



PONTÍFICA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
ENGENHARIA CIVIL

GABRIEL EDUARDO DE SANTANA MACHADO
HAGATTA ROCHA RAULINO
NADINE PEREIRA EVANGELISTA

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO ASSENTAMENTO DE
REVESTIMENTOS CERÂMICOS: MEDIDAS
PREVENTIVAS E CORRETIVAS

São Paulo
2023

PONTÍFICA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
ENGENHARIA CIVIL

GABRIEL EDUARDO DE SANTANA MACHADO
HAGATTA ROCHA RAULINO
NADINE PEREIRA EVANGELISTA

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO ASSENTAMENTO DE
REVESTIMENTOS CERÂMICOS: MEDIDAS
PREVENTIVAS E CORRETIVAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – SP, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel(a) em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Dra. Karen Niccoli Ramirez.

São Paulo
2023

PONTÍFICA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
ENGENHARIA CIVIL

Gabriel Eduardo de Santana Machado, Hagatta Rocha Raulino, Nadine Pereira
Evangelista

Manifestações Patológicas no Assentamento de Revestimentos Cerâmicos:
Medidas Preventivas e Corretivas

Aprovado em: ____ de ____ de ____.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Karen Niccoli Ramirez - PUC-SP

Prof. Dr. Diego Lourenço Cartacho - PUC-SP

Prof. Dr. Ely Antonio Tadeu Dirani – PUC-SP

DEDICATÓRIA

Agradecemos primeiramente à Deus, aos professores, a instituição pelo apoio e motivação para finalizarmos mais uma etapa importante para as nossas vidas, e também, a todos que de alguma forma nos ajudaram nessa caminhada.

RESUMO

Manifestações patológicas na construção civil prejudicam o desempenho esperado de uma edificação. Podem surgir em qualquer uma das etapas de construção ou de uso da edificação. Esta pesquisa tem como objetivo compreender e identificar as manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos utilizados em ambientes internos e externos, bem como suas causas, medidas preventivas e corretivas e por meio de estudo de caso expor algumas dessas patologias, apresentando soluções técnicas para os problemas encontrados. A partir desse estudo, foi possível identificar manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos utilizados em áreas internas e externas, assim como apresentar medidas preventivas e corretivas à essas patologias.

Palavras-chaves: manifestações patológicas, revestimento cerâmico, medidas preventivas e corretivas.

Abstract

Pathological manifestations in the construction industry are imperfections that impair the expected performance of a building. It is common for pathological manifestations to occur, which can arise at any stage of construction or use of the building. This research aims to understand and identify pathological manifestations in ceramic coatings used in indoor and outdoor environments, as well as their causes, preventive and corrective measures, and through a case study, to highlight some of these pathologies, presenting technical solutions to the problems encountered. In addition to the literature, case studies, theses, dissertations, articles, books, and reports will be used for the development and support of the research. From this study, it was possible to identify pathological manifestations in ceramic coatings used in indoor and outdoor areas, as well as to present preventive and corrective measures for these pathologies.

Keywords: pathological manifestations, ceramic coating, preventive and corrective measures.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Produção Brasileira de Revestimentos Cerâmicos	0
Figura 2 - Vendas de Revestimentos Cerâmicos	1
Figura 3 – Impactos Ambientais da Cadeia da Construção Civil.....	6
Figura 4 - Preparação da argila.....	9
Figura 5 - Preparação da massa cerâmica	10
Figura 6 - Processo de prensagem	11
Figura 7 - Produto após a prensagem.....	11
Figura 8 - Forno para as placas cerâmicas	12
Figura 9 - Cerâmica esmaltada	13
Figura 10 – Fluxograma genérico da aplicação do revestimento cerâmico.....	14
Figura 11 – Camadas básicas do revestimento cerâmico	15
Figura 12 - Desempenadeira dentada quadrada.....	20
Figura 13 - Desempenadeira raio de 10.....	20
Figura 14 - Juntas de assentamento	23
Figura 15 - Junta de dessolidarização.....	24
Figura 16 - Juntas de movimentação	24
Figura 17 - Juntas estruturais.....	25
Figura 18 - Gretamento	28
Figura 19 - Resistencia ao manchamento	30
Figura 20 - Resistencia a ataques químicos	30
Figura 21 - Absorção de água	31
Figura 22 – Manifestação patológica: deslocamento	35
Figura 23 – Manifestação patológica: manchas	37
Figura 24 – Manifestação patológica: eflorescência.....	38
Figura 25 – Manifestação patológica: Bolor	40
Figura 26– Manifestação patológica: Fissura.....	43
Figura 27- Fachada Condomínio Residencial	44
Figura 28 - Planta de Implantação do Empreendimento	45
Figura 29 - Planta Torre	45
Figura 30 - Planta do pavimento tipo 43,78 m ²	46
Figura 31 -Planta unidade habitacional 44,48 m ²	46

Figura 32 - Painel de Chamados AST - Análise Qualitativa – Chamados por Sistema Construtivo	48
Figura 33 - Painel de Chamados AST - Análise Qualitativa– Chamados por destacamento de azulejo.....	48
Figura 34 - Painel de Chamados AST - Análise Qualitativa – Chamados por destacamento de piso	49
Figura 35 - Painel de Chamados AST - Análise Qualitativa – Chamados por destacamento de piso	49
Figura 36 - Painel de Chamados AST - Análise Qualitativa – Chamados procedentes de azulejo	50
Figura 37 - Memória de cálculo de reparo da cozinha	50
Figura 38 - Memória de cálculo de reparo do banheiro	50
Figura 39 - Memória de cálculo de reparo do hall	51
Figura 40 - Custo adicional de reparos	51
Figura 41 - Local a ser reparado	52
Figura 42 - Ambiente protegido	53
Figura 43 - Retirada das peças cerâmicas	53
Figura 44 - Retirada das peças cerâmicas	54
Figura 45 - Retirada das peças cerâmicas - 2	54
Figura 46 - Ambiente reparado e limpo 2	55
Figura 47 - Classes de tipos de resíduos na construção civil	56
Figura 48 - Geração de resíduos do banheiro	57
Figura 49 - Geração de resíduos da cozinha	57
Figura 50 - Geração de resíduos do hall	57
Figura 51 - Geração total dos resíduos	58
Figura 52 - Análise quantitativa de chamados	58
Figura 53 - Manifestações patológicas	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais tópicos da ODS.....	4
Tabela 2 - Tipo de Argamassa e suas aplicações.....	19
Tabela 3 - Determinação do uso da desempenadeira dentada.....	20
Tabela 4 - Escala de PEI – Resistencia a abrasão superficial	29

LISTA DE SIGLAS

ABCERAM – Associação Brasileira de Cerâmica

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANFACER – Associação Nacional dos Fabricantes de cerâmica para revestimentos, louças sanitárias e congêneres

AST – Assistência Técnica

EPU – Expansão por Umidade

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

NBR – Norma Brasileira

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

PEI – *Porcelain Enamel Institute*

PGRCC – Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

ISO - *International Organization for Standardization* (Organização Internacional de Normalização).

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	0
1.1	Objetivo	3
1.1.1	Objetivos gerais	3
1.1.2	Objetivos específicos	3
1.2	Justificativa.....	3
1.3	Metodologia.....	6
1.4	Estrutura da pesquisa	7
2	REVESTIMENTOS CERÂMICOS	8
2.1	Revestimento cerâmico.....	8
2.1.1	Processo de Fabricação.....	8
2.1.1.1	Preparação da argila	8
2.1.1.2	Preparação da massa cerâmica	9
2.1.1.3	Formação de peças cerâmicas - prensagem	10
2.1.1.4	Secagem e queima	12
2.1.1.5	Processo de esmaltação	12
2.2	Revestimento cerâmico.....	13
2.2.1	Processo de assentamento.....	14
2.2.2	Substrato	14
2.2.3	Chapisco	16
2.2.5	Emboço	17
2.2.6	Argamassa colante.....	18
2.2.7	Processo de assentamento de pisos internos e externos	19
2.2.8	Processo de assentamento em paredes	21
2.2.9	Processo de assentamento em fachadas	21
2.2.10	Juntas no revestimento cerâmico	22
3	PROPRIEDADES DO REVESTIMENTO CERÂMICO	26
3.1	Refratariedade	26
3.2	Expansão e retração térmica	26
3.3	Resistencia Química	26
3.4	Propriedades mecânicas.....	27
3.4.1	Dureza.....	27
3.4.2	Fluência.....	27
3.4.3	Resistência ao gretamento.....	28
3.4.4	PEI	29
3.4.5	Absorção de água	30

4	CONTROLE DE QUALIDADE	32
4.1	Processo de assentamento	32
5	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM REVESTIMENTO CERÂMICO	34
5.1	Desplacamento	34
5.2	Manchas	36
5.3	Eflorescência	37
5.4	Bolor.....	39
5.5	Retração	40
5.6	Trincas e fissuras.....	41
6	ESTUDOS DE CASO	44
6.1	Apresentação do empreendimento	44
6.2	Instrução de processo	46
6.3	Procedimento da Assistência técnica.....	47
6.4	Dashboard de assistência técnica.....	47
6.5	Solução apresentada pela Construtora	50
6.6	Procedimento de reparo.....	51
6.7	Resíduos da construção civil.....	55
6.8	Geração de resíduos no empreendimento	56
6.9	Análise de resultados	58
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60
8	REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

O revestimento cerâmico desempenha várias funções dentro da construção civil, entre as principais aplicações estão a proteção dos elementos de vedação de edifícios, isolamento acústico, estética, regularização de superfícies e o acabamento de pisos e paredes. (BARCELOS, 2011)

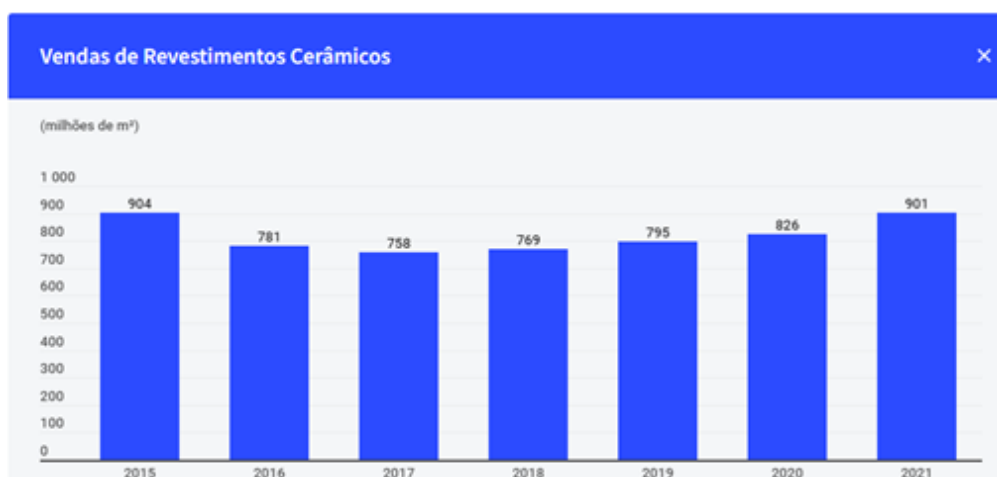
Segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos (ANFACER: site, 2021), 901 milhões de m² de revestimento cerâmico foram vendidos no ano de 2021, sendo um dos setores que vem apresentando alta desde 2016, houve um aumento de mais de 15% de produção no setor, e um aumento na produção de cerca de 20% comparado ao mesmo período, conforme as figuras 1 e 2 a seguir.

Figura 1 - Produção Brasileira de Revestimentos Cerâmicos



Fonte: Anfacer (2021 p.1)

Figura 2 - Vendas de Revestimentos Cerâmicos



Fonte: Anfacer (2021, p.1)

Atualmente é comum a utilização de revestimentos cerâmicos em ambientes internos e externos nas edificações, devido a suas propriedades e características, como isolamento térmico, resistência mecânica, estanqueidade à água e durabilidade. (OLIVEIRA, 2009)

Entretanto, devido a diversos fatores, como má qualidade de material, problema de execução relativo à mão de obra e falhas de projeto, é comum, inclusive em obras recém entregues, a ocorrência de manifestações patológicas nesses revestimentos, tais como deslocamento, gretamento, manchas e trincas. (BARCELOS, 2011)

Existe a necessidade de analisar e relatar sobre a evolução das manifestações patológicas e as consequências no desempenho e vida útil das construções a fim de evitar o crescimento de futuras patologias. (CBPAT, 2020)

De acordo com Silva (2016), o fato de a execução de obras com prazos cada vez mais reduzidos, em conjunto com a falta de mão de obra qualificada, vem gerando um aumento gradativo de manifestações patológicas nas edificações, que, por sua vez, são tratadas de maneira superficial e sem o cuidado de analisar as causas, restando aos moradores preocupação com o problema apresentado pela edificação e, tendo que arcar com os prejuízos da reforma. Ainda que algumas manifestações patológicas sejam provenientes de ações do tempo, ainda vale ressaltar a importância sobre os impactos que as manifestações patológicas presentes especialmente em ambientes externos podem acarretar, a fim de evitar acidentes.

De acordo com Filho (2018), faz-se necessário prever na fase de projeto o tipo de revestimento que será utilizado, tanto na parte interna quanto nas fachadas, a fim de garantir uma execução de acordo com as normas, já que a apresentação de

manifestações patológicas compromete a estética da edificação como a segurança dos usuários.

Este estudo tem a finalidade de mostrar os principais tipos de manifestações patológicas que ocorrem em revestimentos cerâmicos, as possíveis causas do aparecimento nas edificações e a forma de como tratar cada uma delas.

1.1 OBJETIVO

1.1.1 OBJETIVOS GERAIS

Este estudo tem como objetivo compreender e apresentar as manifestações patológicas no assentamento cerâmico utilizados como revestimentos, bem como suas causas, medidas preventivas e corretivas.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Apresentar as principais tipologias de materiais cerâmicos utilizados como revestimentos na construção civil, assim como suas características físicas e mecânicas.

Apresentar as manifestações patológicas no assentamento cerâmico usados em ambientes internos e externos, assim como medidas preventivas e corretivas.

Apresentar estudo de caso da ocorrência de manifestações patológicas em ambientes internos.

1.2 JUSTIFICATIVA

Considerando-se o potencial da indústria de produção de peças cerâmicas no Brasil, os relatos de manifestações patológicas no assentamento de peças cerâmicas são bem variados, com isso, há motivações suficientes para se determinar uma linha de trabalho acadêmico.

