

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIENCIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

PAULO MARLLON DE OLIVEIRA SILVA

**ANÁLISE DA APLICAÇÃO DE ARGAMASSA COLANTE PARA
REGULARIZAÇÃO SOBRE EMBOÇO DE FACHADA EM OBRAS DE
RECUPERAÇÃO DE FACHADAS NA CIDADE DO RECIFE**

Recife

2024

**ANÁLISE DA APLICAÇÃO DE ARGAMASSA COLANTE PARA
REGULARIZAÇÃO SOBRE EMBOÇO DE FACHADA EM OBRAS DE
RECUPERAÇÃO DE FACHADAS NA CIDADE DO RECIFE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia Civil
da Universidade Federal de Pernambuco,
como requisito parcial para obtenção do
título de engenheiro civil.

Orientadora: Rachel Perez Palha

Recife

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Silva, Paulo Marllon de Oliveira.

Análise da aplicação de argamassa colante para regularização sobre emboço de fachada em obras de recuperação de fachadas na cidade do Recife / Paulo Marllon de Oliveira Silva. - Recife, 2024.

67p : il., tab.

Orientador(a): Rachel Perez Palha

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia Civil - Bacharelado, 2024.

Inclui referências.

1. argamassa colante. 2. revestimento fachada. 3. cerâmica. 4. retrofit. I. Palha, Rachel Perez. (Orientação). II. Título.

690 CDD (22.ed.)

PAULO MARLLON DE OLIVEIRA SILVA

**ANÁLISE DA APLICAÇÃO DE ARGAMASSA COLANTE PARA
REGULARIZAÇÃO SOBRE EMBOÇO DE FACHADA EM OBRAS DE
RECUPERAÇÃO DE FACHADAS NA CIDADE DO RECIFE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia Civil
da Universidade Federal de Pernambuco,
como requisito parcial para obtenção do
título de engenheiro civil.

Aprovado em: 17/04/2024

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Rachel Perez Palha (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Tiberio Wanderley Correia de Oliveira Andrade (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Mestre. Claudia Rafaela Saraiva de Melo Simoes Nascimento (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Minha mais profunda gratidão é dirigida à minha família, um pilar de força e amor incondicional em minha vida. Em especial, gostaria de expressar minha imensa gratidão aos meus pais, Maria Betânia e José Paulo, cujo apoio inabalável tem sido a luz guia em minha jornada. Eles não apenas celebraram cada um dos meus sucessos, como também estiveram ao meu lado, com compreensão e encorajamento, em cada desafio e erro enfrentado. Sua fé inabalável em mim moldou quem sou hoje, e sem seu amor e dedicação, eu não estaria onde estou. A vocês, devo não apenas o sucesso deste trabalho, mas minha eterna gratidão por tudo que sou.

Gostaria de agradecer também a minha orientadora, Rachel Perez Palha, pela paciência, sabedoria e orientação incansáveis. Seu apoio foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço também a coordenadora de curso Liliane de Allan Fonseca por suas valiosas contribuições e apoio irrestrito, foram fundamentais para conclusão deste trabalho.

Por fim, agradeço a todos os professores, colegas de curso e demais profissionais que, de alguma forma, contribuíram para a minha formação e para o sucesso deste trabalho.

Este projeto não apenas representa a culminação de anos de estudo e dedicação, mas também o início de um novo capítulo. A todos que fizeram parte desta jornada, meu mais sincero obrigado.

RESUMO

O uso da cerâmica como revestimento de fachada é cada vez mais comum no Nordeste brasileiro, especialmente na cidade de Recife, que é o foco deste estudo, evidenciando ao longo dos anos a necessidade de manutenção e substituição do revestimento de fachada cerâmico por novas peças, por razões tanto patológicas quanto estéticas, num processo conhecido comercialmente como *retrofit* de fachadas. Este trabalho visa investigar o método pelo qual este serviço é realizado, considerando a variedade de construtoras neste segmento e a falta de padronização do processo, onde cada uma realiza a regularização do emboço com argamassa colante, alternando entre as variações ACI, ACII e ACIII, sem considerar a eficácia dessa combinação com o substrato e a argamassa que será aplicada na cerâmica. A metodologia adotada baseia-se em análise de documentação, inspeção visual, identificação dos processos realizados no local, mapeamento da fachada, aplicação de painéis de teste, tratamento dos dados coletados em campo e classificação da eficiência dos painéis construídos in loco, aplicada no edifício Orion, localizado no bairro das Graças em Recife/PE. A pesquisa revelou que a regularização com argamassa colante ACIII apresentou melhor desempenho, destacando a importância da análise e cuidados no procedimento de execução, já que nenhum painel alcançou aprovação direta, isto é, pontuação acima de 8 com resistência superior a 0,5 Mpa, exigindo a aprovação de um engenheiro responsável.

Palavras-chave: argamassa colante; revestimento fachada; cerâmica; *retrofit*.

ABSTRACT

The use of ceramics as facade cladding is increasingly common in the Brazilian Northeast, particularly in the city of Recife, which is the focus of this study. Over the years, this has highlighted the need for maintenance and replacement of ceramic facade cladding with new pieces, for both pathological and aesthetic reasons, in a process commercially known as facade *retrofit*. This work aims to investigate the method by which this service is performed, taking into account the variety of construction companies in this segment and the lack of standardization of the process, where each one carries out the regularization of the undercoat with adhesive mortar, switching between ACI, ACII, and ACIII variations, without considering the effectiveness of this combination with the substrate and the mortar that will be applied to the ceramic. The adopted methodology is based on the analysis of documentation, visual inspection, identification of the processes carried out on-site, mapping of the facade, application of test panels, treatment of the data collected in the field, and classification of the efficiency of the panels constructed in loco, applied to the Orion building, located in the Graças neighborhood in Recife/PE. The research revealed that regularization with ACIII adhesive mortar showed better performance, highlighting the importance of analysis and care in the execution procedure, since no panel achieved direct approval, that is, scoring above 8 with strength greater than 0.5 Mpa, requiring the approval of a responsible engineer.

Keywords: adhesive mortar; facade cladding; ceramics; *retrofit*.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - CONSUMO MUNDIAL DE REVESTIMENTO CERÂMICO EM MILHÕES DE M ²	16
FIGURA 2 – PERCENTUAL DE USO DE CERÂMICAS SEMIGRES EM EDIFÍCIOS DO RECIFE	16
FIGURA 3 - ESTRUTURA DO SISTEMA DE REVESTIMENTO.....	18
FIGURA 4 - APLICAÇÃO CHAPISCO TRADICIONAL	21
FIGURA 5 - APLICAÇÃO CHAPISCO ADESIVO/DESEMPENADO.....	22
FIGURA 6 - APLICAÇÃO CHAPISCO ADESIVO/DESEMPENADO.....	22
FIGURA 7- IMAGEM ESQUEMÁTICA DA DIFERENÇA DOS MECANISMOS DE ANCORAGEM	29
FIGURA 8 - FALHA DE COLAGEM EM PLACAS CERÂMICAS ADERIDAS COM ARGAMASSA COLANTE	30
FIGURA 9 - VERIFICAÇÃO EM CANTEIRO DE OBRA DA COLAGEM EFETIVA DA PLACA CERÂMICA.....	30
FIGURA 10 - TIPOS DE RUPTURA NO ENSAIO DE RATD	32
FIGURA 11– DISTÂNCIA DA FÁBRICA DOS MATÉRIAS UTILIZADOS ATÉ A OBRA	33
FIGURA 12 - CERÂMICA SEMI-GRÉS PARA FACHADA	34
FIGURA 13 - USO DE GARRAFA PET PARA MENSURAR QUANTIDADE DE ÁGUA	35
FIGURA 14 - RECIPIENTE DE MISTURA DAS ARGAMASSAS	36
FIGURA 15 - EMBOÇO COM RESQUÍCIOS DE ARGAMASSA VELHA.....	37
FIGURA 16 - REGULARIZAÇÃO DO EMBOÇO SOB ARGAMASSA VELHA.....	37
FIGURA 17 – CAIXA DE MISTURA DA ARGAMASSA COLANTE	39
FIGURA 18 – COLETA DE ÁGUA PARA MISTURA DA ARGAMASSA.....	39
FIGURA 19 – REGULARIZAÇÃO DA FACHADA COM ARGAMASSA COLANTE.....	40
FIGURA 20 – AFERIÇÃO DE TEMPERATURA PARA APLICAÇÃO DA ARGAMASSA ACIII.....	42
FIGURA 21 – AFERIÇÃO DE TEMPERATURA PARA APLICAR ARGAMASSA ACIII APÓS ASPERSÃO DE ÁGUA	43
FIGURA 22 – ABERTURA DO PANO COM LADO LISO DA DESEMPENADEIRA	43
FIGURA 23 – CRIAÇÃO DOS CORDÕES DE ARGAMASSA COLANTE PARA ASSENTAMENTO.	44
FIGURA 24 – ESMAGAMENTO DOS CORDÕES DE ARGAMASSA COLANTE.	45
FIGURA 25 – TARDOZ DA PLACA CERÂMICA	46
FIGURA 26 – PILHA DE CERÂMICAS 10CMX10CM SEM TRATAMENTO DE LIMPEZA	46
FIGURA 27 – ASSENTAMENTO CERÂMICO EM FACHADA COM ARGAMASSA ACIII	47
FIGURA 28 – ESQUEMA DE TESTE DE ADERÊNCIA.....	48
FIGURA 29 – ESQUEMA DE TESTE DE ADERÊNCIA.....	53
FIGURA 30 - EXEMPLOS DE ANÁLISE DE RESISTÊNCIA X TEMPO(DIAS).....	54

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – DESCRIÇÃO DOS PAINÉIS	38
TABELA 2– CONFIGURAÇÃO	55
TABELA 3– AMOSTRAGEM COM CORPO DE PROVA VALIDOS DO PAINEL 1	57
TABELA 4– AMOSTRAGEM COM CORPO DE PROVA VALIDOS DO PAINEL 2.....	59
TABELA 5– AMOSTRAGEM COM CORPO DE PROVA VALIDOS DO PAINEL 3.....	61
TABELA 6– COMPARAÇÃO DE DESEMPENHO DOS PAINÉIS TESTE	61

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - LIMITES DE RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO (RA) PARA EMBOÇO.....	52
QUADRO 2 – LIMITES DE RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO (RA) PARA EMBOÇO.....	54
QUADRO 3 – RESULTADO DO ENSAIO A TRAÇÃO DO PAINEL 1	56
QUADRO 4 – RESULTADO DO ENSAIO A TRAÇÃO DO PAINEL 2.....	58
QUADRO 5 – RESULTADO DO ENSAIO A TRAÇÃO DO PAINEL 3.....	60

Sumário

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO DO TRABALHO	11
1.2 OBJETIVO	12
1.2.2 QUESTÃO DE PESQUISA	12
1.2.3 OBJETIVOS DO TRABALHO	13
1.2.4 OBJETIVO GERAL	13
1.2.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 ADERÊNCIA DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS E ETAPAS.....	14
2.1.1 REVESTIMENTOS – CONCEITOS BÁSICOS.....	14
2.1.2 CAMADAS DO REVESTIMENTO EXTERNO	19
2.1.2.1 Base	19
2.1.2.2 Chapisco.....	20
2.1.2.3 Emboço	23
2.1.2.4 Argamassa Colante.....	23
2.1.2.5 Placa Cerâmica	24
2.1.2.6 Rejunte.....	26
2.1.3 ADESÃO E ADERÊNCIA DE REVESTIMENTOS.....	27
2.1.3.1 Avaliação da resistência de aderência à tração	31
3 MATERIAIS E MÉTODO	33
3.1 MATERIAIS UTILIZADOS	33
3.1.1 CERÂMICA.....	34
3.1.2 ÁGUA PARA MISTURA.....	34
3.1.3 RECIPIENTE DE MISTURA	35
3.1.4 ARGAMASSA DE REGULARIZAÇÃO DE EMBOÇO.....	36
3.2 MONTAGEM E TESTE DO SISTEMA DE REVESTIMENTO	38
3.2.1 MISTURA DA ARGAMASSA PARA REGULARIZAÇÃO.....	38
3.2.2 EXECUÇÃO DA CAMADA REGULARIZADORA	40
3.2.3 ASSENTAMENTO DO REVESTIMENTO CERÂMICO 10cmx10cm	41
3.2.4 APLICAÇÃO DO TESTE DE RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO EM PAREDES APÓS O PROCESSO DE RETROFIT.....	47
3.3 METODOLOGIA DO ESTUDO.....	49
3.3.1 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	49
3.3.2 PESQUISA CIENTÍFICA	50
3.3.2.1 Classificação quanto aos objetivos.....	50
3.3.2.2 Classificação quanto a natureza da pesquisa.....	51
3.3.2.3 Pesquisa científica quanto a coleta e análise de dados	51
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	52
4.1 ASPECTOS GERAIS DO PAINEL TESTE	52
4.2 VALIDAÇÃO.....	53
4.3 PAINÉIS TESTE.....	55
4.3.1 PAINEL TESTE 1	55
4.3.2 PAINEL TESTE 2	57
4.3.3 PAINEL TESTE 3	59
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
6 REFERÊNCIAS.....	64

1 INTRODUÇÃO

A adoção de revestimentos cerâmicos em fachadas tem se consolidado como prática comum em diversas regiões do Brasil, sobretudo nas capitais do Nordeste. Essa preferência é sustentada pela cultura dos agentes envolvidos no processo construtivo, incluindo projetistas, construtores, fornecedores e usuários, que veem nessa técnica uma solução eficaz para atender às demandas de custo, prazo e qualidade.

Bauer *et al.* (2015) evidenciam que mais de 60% dos prédios com mais de dez anos apresentam patologias relacionadas ao descolamento ou deslocamento cerâmico. Nesse contexto, na indústria da construção civil do Nordeste, onde o revestimento cerâmico em fachadas é prática recorrente há décadas, emergem tanto suas patologias quanto o processo de *retrofit* de fachada como soluções para tais problemas.

Araújo (2016) destaca o aumento na demanda por revestimentos cerâmicos em fachadas, motivado tanto pela estética e valorização do imóvel quanto pela proteção do edifício. Essa tendência eleva a procura por processos de *retrofit* de fachadas na região do Recife.

O *retrofit* de fachada, uma metodologia que engloba restauração e reforma, busca modernizar edificações sem alterar sua estrutura principal. No âmbito desse processo, o revestimento cerâmico assume papel crucial, pois é por meio dele que se renova a fachada, mantendo a integridade estrutural do edifício.

