas e Alvenaria**. Lisboa: Universidade de Lisboa, 2012. p. 17-27.

VOTIN Tintas e Vernizes. **Problemas e soluções: aderência**. 2023. Disponível em: <https://vougatintas.pt/pages/faq/>. Acesso em: 30/09/2024.

ZUCHETTI, P. A. B. **Patologias da construção civil: investigação patológica em edifício corporativo de administração pública no Vale do Taquari**. Trabalho de Conclusão de Curso – (Curso de Engenharia Civil) Centro Universitário Univates, Lajeado, 2015.