Além disso, a construção civil é um setor que gera muito resíduos em seu processo de produção e é responsável pelo consumo de recursos naturais de fontes não renováveis. Desta forma, considerando os reparos feitos para manutenção em caso de patologias, é significativo o consumo de insumos e a geração de mais resíduos.

Desta forma, devem-se considerar os impactos ambientais da utilização do revestimento cerâmico, de forma a atender os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS: “8. Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todas e todos”, “11. Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis” e “12. Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis” (EQUIPE DE PAÍS DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL, 2023), **Nações Unidas**

Brasil, 2023. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 02 de maio de 2023. Conforme a tabela 1.

Tabela 1 - Principais tópicos da ODS

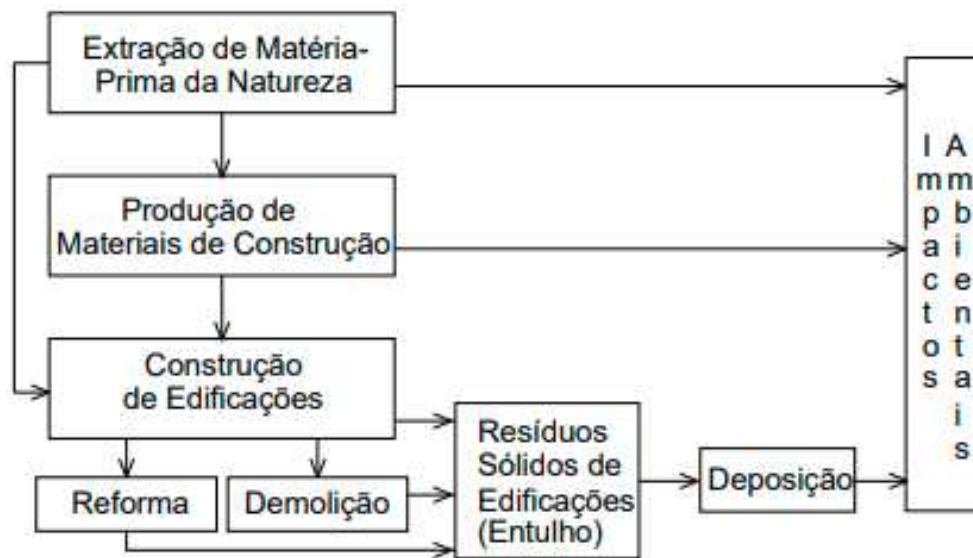
ODS	Subdivisão
 8. Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todas e todos	8.4 Melhorar progressivamente, até 2030, a eficiência dos recursos globais no consumo e na produção, e empenhar-se para dissociar o crescimento econômico da degradação ambiental, de acordo com o Plano Decenal de Programas sobre Produção e Consumo Sustentáveis, com os países desenvolvidos assumindo a liderança;
 11. Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis	11.3 Até 2030, aumentar a urbanização inclusiva e sustentável, e as capacidades para o planejamento e gestão de assentamentos humanos participativos, integrados e sustentáveis, em todos os países 11.6 Até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros;

 12. Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.	12.1 Implementar o Plano Decenal de Programas sobre Produção e Consumo Sustentáveis, com todos os países tomando medidas, e os países desenvolvidos assumindo a liderança, tendo em conta o desenvolvimento e as capacidades dos países em desenvolvimento 12.2 Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais 12.4 Até 2020, alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos, ao longo de todo o ciclo de vida destes, de acordo com os marcos internacionais acordados, e reduzir significativamente a liberação destes para o ar, água e solo, para minimizar seus impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente; 12.5 Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso;
---	---

Fonte: Própria a partir de: Equipe de Países das Nações Unidas, 2023.

Um problema que há ao se utilizar a cerâmica é o seu descarte; seus resíduos, devem ser descartados de forma adequada ou então reaproveitados, transformando-os em produtos ou insumos (MELO, 2017). A figura 3 mostra os impactos ambientais em cadeia da construção civil, desde a extração da matéria prima, produção desta matéria em materiais de construção civil, utilização destes materiais, geração de resíduos na construção ou reformas e demolição e por fim descarte no ambiente.

Figura 3 – Impactos Ambientais da Cadeia da Construção Civil



Fonte: Desenvolvimento em Questão, 2011 (p. 116)

Os revestimentos cerâmicos tanto de fachadas como em ambientes internos têm sido motivo de preocupação para diversos envolvidos no custo final da edificação, seja pelo custo do material, cada vez mais presentes em edificações tanto de baixo quanto alto padrão, até a incidência de manifestações patológicas na obra e pós-obra, as quais estão. (RIBEIRO, 2006).

Atualmente, em edifícios residenciais multifamiliares, as construtoras são obrigadas pela garantia do imóvel, a prestar assistência técnica para os clientes por pelo menos dois anos, a fim de garantir correções adequadas ao empreendimento e assegurando o melhor desempenho da edificação, com isso, é essencial um estudo aprofundado e preventivo a fim de garantir sua saúde, qualidade segurança e estética. (FILHO, 2018).

1.3 METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido por meio da revisão da literatura baseadas em teses, dissertações, artigos, livros e relatórios setoriais como complemento para alguns tópicos da pesquisa e acervo fotográfico. Deu-se prioridade a artigos científicos nacionais com estudos de caso e abordagens metodológicas em consonância com a proposta de trabalho aqui levantada.

A partir dos critérios das normas ABNT NBR 13755: 2017 – Revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante, ABNT NBR 15575:2013 - Desempenho de edificações habitacionais e ABNT NBR

13754:1996 – Revestimento de paredes internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – procedimento, o estudo de caso apresentado, foi analisado de modo a verificar as possíveis causas de tais manifestações patológicas em ambientes internos e externos.

1.4 ESTRUTURA DA PESQUISA

No capítulo 1, são apresentados introdução, objetivos gerais, objetivos específicos, justificativa, metodologia e estrutura da pesquisa.

No capítulo 2, é apresentado o processo de produção do revestimento cerâmico, características do revestimento cerâmico, assim como o processo de assentamento e execução das juntas.

No capítulo 3, são descritas algumas manifestações patológicas recorrentes em revestimentos cerâmicos e exploradas as suas causas.

Já no capítulo 4, apresentadas as medidas preventivas possíveis correções;

Capítulo 5: Será apresentado estudo de caso;

Capítulo 6: Serão apresentadas as considerações finais do trabalho e propostas para; pesquisas futuras

Capítulo 7, Serão apresentadas as referências utilizadas para desenvolvimento da pesquisa.

2. REVESTIMENTOS CERÂMICOS

2.1 REVESTIMENTO CERÂMICO

O revestimento cerâmico está entre um dos materiais mais utilizados na construção civil. No entanto é necessário observar os critérios de utilização como: resistência à abrasão, impactos, utilização de produtos químicos, níveis de absorção à água e textura (SILVA, 2015, p.118 - 125).

As placas cerâmicas ademais das questões estéticas, são materiais que promovem proteção a estrutura, durabilidade, variedades de uso (podendo ser para áreas internas, externas, piscina e paredes), estanqueidade à água e gases, isolamento térmico e acústico, segurança ao fogo e facilidade de limpar.

Para a escolha do revestimento a ser utilizado na edificação, deve se observar o ambiente a ser utilizado, se a aplicação será em piso ou parede, se a área é seca ou molhada

2.1.1 PROCESSO DE FABRICAÇÃO

2.1.1.1 Preparação da argila

De acordo com a ABCERAM - Associação Brasileira de Cerâmica - Após a extração, a argila passa por uma série de etapas de beneficiamento para alcançar as características desejadas para a produção de telhas e tijolos. As primeiras etapas envolvem britagem e moagem em equipamentos específicos, com o objetivo de reduzir o tamanho das partículas e garantir homogeneidade. Nesse estágio, também são removidos resíduos indesejados que poderiam comprometer a qualidade do produto, conforme figura 4.

Figura 4 - Preparação da argila



Fonte: Pointer – 2023 p.1

2.1.1.2 Preparação da massa cerâmica

De acordo com a ABCERAM (2018), os produtos cerâmicos consistem principalmente de argila e água, mas, em alguns casos, são adicionados aditivos para melhorar suas propriedades. É crucial entender o processo de fabricação para determinar as dosagens adequadas de cada matéria-prima. Equipamentos como misturadores desempenham um papel fundamental no controle da quantidade de argila usada nas etapas subsequentes da produção e na mistura dos componentes necessários, de acordo com a figura 5.

Figura 5 - Preparação da massa cerâmica



Fonte: Pointer – 2023 p.1

2.1.1.3 Formação de peças cerâmicas - prensagem

De acordo com a ABCERAM (2018), nesta operação, é preferível o uso de massas granuladas com teor de umidade reduzido. Existem vários tipos de prensas disponíveis para esta finalidade, incluindo prensas de fricção, hidráulicas e hidráulicas-mecânicas. Essas prensas podem ser de ação única ou dupla e podem ser equipadas com dispositivos de vibração, vácuo e aquecimento, dependendo das necessidades específicas do processo.

Para muitas aplicações, são empregadas prensas isostáticas, que operam de maneira diferente das outras mencionadas. Nesse método, a massa granulada com um teor de umidade quase nulo é colocada em um molde feito de borracha ou outro material polimérico. Esse molde é então hermeticamente fechado e inserido em uma câmara contendo um fluido, que é comprimido e, como resultado, exerce uma pressão uniforme sobre o molde.

Em casos em que são produzidas peças com seções pequenas em relação ao comprimento, a pressão é aplicada apenas à superfície maior da peça. Isso é feito para facilitar a remoção da peça, como no caso da parte cerâmica da vela de ignição automotiva, isoladores elétricos e outros produtos semelhantes.

Ademais, o princípio da prensagem isostática também é aplicado na fabricação de materiais de revestimento, como placas cerâmicas. Nesse processo, a punção superior da prensa é revestida com uma membrana polimérica e uma camada de óleo

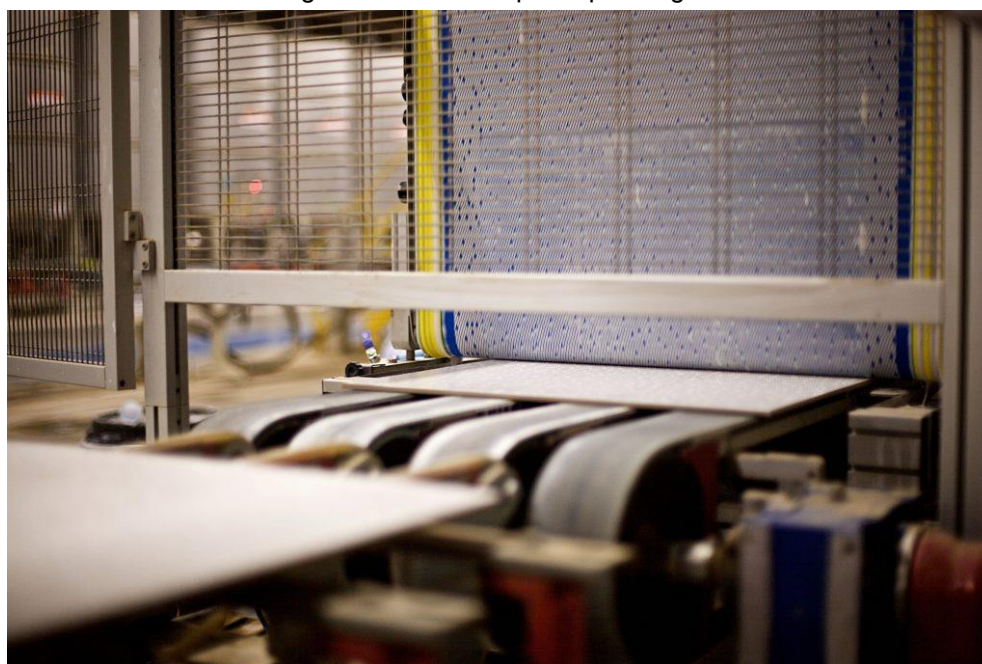
é interposta para distribuir a pressão uniformemente por toda a superfície da peça a ser prensada. Outra aplicação em crescimento da prensagem isostática é na fabricação de certas peças para o segmento de louças de mesa, conforme figuras 6 e figura 7.

Figura 6 - Processo de prensagem



Fonte: Pointer – 2023 p.1

Figura 7 - Produto após a prensagem



Fonte: Pointer – 2023 p.1

2.1.1.4 Secagem e queima

De acordo com a ABCERAM (2018), antes de serem encaminhadas para os fornos, as peças recém-formadas passam por um processo de secagem, que pode ser natural ou artificial, usando estufas com túneis de secagem rápida. Após o período de secagem, as peças são submetidas a altas temperaturas durante o processo de queima. Essa etapa contribui para aumentar a dureza e a resistência mecânica dos produtos cerâmicos, conforme a figura 8.

Figura 8 - Forno para as placas cerâmicas



Fonte: Inconmaq – 2023 p1.

2.1.1.5 Processo de esmaltação

De acordo com a ABCERAM (2018), os esmaltes cerâmicos, também conhecidos como vidrados, são compostos por uma mistura de matérias-primas naturais e produtos químicos ou compostos vítreos. Esses esmaltes são aplicados na superfície de peças cerâmicas e, após a queima, formam uma fina camada vitrificada contínua. A principal finalidade desses esmaltes é aprimorar a estética das peças cerâmicas, torná-las impermeáveis, melhorar sua resistência mecânica, propriedades elétricas, entre outros fatores importantes. A composição dos esmaltes é variada e depende das características do corpo cerâmico, das propriedades desejadas para o esmalte final e da temperatura de queima.

Os esmaltes cerâmicos são produzidos a partir de uma combinação de matérias-primas naturais e produtos químicos da indústria. Entre as matérias-primas

naturais utilizadas, incluem-se quartzo, areia do mar, quartzito, caulim, lepidolita, espodumênio, amblygonita, feldspato, calcita, fluorita, talco, dolomita e zirconita.

Os produtos químicos desempenham um papel crucial na formulação dos esmaltes cerâmicos, e alguns exemplos incluem borax, ácido bórico, carbonato de sódio, nitrato de sódio, carbonato de potássio, nitrato de potássio, óxidos de chumbo, carbonato de cálcio, carbonato de bário, carbonato de magnésio, carbonato de lítio, carbonato de estrôncio e óxido de zinco.

Essa variedade de ingredientes permite aos fabricantes criarem esmaltes cerâmicos com diferentes propriedades físicas e estéticas, adequados para diversas aplicações na indústria cerâmica, garantindo a versatilidade e a funcionalidade desses materiais na produção de peças cerâmicas de alta qualidade, conforme ilustrado na figura 9.