Contudo, Pacheco (2017) salienta a importância da escolha adequada dos materiais e do planejamento detalhado dos projetos de revestimento cerâmico em fachadas. Essas etapas são fundamentais para prevenir problemas patológicos, como o deslocamento cerâmico. Apesar da ausência de normatização específica, a utilização de argamassa colante para correção do substrato após a remoção da cerâmica é uma prática comum, variando conforme o conhecimento técnico de cada empresa de reforma de fachada.

Essa pesquisa tem um caráter experimental e consiste na análise de situações encontradas em campo durante a execução de revestimentos

cerâmicos, notadamente em elementos de fachada.

Nesse sentido, o experimento foi realizado com a confecção de 3 painéis teste, cada um com 2m² assim como sugere a norma NBR 13755 (2017), simulando assim os 3 tipos de processos de *retrofit* encontrados no mercado, sendo eles:

- camada regularizadora ACI e argamassa de revestimento ACIII,
- camada regularizadora ACII e argamassa de revestimento ACIII,
- camada regularizadora ACIII e argamassa de revestimento ACIII.

E assim, ao longo do trabalho, serão abordados conceitos básicos do revestimento fachada, assim como descrição e detalhamento sobre cada etapa da construção e execução da fachada, e também descrição do processo de ensaio de resistência a aderência a tração, descrição do procedimento experimental feito e por fim as conclusões obtidas.

Sendo assim, o objetivo principal do presente projeto de conclusão de curso é contribuir de maneira positiva para a validação do desempenho dos revestimentos cerâmicos em edifícios que passam pelo processo de *retrofit* de fachada. Com essa pesquisa, busca-se identificar como esses revestimentos se comportam em relação ao cumprimento dos requisitos mínimos de desempenho em frente o teste de arrancamento, com o intuito de prevenir o surgimento de problemas patológicos nas edificações. Nessa avaliação se encaixa perfeitamente a discussão sobre o uso desses revestimentos, a escolha da argamassa para a fachada assim como a escolha da argamassa para regularização do reboco.

1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO DO TRABALHO

De acordo com Rudit (2009) o revestimento enfrenta diversas tensões, especialmente nas áreas externas ou fachadas, devido à exposição direta a elementos ambientais como umidade, variação de temperatura e vento. Portanto, devido aos vários fatores que prejudicam a aderência das argamassas aos substratos, há uma grande preocupação entre os técnicos e consultores do mercado em busca de maneiras de aprimorar a estabilidade dos revestimentos e

aprofundar o entendimento dos mecanismos envolvidos na sua aderência.

Complementarmente, conforme exposto por COSTA e SILVA (2001) no que se refere aos materiais utilizados, 50% das causas de descolamento de placas cerâmicas em fachada, estão vinculados às características de absorção da cerâmica, deficiência na argamassa colante assim como má capacidade de aderência com a argamassa de emboço

Foi observado na coleta de dados para este estudo, que no mercado de Recife, a maioria das obras que estão em processo de *retrofit* não possui monitoramento constante do engenheiro responsável pela obra, o que pode causar variação no processo de execução e não conformidade às recomendações de utilização passada pelos fabricantes dos materiais.

Nesse sentido, é essencial adquirir conhecimento sobre os materiais e práticas empregados no canteiro de obras. Além disso, analisar as diversas combinações de argamassas utilizadas no procedimento de substituição de cerâmicas durante a renovação de fachadas é crucial. Essa compreensão não apenas ajuda a prevenir possíveis patologias no futuro, mas também fornece orientações claras às construtoras e consultores quanto ao desempenho e eficácia desse processo.

1.2 OBJETIVO

Neste capítulo serão apresentadas as diretrizes do projeto de pesquisa: questão de pesquisa, objetivos do trabalho, pressupostos e limitações conforme abaixo.

1.2.2 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão central desta pesquisa é responder a pergunta “O procedimento de *retrofit* em fachadas, da forma que ocorre no mercado imobiliário de Recife é um procedimento seguro e eficaz?”

1.2.3 OBJETIVOS DO TRABALHO

Os objetivos do trabalho estão classificados em geral e específicos e são apresentados nos próximos itens.

1.2.4 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo a verificação se os procedimentos de *retrofit* que ocorrem em larga escala no Estado de Pernambuco atendem os requisitos mínimos, para validação de uma fachada, segundo o teste de resistência de aderência à tração.

1.2.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a aplicação da argamassa colante como regularizadora de emboço para os três tipos de argamassa colante utilizado pelo mercado, sendo elas as ACI, ACII e ACIII

- Coletar dados e materiais em obras, afim de verificar vícios e práticas que possam influenciar nos resultados finais.

- Verificar se os procedimentos normativos e recomendações dos fabricantes são seguidos em obra.

- Avaliar o desempenho das diferentes combinações de painéis testes assim como suas propriedades mecânicas/aderência em relação a fachada.

- Verificar as respostas dos diferentes modelos de painéis usados pelas construtoras, no que diz respeito à aderência.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ADERÊNCIA DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS E ETAPAS

Será abordado neste capítulo os fundamentos teóricos e os conceitos utilizados nesta pesquisa, principalmente os conceitos sobre revestimento de fachada desde o substrato até o processo de ensaios de aderência.

2.1.1 REVESTIMENTOS – CONCEITOS BÁSICOS

No mundo, de acordo com a ANFACER (2024), a cerâmica possui uma longa história, com artefactos de argila cozida sendo descobertos em vários locais arqueológicos. No Japão, os arqueólogos identificaram as cerâmicas mais antigas na região habitada pela cultura Jomon, datando de aproximadamente oito mil anos atrás, ou até mesmo mais.

No Brasil, de acordo com Bylaardt *et al.* (2017), a cerâmica já era produzida por indígenas, seguindo uma tradição que perdurou mesmo após a chegada dos portugueses. Com a vinda dos portugueses, novas técnicas, métodos de trabalho e ferramentas foram introduzidos, facilitando a produção cerâmica e aprimorando a simetria e o acabamento dos produtos. Isso resultou na expansão da produção de tijolos, telhas e louças que passaram a ser usadas no dia a dia.

De acordo com a ANFACER (2024), O método empregado pelos indígenas passou por alterações quando olarias foram estabelecidas em escolas, usinas e fazendas operadas pelos jesuítas, onde começaram a produzir tijolos, telhas e utensílios de barro para uso cotidiano. A introdução do uso de tornos e rodadeiras parece ser a influência mais significativa dessas mudanças, especialmente nas áreas costeiras das usinas, aldeias e fazendas, enquanto as práticas manuais indígenas persistiram nas regiões mais remotas do interior.

Ao longo dos anos, diversos estudos foram realizados para compreender a história da cerâmica no Brasil, levando à identificação de várias fases, como

Ananatuba, Mangueiras, Formiga, Aruã e Marajó, cada uma com suas características distintas (Bylaardt *et al.*, 2017).

Na região metropolitana do Recife, que é o foco deste estudo, o revestimento cerâmico semi-grés, comercialmente conhecido como revestimento cerâmico, é o material mais comumente utilizado para revestir fachadas. Isso ocorre devido à sua eficácia na proteção da alvenaria periférica, seu potencial refratário e seu custo inferior em comparação com outros materiais, como porcelanato, granito e placas de alumínio composto (ARAÚJO, 2016).

Costa e Silva (2001) destaca para a região do Recife importância da correta aplicação da argamassa colante para evitar problemas nos revestimentos cerâmicos de fachada, incluindo a consideração da influência da temperatura. Ele enfatiza a necessidade de preencher totalmente o tardez das peças com argamassa, mencionando a técnica da dupla colagem como uma prática eficaz. Essas medidas são essenciais para prevenir patologias, como descolamentos, e garantir a durabilidade do revestimento cerâmico, levando em conta também os efeitos da temperatura.

E conforme Antunes (2010) destaca-se a importância de cuidados essenciais na aplicação de cerâmica semigrês, como a preparação adequada da superfície, o uso de argamassa colante de qualidade, o assentamento correto das peças cerâmicas, o rejuntamento adequado e o acabamento final. Essas medidas são fundamentais para garantir a durabilidade e o desempenho do revestimento de fachada, conforme discutido em seu estudo sobre manifestações patológicas em revestimentos de fachada

O presente trabalho concentra-se no estudo do sistema de revestimento cerâmico, composto por argamassa colante e peças cerâmicas do modelo semi-gres. Esse sistema de revestimento é amplamente empregado pela indústria da construção civil no Brasil, que possui representatividade de terceiro maior consumidor mundial de revestimentos cerâmicos, ficando atrás apenas dos países China e Índia, conforme pesquisa divulgada pela Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres, (ANFACER, 2024) conforme Figura 1.

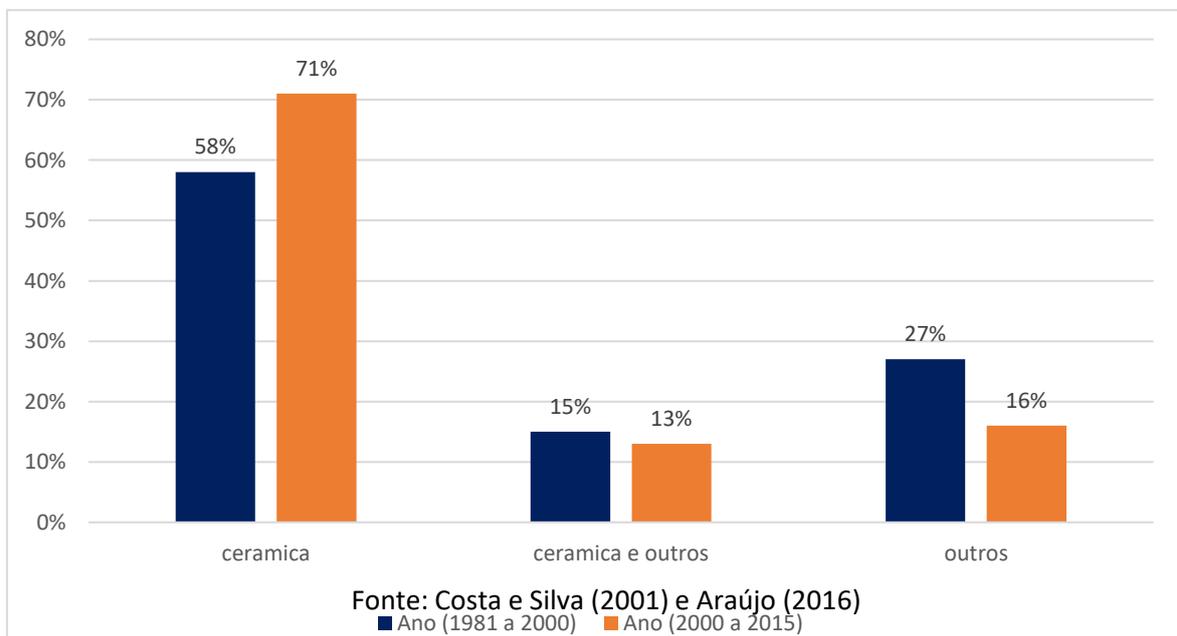
Figura 1 - Consumo Mundial de Revestimento Cerâmico em milhões de m²

	 China	 Brasil	 Índia	 Vietnã	 Indonésia
2018	8163	769	876	542	450
2019	7453	796	910	467	413
2020	7859	826	885	400	357
2021	8213	902	900	402	373
2022*	8020	736	1903	282	445
2023*	8742	676	2094	290	458

Fonte: ANFACER (2024)

É notável através das pesquisas realizadas por Costa e Silva (2001) e Araújo (2016) a constatação que, ao longo dos anos, um pouco mais da metade dos edifícios estudados por ambos pesquisadores, tiveram suas fachadas revestidas com material cerâmico. Nota-se na figura 2 que a tendência da aplicação deste material tem, cada vez mais, aumentado ao longo do tempo.

Figura 2 – Percentual de uso de cerâmicas semigres em edifícios do Recife



Fonte: Adaptado Costa e Silva (2001), Araújo (2016).

conforme descrito por (Fiorito, 2005) com o propósito de estabelecer uma parede revestida com precisão e eficácia, as camadas de revestimento geralmente seguem uma ordem específica e cuidadosamente planejada. Inicialmente, é preparada uma

base sólida ou substrato, que pode variar em natureza, incluindo opções como alvenaria cerâmica, alvenaria de concreto e outros materiais. Essa base é essencial para proporcionar a estabilidade necessária ao sistema.

Após a conclusão da base, a próxima etapa envolve a aplicação de várias camadas intermédias. Primeiramente, temos a camada de texturização (chapisco), que visa criar uma superfície adequada para a adesão das camadas subsequentes. Em seguida, vem a camada de argamassa de reboco, que desempenha um papel fundamental na nivelagem e no alisamento da superfície, garantindo uma aparência uniforme.

Ainda conforme exposto por (Fiorito, 2005) a terceira camada consiste na aplicação de argamassa colante, que serve como um agente de ligação entre as camadas intermédias e o revestimento cerâmico propriamente dito. Esta argamassa é formulada para proporcionar uma aderência sólida e duradoura. Por fim, a camada de revestimento cerâmico é instalada, e suas juntas são minuciosamente preenchidas com rejunte, geralmente de natureza cimentícia, para garantir um acabamento sólido e resistente.

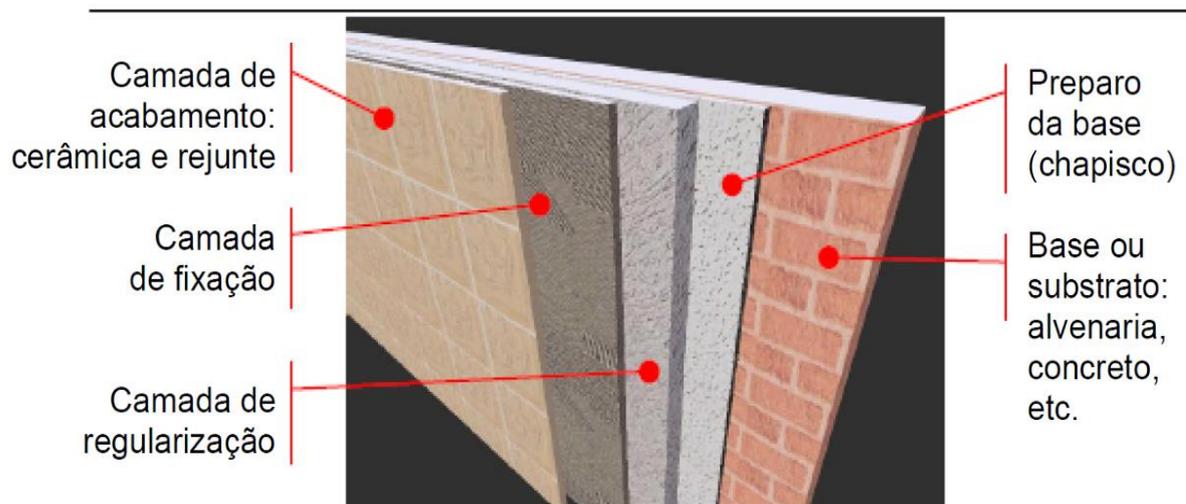
Importante que esse conjunto de camadas, após a conclusão de todas as etapas, atue de maneira monolítica e uniforme, ou seja, como um único elemento perfeitamente integrado. Essa coesão é fundamental para minimizar os riscos de futuras patologias que possam comprometer a funcionalidade do sistema como um todo, garantindo assim a longevidade e o desempenho esperados para o revestimento da parede.

Junginger (2003), nos mostra a estrutura do sistema de revestimento conforme figura 3 e descreve a principal função de cada camada que compõe o sistema de revestimento, estando estas citadas abaixo:

- **A Base** refere-se às superfícies nas quais as camadas de revestimento são aplicadas, de acordo com as normas da ABNT NBR 13755 (2017). Geralmente apresentadas na forma de tijolos ceramicos ou de concreto, a qualidade desta base é fundamental para garantir a estabilidade e a durabilidade do sistema de revestimento;

- **A Camada de Preparo da Base ou Chapisco** desempenha um papel crucial ao fornecer a aderência entre a camada de regularização (emboço) e a própria base. Isso assegura que as camadas subsequentes do revestimento se fixem de forma sólida e confiável;
- **A Camada de Emboço** tem como missão principal a regularização da superfície de aplicação da cerâmica. Sua finalidade é garantir que a superfície fique uniforme, sem depressões ou saliências indesejadas, proporcionando um substrato perfeitamente nivelado para a instalação das peças cerâmicas;
- **A Camada de Fixação** desempenha um papel crucial na aderência das placas cerâmicas ao substrato. Geralmente, essa camada é composta por argamassa colante industrializada, projetada para manter as placas cerâmicas de forma segura e estável, assegurando sua permanência ao longo do tempo;
- Por fim, temos **os revestimentos cerâmicos**, que são a camada final do sistema. Esses revestimentos geralmente apresentam juntas preenchidas com rejunte, visando não apenas a estética, mas também a estanqueidade da fachada. Essas juntas garantem que a fachada seja visualmente atraente e protegida contra a penetração de água e outros elementos.

Figura 3 - Estrutura do sistema de revestimento



2.1.2 CAMADAS DO REVESTIMENTO EXTERNO

O revestimento cerâmico desempenha um papel vital na construção civil, não apenas fornecendo estética, mas também protegendo e aprimorando a durabilidade das estruturas. Cada camada, desde a base até o rejunte, desempenha uma função específica no sistema, influenciando sua aderência, resistência e integridade ao longo do tempo.

Portanto estudar e analisar as particularidades de cada etapa em um sistema de revestimento de cerâmica é um passo fundamental para compreender o aparecimento de problemas patológicos, especialmente o deslocamento das placas cerâmicas. A seguir, são apresentados os principais atributos de cada uma dessas camadas, assim como seus conceitos.

2.1.2.1 Base

A NBR 13755 (ABNT, 2017) determina substrato ou base, como as superfícies sobre as quais as camadas do revestimento são aplicadas. Em outras palavras, é a área onde as camadas de chapisco em diante são depositadas, sendo assim denominada substrato ou base e que pode ter a função de vedação ou estrutural. A aderência do substrato será afetada pelas características dos materiais empregados, uma vez que estes apresentam porosidade variada e propriedades físicas diferentes. Os dois tipos mais comuns são substratos de tijolos cerâmicos (variante utilizada no edifício de estudo) ou de concreto.

Costa e Silva (2001) define a base ou substrato como a superfície sobre a qual o revestimento cerâmico é aplicado, sendo geralmente composta por alvenaria de blocos cerâmicos, concreto e elementos da estrutura de concreto. Ele destaca a importância das características dos materiais da base, como capacidade de sucção de água, textura superficial, planicidade e presença de contaminantes, que podem influenciar no desempenho do revestimento cerâmico.

Para uma melhor performance sobre a resistência de aderência entre o

substrato e o revestimento, se faz necessário um tratamento prévio do substrato, sendo esse momento considerado como preparo da base, no entanto, segundo CANDIA (1998) esta etapa denominada de “preparo da base” não é considerada uma das camadas do revestimento visto que pode ser constituído de apenas umedecimento do substrato.

2.1.2.2 Chapisco

O chapisco tem como uma de suas funções principais, regularizar a base ou substrato afim de criar uma camada homogênea em relação à absorção e porosidade da base, especialmente quando a superfície é extremamente lisa ou quando essa superfície estará sujeita a solicitações mais severas, como as fachadas de prédios e edifícios, por exemplo. A finalidade primordial do chapisco é uniformizar a superfície em termos de absorção e aprimorar a aderência do revestimento, conforme especificado na norma NBR 13529 (ABNT, 2013). Para alcançar um desempenho ótimo nessa etapa, é altamente recomendado aplicá-lo somente após a minuciosa limpeza do substrato e a incorporação de aditivos do tipo *Bianco*, visando uma absorção e adesão ainda mais eficazes ao substrato.

Segundo Leal (2003) o chapisco deve ser lançado com a colher de pedreiro de forma vigorosa contra a base, de modo que seja garantido a rugosidade e a hidratação dos grãos de cimento antes da execução das próximas camadas do revestimento.

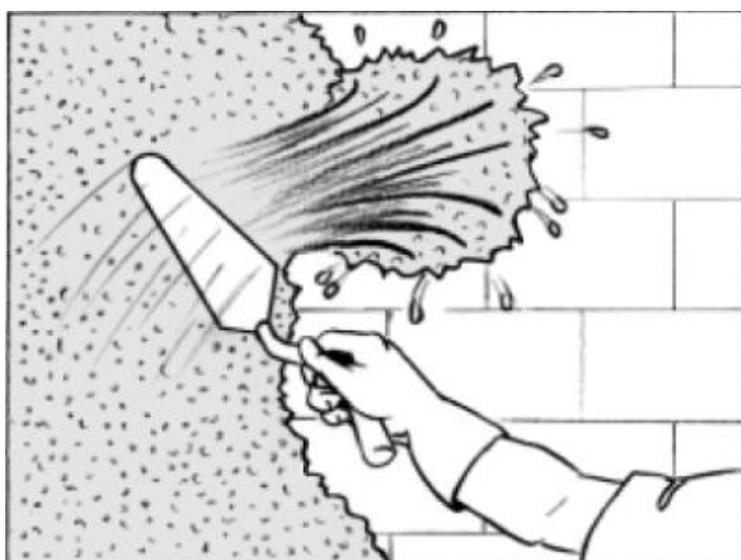
O processo de aplicação de chapisco como base fundamental para promover aderência e homogeneidade ao emboco/reboco é comumente disponibilizado no mercado em três formas distintas, todas destinadas ao mesmo propósito. Estas três variantes incluem o chapisco tradicional, o chapisco adesivo/desempenado e o chapisco rolado.

O chapisco tradicional, de acordo com a ABCP (2002) caracteriza-se pela sua composição simples, consistindo na mistura básica de cimento e areia. Em geral, essa mistura segue a proporção padrão de 1:3 (cimento: areia média em volume), conforme ilustrado na figura 4. Essa técnica tradicional de chapisco tem sido difundida e aplicada

extensivamente devido à sua eficácia na criação de uma superfície preparatória robusta para as camadas subsequentes de emboco ou reboco.

Cada uma dessas abordagens de chapisco apresenta características específicas que podem ser escolhidas com base nas exigências particulares do projeto ou nas preferências do profissional responsável pela aplicação, oferecendo assim uma variedade de opções para atender às diferentes necessidades de aderência e homogeneidade na construção.

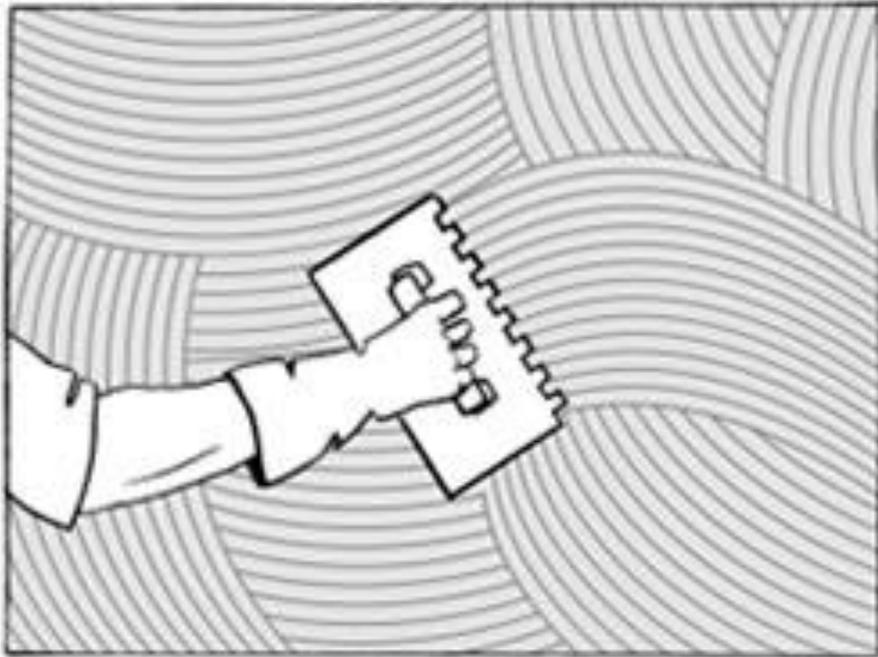
Figura 4 - Aplicação Chapisco tradicional



Fonte: ABCP (2002)

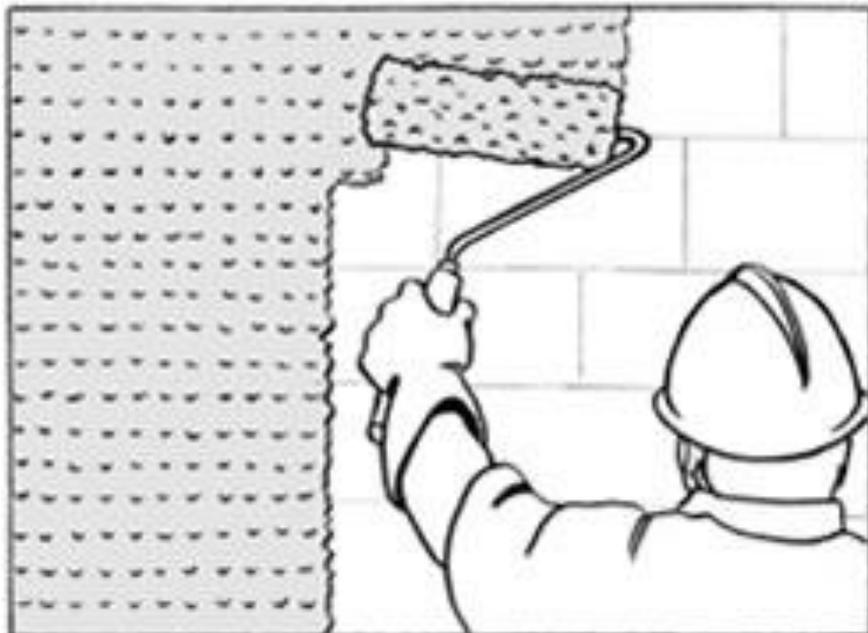
- a) O chapisco adesivo/desempenado, em geral é apenas indicado para estruturas de concreto, sendo produzido para este fim e sendo necessário apenas a adição de água conforme figura 5.
- b) O chapisco rolado é aplicável sobre estruturas de concreto e alvenaria cerâmica, constituindo também de apenas adição de água e mistura, sendo aplicado com rolo para pintura acrílica conforme figura 6.

Figura 5 - Aplicação Chapisco adesivo/desempenado



fonte: ABCP (2002)

Figura 6 - Aplicação Chapisco adesivo/desempenado



Fonte: ABCP (2002)

2.1.2.3 Emboço

O emboço, conforme descrito pelo Portal Construção (2020) é a camada que na fachada recebe o revestimento cerâmico, tendo assim um papel fundamental na construção, atuando tanto na correção de pequenas irregularidades no assentamento como na proteção da alvenaria contra as intempéries, ao mesmo tempo em que aprimora o acabamento das superfícies. Geralmente, sua espessura varia entre 1 e 3 centímetros, e o período de cura mínimo recomendado é de 14 dias para fachada.

De acordo com SILVA REIS (2013) O emboço é essencial como base para o revestimento cerâmico, suportando a argamassa colante e as placas. O documento destaca a importância de verificar a qualidade do emboço antes do assentamento, garantindo limpeza e textura adequada para aderência das placas. Manter o emboço íntegro e livre de contaminantes durante a aplicação é crucial para a durabilidade do revestimento. A planicidade e textura do emboço são fundamentais para um assentamento preciso das placas cerâmicas, evitando problemas futuros.

De acordo com a norma NBR 13529 (2013), o emboço é definido como a camada de revestimento destinada a cobrir e regularizar a superfície previamente preparada, seja a base ou o chapisco, criando, assim, uma superfície que esteja pronta para receber uma nova camada, que pode ser de reboco ou de revestimento decorativo.

2.1.2.4 Argamassa Colante

Muitos produtos de classe argamassa colante estão disponíveis no mercado e a recomendação para aplicações e dosagens devem ser seguidas a rigor. De acordo com a NBR 13755 (2017), a argamassa colante se caracteriza como um produto industrializado em estado seco, feito basicamente de cimento Portland, agregados minerais e aditivos químicos que ao entrar em contato com a água, resulta em uma massa viscosa, plástica e aderente, ideal para o assentamento de placas cerâmicas como revestimento. Este material possui a capacidade de resistir a esforços de tração direta normais ao plano de referência, bem como esforços tangenciais de cisalhamento.

As argamassas colantes possuem outra característica fundamental para sua aplicação, sendo essa característica, a sua capacidade de retenção de água. É através dessa propriedade que se torna possível aplicar a argamassa em camadas finas sem a necessidade de umidificação previa das peças cerâmicas ou o substrato. O conceito de retenção de água está intimamente ligado ao tempo em aberto, como definido pela NBR 14081(2012). Entretanto, em regiões com temperaturas elevadas, algumas fichas técnicas de argamassas disponíveis no mercado podem recomendar, como exemplo, a umidificação do substrato com pequenas quantidades de água a fim de reduzir a temperatura e minimizar a perda de água para a base. Isso é descrito, por exemplo, na ficha técnica da Votorantim Cimentos em 2024 relacionada à aplicação de argamassas. Essas práticas visam garantir um melhor desempenho e aderência do revestimento em diferentes condições de clima e temperatura.