Figura 9 - Cerâmica esmaltada



Fonte: Vivadecora – 2018 p.1

2.2 REVESTIMENTO CERÂMICO

O revestimento cerâmico é feito de peças modulares rejuntadas entre si. Sendo assim a camada final do acabamento é composta por dois elementos pela placa cerâmica e as juntas construtivas o de movimentação.

As características fundamentais para o melhor desempenho são: elevada resistência ao desgaste por abrasão superficial, elevada resistência à ação de agentes

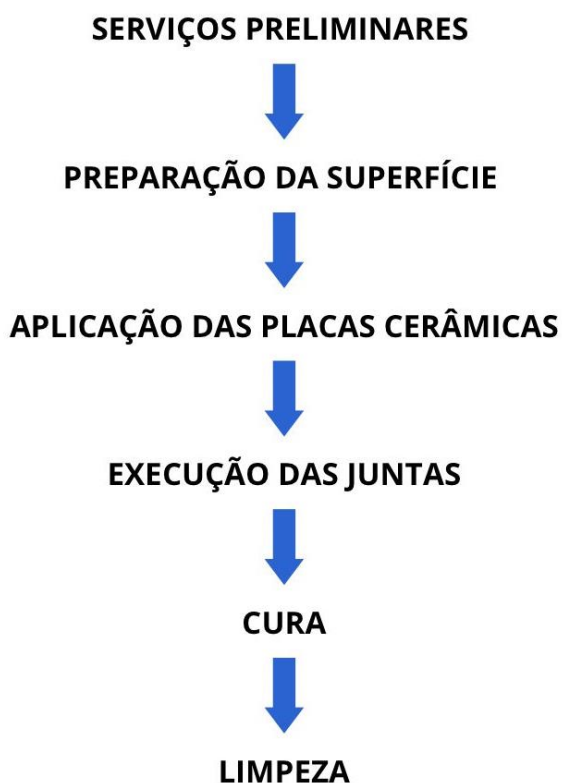
químicos como produtos de limpeza, solventes por exemplo, resistência a impactos, estanqueidade à água, elevada durabilidade, fácil manutenção e estética.

2.2.1 PROCESSO DE ASSENTAMENTO

O processo de assentamento da cerâmica envolve diversas etapas, desde a preparação do substrato, até os materiais necessários efetivamente para o assentamento da placa cerâmica conforme figura 10.

Produto industrializado, no estado seco, composto de cimento Portland, agregados minerais e aditivos químicos que, quando misturado com água, forma uma massa viscosa, plástica e aderente, empregada no assentamento de placas cerâmicas para revestimento. (ABNT NBR 13755, 2017, p.19)

Figura 10 – Fluxograma genérico da aplicação do revestimento cerâmico



Fonte: Própria, 2023.

2.2.2 SUBSTRATO

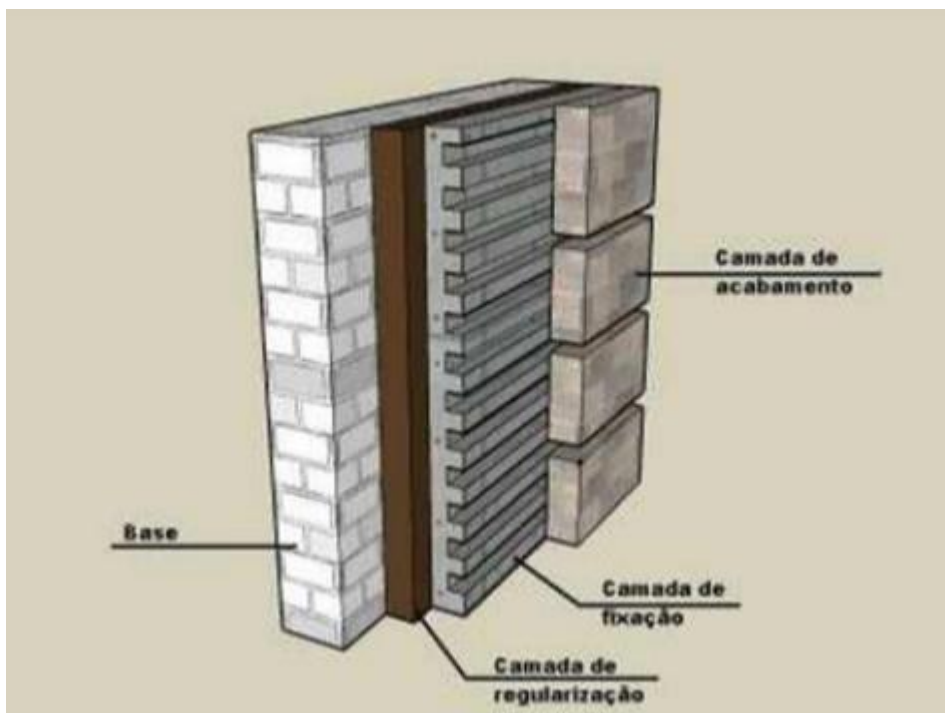
O substrato ou superfície, onde o revestimento cerâmico será aplicado, desempenha um papel fundamental na durabilidade e qualidade geral do projeto. No

Brasil, esse substrato é geralmente composto por alvenaria estrutural ou vedação. Preparar essa base adequadamente é de extrema importância, uma vez que influencia diretamente no resultado do serviço.

Embora o substrato não faça parte integral do processo de revestimento cerâmico, ele tem um impacto significativo na qualidade do trabalho entregue. As propriedades mecânicas do substrato devem ser cuidadosamente consideradas desde a fase de projeto, levando em conta o tipo de material a ser utilizado no revestimento. (RIBEIRO, 2006)

É válido ressaltar que existem grandes diferenças entre revestimento cerâmico interno e revestimento cerâmico de fachadas, sendo que, no último caso, o cuidado com o substrato deve ser ainda mais rigoroso, conforme ilustrado na figura 11.

Figura 11 – Camadas básicas do revestimento cerâmico



Fonte: Oliveira, 2009, p.15

A preparação adequada do substrato é essencial para garantir uma superfície uniforme e resistente, capaz de suportar a aplicação do revestimento cerâmico. Além disso, um substrato bem-preparado contribui para uma adesão mais eficiente do material cerâmico, evitando possíveis falhas ou descolamentos futuros (RIBEIRO, 2006, p. 60,61)

Na etapa de projeto, é fundamental que os profissionais envolvidos considerem cuidadosamente as características do substrato, como resistência mecânica, porosidade e estabilidade. Com base nessas informações, é possível escolher o

revestimento cerâmico mais adequado para garantir a longevidade e a estética da edificação.

No caso específico de revestimentos cerâmicos em fachadas, é importante considerar as exposições externas, como mudanças climáticas, poluição, raios solares e chuva, que podem afetar a integridade do substrato ao longo do tempo.

Portanto, medidas adicionais de proteção e impermeabilização podem ser necessárias para garantir a durabilidade do sistema de revestimento.

2.2.3 CHAPISCO

Com base na norma ABNT NBR 13529:2013 - Revestimento de paredes e tetos com argamassas inorgânicas, é possível entender que o chapisco é uma etapa essencial no processo de preparação da base antes da aplicação do revestimento. Sua função principal é criar uma superfície rugosa e aderente, que promove uma ligação eficiente entre o substrato e o revestimento final.

O chapisco é uma camada composta por uma mistura de cimento, areia e água, que pode conter também aditivos específicos para melhorar suas propriedades de aderência e trabalhabilidade. Essa composição é aplicada de forma mecânica ou manual sobre a superfície que será revestida.

Durante a execução do chapisco, é importante observar alguns pontos-chave para garantir sua eficácia. A espessura da camada deve ser controlada adequadamente, pois uma camada muito fina pode comprometer a aderência, enquanto uma camada excessivamente espessa pode levar a problemas de fissuração.

Além disso, a superfície de aplicação deve estar limpa, livre de poeira, gordura ou outras substâncias que possam prejudicar a aderência do chapisco, e, durante a aplicação deve-se umedecer a base a fim de garantir que o mesmo penetre no substrato.

O tempo de cura do chapisco também é um aspecto relevante a ser considerado. É essencial permitir que o chapisco cure adequadamente antes da aplicação do revestimento final. Isso garante uma base sólida e resistente, evitando problemas futuros, como descolamentos ou falhas no revestimento.

É importante destacar que a norma ABNT NBR 13529:2013 estabelece diretrizes técnicas para a aplicação do chapisco em diferentes tipos de substratos, incluindo alvenarias, concretos, blocos cerâmicos, entre outros. Portanto, a escolha

do tipo de chapisco e sua adequada execução devem levar em conta as características específicas do projeto e da superfície a ser revestida.

2.2.5 EMBOÇO

De acordo com a norma ABNT NBR 13529:2013, o emboço é uma etapa essencial no processo de revestimento de superfícies, servindo como uma camada intermediária entre o chapisco, ou a base preparada e o acabamento do revestimento. Sua função principal é proporcionar uma superfície nivelada, lisa e uniforme, preparando a base para receber o revestimento decorativo ou o reboco.

A aplicação do emboço é realizada após a cura completa do chapisco ou, quando aplicável, diretamente sobre a base preparada, garantindo uma ligação sólida entre os elementos. Para alcançar o resultado desejado, o emboço é composto por uma argamassa específica, normalmente composta por cimento, areia e aditivos, que são misturados de forma adequada para obter as características desejadas de aderência, trabalhabilidade e resistência.

Durante o processo de aplicação do emboço, é importante observar a espessura da camada, a fim de evitar excessos ou deficiências que possam comprometer o desempenho do revestimento final. A utilização de ferramentas adequadas, como desempenadeiras e régua metálica, facilita a obtenção de uma superfície plana e nivelada.

Além disso, o controle da umidade durante a execução do emboço é um aspecto crucial para garantir a sua qualidade e resistência. Ambientes excessivamente úmidos podem afetar o processo de cura do emboço, levando a problemas como fissuras e descolamentos.

O tempo de cura do emboço é um fator determinante para o sucesso do revestimento final. É essencial permitir que a argamassa do emboço cure adequadamente antes da do revestimento, garantindo assim a integridade e durabilidade do sistema de revestimento.

Vale ressaltar que a escolha da composição do emboço pode variar de acordo com as características do projeto, como o tipo de superfície a ser revestida, as condições climáticas e a exposição a agentes externos. Nesse sentido, a norma ABNT NBR 13529:2013 oferece orientações técnicas que devem ser seguidas para garantir a qualidade e desempenho adequado do emboço.

2.2.6 ARGAMASSA COLANTE

De acordo com a ABNT NBR 13755:2017, o revestimento cerâmico deve ser aderido com argamassa colante, o qual é um composto de cimento, agregado miúdo e aditivos retentores de água, podendo ser adicionado a essa mistura de polímeros, visando proporcionar uma maior adesividade, sendo definido na norma da seguinte forma:

Produto industrializado, no estado seco, composto de cimento Portland, agregados minerais e aditivos químicos que, quando misturado com água, forma uma massa viscosa, plástica e aderente, empregada no assentamento de placas cerâmicas para revestimento. (ABNT NBR 13755, 2017, p.19).

De acordo com a ABNT NBR 14081: 2012 – Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas Parte 1: Requisitos, atualmente existem três tipos com duas divisões de argamassa colante, sendo dividida nos seguintes grupos conforme a tabela 2.

Tabela 2 - Tipo de Argamassa e suas aplicações

Argamassa colante	Aplicação
AC- I	Industrializada com características de resistência às solicitações mecânicas e termo higrométricas, típicas de revestimentos internos, com exceção daqueles aplicados em saunas, churrasqueiras, estufas e outros revestimentos especiais.
AC II	Industrializada com características de adesividade que permitem absorver os esforços existentes em revestimentos de pisos, paredes internas e externas sujeitas a ciclos de variações termo higrométricas à ação do vento.
AC III	Industrializada que apresenta aderência superior em relação às argamassas do tipo I e II.
Argamassa colante industrializada com tempo em aberto estendido (E)	Argamassa colante industrializada dos tipos I, II e III com tempo aberto estendido.
Argamassa colante industrializada com deslizamento reduzido (D)	Argamassa colante industrializada do tipo I, II e III, com deslizamento reduzido.

Fonte: Própria a partir de: ABNT NBR 14081, 2012, p. 2.

Vale ressaltar a importância de se atentar a embalagem do produto, pois apresenta informações quanto ao preparo da argamassa, tempo de uso, além do armazenamento ideal, livre da ação de intempéries e sem contato direto com pisos e paredes, visando garantir a qualidade do produto, e evitar a ação de absorção de água da argamassa.

2.2.7 PROCESSO DE ASSENTAMENTO DE PISOS INTERNOS E EXTERNOS

De acordo com a NBR 13753/1996 – Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante, o processo de assentamento cerâmico para pisos solicita atenção a desempenadeira dentada a ser

utilizada no processo, sendo um dos fatores para o assentamento, a área da ferramenta a ser utilizada de acordo com a tabela 3 e as figuras 12 e 13.

Tabela 3 - Determinação do uso da desempenadeira dentada

Pei	Dentes da desempenadeira (mm)
Área < 400	Quadrado 6x6x6
$400 \leq \text{Área} < 900$	Quadrado 8x8x8
Área > 900	Quadrado 8x8x8
	Semi circulares, com a desempenadeira Raio de 10mm, com espaçamento a cada 3mm

Fonte: Própria, adaptada da NBR 13753, 1996, p.15.

Figura 12 - Desempenadeira dentada quadrada



Fonte: Castor, (2023 p.1)

Figura 13 - Desempenadeira raio de 10



Fonte: Cortag, (2023 p.1)

No processo de assentamento das placas, deve atentar-se a qual argamassa utilizar, e o devido preparo; a quantidade de água a ser utilizada deve ser informada no saco de argamassa pelo fabricante, e misturado de forma a deixar a argamassa homogênea, aderente, pastosa, livre de grumos e livre de materiais estranhos, podendo ser feita de forma manual ou mecânica.

No processo manual a norma recomenda um caixote específico para a mistura, e inserir a quantidade ideal de água aos poucos, já no processo mecânico, recomenda-se o uso de um misturador mecânico e colocar a argamassa aos poucos na água, até o ponto ideal da argamassa; observando o tempo de mistura da argamassa, que deve ser utilizada até duas horas após a mistura, e ultrapassado esse tempo, a mesma deve ser descartada e preparada uma nova argamassa de assentamento.

Para o processo de assentamento nos pisos, deve-se aplicar a argamassa com o lado liso da desempenadeira, e após o espalhamento da argamassa, utiliza-se seu lado dentado, a um ângulo de 60° formar cordões de argamassa para a colagem das placas cerâmicas, sempre atentando-se para a dupla colagem, que deve ser utilizada sempre que a área da placa for igual ou superior a 900 cm², se atentando também as juntas de dilatação das peças cerâmicas utilizadas, devendo ser informada na caixa de cerâmica pelo fabricante: em casos do ambiente a ser assentado estar com presença de poeira ou materiais estranhos, deve ser feito a devida limpeza do local.

2.2.8 PROCESSO DE ASSENTAMENTO EM PAREDES

De acordo com a NBR 13754:1996 – Revestimento de paredes internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – procedimento, utiliza os mesmos materiais de assentamento do procedimento acima, e semelhante ao processo de assentamento de piso, também é aplicado a argamassa com o lado liso da desempenadeira e em seguida, o lado dentado da mesma com uma inclinação de 60°, lembrando do processo de dupla colagem e junta de dilatação das peças, e devida limpeza do local.

2.2.9 PROCESSO DE ASSENTAMENTO EM FACHADAS

Para garantir a segurança do revestimento cerâmico nas fachadas de edifícios, é crucial contar com um projeto de instalação elaborado por consultores especializados. Este projeto levará em consideração fatores como as condições

climáticas, a seleção adequada de cerâmica e as interações com elementos como vigas, caixilhos, varandas e outros revestimentos, adaptados às características de cada material (PACHEGO, VIEIRA, 2017).

De acordo com a norma ABNT NBR 13755:2017, que trata dos revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante, os procedimentos para a execução, as condições exigíveis para projeto, inspeção e aceitação de revestimento de paredes externas e fachadas com argamassa colante estão especificados. As placas cerâmicas, destinadas a fachadas, devem atender a critérios como índice de absorção de água, expansão por umidade, resistência à radiação ultravioleta e garra no tardo das peças.

Outros pontos críticos a serem observados incluem condições térmicas, onde a temperatura ambiente no momento da aplicação deve estar entre 5 e 30°C, bem como condições de umidade da parede, onde em dias quentes ou com vento, é necessário umedecer levemente a superfície da base antes do revestimento. Também é importante verificar o esquadro e as dimensões da base para definir a largura das juntas entre as peças (PAMESA, 2011).

A colocação das peças cerâmicas deve ser cuidadosamente planejada, levando em consideração o encaixe preciso dos desenhos, a colocação em diagonais e perpendiculares. A instalação pode ser feita de baixo para cima, uma camada de cada vez, ou de cima para baixo, um andar de cada vez. É essencial garantir que o verso das placas cerâmicas esteja limpo e que a argamassa seja aplicada adequadamente.

2.2.10 JUNTAS NO REVESTIMENTO CERÂMICO

As juntas entre as placas cerâmicas desempenham um papel importante na preservação da integridade do revestimento e da própria edificação. Como mencionado por Oliveira (2009), essas juntas têm a importante finalidade de delimitar a distância entre as peças, permitindo a absorção da movimentação estrutural e as variações térmicas que ocorrem ao longo do tempo.

A presença de juntas bem projetadas e executadas é essencial para evitar problemas como fissuras e quebras no revestimento cerâmico, que, se não tratados adequadamente, podem gerar prejuízos significativos à edificação.

Existem diferentes tipos de juntas, cada uma com uma função específica no sistema de revestimento. As juntas de assentamento, por exemplo, absorvem parte

da deformação do revestimento cerâmico, permitindo que as diferenças entre as placas sejam acomodadas sem causar danos ao acabamento, devendo ser rejuntadas para um melhor acabamento, impermeabilidade. Elas proporcionam uma aparência mais uniforme ao revestimento e garantem a estabilidade das peças, conforme indicado na figura 14.

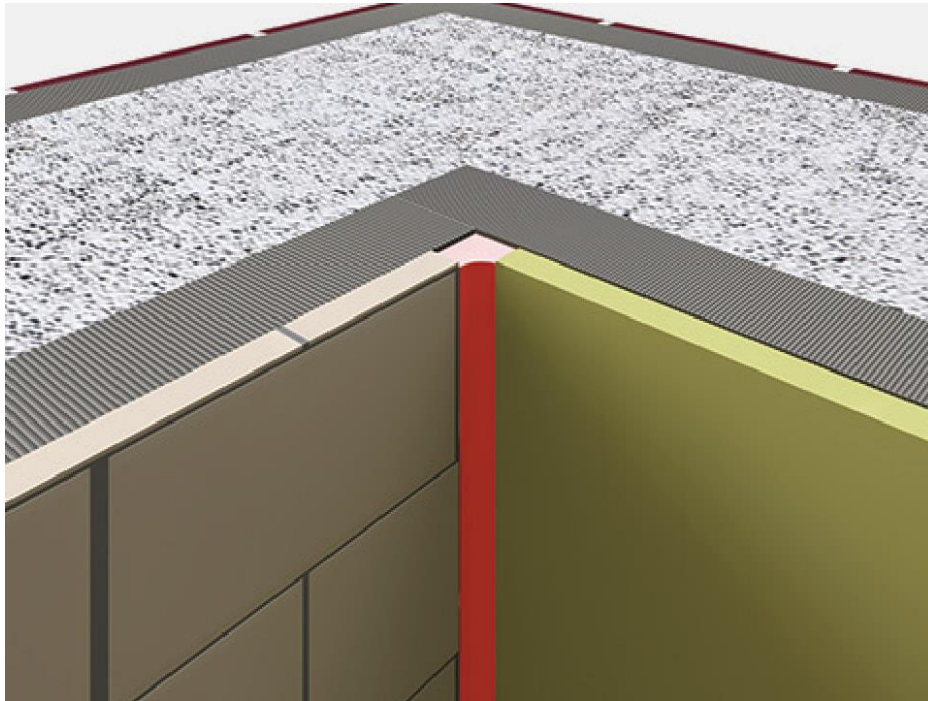
Figura 14 - Juntas de assentamento



Fonte: Gail (2019 p.1).

Segundo Lima (2019), a junta de dessolidarização é estrategicamente posicionada entre mudanças de planos, como quinas de parede. Sua finalidade é aliviar as tensões provenientes de movimentações estruturais, evitando que essas tensões sejam transmitidas para o revestimento e causando problemas como fissuras ou descolamentos, conforme ilustrado na figura 15.

Figura 15 - Junta de dessolidarização



Fonte: Quartzolit (2023 p.1).

Já a junta de movimentação é projetada para aliviar as tensões causadas pela movimentação da base sobre a qual o revestimento cerâmico é aplicado. Esse tipo de junta é especialmente importante em áreas sujeitas a grandes variações de temperatura e umidade, onde a movimentação da base pode ser mais significativa, como mostrado na figura 16 (FREITAS, 2003).

Figura 16 - Juntas de movimentação

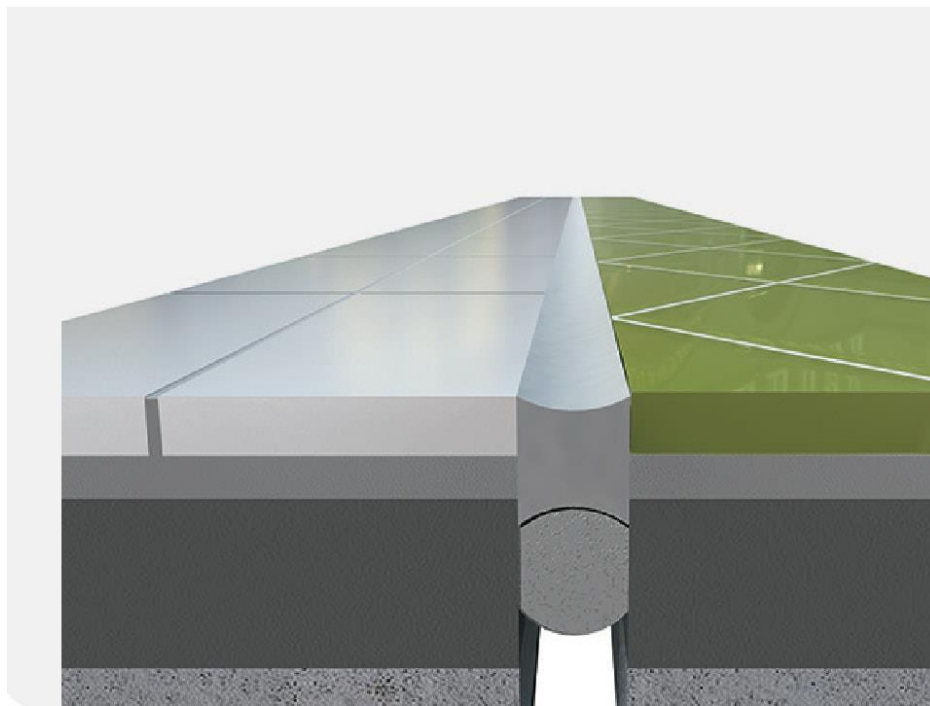


Fonte: Guide engenharia – 2017 p.1

Por fim, a junta estrutural é uma separação regular entre a estrutura da edificação, e tem a mesma finalidade da junta de movimentação, que é aliviar as

tensões causadas pelas movimentações na base. Essas juntas são essenciais para garantir que as mudanças estruturais não afetem negativamente o revestimento cerâmico, de acordo com a figura 17 (RIBEIRO, 2006).

Figura 17 - Juntas estruturais



Fonte: Quartzolit (2023 p.1).

A presença das juntas deve ser prevista no projeto de forma cuidadosa, considerando as características específicas da edificação e das áreas a serem revestidas. Um projeto bem elaborado com juntas adequadamente dimensionadas previne manifestações patológicas, como fissuras, descolamentos e quebras, proporcionando um sistema de revestimento durável e esteticamente atraente (RIBEIRO, 2006).

Além disso, a correta execução das juntas é fundamental para a eficácia do sistema de revestimento. É importante utilizar materiais adequados, como massas de rejunte flexíveis, e seguir as especificações técnicas recomendadas para cada tipo de junta.

3 PROPRIEDADES DO REVESTIMENTO CERÂMICO

Assim como todo material, as propriedades químicas dos revestimentos cerâmicos podem variar significativamente, devido aos materiais usados em sua composição e suas misturas, ou do tipo das placas cerâmicas a serem utilizadas, tais como:

3.1 REFRATARIEDADE

De acordo com ABCERAM, os materiais refratários possuem um ponto de fusão elevado, e quando esses materiais são submetidos a altas temperaturas possuem a capacidade de manterem suas capacidades físicas e químicas originais, sem qualquer deformação.

3.2 EXPANSÃO E RETRAÇÃO TÉRMICA

O processo de contração e expansão do material varia por meio da variação de temperatura, permitindo que o material se contraia em baixas temperaturas e expanda quando submetido a altas temperaturas; de acordo com Sobrosa (2014), quando os materiais, refratários no caso das cerâmicas, são expostos a altas ou baixas temperaturas, podem sofrer pequenas variações em sua composição; um destes fenômenos é a expansão e retração do material, que se torna um problema se ocorrer de forma excessiva e por um tempo prolongado, acarretando problemas estruturais da peça cerâmica.

E de acordo com Villela (2015), esse processo tende a ocorrer em ambientes com maior presença de umidade, como banheiros e piscinas; em processos em que esse fenômeno se apresente de forma prejudicial a peça cerâmica, pode ocorrer pelo processo de queima na cerâmica, sendo causado por queima parcial da placa cerâmica, ou a temperatura insuficiente.

3.3 RESISTENCIA QUÍMICA

As placas cerâmicas possuem resistência a ataques químicos, permitindo que após esses ataques, a mesma se mantenha inalterada com determinadas substâncias, segundo a ABNT NBR 13818:1997 - Placas cerâmicas para revestimento – Especificações e métodos de ensaios, a qual determina três tipos de resistência,

sendo: Classe A a Mais elevada, classe B resistência média, e classe C a menos resistente.

3.4 PROPRIEDADES MECÂNICAS

Em geral, as características mecânicas da cerâmica são determinadas pela composição das argilas usadas e pelo método de fabricação utilizado, sendo a temperatura de queima um fator de influência significativo (BAUER, 2018, p. 95).

Resistência à fratura: a cerâmica é geralmente observada em temperatura ambiente, uma vez que elas tendem a sofrer fratura antes de passar por qualquer forma de deformação plástica em resposta a uma carga de tração. Isso demonstra a sua notável fragilidade (MACÉA, 2018).

3.4.1 DUREZA

A dureza é, indiscutivelmente, a propriedade mecânica mais proeminente nas cerâmicas, e essa característica é o que torna os materiais cerâmicos extremamente úteis em aplicações que envolvem abrasão e corte. De fato, os materiais cerâmicos são amplamente reconhecidos entre os com maior dureza em todo o mundo (MACÉA, 2018).

3.4.2 FLUÊNCIA

A exposição às variações nas temperaturas tem a tendência a causar deformações em certos materiais. As cerâmicas tendem a sofrer tais variações, conhecidas como fluência, quando expostas à altas temperaturas (MACÉA, 2018).

De modo geral, materiais cerâmicos são caracterizados por sua dureza e fragilidade, não demonstrando deformação plástica. Eles exibem uma boa resistência mecânica à compressão, superando sua resistência à flexão (tração). A ruptura ocorre de maneira frágil, resultando de falhas na sua estrutura interna, que são negativamente influenciadas por descontinuidades, como microfissuras, poros e partículas incrustadas. Essas descontinuidades reduzem a área resistente e concentram tensões, e um aumento na quantidade de poros resulta na diminuição do módulo de ruptura e do módulo de elasticidade (BAUER, 2018).

A resistência mecânica está diretamente relacionada à quantidade de água empregada no processo de moldagem. Um excesso de água pode resultar na

lavagem das partículas menores, as quais se fundirão mais facilmente para formar o vidrado (BAUER, 2018).

A resistência dos produtos cerâmicos aumenta à medida que a granulação se torna mais uniforme, fina e compacta, e quando o processo de cozimento é aprimorado, incluindo a vitrificação da massa cerâmica (BAUER, 2018).

3.4.3 RESISTÊNCIA AO GRETAMENTO

A norma ABNT NBR ISO 10545-11:2017 define gretamento como “trincas, semelhantes a fios de cabelo, limitadas à superfície esmaltada da placa”.

O fenômeno conhecido como gretamento é caracterizado pela manifestação de múltiplas fissuras que adquirem uma aparência que se assemelha a uma teia de aranha, e este fenômeno se manifesta exclusivamente na camada de esmalte das cerâmicas esmaltadas. Essas fissuras podem apresentar formatos que variam entre circulares e irregulares, assemelhando-se em dimensões e aparência a fios capilares, conforme figura 18.