A mistura da argamassa colante é realizada de acordo com as instruções do fabricante e deve-se levar em consideração também as recomendações da ABNT. A proporção correta de água e argamassa deve ser mantida para garantir a consistência apropriada da argamassa. Segundo a NBR 13755(2017), recomendasse o uso de misturador mecânico de baixa rotação para a mistura da argamassa ACIII, sendo esta recomendada para o serviço de revestimento em fachada

A argamassa deve ser misturada até que não haja grumos, assegurando uma distribuição homogênea dos componentes. Conforme explicito na ficha técnica do produto utilizado no estudo, é recomendado que após a mistura a argamassa fique em maturação por 10 minutos para que possa ter início o processo de aplicação. Durante a aplicação, recomendasse também que mexa a argamassa periodicamente para garantir uma consistência sempre macia, no entanto sem adicionar mais água à mistura.

2.1.2.5 Placa Cerâmica

As placas de cerâmica aderem estritamente aos padrões de qualidade estipulados a níveis internacionais. Isso ocorre devido ao fato de que as diretrizes

regulatórias brasileiras associadas às placas cerâmicas, notadamente a ABNT NBR 13816 (1997) e a ABNT NBR 13818 (2020), estão firmemente fundamentadas pelas normas ISO13006 (2018) e ISO10545 (2017). Essas normas, tanto as nacionais quanto as internacionais, estabelecem um conjunto de rigorosos parâmetros e requisitos que garantem a confiabilidade, durabilidade e desempenho das placas cerâmicas.

De acordo com a ABCERAM(2024), a Associação Brasileira de Cerâmica, a definição abrangente de cerâmica engloba todos os materiais inorgânicos e não metálicos, geralmente obtidos após tratamento térmico em altas temperaturas. Esses materiais estão disponíveis no mercado em uma ampla variedade e são frequentemente utilizados para conferir personalidade e estilo aos empreendimentos. No entanto, a aplicação da cerâmica não se limita apenas a motivos estéticos; sua durabilidade é um dos principais fatores que influenciam sua escolha.

Costa e Silva (2010) define as placas cerâmicas como elementos fundamentais para o revestimento de fachadas de prédios, destacando sua composição e função protetora contra intempéries. Ele ressalta a importância de considerar características como absorção de água e resistência à umidade ao utilizar placas cerâmicas em fachadas, enfatizando a necessidade de uma correta aplicação da argamassa colante e do emboço para assegurar a durabilidade e eficácia do revestimento cerâmico.

Um dos grandes precursores das patologias em cerâmicas de fachadas são as pequenas movimentações higroscópicas, que influenciam diretamente nas tensões sobre placas cerâmicas devido à absorção de água de chuvas, lavagens ou umidade do ar. A norma NBR 13755(2017) recomenda que placas cerâmicas para fachadas tenham absorção máxima de 6%, exceto em regiões com temperaturas próximas ao congelamento, onde a absorção máxima deve ser de 3%. Isso se deve ao risco de tensões que podem, com o tempo, deslocar as peças e prejudicar o revestimento através de descolamento ou outras patologias. Portanto, a escolha criteriosa de cerâmicas com base nessas diretrizes é essencial para a durabilidade e desempenho do sistema de revestimento em fachadas.

Procedimentos de teste destinados a avaliar essas características técnicas podem ser valiosos para verificar se a placa cerâmica pode ser um possível ponto de origem de problemas patológicos. Por exemplo, ao constatar que uma determinada placa possui uma alta capacidade de absorção de água, isso pode sugerir que ela tem uma alta porosidade e, conseqüentemente, uma resistência menor. De acordo com a ANFACER (2024), é recomendável a escolha de peças cerâmicas com uma taxa de absorção de água inferior a 6%, a fim de reduzir as variações causadas pela umidade.

2.1.2.6 Rejunte

Conforme observado Fiorito (2005), é interessante notar que a grande maioria dos materiais empregados para o processo de rejuntamento é formulada com base no cimento Portland. No entanto, é relevante destacar que esses materiais têm a capacidade de serem aprimorados mediante a incorporação de outros componentes, com o intuito de conferir-lhes características de desempenho altamente específicas. Essas adições podem abranger uma variedade de propriedades, como maior elasticidade, capacidade de repelir água, resistência a fungos, manutenção da tonalidade branca (no caso de rejunte branco), reforço da resistência mecânica, capacidade de repelir água, ou até mesmo a possibilidade de adquirir diferentes tonalidades para fins estéticos, entre muitos outros atributos que podem ser incorporados ao material de rejunte para atender a necessidades particulares.

Junginger e Medeiros (2003) destacam que “o rejunte deve ser capaz de suportar esforços provenientes da movimentação das placas cerâmicas e da base, proporcionando um alívio para o acúmulo natural de tensões sobre o revestimento cerâmico ao longo da vida útil da edificação”.

A NBR 14992 (2003) classifica as argamassas à base de cimento para rejuntamento em duas classes distintas: Rejuntamento do tipo I e Rejuntamento do tipo II onde basicamente a diferença se dá na limitação de aplicação na área externa, onde o tipo I pode ser usado em ambiente externo limitado por 20m² em pisos e 18m²

em paredes. Já o tipo II não existe essa limitação, sendo esse modelo o mais utilizado no mercado da construção civil.

Já sobre o processo de rejuntamento, este deve ser iniciado no mínimo 3 dias após a colagem das cerâmicas conforme recomenda os fabricantes, também deve ser realizado um ensaio de percussão com material não contundente, a fim de encontrar som cavo, caso isso ocorra a peça deve ser reassentada e só depois de 72 horas rejuntar para minimizar patologias futuras como o deslocamento.

A aplicação deve ser feita com espátula apropriada para o uso, espalhando o rejunte entre as juntas com a espátula fazendo um ângulo aproximado de 45°, com intuito de uma otimização do processo e facilidade de limpeza. Após 15 a 30 minutos, remova com movimento circulares e uma esponja úmida o excesso do rejunte promovendo o acabamento final.

2.1.3 ADESÃO E ADERÊNCIA DE REVESTIMENTOS

Alguns autores definem aderência como sendo a resistência e a extensão de contato entre a argamassa e uma base porosa (CARASEK; CASCUDO; SCARTEZINE, 2001), já a NBR 13528 (2019) define aderência como sendo “a propriedade do revestimento de resistir tensões normais ou tangenciais atuantes na interface do substrato”.

No âmbito da aderência, é fundamental compreender dois conceitos essenciais: a aderência mecânica e a aderência química. A aderência mecânica, também conhecida como adesão física, ocorre quando as argamassas à base de cimento estabelecem uma ligação sólida com o revestimento ao penetrar nos poros dos substratos e das placas cerâmicas, criando pontos de engate e ancoragem, como se fossem micro agulhas. Esse tipo de aderência é eficaz somente quando se trabalha com substratos e placas cerâmicas que possuem alguma porosidade ou rugosidade perceptível.

Conforme as observações realizadas por Moreno Júnior e Selmo (2007), o progresso do mecanismo de fixação passa por duas fases nitidamente delineadas, que se sucedem de maneira intrinsecamente interligada: a fase inaugural de adesão

e a etapa subsequente de fixação em si. A fase inaugural de fixação é desencadeada no instante em que a argamassa, ainda em seu estado inicial, é aplicada sobre a superfície porosa do substrato desejado. Essa sequência de eventos, delineada com clareza por Moreno Júnior e Selmo (2007), evidencia a complexidade do desenvolvimento do mecanismo de aderência, destacando a importância de cada fase nesse processo intrincado.

Por outro lado, a etapa subsequente de fixação adquire gradualmente força ao longo do processo de hidratação dos aglomerantes presentes na argamassa, estabelecendo uma ligação robusta entre as duas superfícies em contato. O estágio inicial de adesão se destaca como o ponto de partida, no qual a argamassa é aplicada de maneira inicial sobre o substrato poroso, enquanto a etapa subsequente de aderência se desenvolve de maneira progressiva, solidificando a união entre as superfícies envolvidas durante a hidratação dos aglomerantes. Este entendimento mais detalhado contribui para uma apreciação mais aprofundada da dinâmica envolvida no estabelecimento eficaz da aderência em estruturas de construção.

Já a adesão química é empregada para unir materiais cujas superfícies são lisas, polidas ou aparentemente sem porosidade. Nessas situações, recorre-se a argamassas à base de cimento que contenham uma maior variedade ou quantidade de aditivos, ou até mesmo opta-se por argamassas à base de resinas. A adesão química se fundamenta na formação de uniões químicas e/ou eletrostáticas entre a argamassa, o substrato e as placas, funcionando de maneira análoga a uma "cola", sem a necessidade de uma penetração profunda no substrato ou na parte posterior das cerâmicas. Para ilustrar de forma mais clara, a seguir, apresentamos um exemplo ilustrativo das ancoragens mecânica e química.

A compreensão profunda desses conceitos de aderência é de extrema relevância e não pode ser subestimada, principalmente porque eles possuem impacto direto na tomada de decisão tanto para a escolha dos materiais quanto para os métodos a serem utilizados em projetos de revestimento. A aderência adequada, sendo ela por ancoragem mecânica ou química, é fundamental para assegurar a durabilidade e a eficiência do sistema de revestimento, principalmente quando se considera uma variedade de situações e condições de superfície. Este conceito é

ilustrado conforme figura 7, que exemplifica os tipos de ancoragem numa visão microscópica das interações da argamassa com a próxima camada.

Figura 7- Imagem esquemática da diferença dos mecanismos de ancoragem



Fonte: USP (2024)

Sendo assim, a aderência mecânica na argamassa colante é um elemento crítico que influencia a qualidade da ligação com a base ou placa cerâmica. Essa aderência depende da extensão de aderência, que se refere à relação entre a área efetiva de contato e a área total disponível para a ligação. Para obter uma extensão de aderência adequada, é essencial garantir a uniformidade no contato entre a argamassa e a superfície.

A correta molhagem e limpeza da superfície da base e/ou do tardo da placa cerâmica pode ajudar a alcançar a amplitude máxima de aderência da argamassa ao local aplicado. Essas práticas preparam a área de contato, assegurando que não haja obstáculos que possam comprometer a aderência.

Entretanto, nos canteiros de obras, nem sempre essas condições ideais são rigorosamente observadas. Com frequência, a negligência em detalhes críticos resulta em falhas na aderência, como ilustrado na Figura 8. Essas falhas podem ter sérias consequências, causando danos precoces ao sistema de revestimento e encurtando sua vida útil.

Para evitar esses problemas, é essencial adotar práticas de verificação minuciosa do cobrimento da argamassa colante após a aplicação, como demonstrado na Figura 9. Na figura 9 é evidenciado um processo de checagem se a argamassa

está distribuída de maneira uniforme e mantém um contato adequado com a base e o revestimento cerâmico. Ao fazê-lo, é possível minimizar os riscos de descolamento e garantir a durabilidade do sistema de revestimento ao longo do tempo.

Dessa forma, a aderência da argamassa colante é resultado de uma combinação complexa de fatores químicos e mecânicos que demandam atenção cuidadosa e aplicação de técnicas apropriadas para alcançar um resultado de alta qualidade na construção civil.

Figura 8 - Falha de colagem em placas cerâmicas aderidas com argamassa colante



Fonte: autor (2024).

Figura 9 - Verificação em canteiro de obra da colagem efetiva da placa cerâmica



Fonte: autor (2024)

2.1.3.1 Avaliação da resistência de aderência à tração

No Brasil, a determinação da resistência de aderência à tração (RAT) em argamassas inorgânicas utilizadas em paredes e tetos segue o método padronizado pela NBR 13528 (2019). Para a avaliação da aderência de placas cerâmicas fixadas com argamassa colante, o processo normatizado encontra-se na NBR 14081-4 (2012). Esse método é fundamental, pois é através deste que as construtoras atestem a eficácia do *retrofit* de fachadas, realizando testes de tração que abrangem todo o sistema de revestimento da fachada.

Quanto às placas cerâmicas, a resistência à tração é um parâmetro que indica quão eficaz é a fixação da argamassa tanto na parte traseira da placa quanto no substrato. O descolamento de placas cerâmicas, tanto em ambientes externos quanto internos, resulta frequentemente em insatisfação por parte dos usuários e gera uma sensação de insegurança em relação ao ambiente, além do fato de reparos e custos com o processo de *retrofit*.

Conforme observado por Mansur (2007), os descolamentos de revestimentos cerâmicos podem ser classificados em duas categorias principais: ruptura adesiva, que ocorre nas interfaces entre as camadas (cerâmica/argamassa colante, argamassa colante/emboco, emboco/chapisco, chapisco e substrato); e ruptura coesiva, que ocorre no interior de qualquer uma das camadas que compõem o revestimento.

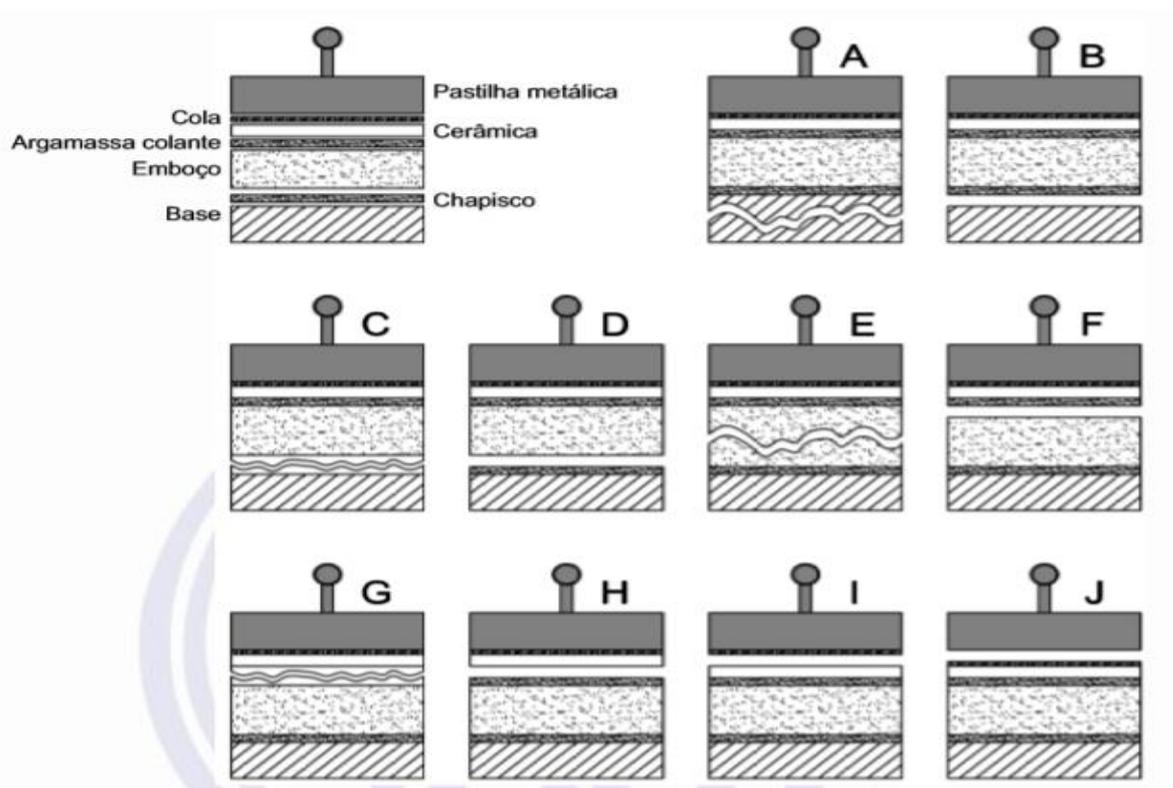
A Figura 10 apresenta uma ilustração dos diferentes tipos de ruptura que podem ocorrer durante o ensaio de resistência de aderência à tração direta. Essa análise desempenha um papel fundamental na garantia da qualidade e durabilidade dos sistemas de revestimento cerâmico utilizados na construção civil.