Figura 18 - Gretamento



Fonte: Ceramical industrial, p.2

A explicação mais aceita para o fenômeno do gretamento é o desacordo dilatométrico entre massa e sua camada de esmalte. Em outras palavras, dilatações e retrações das placas cerâmicas, causadas pela variação entre massa e esmalte.

Quando essas tensões excedem a resistência da camada de esmalte, manifesta-se o fenômeno de gretamento (RHOD, 2011).

Nesse contexto, é necessário que os produtos cerâmicos sejam confeccionados mediante a utilização de massas cerâmicas e esmaltes cujos coeficientes de dilatação térmica estejam em acordo, garantindo assim, uma compatibilidade dilatométrica adequada.

Quando as variações nas características de dilatação das massas cerâmicas e dos esmaltes não são devidamente planejadas e coordenadas, os produtos podem manifestar gretamentos imediatamente após a conclusão do processo de fabricação (BOSHI, 2021).

O ideal, portanto, é que a massa dilate menos que o esmalte. Em resumo, esse processo acelerado reproduz a Expansão por Umidade (EPU) que a placa sofrerá ao longo de sua vida útil, após o assentamento.

Em circunstâncias extremas, a Expansão por Umidade (EPU) pode alcançar níveis capazes de transformar as forças de compressão em tensões de tração, levando assim ao desenvolvimento de gretamento nas cerâmicas esmaltadas

3.4.4 PEI

De acordo com a ABNT NBR 13817 Placas cerâmicas para revestimento – Classificação, para diferenciar a resistência do esmalte da cerâmica foi adotada uma escala de PEI (Porcelain Enamel Institute), que varia entre 0 e 5, sendo 0 baixíssima e 5 altíssimos, conforme tabela 4

Tabela 4 - Escala de PEI – Resistência a abrasão superficial

PEI	Resistência à abrasão	Uso
0	Baixíssima	Não para pisos
1	Baixa	Ambientes onde se caminha com os pés
2	Média	Ambientes residenciais sem portas para ambientes externos
3	Média alta	Ambientes residenciais com portas para ambientes externos
4	Alta	Ambientes residenciais com tráfego intenso
5	Altíssima	Ambientes comerciais, públicos e industriais com alto tráfego

Fonte: Própria, adaptada de CCB 1998.

A norma também faz uma divisão entre PEI 4 e 5; quando o teste de resistência à abrasão superficial é feito, e a peça é manchada, é adotada como PEI 4, caso não ocorra o processo da mancha é adotada como PEI 5.

A camada de esmalte, é diferente da camada de argila, sendo necessário resistir à abrasão a todo o momento de acordo com a necessidade, além de apresentar características químicas e físicas diferentes da placa cerâmica.

A ABNT NBR 13818:1997 também traz uma classe de resistência ao manchamento, sendo classe 1 Impossibilidade da remoção da mancha e 5 fácil remoção das manchas e classe de acordo com a figura 19 e de resistência a ataques químicos, sendo Classe A elevada e C baixa, de acordo com a figura 20.

“Aspecto superficial ou análise visual: Esta Norma classifica como produto de primeira qualidade, quando 95% das peças examinadas, ou mais, não apresentarem defeitos visíveis na distância padrão de observação = (1,00+/- 0,05) m” (ABNT NBR 13817,1997, p. 3).

Figura 19 - Resistencia ao manchamento

CLASSES	TIPOS DE REMOÇÃO
5	Máxima facilidade de remoção de mancha
4	Mancha removível com produto de limpeza fraco
3	Mancha removível com produto de limpeza forte
2	Mancha removível com ácido clorídrico, hidróxido de potássio e tricloroetileno
1	Impossibilidade de remoção da mancha

Fonte: Souza e Antunes, 2019, p.27.

Figura 20 - Resistencia a ataques químicos

CLASSES	RESISTÊNCIA
A	Elevada
B	Média
C	Baixa

Fonte: Souza e Vinicius, 2019, p.27.

3.4.5 ABSORÇÃO DE ÁGUA

A absorção de água em peças cerâmicas é um fenômeno fundamental que desempenha um papel crucial na fabricação, qualidade e durabilidade desses produtos. A absorção de água é definida como a capacidade de uma peça cerâmica em absorver e reter água em sua estrutura porosa. Essa característica está intimamente relacionada com a porosidade da cerâmica, ou seja, a quantidade e o tamanho dos espaços vazios presentes em sua estrutura (SANTOS, 2012, p.16).

A porosidade das peças cerâmicas é resultado da composição química, processo de fabricação e condições de queima. Durante a queima, a temperatura e o tempo de exposição ao calor afetam a densidade da cerâmica e a formação de poros. Peças cerâmicas com alta porosidade têm mais espaços vazios, o que resulta em uma maior absorção de água. Por outro lado, peças com menor porosidade têm uma estrutura mais compacta e, conseqüentemente, menor absorção de água (FREITAS, 2003).

A absorção de água em peças cerâmicas é um fator crucial em várias aplicações. Por exemplo, em cerâmicas de uso doméstico, como pratos e copos, uma baixa absorção de água é desejável para evitar manchas de umidade e preservar a integridade da peça ao longo do tempo. Em revestimentos cerâmicos, como azulejos, uma absorção de água controlada é importante para evitar problemas de eflorescência e deterioração em ambientes úmidos (VILLELA, 2015, p.24).

A absorção de água como mencionado, divide as peças cerâmicas nas seguintes categorias: porcelanatos, grês, semi-grês, semi-porosas, e porosas, quanto menor a absorção da água maior a resistência mecânica pelas cerâmicas, conforme Figura 21 baseada na NBR 13817:2020 – Placas cerâmicas para revestimento e classificação.

Figura 21 - Absorção de água

Tipos de Produtos	Grupos de Absorção	Índice de Absorção de Água
Porcelanato	Bla	Até 0,5%
Grês	BIb	de 0,5 a 3%
Semi-grês	BIIa	de 3 a 6%
Semi-poroso	BIIb	de 6 a 10%
Poroso	BIII	Acima de 10%

Fonte: Reveste online, 2020, p.1

4 CONTROLE DE QUALIDADE

Os procedimentos de execução de uma obra de construção civil é um processo de suma importância, devido impor os parâmetros a serem considerados na fiscalização das atividades de modo a garantir a eficiência da execução do serviço, garantir que a obra ocorra de forma segura, dentro das conformidades legais, padronizando a execução da tarefa, garantindo a organização do planejamento e mantendo o controle do custo e do cronograma pré-estabelecido. A falta de um procedimento bem-preparado e de ausência da fiscalização podem causar a baixa qualidade de serviço, desperdício de recursos e até custos extras.

Além de controle em relação ao processo de produção, durante a execução do serviço, deve-se verificar a qualificação da mão de obra, trabalhadores qualificados podem garantir trabalhos de maior qualidade, seguindo os padrões pré-estabelecidos garantindo a durabilidade do serviço.

Deste modo, a falta do controle de produção e qualidade, podem causar desperdício, mal desempenho e conseqüentemente manifestações patológicas decorrentes a devidas falhas na execução do serviço, reduzindo a vida útil de uma edificação.

4.1 PROCESSO DE ASSENTAMENTO

A qualidade no cerâmico interno e externo depende de diversos fatores, como a preparação do substrato, a mistura da argamassa com a devida quantidade de água, mão de obra qualificada, materiais e ferramentas disponíveis para a execução deste serviço.

Antes de iniciar o serviço, deve-se verificar se o ambiente encontra-se limpo e livre de materiais estranhos, após isso, verificar a paginação com o projeto do local onde será assentado o revestimento, em seguida, misturar a argamassa de acordo com a quantidade de água prevista pelo fabricante, atentando-se ao período de uso da mesma, iniciar o serviço umedecendo o substrato, atentando-se a necessidade de dupla camada, sempre espalhando os cordões de argamassa com um martelo de borracha, e seguindo a indicação de juntas de assentamento e as demais se necessário, após a execução do serviço, limpar a argamassa presente dentro das juntas a fim de deixar o caminho livre para ser efetuado o rejunte de forma mais ágil e

limpa, esperar um dia para a limpeza e conferência do serviço de assentamento cerâmico, onde será feito o teste de som cavo, analisando peça por peça, e as que apresentarem som cavo, devem ser substituídas, também se atentando as diretrizes de assentamento, como nivelamento, planicidade e prumo das placas já assentadas.

Após a inspeção adequada do serviço, deve-se iniciar o processo de rejunte, inserindo a devida quantidade de água à mistura, com o auxílio de uma desempenadeira de plástico, passar o rejunte, preenchendo as juntas por completo.

5 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM REVESTIMENTO CERÂMICO

Depois de apresentadas algumas das principais propriedades do revestimento cerâmico, segue-se com o entendimento sobre as manifestações patológicas para uma análise correta dos problemas encontrados no pós-obra da construção civil possam ser avaliadas de forma mais assertiva envolvendo tanto áreas externas como internas.

As manifestações patológicas em materiais utilizados na construção civil são avaliadas mediante vistorias por profissionais qualificados, e se necessário, realizados exames para auxiliar a definir as causas, sendo esses os ensaios técnicos, assistidos por instrumentos específicos de acordo com a necessidade do ensaio a ser definido pelo profissional, podendo ser enviados a laboratórios a fim de obter resultados mais apurados e condizentes à situação.

Como comentado, mediante as situações da construção, as manifestações patológicas decorrem de diversos fatores, como: falhas de projeto, uso inadequado de material, deterioração dos materiais, falta de manutenção preventiva por exemplo. O que pode influenciar na segurança, conforto, eficiência e estética da edificação.

5.1 Desplacamento

Desplacamento do revestimento cerâmico é uma manifestação patológica preocupante, onde ocorre devido à falta de adesão entre as placas cerâmicas e a superfície à qual estão sendo aplicadas (figura 22). Esse problema pode levar a danos estéticos e estruturais significativos, comprometendo a integridade do sistema de revestimento (BIONATI, 2021).

Figura 22 – Manifestação patológica: deslocamento



Fonte: Própria, 2023.

Para evitar o deslocamento, é fundamental conhecer e compreender as principais causas que podem levar a essa manifestação. Dentre elas, destacam-se o excesso de água na argamassa colante, o uso de técnicas associadas a ferramentas inadequadas para aplicação da argamassa, a aplicação da argamassa sem limpeza adequada do substrato, a pressão inadequada durante a colocação da placa cerâmica, a infiltração de água, as movimentações excessivas do substrato, o substrato inadequado, a falta de acompanhamento, inspeção e controle nas fases executivas do revestimento cerâmico, a falta de mão de obra qualificada e o uso de produtos inadequados na mistura da argamassa são fatores que propiciam o deslocamento. (FREITAS, 2003).

Em vista desses fatores, é essencial adotar medidas preventivas para evitar o deslocamento do revestimento cerâmico. Um planejamento cuidadoso, a escolha de materiais adequados, a correta preparação do substrato, a utilização de técnicas de aplicação adequadas e a contratação de mão de obra qualificada são medidas fundamentais para garantir a durabilidade e a eficácia do revestimento cerâmico ao longo do tempo. A presença de juntas entre as placas cerâmicas também é um fator importante para a prevenção do deslocamento, uma vez que permitem a acomodação das movimentações e variações térmicas, contribuindo para a integridade do sistema de revestimento (FREITAS, 2003).

O acompanhamento e controle efetivos durante todas as etapas da execução do revestimento cerâmico são cruciais para garantir a qualidade e a correta aplicação dos materiais. Além disso, a impermeabilização adequada da superfície e a observância das recomendações técnicas são práticas indispensáveis para evitar problemas futuros. Com uma abordagem preventiva e a adoção de boas práticas construtivas, é possível assegurar que o revestimento cerâmico seja resistente, durável e esteticamente agradável, proporcionando ambientes seguros e confortáveis para os usuários da edificação (BAUER, 2019).

5.2 Manchas

As manchas que podem afetar os revestimentos cerâmicos abarcam uma ampla variedade de tonalidades, sendo notáveis, sobretudo, as nuances marrons, verdes, pretas, entre outras. Esses marcantes pigmentos cromáticos frequentemente encontram seu ponto de origem no ambiente úmido e na proliferação de microrganismos. A presença desses elementos microscópicos pode desencadear a formação de algas e mofo, desencadeando um processo de alterações visuais e estruturais. À medida que esse processo evolui, podem surgir outras manifestações patológicas igualmente indesejadas, tais como o surgimento de bolor e eflorescência, a natureza dessas manifestações muitas vezes está intrinsecamente vinculada à causa subjacente, como apresentado na figura 23 (BAUER, 2019).

A ação conjunta da umidade e da proliferação microbiana cria um ambiente propício para o florescimento de algas, cujas cores contrastam com a tonalidade usual dos revestimentos cerâmicos. Além disso, a infestação por mofo, frequentemente em tons mais escuros, pode se infiltrar nas superfícies, espalhando-se gradualmente e perturbando a estética original. A natureza dessa evolução não se limita apenas ao espectro de cores, mas também pode resultar em modificações estruturais (ESTEVES, 2020).

A intensidade das manchas e o grau de infestação podem desencadear respostas adicionais nos materiais, tais como o desenvolvimento de bolor e a formação de eflorescência. Essas manifestações subsequentes frequentemente se manifestam como uma reação em cadeia, dependendo das características da fonte original. O bolor, por exemplo, é um resultado natural do crescimento microbiano que

ocorre em ambientes úmidos e é responsável por manchas de tonalidades escuras que podem degradar ainda mais a aparência dos revestimentos (TORMEN, 2016).

Figura 23 – Manifestação patológica: manchas



Fonte: ALEJANDREZ, 2020 – adaptada.

5.3 Eflorescência

A manifestação patológica mencionada destaca-se pelo surgimento notável de depósitos cristalinos, cuja tonalidade esbranquiçada contrasta com a superfície do revestimento cerâmico. Esse fenômeno complexo, conhecido como eflorescência, tem suas raízes nas intrincadas interações entre os componentes minerais presentes na alvenaria, argamassas de chapisco, emboço, fixação e rejuntamento. Esse processo sob a influência determinante da água, seja ela proveniente da própria fase construtiva ou oriunda de infiltrações subsequentes.

De acordo com Granato (2002), a trajetória desses sais solúveis começa nos poros das placas cerâmicas ou mesmo nos interstícios do rejunte, e a água, que age como uma transportadora invisível, carrega consigo esses elementos solúveis. A água, muitas vezes impulsionada por forças capilares ou pressões hidrostáticas, penetra nos materiais porosos subjacentes, carregando consigo os sais dissolvidos. O resultado desse processo é a migração subterrânea desses componentes minerais, que eventualmente emergem à superfície sob a forma de eflorescências.