A ruptura no ensaio de resistência de aderência à tração direta (RATD) pode ocorrer aleatoriamente entre quaisquer das interfaces ou no interior de uma das camadas que constituem o revestimento. Assim, as formas de ruptura relacionadas a seguir devem ser declaradas junto com o valor da resistência de aderência do sistema:

- a) ruptura no interior da base;
- b) ruptura na interface chapisco/base;
- c) ruptura do chapisco;

- d) ruptura na interface chapisco/emboço;
- e) ruptura no interior do emboço;
- f) ruptura na interface argamassa colante/emboço;
- g) ruptura no interior da argamassa colante;
- h) ruptura na interface argamassa colante/placa cerâmica;
- i) ruptura na interface cola/placa cerâmica;
- j) ruptura na interface cola/pastilha metálica.

Figura 10 - Tipos de ruptura no ensaio de RATD



Fonte: NBR 13755 (ABNT, 2017).

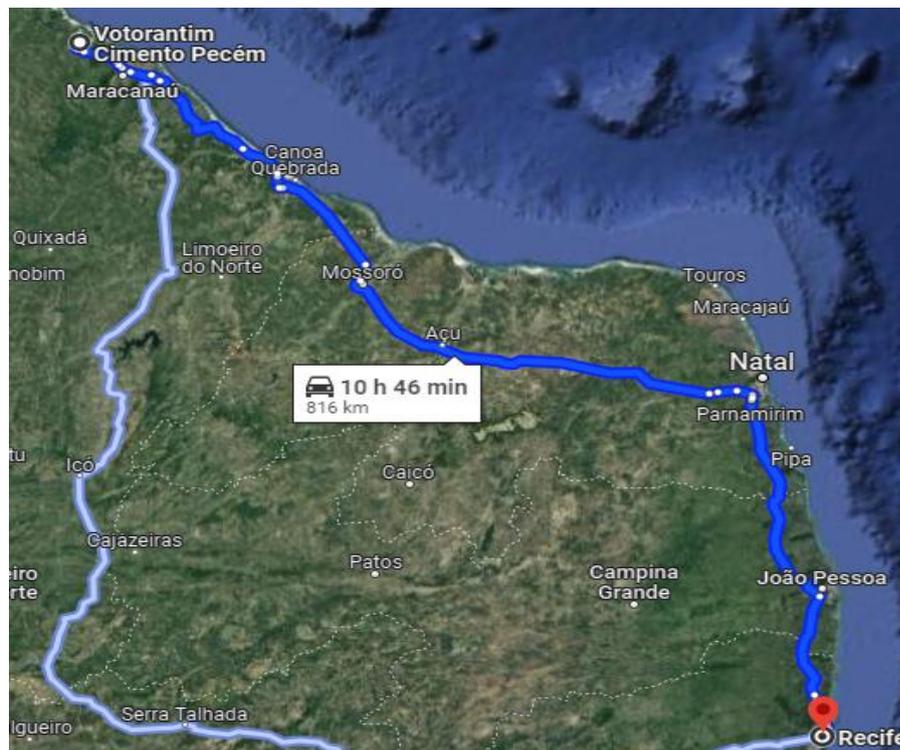
3 MATERIAIS E MÉTODO

Neste capítulo, detalham-se os materiais utilizados na criação dos painéis de teste e o processo de construção do sistema de revestimento. O estudo foi dividido em três fases: inicialmente, abordam-se os materiais necessários para a realização completa do estudo; em seguida, apresenta-se a montagem do sistema de revestimento de argamassa, explicando a execução das placas ensaiadas; e, por fim, descrevem-se os ensaios a serem realizados para a obtenção dos resultados.

3.1 MATERIAIS UTILIZADOS

As argamassas colantes, um dos materiais empregados para a realização do estudo presente, são da empresa Votorantim cimentos, provenientes da fábrica de Pecém/CE, que está localizada a aproximadamente 816 quilômetros da capital do estado que é Pernambuco, Recife, conforme ilustrado na figura 11. Para os ensaios de rompimento, foram utilizados materiais fornecidos pela empresa Tecomat.

Figura 11– Distância da fábrica dos matérias utilizados até a obra



Fonte: Google Earth (2024)

3.1.1 CERÂMICA

Para o uso da nova cerâmica em detrimento da que foi retirada para troca, foi utilizado a cerâmica da marca Elizabeth na cor cristal branco, conforme exposto na figura 12, a qual possui dimensões de 10cm x 10cm cada peça e o conjunto todo 31,3cm x 31,3cm, com espessura de 6,8mm e grupo de absorção B11a (3 a 6%), tendo o acabamento superficial esmaltado e modelo comercialmente conhecido como semi grés.

Conforme Araújo (2016) O revestimento cerâmico desta categoria, é composto por três camadas intrínsecas, sendo elas necessariamente: o biscoito (massa), o engobe (com função impermeabilizante e que garante a aderência da terceira camada) e o esmalte (camada que também trabalha com a impermeabilização da peça e decora a face que será exposta da placa cerâmica).

Figura 12 - Cerâmica semi-grés para fachada



Fonte: Autor (2024)

3.1.2 ÁGUA PARA MISTURA

Foi usado para mistura das argamassas, conforme figura 13, água proveniente da empresa que abastece a rede pública do Recife, sem nenhum tipo de tratamento. A ficha técnica do produto indica apenas o uso de água limpa.

Figura 13 - Uso de garrafa pet para mensurar quantidade de água



Fonte: autor (2024)

3.1.3 RECIPIENTE DE MISTURA

Durante a preparação das argamassas, destinadas à regularização do emboço, e também ao assentamento cerâmico, foi deliberadamente escolhida a estratégia de utilizar um único recipiente para ambas as aplicações. Ressalta-se que o recipiente em questão, previamente selecionado para esta etapa, não apresentava boas condições, caracterizando-se pela presença de sujeira e contaminação significativa oriunda de misturas e aplicações antecedentes. Este aspecto, é de extrema relevância, tendo em vista que a integridade e a limpeza dos materiais empregados são cruciais para garantir a adesão eficaz e a durabilidade dos revestimentos. A opção por prosseguir com a utilização desse recipiente, apesar das claras evidências de contaminação, conforme ilustrada na figura 14, deu-se para replicar o processo real recorrente em obras.

Figura 14 - Recipiente de mistura das argamassas



Fonte: Autor (2024)

3.1.4 ARGAMASSA DE REGULARIZAÇÃO DE EMBOÇO

Na fase de regularização do emboço, selecionaram-se as argamassas ACI, ACII e ACIII para serem aplicadas, dada a sua adequação para atuar como a camada mais externa e estrutural do emboço. Destaca-se que, após a remoção das cerâmicas previamente instaladas, essas argamassas específicas são empregadas para nivelar e preparar a superfície, cobrindo os resquícios e resíduos do emboço anterior. Tal resíduo inclui, de forma significativa, a argamassa colante antiga, que é um vestígio da primeira aplicação cerâmica na fachada. Esta etapa crítica garante a adequada preparação da base para futuros revestimentos, promovendo uma aderência eficaz e duradoura, conforme meticulosamente documentado nas figuras 15 e 16. A abordagem adotada enfatiza a necessidade de um substrato bem preparado, seguindo rigorosamente as práticas recomendadas e as normativas técnicas para a aplicação de revestimentos cerâmicos, visando assegurar a qualidade e a estabilidade dos acabamentos.16.

Figura 15 - Emboço com resquícios de argamassa velha



Fonte: Autor (2024)

Figura 16 - Regularização do emboço sob argamassa velha



Fonte: Autor (2024)

3.2 MONTAGEM E TESTE DO SISTEMA DE REVESTIMENTO

O estudo contemplou um sistema de revestimento único o qual é submetido a três processos diferentes de regularização de fachada com intuito de identificar as características de resistência de cada um dos processos conforme indicado na tabela 1

Tabela 1 – Descrição dos painéis

Painel	Argamassa da camada de regularização	Argamassa de assentamento
Painel protótipo para teste de aderência 1	Argamassa colante ACI	Argamassa colante ACIII
Painel protótipo para teste de aderência 2	Argamassa colante ACII	Argamassa colante ACIII
Painel protótipo para teste de aderência 3	Argamassa colante ACIII	Argamassa colante ACIII

Fonte: Autor (2024)

3.2.1 MISTURA DA ARGAMASSA PARA REGULARIZAÇÃO

Conforme elucidado por Barros e Sabbatini (2001), a preparação da argamassa colante requer o uso de um caixote apropriado, considerando aspectos ergonômicos para otimizar a produtividade do trabalhador. Especificamente para a aplicação em fachadas de edifícios, e alinhado às diretrizes da norma técnica NBR 13755 (2017), a mistura idealmente deve ocorrer por meio de um misturador mecânico operando em baixa rotação. Contudo, observa-se que, visando a redução de custos operacionais, muitas empresas optam pela mistura manual realizada em masseiras, frequentemente sem a devida supervisão técnica do processo, tal como demonstrado na figura 17. Adicionalmente, a ausência de um dosador de água adequado, como um balde graduado, complica a obtenção da precisão necessária na dosagem de água para a mistura, um problema claramente exposto na figura 18. Esta prática pode comprometer a homogeneidade e a eficácia da argamassa, enfatizando a importância de seguir rigorosamente as recomendações técnicas e ergonômicas para assegurar a qualidade e a eficiência dos trabalhos de revestimento em construções.

Figura 17 – Caixa de mistura da argamassa colante



Fonte: autor (2024)

Figura 18 – Coleta de água para mistura da argamassa



Fonte: autor (2024)

3.2.2 EXECUÇÃO DA CAMADA REGULARIZADORA

No âmbito do *retrofit*, as camadas de regularização desempenham um papel crucial na revitalização da fachada. Essas camadas são aplicadas sobre a superfície existente do antigo reboco, após a remoção das cerâmicas da fachada anterior. A sua função primordial é criar uma base apropriada para a instalação de um novo revestimento cerâmico, cobrir as imperfeições e regularizar a base utilizando argamassa colante. É importante destacar que cada painel da fachada foi submetido a um processo de regularização único, utilizando os diferentes tipos de argamassa, ACI, ACII e ACIII.

Antes da aplicação da camada de regularização, foi realizada uma limpeza da superfície existente. Esse procedimento é fundamental para melhorar a aderência da argamassa e garantir a trabalhabilidade do material. No entanto conforme já abordado, a sujeira de argamassas velhas da fachada continuou presente pois fazem parte do novo reboco ao qual a argamassa de regularização é aplicada sobre conforme figura 19.

Ao concluir a aplicação da camada de regularização no emboço, a superfície apresenta as condições de planeza necessárias para receber o novo revestimento com argamassa colante. Sendo esta etapa crucial para garantir que o novo sistema de revestimento seja aplicado de forma uniforme em sua totalidade.

Figura 19 – Regularização da fachada com argamassa colante



Fonte: autor (2024)

3.2.3 ASSENTAMENTO DO REVESTIMENTO CERÂMICO 10cmx10cm

Para o assentamento adequado do revestimento, iniciou-se com uma minuciosa limpeza do emboço, eliminando pó, barro, fuligem, substâncias gordurosas e qualquer outro tipo de impureza aderida à superfície do novo reboco. Essa etapa é crucial para preparar adequadamente a base, que foi posteriormente pré-umedecida através de uma cuidadosa aspersão de água, visando otimizar a adesão da argamassa colante.

Consoante às diretrizes da norma NBR 13755 (2017), já mencionada, a instalação das cerâmicas procedeu somente após um período de 14 dias dedicados à cura da camada regularizadora, um intervalo estrategicamente recomendado para a aplicação de cerâmica sobre reboco, conforme estabelecido pela ABNT em 2017.

Ademais, de acordo com a norma NBR 13755 (2017), para o correto assentamento de placas cerâmicas ou pastilhas, é fundamental o emprego de argamassa tipo AC III como o padrão mínimo exigido. Qualquer variação que contemple a utilização de argamassa tipo AC II deve ser explicitamente detalhada no projeto técnico. No entanto, sua aplicação é restrita a edificações com altura máxima de 15 metros, medida do solo ao ponto mais elevado da estrutura.

Esta orientação sublinha a vital importância de adotar argamassa colante tipo AC III para assegurar tanto a aderência quanto a longevidade necessária aos sistemas de revestimento cerâmico. Qualquer alteração a esta especificação requer justificativa detalhada e ajustes no planejamento, priorizando invariavelmente a segurança e a qualidade do projeto.

Segundo a ficha técnica da argamassa utilizada para o trabalho, é imperativo que a temperatura durante a aplicação se mantenha entre 4°C e 32°C, como rigorosamente indicado pela VOTOMASSA para o ano de 2024. No entanto, verificações realizadas no local da obra, especificamente no dia designado para o assentamento, revelaram que as condições térmicas superaram esse limite máximo estipulado. Este excesso de temperatura, adequadamente documentado na figura 20, representa um desafio direto às condições ideais estabelecidas para a correta aplicação do material, potencialmente afetando sua performance e aderência de maneira significativa.