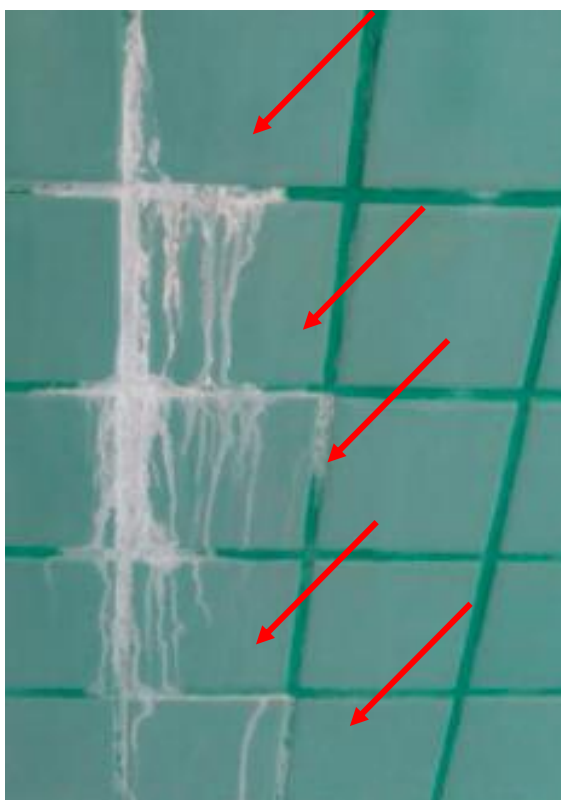
A transformação desses sais solúveis em cristais sólidos é uma consequência da exposição ao ar ambiente. Assim que os sais solúveis emergem da superfície da cerâmica e entram em contato com o ar, ocorre um processo de evaporação, onde a água transportadora se dissipa, abandonando os minerais antes dissolvidos. Com um

processo química, esses minerais, agora desprovidos de água, se cristalizam e se depositam na superfície, criando essa imagem característica de manchas esbranquiçadas (MOREIRA, 2016).

A imagem visual desses depósitos cristalinos, representada na Figura 24, é frequentemente associada a uma interação entre a natureza porosa do material cerâmico e os processos hidroquímicos subjacentes. As formas e padrões das eflorescências podem variar, desde depósitos finos e delicados até estruturas mais proeminentes e granulares, dependendo da composição mineralógica dos materiais, das condições ambientais e das características do transporte da água.

A prevenção adequada para impedir o processo de eflorescência é uma impermeabilização bem executada, impedindo a circulação desses cristalinos, também pode-se adotar precauções para evitar essa proliferação, como uma argamassa com baixo teor de álcalis, placas cerâmicas com garantia de qualidade sem umidade residual, garantir o tempo necessário para a secagem das placas, e evitar o uso de ácido clorídrico na limpeza do revestimento após o processo de assentamento (RHOD, 2011).

Figura 24 – Manifestação patológica: eflorescência



Fonte: Própria, adaptada Nano4you, 2023

5.4 Bolor

O termo "bolor" faz referência a colônias de fungos que encontram ambiente propício para seu desenvolvimento, sendo caracterizados por sua capacidade de prosperar em locais que exibem condições como umidade elevada, escassa ventilação ou deficiente exposição solar. Esses elementos são essenciais para criar um cenário favorável no qual esses microrganismos podem florescer, manifestando-se frequentemente na forma de manchas que variam entre tonalidades esverdeadas e escuras (FREITAS, 2016).

É importante reconhecer que a presença dessas manchas de bolor não apenas afeta a estética do ambiente, mas também pode representar riscos para a saúde humana, uma vez que certas espécies de fungos podem liberar esporos e substâncias potencialmente prejudiciais ao serem inaladas (SILVA, 2022).

Diante desse cenário, a abordagem recomendada para lidar com essa manifestação patológica envolve medidas corretivas. Um método amplamente aceito para combater o bolor é a aplicação de hipoclorito de sódio, mais conhecido como água sanitária. Esse produto químico é eficaz na eliminação de fungos e bactérias, ajudando a desinfetar e limpar as superfícies afetadas. No entanto, é fundamental adotar precauções ao manusear produtos químicos, garantindo a ventilação adequada e o uso de equipamentos de proteção individual para minimizar riscos à saúde durante o processo de limpeza (SILVA, 2022).

Além da limpeza com hipoclorito, é válido salientar que, em casos em que o revestimento afetado pelo bolor esteja apresentando características pulverulentas, ou seja, está se deteriorando em forma de pó, é indispensável considerar a necessidade de reparos estruturais. A preservação da integridade das superfícies é crucial não apenas para a aparência visual, mas também para a prevenção de futuras infestações por fungos, como apresentado na figura 25 (FREITAS, 2016).

Para completar, é relevante ressaltar que a prevenção desempenha um papel fundamental na manutenção de ambientes livres de bolor. Medidas como a adequada ventilação dos espaços, o controle da umidade por meio de ventilação apropriada ou até mesmo a utilização de desumidificadores, além da exposição regular à luz solar, contribuem significativamente para criar um ambiente desfavorável ao desenvolvimento desses fungos indesejados (FREITAS, 2016).

Portanto, a compreensão dos fatores que favorecem o crescimento do bolor, juntamente com a implementação de medidas de limpeza, reparo e prevenção, são passos essenciais para garantir ambientes saudáveis e esteticamente agradáveis.

Figura 25 – Manifestação patológica: Bolor



Fonte: Própria, adaptada de: Fila solutions, 2023

5.5 Retração

A deterioração das juntas em revestimentos cerâmicos é uma questão de extrema relevância, pois ela não apenas afeta a aparência estética, mas também exerce um impacto significativo na funcionalidade global desses revestimentos. As juntas desempenham um papel crucial na absorção de deformações resultantes de movimentos naturais, temperaturas variáveis e outras tensões estruturais.

Entretanto, quando as juntas começam a se deteriorar, os efeitos são sentidos não somente nas próprias juntas, mas também nas argamassas de preenchimento das juntas de assentamento e de movimentação, culminando em um comprometimento geral do sistema (SANTOS, 2019).

Santos diz que a deterioração das juntas pode se manifestar de diversas formas, e suas causas são igualmente variadas. Uma das principais razões é a perda gradual da estanqueidade da junta, permitindo a entrada de umidade, sujeira e agentes agressivos. Além disso, ao longo do tempo, o material de preenchimento das

juntas pode envelhecer e perder suas propriedades originais, resultando em um desempenho comprometido. Rhod (2011) ressalta que a perda de estanqueidade não se limita apenas às juntas entre componentes individuais, mas também afeta as juntas de movimentação, que são especialmente suscetíveis a movimentos diferenciais e ataques do meio ambiente.

Diante desse cenário, a necessidade de reparar essa patologia se torna inegável. Santos (2019) argumenta que a restauração eficaz das juntas requer abordagens cuidadosas e direcionadas. Uma solução comum é a execução de um novo processo de rejuntamento nas áreas afetadas ou até mesmo em todo o ambiente, caso necessário. Esse processo envolve remover o material antigo das juntas, limpar cuidadosamente as superfícies e, em seguida, preencher as juntas com um novo material de qualidade adequada. Esse procedimento não apenas renova a estética, mas também restaura a capacidade das juntas de cumprir seu papel fundamental na absorção de movimentos e tensões.

Além disso, é crucial adotar medidas preventivas para evitar a recorrência da deterioração das juntas. Isso pode envolver o uso de materiais de preenchimento de alta qualidade, a aplicação adequada de produtos de vedação para manter a estanqueidade, e a adoção de práticas de limpeza adequadas que não danifiquem as juntas.

5.6 Trincas e fissuras

No contexto de revestimentos cerâmicos, a presença de fissuras e trincas é uma preocupação importante que merece uma análise aprofundada. Essas ocorrências, embora possam parecer semelhantes à primeira vista, têm características distintas que são cruciais para compreender sua origem e impacto.

É fundamental esclarecer a diferença entre fissuras e trincas. As fissuras são pequenas aberturas que apresentam uma largura inferior a 1mm. Essas fissuras podem se desenvolver por várias razões, incluindo tensões térmicas, movimentações naturais do substrato, encolhimento do material durante a secagem ou até mesmo variações na aderência. A sua presença, mesmo sendo de dimensões reduzidas, não deve ser subestimada, pois podem crescer e se aprofundar com o tempo, levando a problemas mais significativos se não forem tratadas adequadamente. (OLIVEIRA, 2019)

Por outro lado, as trincas são aberturas maiores, com uma largura superior a 1mm, que se formam no revestimento cerâmico. Ao contrário das fissuras, as trincas têm potencial para criar um impacto visual mais acentuado, além de comprometerem a integridade estrutural do revestimento. Essas trincas geralmente resultam de esforços mecânicos, como cargas aplicadas excessivas, vibrações intensas ou até mesmo impactos físicos. Em alguns casos, uma combinação de fatores, como uma base instável ou inadequada, pode contribuir para o surgimento dessas trincas.

Santos (2008) ressalta a que tanto as fissuras quanto as trincas podem ser evitadas ou minimizadas por meio de práticas adequadas de instalação e manutenção. A seleção do substrato apropriado, o uso de argamassas de qualidade, a preparação cuidadosa da superfície e a aplicação adequada do revestimento são todos fatores que influenciam diretamente na prevenção dessas manifestações indesejadas.

Ao considerar a figura 26, que se refere aos esforços mecânicos como geradores de trincas, é crucial notar que a natureza das cargas aplicadas e a estrutura subjacente desempenham papéis cruciais no processo. Uma carga excessiva, por exemplo, pode sobrecarregar o revestimento, levando à formação de trincas visíveis. É igualmente importante reconhecer que, se a base sobre a qual o revestimento está assentado não é capaz de suportar as tensões aplicadas, as trincas têm maior probabilidade de se desenvolver como uma resposta às forças que atuam sobre o sistema.

Em última análise, a compreensão clara das diferenças entre fissuras e trincas, bem como a identificação das causas subjacentes, é essencial para o desenvolvimento de estratégias eficazes de prevenção e intervenção. A adoção de práticas de instalação de alta qualidade, juntamente com uma avaliação cuidadosa das condições de carregamento e suporte, contribuirá significativamente para a minimização dessas questões e para a manutenção da aparência e funcionalidade dos revestimentos cerâmicos ao longo do tempo.

Figura 26– Manifestação patológica: Fissura



Fonte: Própria, 2023

6 ESTUDOS DE CASO

6.1 APRESENTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O estudo de caso foi realizado em condomínio residencial com área de terreno de 24.000 m², 10 torres e com 1599 unidades. O empreendimento é localizado em Diadema – SP (Figura 27). Onde os moradores solicitam à construtora assegurados pela garantia do empreendimento prevista no manual do morador o reparo das manifestações patológicas no revestimento cerâmico.

No empreendimento estudado, foi informado que os reparos deveriam ser realizados nos halls (figura 29) de todas as 10 torres (figura 28) e nos pisos das cozinhas e dos banheiros das unidades habitacionais (figuras 30 e 31). Analisam-se com base teórica as causas das manifestações patológicas no empreendimento e acompanhada a solução dada pela construtora

Figura 27- Fachada Condomínio Residencial



Fonte: Google imagens, 2023.

Figura 28 - Planta de Implantação do Empreendimento



Fonte: Construtora X, 2023.

Figura 29 - Planta Torre



Fonte: Construtora X, 2023.

Figura 30 - Planta do pavimento tipo 43,78 m²



Fonte: Construtora X, 2023.

Figura 31 -Planta unidade habitacional 44,48 m²



Fonte: Construtora X, 2023.

6.2 INSTRUÇÃO DE PROCESSO

A Construtora X apresenta apenas Instrução de Processo referente a aplicação de revestimento cerâmico de parede – azulejo-, conforme Anexo A e que consiste em controlar métodos construtivos a fim de garantir a qualidade, padronização. O material em documentação de instrução de processo, validando projeto de paginação,

levantamento de especificações de materiais a serem utilizados, validação de fornecedores homologados.

Os demais procedimentos a serem seguidos, não foram publicados, de modo que as orientações aos profissionais para realização do serviço são feitas de forma verbal e devendo ser verificada pelo responsável do setor.

6.3 PROCEDIMENTO DA ASSISTÊNCIA TÉCNICA

A Construtora X possui o departamento de Assistência Técnica -AST -, que consiste em dar suporte nas demandas relacionadas a reparos no escritório, *stand* de vendas e obras concluídas que eventualmente apresentam manifestações patológicas que estejam dentro do prazo de garantia estipulado no Manual do Morador ou que esteja relacionado a uma falha técnica no procedimento construtivo.

Para controle e gerenciamento das solicitações, a construtora utiliza o Mobuss Construção que é um *software* de mobilidade e gestão para construção civil. Neste sistema são informados a obra, o local para reparo, o sistema construtivo, data de abertura da solicitação, descrição e a procedência do chamado.

Após o contato do proprietário ou da zeladoria para reparos na edificação, o Mobuss Construção armazena os dados, em seguida é encaminhado um oficial até o local para averiguar a procedência do chamado. Neste momento, foi realizado o Laudo de Vistoria, o qual são informados os ambientes, o estado de conservação e dados do responsável pela vistoria.

Nesta visita técnica, foi considerado que a manifestação patológica é recorrente a erro construtivo e dada a procedência do chamado, os próximos passos foram apresentar a possibilidade de reembolso ou da possibilidade de se iniciar o reparo por uma equipe da construtora.