Figura 20 – Aferição de temperatura para aplicação da argamassa ACIII



Fonte – Autor (2024)

Com o propósito de atingir a temperatura recomendada na ficha técnica do fabricante para a aplicação eficaz da argamassa colante ACIII, foram implementadas etapas específicas. Inicialmente, ocorreu o umedecimento da superfície base, criando as condições ideais para receber o revestimento cerâmico.

É fundamental ressaltar que a monitoração cuidadosa da temperatura, como um componente crítico do processo de aplicação da argamassa, é considerada uma norma operacional nos protocolos das equipes especializadas em fachadas. Esta prática sublinha o valor atribuído à conformidade com as condições preconizadas pelo fabricante, refletindo-se diretamente na eficiência e elevação da qualidade dos trabalhos executados. Portanto, conforme demonstrado na figura 21, a técnica de aspersão de água antes da aplicação visa precisamente à moderação da temperatura da superfície, ajustando-a aos padrões recomendados, o que é vital para garantir a aderência e o acabamento ideal do revestimento.

Figura 21 – Aferição de temperatura para aplicar argamassa ACIII após aspensão de água



Fonte – Autor (2024)

Na aplicação da argamassa colante ACIII, foi feito conforme recomendado pelo fabricante. Após o processo de umedecimento, usando o lado liso da desempenadeira, foi aplicado a argamassa no substrato, pressionando-a contra a superfície, logo em seguida foi usado o lado dentado da desempenadeira para criar os cordões de argamassa, conforme exposto na figura 22 e 23.

Figura 22 – Abertura do pano com lado liso da desempenadeira



Fonte: Autor (2024)

Figura 23 – Criação dos cordões de argamassa colante para assentamento.



.Fonte: Autor (2024)

Logo após o procedimento de umedecimento da base e a aplicação cuidadosa da argamassa colante ACIII, foi realizado o passo conhecido como "esmagamento dos cordões" exposto na figura 24. Esse processo fundamental envolve uma abordagem meticulosa, onde as placas cerâmicas são posicionadas a aproximadamente 1 centímetro de sua posição final desejada.

Nesse estágio, um delicado movimento de vai e vem com as mãos é empregado para pressionar as placas cerâmicas contra a argamassa. O objetivo primordial é o esmagamento controlado dos cordões de argamassa que estão entre a base e as placas cerâmicas. Esse procedimento visa eliminar quaisquer vazios ou espaços que possam estar presentes no verso das peças cerâmicas.

Ao esmagar os cordões de argamassa de forma cuidadosa e precisa, busca-se preencher de maneira completa e uniforme todo o tarso das cerâmicas. Isso não apenas melhora a aderência, mas também contribui para a estabilidade e a durabilidade do sistema de revestimento da fachada.

Esse passo adicional, frequentemente realizado pelas equipes de fachada, exemplifica o compromisso com a qualidade e a integridade do projeto, assegurando que o revestimento cerâmico esteja firmemente ancorado, evitando problemas futuros e proporcionando uma maior segurança no processo.

Figura 24 – Esmagamento dos cordões de argamassa colante.



.Fonte: autor (2024)

É relevante salientar que, no preparo e aplicação da argamassa colante, adotaram-se procedimentos idênticos aos utilizados por construtoras especializadas em restauração de fachadas, visando garantir a obtenção de um resultado que reflita fielmente as condições reais de obra. Dentre estas práticas, destaca-se a decisão de não empregar misturador mecânico, uma escolha divergente do que é sugerido pela norma NBR 13755 (2017) para a mistura da argamassa ACIII.

Além disso, procedeu-se à fixação das placas cerâmicas sem realizar a limpeza prévia do tardo, um detalhe documentado nas figuras 25 e 26, e também optou-se por ignorar o período recomendado de descanso/maturação da argamassa, que é de aproximadamente 10 a 15 minutos segundo as orientações do fabricante. Portanto, no contexto do estudo em questão, imediatamente após a mistura, a argamassa foi transportada e aplicada diretamente no substrato, um processo detalhadamente ilustrado na figura 27, evidenciando as práticas específicas adotadas e sua influência direta na fidelidade e na qualidade dos resultados alcançados na recuperação de fachadas.

Figura 25 – Tardoz da placa cerâmica



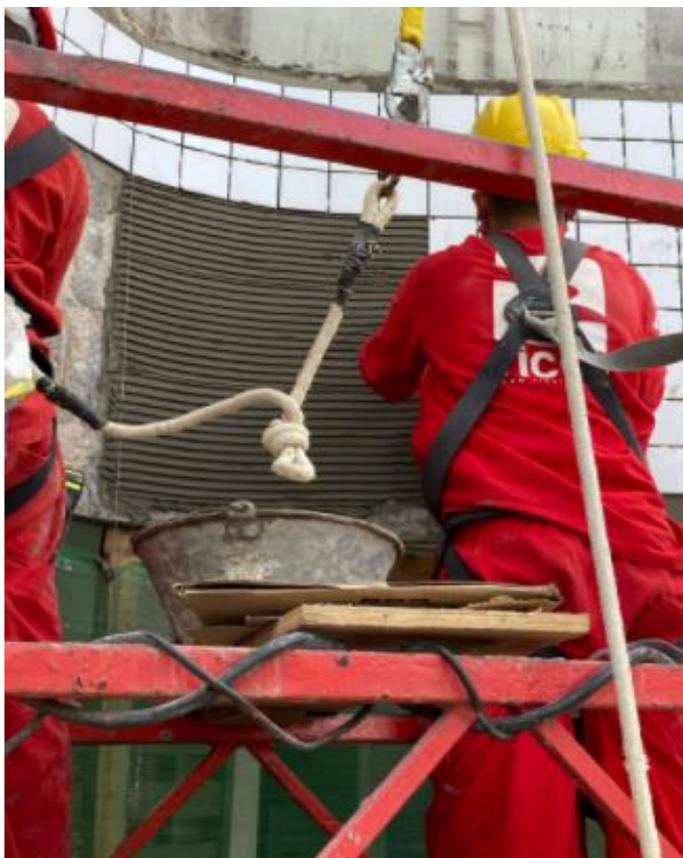
.Fonte: autor (2024)

Figura 26 – Pilha de cerâmicas 10cmx10cm sem tratamento de limpeza



.Fonte: autor (2024)

Figura 27 – Assentamento cerâmico em fachada com argamassa ACIII



.Fonte: autor (2024)

3.2.4 APLICAÇÃO DO TESTE DE RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO EM PAREDES APÓS O PROCESSO DE RETROFIT.

Foi aplicado no respectivo edifício três testes de resistência de aderência. Todos os rompimentos foram realizados no mesmo dia.

Os ensaios foram realizados não pelo fabricante e sim pela empresa da região que mais efetua testes em revestimento fachada e mais conhecida no mercado, a fim de ter um resultado de excelência e livre de interferência de má condução do processo.

O objetivo do ensaio de resistência a tração, conforme a própria empresa informa em seu relatório, é a determinação da resistência de aderência à tração de revestimentos cerâmicos assentados com argamassa colante e também caso aplicado sobre substratos inorgânicos não metálicos (TECOMAT, 2021)

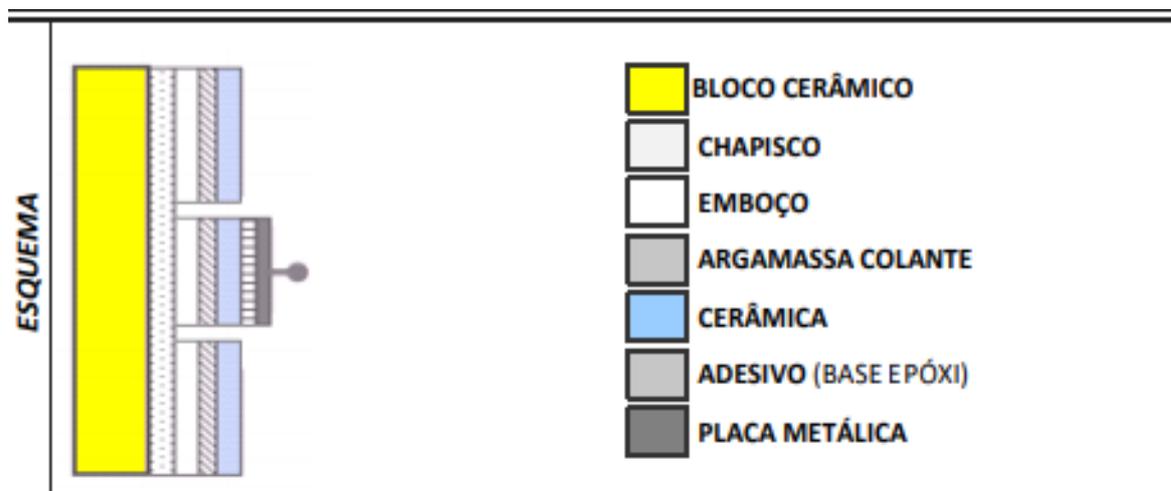
Ensaio realizado com Transdutor de força da marca Alfa Instrumentos, modelo Z2T, faixa nominal de 2000 kgf; e instrumentação eletrônica associada digital marca Alfa Instrumentos, modelo 3105C, faixa nominal de cinco dígitos e 1 ponto. (TECOMAT, 2021)

Para a realização do teste foram utilizadas pastilhas metálicas, fixadas com cola tipo Epóxi um dia antes do acontecimento dos ensaios. Os cortes foram efetivados com serra maquina marca Bosch, modelo GDC-14 com disco diamantado de 100 mm. (TECOMAT, 2021)

Os testes foram realizados conforme normas técnicas exigidas pela ABNT (discutidas em seção anterior) e viabilizadas a partir das seguintes formas de rutura, conforme ilustrado na figura 28:

1. substrato;
2. substrato/chapisco;
3. chapisco;
4. chapisco/argamassa de revestimento(emboço);
5. argamassa de revestimento;
6. argamassa de revestimento/cola;
7. cola/pastilha

Figura 28 – Esquema de teste de aderência



Fonte: TECOMAT (2021)

3.3 METODOLOGIA DO ESTUDO

Com foco de solidificar a abordagem do estudo, e com o propósito de cumprir os objetivos delineados neste presente trabalho são apresentadas as características fundamentais da pesquisa, incluindo a natureza do estudo e as estratégias adotadas para a coleta e análise dos dados. A estruturação deste segmento da pesquisa é embasada em fundamentos obtidos da literatura especializada, garantindo assim a relevância e a eficácia dos métodos empregados.

3.3.1 METODOLOGIA DA PESQUISA

Conforme descrito por Prodanov e Freitas (2013), a metodologia desempenha um papel crucial na construção do conhecimento, servindo como alicerce por meio da aplicação de procedimentos e técnicas. O seu propósito é compreender e avaliar a multiplicidade de métodos disponíveis para conduzir uma pesquisa acadêmica. Além disso, ela não apenas viabiliza a coleta e o processamento de informações, mas também busca a resolução de questões intrínsecas ao objeto de estudo.

Com base nas considerações de Figueiredo e Souza (2011), é fundamental reconhecer que o método ou metodologia científica não se restringe apenas a um conjunto de regras predefinidas, mas se revela como uma jornada intrincada, que se estende desde o ponto de partida até a conclusão do estudo. Tal jornada é composta por uma série de etapas interconectadas que, de maneira sinérgica e colaborativa, direcionam os pesquisadores a alcançarem resultados de relevância substancial.

Para Oliveira e Barbosa (2006) A Metodologia Científica aborda a interseção entre método e ciência, dessa forma é a aplicação do método, por intermédio de processos e técnicas, que garante a legitimidade do saber obtido.

Nesta seção, será apresentada a definição de pesquisa científica, juntamente com a abordagem metodológica adotada, a classificação quanto à natureza da pesquisa, os objetivos delineados e o programa experimental para o desenvolvimento dos testes. Isso será detalhado por meio de combinações estratégicas, execução de etapas meticulosamente planejadas e condução de ensaios cuidadosamente

elaborados, todos eles voltados para a obtenção de resultados relevantes e confiáveis..

3.3.2 PESQUISA CIENTÍFICA

A estrutura de qualquer estudo científico pode seguir um padrão comum. Apesar de abordarem temáticas diversas e terem propósitos distintos, esses trabalhos podem compartilhar formalmente uma sequência similar. A elaboração de um estudo científico pode ser expressa da seguinte maneira: antecipar a informação a ser transmitida, transmitir o que foi inicialmente proposto e declarar a informação transmitida. Esta sequência engloba a introdução, o desenvolvimento e a conclusão do trabalho.

Assim sendo, para Oliveira e Barbosa (2006) a pesquisa científica se desenrola por meio da aplicação de conhecimentos existentes, métodos, técnicas e outros procedimentos científicos. Essa jornada abrange desde a formulação apropriada do problema até a apresentação satisfatória dos resultados.

3.3.2.1 Classificação quanto aos objetivos

Quanto ao objetivo, as pesquisas científicas podem ser classificadas em três modalidades: exploratória, descritiva e explicativa.

As pesquisas exploratórias são altamente maleáveis, conferindo importância a todos os aspectos do fenômeno investigado. Geralmente, envolvem revisão bibliográfica, análise documental e verificação de dados. Para Oliveira e Barbosa (2006) a pesquisa exploratória é aquela que visa fornecer critérios sobre a situação-problema enfrentada pelo pesquisador e promover a compreensão da mesma.

Malhotra (2001) sugere a utilização da pesquisa exploratória quando se busca determinar um problema com maior precisão, com o objetivo de ordenar critérios e aprimorar a compreensão. As certificações são obtidas experimentalmente, e os resultados desse processo são seguidos por pesquisas exploratórias ou conclusivas.

Dentro desse contexto, o presente trabalho será desenvolvido de maneira a responder aos objetivos por meio de uma pesquisa exploratória, visando adquirir um entendimento mais profundo e obter resultados significativos para as diferentes

argamassas aplicadas no estudo. Para tanto, realizou-se uma investigação em campo, em colaboração com profissionais da construção civil.

3.3.2.2 Classificação quanto a natureza da pesquisa

No que diz respeito à natureza, as pesquisas científicas podem ser agrupadas em três categorias: qualitativa, quantitativa e quanti-quali. Para Oliveira e Barbosa (2006) A pesquisa qualitativa busca compreender os significados dos eventos sem depender de dados estatísticos. Na pesquisa quantitativa, a abordagem positivista é a base, associada à investigação objetiva centrada em variáveis mensuráveis e proposições prováveis. A pesquisa quanti-quali, como sugere o próprio nome, combina essas modalidades, incorporando a visão positivista em parte do trabalho e a visão fenomenológica em outra, aproveitando o melhor de ambas.