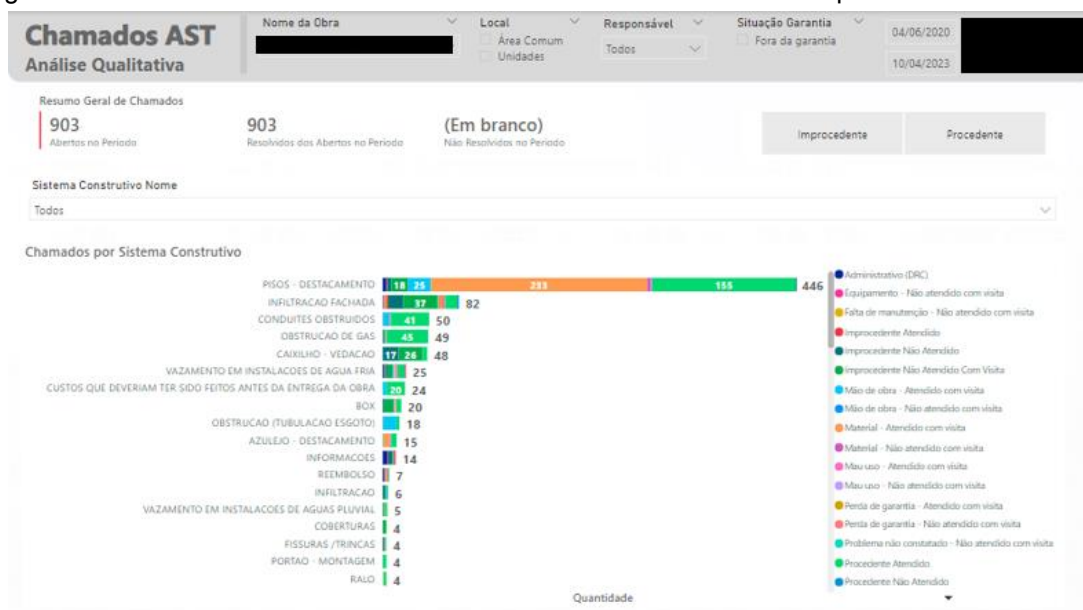
6.4 DASHBOARD DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Com o levantamento desses dados por meio do Mobuss Construção, foi possível apresentar os *dashboards*, que são painéis de controle e interfaces visuais, que demonstram dados e informações de forma resumida, “Chamados AST – Analítico Mobuss”, que apresentam o número de chamados de unidades privativas e áreas comuns. Utilizando Power BI, a AST faz o levantamento de dados extraídos do Mobuss Construção, gerando Dashboards que permitem visualização rápida de indicadores de desempenho.

Conforme a Figura 32, é possível verificar que foram feitas 903 chamados para o empreendimento no período de 04/06/2020 a 10/04/2023, no painel estes chamados estão fora da garantia apresentada no manual do proprietário.

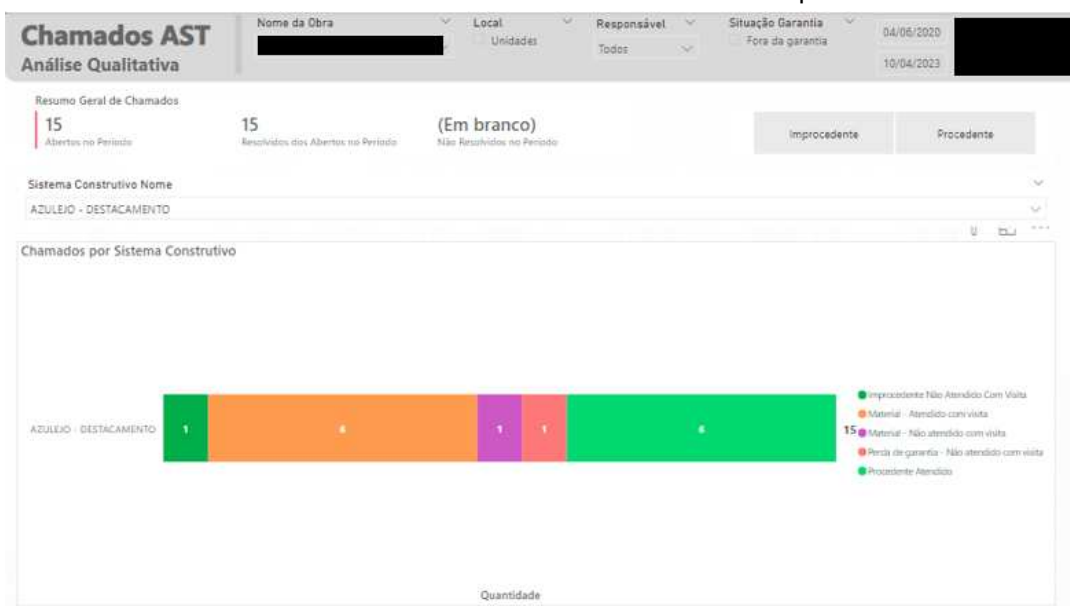
Destes chamados, 461 são chamados para destacamento de placas cerâmicas, sendo 15 chamados para destacamento de azulejo (Figura 33) e 446 chamados de destacamento de piso (Figura 34).

Figura 32 - Painel de Chamados AST - Análise Qualitativa – Chamados por Sistema Construtivo



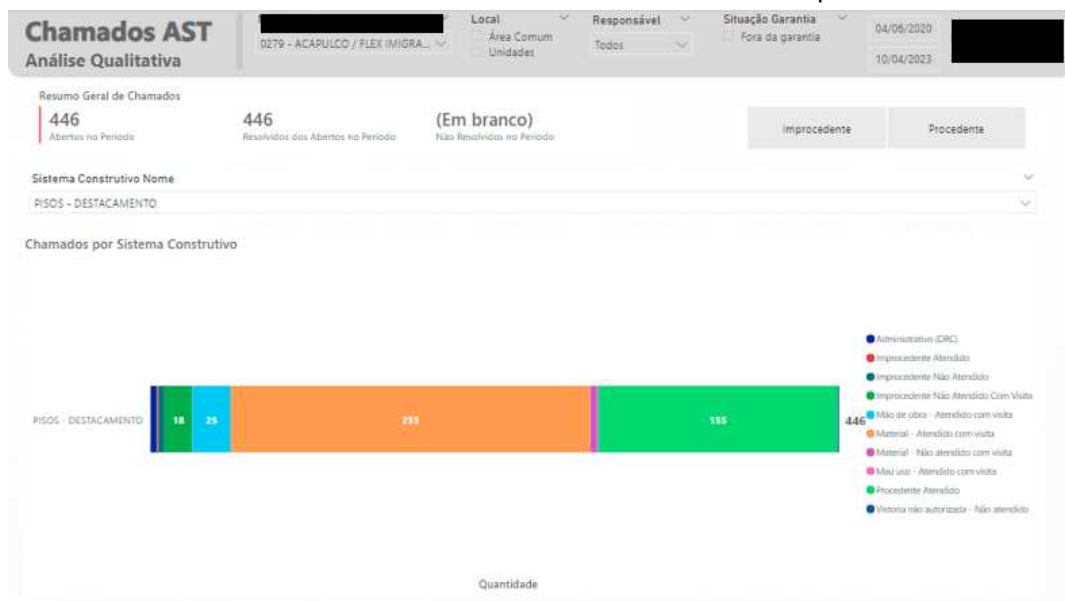
Dashboard internos da AST – Construtora X, 2023

Figura 33 - Painel de Chamados AST - Análise Qualitativa– Chamados por destacamento de azulejo



Dashboard internos da AST – Construtora X, 2023

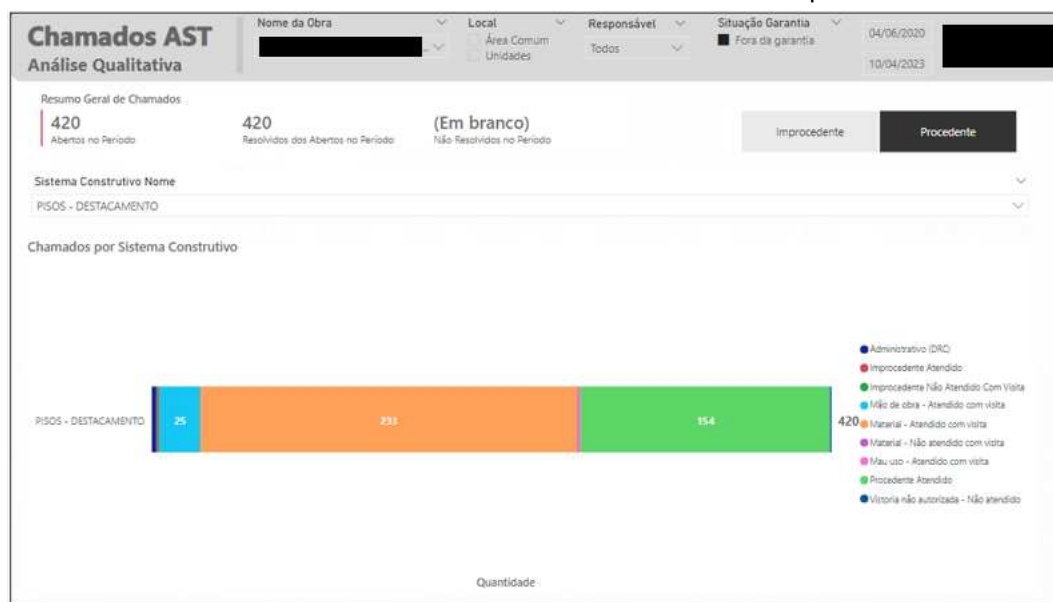
Figura 34 - Painel de Chamados AST - Análise Qualitativa – Chamados por destacamento de piso



Dashboard internos da AST – Construtora X, 2023

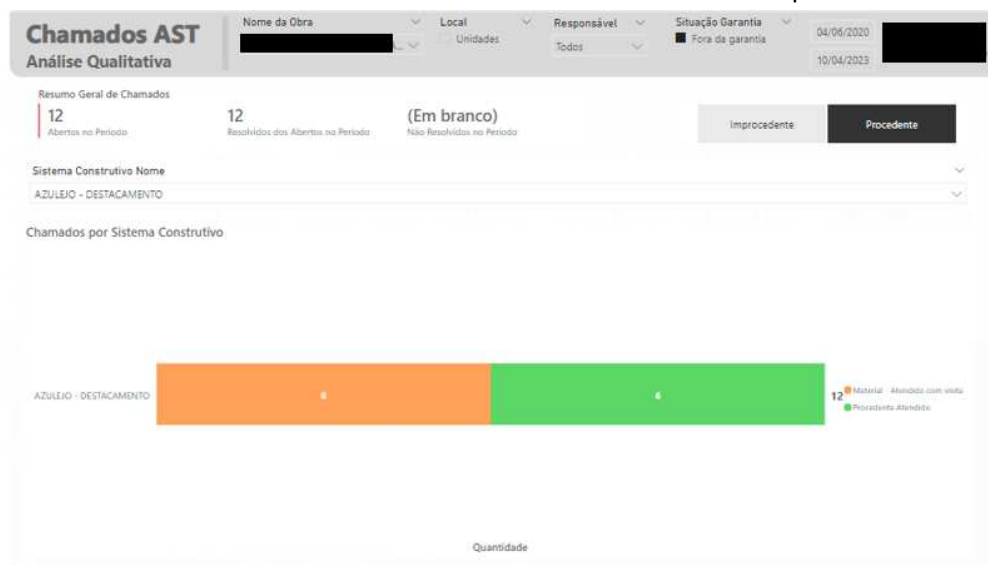
Destes chamados, apenas 432 chamados foram dados como procedentes e resolvidos conforme figuras 35 e 36.

Figura 35 - Painel de Chamados AST - Análise Qualitativa – Chamados por destacamento de piso



Dashboard internos da AST – Construtora X, 2023

Figura 36 - Painel de Chamados AST - Análise Qualitativa – Chamados procedentes de azulejo



Fonte: Dashboard internos da AST – Construtora X, 2023

6.5 SOLUÇÃO APRESENTADA PELA CONSTRUTORA

No caso de procedência do chamado realizado pelo proprietário, a Construtora X apresenta o orçamento para ser realizar o reembolso ou podendo disponibilizar uma equipe de oficiais para realizar o reparo. Com o de acordo do proprietário é emitido o reembolso ou é marcada a data para iniciação do reparo a ser realizado por um oficial, conforme figura 37 e figura 38 para unidades privativas e figura 39 para área comum.

Figura 37 - Memória de cálculo de reparo da cozinha

Memória de Cálculo do [Redacted] (m²) - Cozinha					
Item	Serviço	Un	Orçamento		
			Preço	Quantidade de total	Preço total
1	Piso cerâmico (4,20 x 1,60)	m²	R\$ 15,31	6,72	R\$ 102,88
2	Argamassa 20 Kg	m²	R\$ 16,78	6,72	R\$ 112,76
3	Rejunte 1 kg	m²	R\$ 1,19	6,72	R\$ 8,00
4	Mão de obra para retirada e reinstalação do piso	m²	R\$ 74,40	6,72	R\$ 499,97
Total					R\$ 723,61

Fonte: Própria, 2023.

Figura 38 - Memória de cálculo de reparo do banheiro

Memória de Cálculo do [Redacted] (m²) - Banheiro					
Item	Serviço	Un	Orçamento		
			Preço	Quantidade de total	Preço total
1	Piso cerâmico (4,20 x 1,60)	m²	R\$ 15,31	2,50	R\$ 38,28
2	Argamassa 20 Kg	m²	R\$ 16,78	2,50	R\$ 41,95
3	Rejunte 1 kg	m²	R\$ 1,19	2,50	R\$ 2,98
4	Mão de obra para retirada e reinstalação do piso	m²	R\$ 74,40	2,50	R\$ 186,00
Total					R\$ 269,20

Fonte: Própria, 2023.

Figura 39 - Memória de cálculo de reparo do hall

Memória de Cálculo do (m²) - Hall					
Item	Serviço	Un	Orçamento		
			Preço	Quantida de total	Preço total
1	Piso cerâmico (4,20 x 1,60)	m²	R\$ 15,31	4,20	R\$ 64,30
2	Argamassa 20 Kg	m²	R\$ 16,78	4,20	R\$ 70,48
3	Rejunte 1 kg	m²	R\$ 1,19	4,20	R\$ 5,00
4	Mão de obra para retirada e reinstalação do piso	m²	R\$ 74,40	4,20	R\$ 312,48
Total					R\$ 452,26

Fonte: Própria, 2023.

No levantamento realizado para apuração de chamados procedentes, analisou-se que 93 eram referentes aos banheiros de área 2,50 m², 258 chamados referentes a chamados para cozinha de área 6,72 m² e 81 chamados referente aos halls do empreendimento de área 4,20 m². Ressalta-se que para fins de cálculo a Construtora X considerou a mesma área de piso para área de azulejo, desta forma foi considerado o mesmo nesta pesquisa.

Foi apurado que os 432 chamados foram todos acordados como solicitação de reparo, ou seja, a Construtora X iria disponibilizar uma equipe para realizar os reparos no empreendimento. Com isto, foi levantado um custo adicional para reparos de R\$ 248.360,04 (Figura 40).

Figura 40 - Custo adicional de reparos

CUSTO	Cozinha	258
Custo unitário	R\$ 723,61	
Custo total de reparo	R\$ 186.691,38	
CUSTO	Banheiro	93
Custo unitário	R\$ 269,20	
Custo total de reparo	R\$ 25.035,60	
CUSTO	Hall	81
Custo unitário	R\$ 452,26	
Custo total de reparo	R\$ 36.633,06	
CUSTO ADICIONAL COM REPAROS	R\$ 248.360,04	

Fonte: Própria, 2023.