Nesse contexto, reforçamos que este estudo adota uma abordagem quantitativa, visto que os procedimentos estatísticos fornecem um suporte robusto às conclusões, sobretudo através da experimentação e observação.

3.3.2.3 Pesquisa científica quanto a coleta e análise de dados

Prodanov e Freitas (2013) indicam que os métodos de procedimento consistem em técnicas específicas que um pesquisador segue dentro de uma determinada área de conhecimento. Essas técnicas orientam os passos necessários tanto para a coleta de dados quanto para a análise do estudo.

A coleta de dados ocorre após a escolha e delimitação do assunto, a revisão bibliográfica, a definição dos objetivos, a formulação do problema e das hipóteses. Nessa fase podem ser empregadas diferentes técnicas, sendo mais a observação do fenômeno em questão.

Portanto, foi elaborado um programa experimental, que consiste na exploração e replicação de casos reais vivenciados em obra que fazem o processo de *retrofit* a fim de verificar quais dos três tipos de processos utilizados pelas construtoras é o mais eficiente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esse capítulo apresenta os resultados obtidos nos experimentos realizados no edifício de estudo e as suas discussões mais importantes.

4.1 ASPECTOS GERAIS DO PAINEL TESTE

De acordo com a NBR 13755(2017), que rege o processo de execução de painéis teste de aderência a tração, informa que o sistema de revestimento possui inúmeras variáveis e sua ação combinada pode levar a resultados indesejados. Dessa forma, recomenda-se a execução de painéis teste do sistema de revestimento que, após ensaiados à tração, permitam selecionar a solução de melhor desempenho do conjunto formado.

Cada pano ou painel teste de estudo deve conter de acordo com a NBR 13755 (2017) de dimensões no mínimo 2m². E nesse pano estudado será analisado um total de doze corpos de prova dos quais, caso rompimento se faça no emboço, para aprovação do pano teste, 2/3 dos corpos de prova devem apresentar resultados iguais ou superiores ao estabelecido no Quadro 1. Também é possível observar na figura 29, que os 3 painéis possuem mesmas dimensões e estão feitos na mesma fachada, visando um cenário igualitário para os 3 painéis, para que sofressem as mesmas variáveis de influência externa.

Quadro 1 - Limites de resistência de aderência à tração (Ra) para emboço.

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
PISO (INTERNO/EXTERNO)		CERÂMICA	≥ 0,30

Fonte: NBR 13749 (2013) e NBR 13753 (1996)

Sendo esses valores presentes na Quadro 1, adotados, sob a ótica deste ensaio, para validação de paredes, tetos e pisos.

Figura 29 – Esquema de teste de aderência

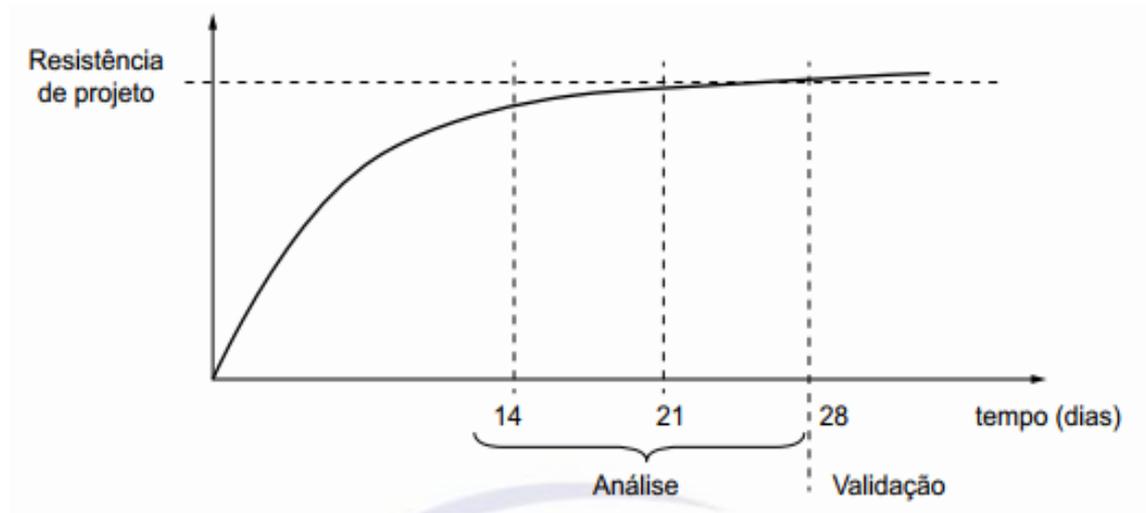


.Fonte: Autor (2024)

4.2 VALIDAÇÃO

Conforme NBR 13755 (2017), o processo de validação do painel teste é conduzido por meio de ensaios de resistência de aderência à tração, os quais devem ser realizados após um período de maturação não inferior a 28 dias. Este intervalo de tempo é determinante para atingir a fase em que a variação da resistência do cimento, considerado o principal componente para a resistência da argamassa, é minimizada, conforme ilustrado pela figura 30. Destarte, tais ensaios desempenham um papel de suma importância na detecção de possíveis incompatibilidades entre os materiais utilizados nos diferentes painéis testados. Ademais, permitem realizar uma análise comparativa do desempenho de cada um dos painéis, possibilitando identificar qual deles apresenta a solução de melhor desempenho. Esse processo contribui de maneira significativa para o avanço do conhecimento na área da construção civil, fornecendo subsídios importantes para o desenvolvimento de técnicas e materiais mais eficientes e adequados às demandas do setor.

Figura 30 - Exemplos de análise de resistência x tempo(dias)



Fonte: NBR 13755(2017)

Desta forma, quando somado a idade de cura do reboco (argamassa de regularização) de 14 dias mais a idade de teste das argamassas colantes (28 dias), a idade do conjunto estudado fica no mínimo 42 dias após aplicação da camada de emboço, sendo assim o prazo mínimo respeitado para rompimento e análise dos painéis.

No que diz respeito ao teste para o assentamento cerâmico, os parâmetros são os do quadro 2, o que evidencia que os dois ensaios conversam entre si, exigindo tanto para o reboco quanto para análise da argamassa colante os mesmos parâmetros ao se tratar de paredes de fachadas.

Quadro 2 – limites de resistência de aderência à tração (R_a) para emboço.

ENSAIO	AMOSTRAGEM MÍNIMA	RESULTADO DO ENSAIO (MPa)	COMENTÁRIOS
RESISTÊNCIA SUPERFICIAL	12 CP A CADA 2.000 m ²	PELO MENOS OITO CP $\geq 0,5$	APROVADO
		$0,3 \leq$ OITO CP $< 0,5$	CONSULTAR RESPONSÁVEL PELO PROJETO
		MENOS DE OITO CP $\geq 0,3$	REPROVADO
ADERÊNCIA DAS PLACAS AO EMBOÇO	12 CP A CADA 2.000 m ²	PELO MENOS OITO CP $\geq 0,5$	APROVADO
		$0,3 \leq$ OITO CP $< 0,5$	CONSULTAR RESPONSÁVEL PELO PROJETO
		MENOS DE OITO CP $\geq 0,3$	REPROVADO

Fonte: NBR 13755(2017)

4.3 PAINÉIS TESTE

4.3.1 PAINEL TESTE 1

Os painéis, conforme já discutido, estão dispostos para ilustração de acordo com a tabela 2.

Tabela 2– Configuração

Painel	Argamassa da camada de regularização	Argamassa de assentamento
Painel protótipo para teste de aderência 1	Argamassa colante ACI	Argamassa colante ACIII
Painel protótipo para teste de aderência 2	Argamassa colante ACII	Argamassa colante ACIII
Painel protótipo para teste de aderência 3	Argamassa colante ACIII	Argamassa colante ACIII

Fonte: Autor (2024)

O quadro 3 apresenta os resultados de resistência de aderência à tração sob regime de cura normal aos 28 obtidos para a argamassa AC I na regularização do emboço e ACIII na aplicação do assentamento cerâmico. As rupturas desse ensaio aconteceram principalmente na interface argamassa colante e um pouco no emboço.

O painel 1 atingiu uma média de 0,45 Mpa, onde 100% os pontos ficaram acima de 0,3 e aproximadamente 17% ficaram igual ou acima de 0,5Mpa.

No entanto, com intuito de tirar um resultado mais preciso sobre a interação da argamassa colante como regularizadora do emboço, servindo assim de novo emboço e sua interação com a ACIII que foi usada no assentamento cerâmico da fachada, foram descartados os corpos de prova que possuem rompimento maior que 50% no emboço, pois, um alto percentual de rompimento em camadas que estejam entre a base e antes da argamassa colante, indica que se trata de uma região fragilizada do

emboço, evitando assim que a argamassa colante seja testada.

Sendo assim, são excluídos os corpos de prova 004 e 008, gerando uma nova média, um novo desvio padrão e um novo coeficiente de variação, conforme tabela 3.

Quadro 3 – Resultado do ensaio a tração do painel 1

RESULTADO DO ENSAIO														
Nº DO CORPO DE PROVA	LOCAL DA BASE - (%)		TENSÃO Ra (MPa)	PROF. DE RUPTUR (mm)	FORMA DE RUPTURA - (%)								LOCALIZAÇÃO	
	BLOCO	JUNTA			Sub	Sub/Chap	Chap	Chap/Emb.	Sub/Emb	Emb	Emb/Arg/Co	Arg Col		Arg Col/Cer
001	-	-	> 0,47	-					10		90			PANO AMOSTRAL 1º PAVIMENTO.
002	-	-	> 0,46	-					35		65			
003	-	-	> 0,46	-							100			
004	-	-	> 0,50	-					70		30			
005	-	-	> 0,48	-							100			
006	-	-	> 0,46	-							100			
007	-	-	> 0,43	-					5		95			
008	-	-	> 0,50	-					75		25			
009	-	-	> 0,36	-							100			
010	-	-	> 0,49	-							100			
011	-	-	> 0,39	-							100			
012	-	-	> 0,41	-							100			
MÉDIA	-	-	0,45	-										UMIDADE MÉDIA (%) -
DP ^[1] (MPa)			0,04									ESPESSURA MÉDIA DO REVESTIMENTO - (mm) -		
CV ^[1] (%)			10%											

TÉRMINO DO SISTEMA DE REVESTIMENTO - SITUAÇÃO I.

NOTAS REFERENTE AO ENSAIO:

[1] Adotar o código DP para Desvio Padrão e CV para Coeficiente de Variação.
As informações do ensaio foram fornecidas pelo cliente, bem como a amostragem e distribuição dos pontos ensaiados.

Fonte: Autor (2024)

Após a retirada dos corpos de prova que não se faziam validos para o estudo deste trabalho, a média e o desvio não alteram de forma significativa e o coeficiente de variação se aproxima do zero, conforme exposto pela tabela de análise 3, referente as rupturas do painel 1.

Tabela 3– Amostragem com corpo de prova validos do painel 1

CP	Ra (MPa)
1	0,47
2	0,46
3	0,46
5	0,48
6	0,46
7	0,43
9	0,36
10	0,49
11	0,39
12	0,41
Média	0,44
Desvio	0,04
CV	0,2%

Fonte: Autor (2024)

4.3.2 PAINEL TESTE 2

O quadro 4 exibe os resultados da aderência à tração após o período de 28 dias após a aplicação da cerâmica de fachada. Esses resultados são referentes à argamassa ACII utilizada na regularização do emboço e à argamassa ACIII empregada no assentamento cerâmico. Durante o ensaio, as rupturas ocorreram tanto no emboço quanto na argamassa colante. A clareza desses dados são fundamentais para avaliar a eficácia do painel teste em estudo.

O painel 2 atingiu uma média de 0,55 Mpa, onde 83% dos pontos ficaram acima de 0,3Mpa e aproximadamente 42% ficaram acima de 0,5.

Quadro 4 – Resultado do ensaio a tração do painel 2

RESULTADO DO ENSAIO															
Nº DO CORPO DE PROVA	LOCAL DA BASE - (%)		TENSÃO <i>Ra</i> (MPa)	PROF. DE RUPTUR (mm)	FORMA DE RUPTURA - (%)										LOCALIZAÇÃO
	BLOCO	JUNTA			Sub	Sub/Chap	Chap	Chap/Emb.	Sub/Emb	Emb	Emb/Arg/Col	Arg Col	Arg Col/Cer	Vazios	
001	-	-	> 0,77	-						5	85	10			PANO AMOSTRAL 1º PAVIMENTO.
002	-	-	> 0,78	-							100				
003	-	-	> 0,80	-							100				
004	-	-	> 0,54	-									100		
005	-	-	> 0,49	-					100						
006	-	-	> 0,48	-					65	30	5				
007	-	-	> 0,68	-									100		
008	-	-	> 0,46	-					25	75					
009	-	-	> 0,49	-					100						
010	-	-	> 0,46	-					80	20					
011	-	-	> 0,29	-					70	30					
012	-	-	> 0,32	-					100						
MÉDIA	-	-	0,55	-											UMIDADE MÉDIA (%) -
DP ^[1] (MPa)		0,17												ESPESSURA MÉDIA DO REVESTIMENTO - (mm) -	
CV ^[1] (%)		32%													

TÉRMINO DO SISTEMA DE REVESTIMENTO - SITUACÃO II.

NOTAS REFERENTE AO ENSAIO:

[1] Adotar o código DP para Desvio Padrão e CV para Coeficiente de Variação.

As informações do ensaio foram fornecidas pelo cliente, bem como a amostragem e distribuição dos pontos ensaiados.

Fonte: Autor (2024)

De forma similar à análise do painel 1, tirando os corpos de prova que não tiveram rompimento maior que 50% entre as camadas subsequentes da base até a interação do emboço com a argamassa da cerâmica de fachada, temos, conforme tabela 4, um aumento significativo da média, redução no desvio padrão e também redução no coeficiente de variação.

Neste caso, apenas os corpos de prova 1,2,3,4,7 e 8 tiveram rompimento

conforme características exigidas.

Tabela 4– Amostragem com corpo de prova validos do painel 2

CP	Ra (MPa)
1	0,77
2	0,78
3	0,8
4	0,54
7	0,68
8	0,46
Média	0,67
Desvio	0,13
CV	19%

Fonte: Autor (2024)

4.3.3 PAINEL TESTE 3

O quadro 5 apresenta os resultados de resistência de aderência à tração, o qual foi submetido ao protocolo de cura padrão, sendo este de 28 dias após aplicação da argamassa ACIII para aderência das cerâmicas de fachada. Foi utilizado a argamassa AC III na regularização do emboço, bem como para o assentamento cerâmico. Durante a realização do ensaio, foi observado que as rupturas ocorreram predominantemente na interface entre a argamassa colante e o emboço, com uma menor incidência de ruptura no próprio emboço. Esses dados fornecem informações essenciais para uma melhor avaliação do desempenho do painel, contribuindo para uma análise criteriosa do desempenho das técnicas utilizadas na construção civil. Essa análise é fundamental para tomada de decisões e o aprimoramento contínuo de práticas construtivas na construção civil.

Quadro 5 – Resultado do ensaio a tração do painel 3

RESULTADO DO ENSAIO															
Nº DO CORPO DE PROVA	LOCAL DA BASE - (%)		TENSÃO <i>Ra</i> (MPa)	PROF. DE RUPTUR (mm)	FORMA DE RUPTURA - (%)										LOCALIZAÇÃO
	BLOCO	JUNTA			Sub	Sub/Chap	Chap	Chap/Emb.	Sub/Emb	Emb	Emb/Arg/Co	Arg Col	Arg Col/Cer	Vazios	
001	-	-	> 0,68	-							30	70			PANO AMOSTRAL 1º PAVIMENTO.
002	-	-	> 0,67	-					5		85	10			
003	-	-	> 0,67	-								100			
004	-	-	> 0,67	-					40		60				
005	-	-	> 0,53	-								100			
006	-	-	> 0,46	-					100						
007	-	-	> 0,29	-					100						
008	-	-	> 0,29	-					60		15	25			
009	-	-	> 0,55	-					90		10				
010	-	-	> 0,29	-					100						
011	-	-	> 0,52	-					95		5				
012	-	-	> 0,28	-					100						
MÉDIA	-	-	0,49	-											UMIDADE MÉDIA (%) -
DP ^[1] (MPa)			0,17											ESPESSURA MÉDIA DO REVESTIMENTO - (mm)	
CV ^[1] (%)			34%												

TÉRMINO DO SISTEMA DE REVESTIMENTO - SITUAÇÃO III.

NOTAS REFERENTE AO ENSAIO:

[1] Adotar o código DP para Desvio Padrão e CV para Coeficiente de Variação.

As informações do ensaio foram fornecidas pelo cliente, bem como a amostragem e distribuição dos pontos ensaiados.

Fonte: Autor (2024)

O painel 3 alcançou uma média de 0,49 Mpa para os 12 pontos avaliados, com 66% dos pontos acima de 0,3 Mpa e aproximadamente 58% acima de 0,5 Mpa.

De maneira similar à análise do painel 1, ao excluir os corpos de prova que não romperam nas camadas posteriores do emboço em mais de 50%, observamos, de acordo com os dados apresentados na tabela 5, um aumento significativo na média, uma redução no desvio padrão e diminuição drástica no coeficiente de variação.

Neste caso, apenas os corpos de prova 1,2,3,4 e 5 tiveram rompimento conforme características exigidas.

Tabela 5– Amostragem com corpo de prova validos do painel 3

CP	Ra (MPa)
1	0,68
2	0,67
3	0,67
4	0,67
5	0,53
Média	0,64
Desvio	0,06
CV	9%

Fonte: Autor (2024)

Na tabela 6, fica claro o desempenho de cada argamassa regularizadora de emboço, quando tratado apenas casos que romperam mais de 50% nas camadas subsequentes ao emboço, fazendo assim o devido teste das argamassas colantes.

Tabela 6– Comparação de desempenho dos painéis teste

QUADRO ANALISADO	média de todos os corpos de prova (MPa)	Média dos corpos de prova com rompimento >50% na argamassa colante (MPa)	Desvio padrão de todos os corpos de prova (MPa)	Desvio padrão dos corpos de prova com rompimento >50% na argamassa colante (MPa)	Coefficiente de variação de todos os corpos de prova (MPa)	Coefficiente de variação dos corpos de prova com rompimento >50% na argamassa colante (MPa)
Quadro 1	0,45	0,44	0,04	0,04	10%	0,20%
Quadro 2	0,55	0,67	0,17	0,13	32%	19%
Quadro 3	0,49	0,64	0,17	0,06	34%	9%

Fonte: Autor (2024)

O coeficiente de variação é usado para analisar a dispersão em termos

relativos a seu valor médio, sendo assim possível afirmar que o coeficiente de variação é uma forma de expressar a variação dos dados analisados excluindo-se a influência da ordem de grandeza da variável.

Dessa forma, quanto menor for o valor do coeficiente de variação, mais homogêneos serão os dados, ou seja, menor será a variação ou dispersão em torno da média, o que mostrou ser possível identificar na interação da argamassa ACIII para regularizar tanto para colar a cerâmica, mostrando uma maior segurança nos dados e no processo com essa argamassa.

Em análise, de acordo com Maia (2000), o desvio padrão quando tem valores entre 0 e -1 e 0 e 1, a curva de dados analisados torna-se uma espiga, alta e estreita, indicando assim que os dados tendem a juntar-se junto a média, sendo exatamente isso que determina o valor pequeno do desvio padrão.

A análise dos dados coletados revela que, apesar de certas áreas da fachada revestida com reboco antigo apresentarem fragilidade, impossibilitando a avaliação completa nos pontos ensaiados, o processo de *retrofit* demonstra uma segurança moderada na substituição das cerâmicas de fachada. Essa observação é feita mesmo considerando-se algumas falhas e o não cumprimento das recomendações dos fabricantes.

A exclusão dos pontos fragilizados, por não testarem adequadamente a argamassa regularizadora e a argamassa colante para cerâmicas de fachada, sublinha a importância de realizar ensaios e testes adicionais em toda a extensão da fachada. Essa etapa é crucial não apenas para identificar outros possíveis problemas que possam comprometer a estrutura como um todo, mas também para enfatizar a necessidade de uma supervisão mais rigorosa dos processos empregados nas obras de substituição de fachada, com o objetivo de assegurar a integridade do procedimento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho de conclusão de curso teve como foco o estudo da segurança e eficácia dos procedimentos de *retrofit* em fachadas no mercado imobiliário de Recife/PE, com foco para a aplicação de diferentes tipos de argamassas colantes e sua conformidade com as normas vigentes de desempenho. A partir da investigação conduzida, foram alcançados resultados relevantes que contribuem para o campo de estudo, trazendo à luz importantes considerações sobre práticas atuais e padrões de segurança.

Os achados deste estudo indicam que o processo de *retrofit*, quando conduzido com a devida atenção aos materiais utilizados e seguindo as recomendações normativas, os 3 tipos de argamassas podem atender satisfatoriamente aos requisitos de segurança e eficácia estabelecidos pela norma NBR 13755(2017). Em particular, a análise dos painéis teste evidenciou que a escolha da argamassa colante utilizada para regularização do emboço tem um impacto direto na resistência e na aderência das cerâmicas das fachadas, sendo a argamassa ACIII identificada como a que proporciona o melhor desempenho nesse contexto.

Contudo, é importante reconhecer as limitações deste estudo, que se concentrou em análises específicas de materiais e métodos de *retrofit* em um contexto geográfico delimitado. Futuras investigações e estudos poderiam expandir o escopo para incluir diferentes regiões, obras e variáveis, como a influência de condições climáticas extremas no desempenho das fachadas após *retrofit* assim como influência do fornecedor da argamassa.

A contribuição deste trabalho ao campo de engenharia civil é clara, oferecer uma base sólida para a compreensão dos processos de *retrofit* e suas implicações para a segurança e eficácia das construções urbanas. Espera-se que os insights gerados possam inspirar a adoção de práticas mais seguras e eficientes na renovação de fachadas, bem como motivar futuras pesquisas que continuem a explorar esse tema relevante.

6 REFERÊNCIAS

ANTUNES, G. **Estudo de Manifestações Patológicas em Revestimentos de Fachada em Brasília – Sistematização da Incidência de Casos**. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Distrito Federal: 2010. 178p

ARAÚJO, Marcia Regina Alves Boeckmann de. **Tecnologia dos revestimentos em cerâmica e pastilhas em porcelana, utilizados em fachada de edifícios residenciais**. Coordenação Setorial de Pós-graduação e Pesquisa, UPE / POLI. 2016

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Manual de revestimentos de argamassa**. 1. ed. São Paulo, SP, (ABCP). 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13753: **Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento**. ABNT, 1996.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13816: **Placas cerâmicas para revestimento - Terminologia**. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13818: **Placas cerâmicas para revestimento - Especificação e métodos de ensaios**. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

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

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO. **Números do Setor, 2016**. Disponível em: <http://www.anfacer.com.br/>. Acesso em: 20 jan. 2024.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO. Especificação de placas cerâmicas. Disponível em: <http://www.anfacer.org.br/>. Acesso em: 09 jan. 2024. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA, ABCERAM. **Informações Técnicas - Definição E Classificação**.

Disponível em: <https://abceram.org.br/definicao-e-classificacao/>. Acesso em 28/02/2024

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

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO. **Números do Setor, 2016**. Disponível em: <<http://www.anfacer.com.br/>> Acesso em 20 de janeiro de 2024.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO. **Especificação de placas cerâmicas**. Disponível em: <<http://www.anfacer.org.br/>> Acesso em 09 de janeiro de 2024.

BARROS, Mercia Maria S. B. de; SABBATINI, Fernando H. **Produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria: diretrizes básicas**. Textos técnicos. Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5075718/mod_resource/content/1/apostila_revestimentos_ceramicos.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2023

BAUER, Elton; CASTRO, E. K.; SILVA, Maria de Nazaré Batista da. **Estimativa da degradação de fachadas com revestimento cerâmico: estudo de caso de edifícios de Brasília**. Cerâmica, São Paulo, v. 61, n. 358, p. 151-159, abr./jun. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-69132015000200151&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 11 abr. 2024. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0366-69132015613581786>.

BYLAARDT, Marina Paulino *et al*; Escola de Belas Artes UFMG. **A Origem da Cerâmica**. Disponível em: <<https://www.eba.ufmg.br/alunos/kurtnavigator/arteartesanato/origem.html>>. Acesso em: 01 out 2023.

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

CARASEK, H.; CASCUDO, O.; SCARTEZINE, L. M. **Importância dos materiais na aderência dos revestimentos de argamassa**. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 4, 2001, Brasília. SBTA, 2001

COSTA E SILVA, A.J. **Descolamentos dos revestimentos cerâmicos de fachada na cidade do Recife**. Dissertação de Mestrado da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 2001

FIGUEIREDO, A. M.; SOUZA, S. R. G. **Como elaborar projetos, monografias, dissertações e teses: da redação científica à apresentação do texto final**. 4. Ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2011.

FIORITO, Antônio J. S. I. **Manual de argamassas e revestimentos: Estudos e procedimentos de execução**. São Paulo: Pini, 2005.

FIORITTO, A.J.S.I. **Manual de Argamassas e Revestimentos: Estudos e procedimentos de execução**. São Paulo, Pini, 1994.

GONÇALVES, S.R.C. **Variabilidade e fatores de dispersão da resistência de aderência nos revestimentos de argamassa – estudo de caso**. 2004. 148p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Brasília, Brasília.

INSTITUTO DE ARQUITETURA E URBANISMO DA USP (IAU). Disponível em : https://www.iau.usp.br/pesquisa/grupos/arqtema/guiaceramica-completo/02/content/02020203_classificacao_segundo_tipo_de_adexao.htm#:~:text=A%20maioria%20das%20argamassas%20tem,adesivos%20%C3%A0%20base%20de%20resinas.Acesso em: 28 jul. 2023.

ISO. ISO 10545:2017, **placas Cerâmicas - Parte 1: Amostragem e critérios para aceitação**. Genebra: International Organization for Standardization.

ISO. ISO 13006:2018, **Ceramic tiles - Definitions, classification, characteristics, and marking**. Genebra: International Organization for Standardization.

JUNGINGER, M.; MEDEIROS, J. S. **Rejuntamento de revestimentos cerâmicos: influência das juntas de assentamento na estabilidade de painéis**. **Boletim Técnico: BT/PCC/372**. São Paulo: EPUSP, 2003, 22p.

JUNGINGER, MAX. **A Nova NBR 13755**. disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Max-Junginger/publication/301435356_A_nova_NBR_13755/links/573ced0008ae9ace840fea7e/A-nova-NBR-13755.pdf. Acessado em: 20 out. 2023

JUNGINGER, MAX. **REJUNTAMENTO DE REVESTIMENTOS CERAMICOS: INFLUÊNCIA DAS JUNTAS DE ASSENTAMENTO NA ESTABILIDADE DE PAINÉS 2003**. Tese (Mestrado), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Kazmierczak **Avaliação da aderência de placas cerâmicas aplicadas como revestimento de fachada**, **Revista ALCONPAT** 2016

LEAL, F. E. C. B. **Estudo do Desempenho do Chapisco como Procedimento de Preparação de Base em Sistemas de Revestimento**. 2003. 109 p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2003. Acesso em: 01 out. 2023.

MAIA, GERALDO. **Estatística Prática para Docentes e Pós-Graduandos**. ForpUsp do Site. Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Disponível em: https://www.forp.usp.br/restauradora/gmc/gmc_livro/gmc_livro_cap09.html. Acesso em: 10 out. 2023.

MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing: Uma orientação aplicada**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MANSUR, A. A. P. **Mecanismo físico-químico de aderência na interface argamassa modificada com polímeros/cerâmica de revestimento**. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2007.

MORENO JUNIOR, R.; SELMO, S. M. de S. **Aderência de argamassas de reparo de estruturas de concreto**. Boletim técnico da escola politécnica da USP. São Paulo, 2007.

OLIVEIRA, M. C.; - VPONTE@FORTALNET.COM.BR, V. M. R. P.; BARBOSA, J. V. B. METODOLOGIAS DE PESQUISA ADOTADAS NOS ESTUDOS SOBRE BALANCED SCORECARD. **Anais do Congresso Brasileiro de Custos - ABC**, [S. l.], Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/1701>. Acesso em: 01 dez. 2023.

PACHECO, Clarisse Pereira. **Análise das manifestações patológicas nos sistemas de revestimentos externos**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico, Vitória, 2016.

Portal Construção. **Emboço: Veja o que é, sua função e como fazer! Portal Construção**. Disponível em: <https://portalconstrucao.com.br/emboco-veja-o-que-e-sua-funcao-e-como-fazer/>. Acesso em: 03 jan. 2024

PRODANOV, C. C. FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo, RS: Feevale, 2013.

REIS, Wallace Pazeto da Silva. **Revestimento cerâmico de fachada: projeto do produto e da produção**. 2013. 98 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

TECOMAT. (2021). **Ensaio de resistência de aderência à tração em revestimento**. Relatório não publicado.