6.6 PROCEDIMENTO DE REPARO

A Construtora X não possui um procedimento publicado para realizar o reparo das manifestações patológicas de deslocamento de peças cerâmicas. Desta forma foi averiguado junto aos responsáveis pelo reparo, levantado pelo sistema Mobuss Construção o processo de execução de reparo.

De acordo com Simões, arquiteta responsável pelo acompanhamento dos serviços de reparo da AST neste empreendimento, para realização do serviço, são registradas imagens do local a ser reparado (figura 41), em seguida os demais e equipamentos são protegidos de modo a não gerar danos materiais na residência do proprietário (figura 42).

Figura 41 - Local a ser reparado



Fonte: Mobuss Construção, 2023.

Figura 42 - Ambiente protegido



Fonte: Mobuss Construção, 2023.

Feita toda a retirada do revestimento cerâmico e da argamassa colante utilizada previamente, mantendo apenas o contrapiso (figura 43 e 44), em seguida foi realizada a limpeza do local.

Figura 43 - Retirada das peças cerâmicas



Fonte: Mobuss Construção, 2023.

Figura 44 - Retirada das peças cerâmicas



Fonte: Mobuss Construção, 2023.

Faz-se a dupla colagem de argamassa; em seguida, foi colocada a peça dando uma arrastada para retirada do ar, evitando que a peça fique oca, depois foi realizada a aplicação do rejunte e limpeza do local (Figuras 45 e 46).

Simões, arquiteta responsável, também informa, que é recomendado a retirada de todo revestimento cerâmico do local de forma a evitar futuras manifestações patológicas nos ambientes.

Figura 45 - Retirada das peças cerâmicas - 2



Fonte: Mobuss Construção, 2023.

Figura 46 - Ambiente reparado e limpo 2



Fonte: Mobuss Construção, 2023.

6.7 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Os resíduos da construção civil - RCC - são provenientes de construção, reformas, reparos e demolições de obras da construção civil. De acordo com Silva e Melo (2021), os resíduos sólidos da construção civil, apenas em demolições chegam a milhões de toneladas diariamente, e com isso, há a necessidade de destinar esses resíduos de materiais presentes dessas demolições em outras áreas da construção civil.

De acordo com CONAMA resolução 307:2002 artigo 3, diversos materiais da construção civil geram resíduos, sendo classificados em quatro classes de resíduos, conforme a Figura 47.

Figura 47 - Classes de tipos de resíduos na construção civil



Fonte: Grande Gerar - Resíduos da Construção Civil 2020, (pág.5)

Conforme a Lei Federal Nº 12.305:2010, a elaboração e a implementação do PGRCC -Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil - são obrigatórias às empresas de construção civil. De acordo com a Lei Nº 3853:2019 vigente no Município de Diadema, é obrigatório realizar o cadastro Parecer Técnico Ambiental para Análise de PGRCC - Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil -, cadastro obrigatório aos grandes geradores de resíduos da construção civil, mediante parecer técnico do Plano de Gerenciamento apresentado a Secretaria de Meio Ambiente e Serviços Urbano.

6.8 Geração de resíduos no empreendimento

Os grandes geradores de resíduos além de serem responsáveis por sua geração, deverão ser responsáveis por sua coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos gerados, seguindo assim o PGRCC que estabelece os procedimentos adequados para cada tipo de resíduo.

Para verificação de resíduos gerados nos reparos nas manifestações patológicas de destacamento de piso, foi considerada a espessura de argamassa de 1,5 mm e espessura da placa cerâmica de 2 mm e área estipulada pelo orçamento padrão da memória de cálculo; foi levantado através dos *dashboards*, que foram reparados: 93 banheiros, conforme figura 47, 258 cozinhas, conforme Figura 48 e 81 hall, conforme figura 49 – dados de 04/06/2020 a 10/04/2023.

Figura 48 - Geração de resíduos do banheiro

GERAÇÃO DE RESÍDUOS	Banheiro	93
Área	2,5	m ²
Espessura da placa cerâmica	0,002	m
Espessura da argamassa	0,0015	m
Volume de resíduo por unidade	0,00875	m ³
Volume de resíduo total banheiro	0,81	m ³

Fonte: Própria, 2023.

Figura 49 - Geração de resíduos da cozinha

GERAÇÃO DE RESÍDUOS	Cozinha	258
Área	6,72	m ²
Espessura da placa cerâmica	0,002	m
Espessura da argamassa	0,0015	m
Volume de resíduo por unidade	0,02352	m ³
Volume de resíduo total cozinha	6,07	m ³

Fonte: Própria, 2023

Figura 50 - Geração de resíduos do hall

GERAÇÃO DE RESÍDUOS	Hall	81
Área	4,2	m ²
Espessura da placa cerâmica	0,002	m
Espessura da argamassa	0,0015	m
Volume de resíduo por unidade	0,0147	m ³
Volume de resíduo total hall	1,19	m ³

Fonte: Própria, 2023

Diante dos dados expostos, foram levantados 7,79 m³ de resíduos sólidos foram gerados com os reparos realizados, considerando os resíduos das unidades privativas e das áreas comuns do empreendimento, figura 50.

Figura 51 - Geração total dos resíduos

GERAÇÃO DE RESÍDUOS		
Volume de residuo total cozinha	5,62	m ³
Volume de residuo total banheiro	0,98	m ³
Volume de residuo total hall	1,19	m ³
Volume total de residuos em reparos de deslocamento cerâmico	7,79	m ³

Fonte: Própria, 2023

6.9 ANÁLISE DE RESULTADOS

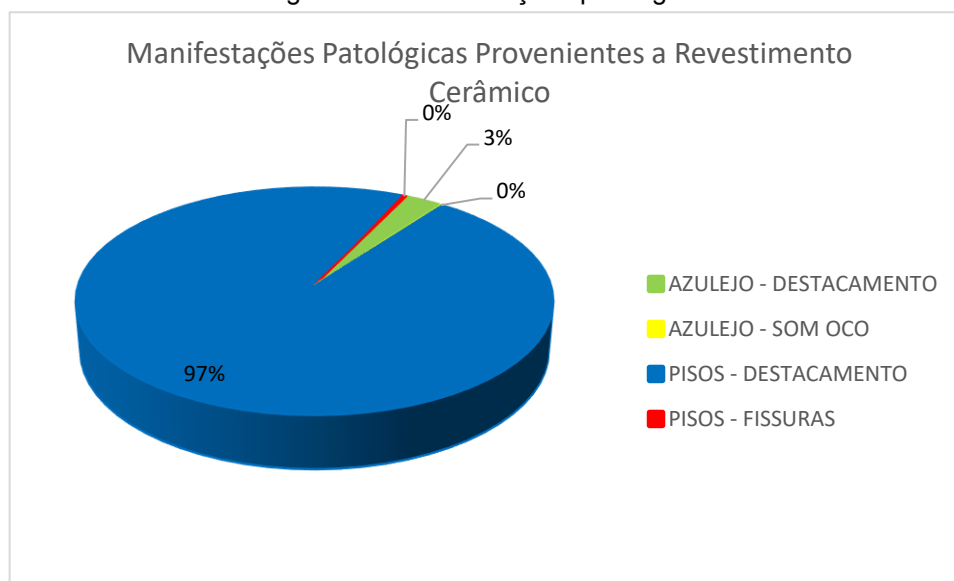
Dentre os chamados apresentados, 63% são provenientes de manifestações patológicas em revestimento cerâmico, conforme figura 51. Dentre todos os chamados de revestimento cerâmico, 97% são de deslocamento do revestimento, figura 52.

Figura 52 - Análise quantitativa de chamados



Fonte: própria, 2023.

Figura 53 - Manifestações patológicas



Fonte: própria, 2023.

Ao avaliar os números de chamados para reparos relacionados a manifestações patológicas em revestimento cerâmico, nota-se a diferença de chamados provenientes ao destacamento de revestimento cerâmico de piso em relação ao destacamento de azulejo - parede, ressalta-se que o primeiro não possui Instrução de procedimento publicado pela Construtora X, mostrando numericamente a relevância na gestão de processos e a fiscalização destes procedimentos durante a execução da obra.

Pode-se avaliar também que para que fosse evitado o desperdício de material, geração de resíduos e custos adicionais, a Construtora X deveria averiguar o nível de qualificação dos seus prestadores de serviço, além de investir na fiscalização durante a execução do serviço, evitando falhas no processo de produção, não cumprimento das normas técnicas e erros de manipulação de equipamentos e materiais. Ao garantir o planejamento da execução de serviço de aplicação de revestimento cerâmico, assim como em qualquer outro serviço, os gestores responsáveis pela fiscalização, além de orientar poderiam avaliar a necessidade de um plano de ação para qualificação destes colaboradores.

Deste modo a construção civil promoverá serviços de qualidade, obras mais sustentáveis e reduzindo o impacto ambiental negativo, melhorando o índice de gestão de resíduos sólidos e promovendo qualificação de mão de obra e de trabalho digno.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização deste estudo permitiu uma análise abrangente das manifestações patológicas que afetam os revestimentos cerâmicos utilizados tanto em áreas internas quanto externas de edifícios. O estudo envolveu a identificação, documentação e análise de uma ampla gama de manifestações patológicas.

Além disso, este estudo propôs um conjunto abrangente de medidas preventivas e corretivas para lidar com essas manifestações patológicas.

A aplicação dos resultados deste estudo pode contribuir significativamente para a promoção da durabilidade e do desempenho de revestimentos cerâmicos em diversas aplicações, garantindo ambientes internos e externos de alta qualidade estética e funcional.

Como proposta de pesquisa futura, sugere-se descrever os ensaios que avaliam o desempenho técnico das placas cerâmicas que apresentam manifestações patológicas de deslocamento, de modo a estender as possíveis causas de tais manifestações e como evitá-las.

Também se sugere um estudo do controle de qualidade, mediante às auditorias externas, promovendo maneiras de evitar futuras manifestações patológicas. Assim como a criação de manuais de instalação e conferência por meio de checklist, visando uma execução saudável do serviço.

8 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13529 – Revestimento de paredes e tetos de argamassar inorgânicas: Terminologia. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR 13754 – Revestimento de paredes internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento. 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR 13755 – Revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR 13817 – Placas cerâmicas para revestimento – Classificação. 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR 13818 – Placas cerâmicas para revestimento. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR 114081 – Argamassa colante industrializada de placas cerâmicas – parte 1. 2012

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR 15575 – Edificações habitacionais – Desempenho parte 1: Requisitos gerais. 2013.

ISO 10545-11:2017 – Placas cerâmicas – Parte 11: Determinação da resistência ao gretamento de placas esmaltadas.

ALMEIDA, L.L. **Patologia em revestimento cerâmico de fachada. Monografia** (Pós-graduação em engenharia civil), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-9A4JS4?mode=full>>. Acesso em: 22 mar. 2023.

BARCELOS, Alexandra Rhod. **Manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos**: Análise de frequência de ocorrência em áreas internas de edifícios em uso em Porto Alegre. Monografia de graduação – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/34383/000789547.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 22 mar. 2023.

BAUER, L.A.F.; **Materiais de construção**. 6. ed. Livros Técnicos e Científicos Editora LTDA, 2019. v. 1, p. 02-07, 547 – 571. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/458039178/Materiais-de-Construcao-Falcao-Bauer-Vol-1-5%C2%AA-Ed-pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2023.

BONIATTI, Gustavo Sandri. **Análise das manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos em residências no município de Cascavel**. 2021. Disponível em: <https://www2.fag.edu.br/coopex/inscricao/arquivos/ecci_2021/13-10-2021--15-09-08.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2023.

EQUIPE DE PAÍS DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL, **Nações Unidas Brasil**, 2023. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 02 maio 2023.

FURLANETTO, Pedro Egídio Pimentel. **Estudo De Caso Sobre Os Impactos Da Norma De Desempenho**, ABNT NBR 15575: 2013, No Mercado De Residenciais Unifamiliares Populares. Estudo de caso - Universidade Federal Da Paraíba, Paraíba, 2017. Disponível em: <<http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/2016.2/estudo-de-caso-sobre-os-impactos-da-norma-de-desempenho-abnt-nbr-15575-2013-no-mercado-de-residencias-unifamiliares-populares.pdf>>. Acesso em: 8 abr. 2023.

ESTEVES, Bianca Nery; CALIXTO, Ramon Duarte; MEURER, Carlos Eduardo. **Patologias Em Revestimento Cerâmico Na Construção Civil**. 2020. Disponível em: <<https://dspace.doctum.edu.br/handle/123456789/3709?mode=full>>. Acesso em: 8 maio 2023.

FILHO, Alberto De Araújo Gomes. **Estudo da norma de revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante frente às principais patologias**. Monografia de graduação – Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2018. Disponível em: <[estudo-da-norma-de-revestimentos-ceramicos-de-fachadas-e-paredes-externas-com-utilizacao-de-argamassa-colante-frente-as-principais-patologias.pdf](#) (ufpb.br)>. Acessado em: 02 de abril de 2023.

FREITAS, Vasco Peixoto, SOUZA, Augusto Vas Serra, **Manual de aplicações de revestimentos cerâmicos**. 2003. Disponível em: <<https://www.apicer.pt/apicer/media/6048e9fb64186.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2023.

GRANATO, J. E. **Patologia das construções**, 2002. Disponível em: <<http://irapuama.dominiotemporario.com/doc/Patologiadasconstrucoes2002.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2023.

MELO, José Roberto de Souza, 2017, **A reciclagem de resíduos de cerâmica para utilização no processo de argamassa**. Disponível em: <<https://ppgep.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/Dissertacao2017-PPGEP-MP-JoseRobertodeSouzaMelo.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2023.

Macéa, **Cerâmica Técnica Avançada** 2018, Disponível em: <<https://www.macea.com.br>>. Acesso em: 22 de setembro de 2023.

SP Regula Limpeza Urbana, 2020, **Grande Gerador de Resíduos da Construção Civil**, Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/spregula/residuos_solidos/entulho/index.php?p=4627>. Acesso em: 6 ago. 2023.

MOREIRA, Caroliny Ataíde Spindola, **Levantamento quantitativo de manifestações patológicas de descolamento e eflorescência em fachadas de edifícios com revestimento cerâmico no bairro Batel e imediações em Curitiba**. Disponível em: <<https://revistatecie.crea-pr.org.br/index.php/revista/article/view/64>>. Acesso em: 01 ago. 2023.

NANO4YOU, **Limpa fácil eflorescência**, 2023. Disponível em: <<https://encurtador.com.br/joAJR>>. Acesso em: 26 maio 2023.

OLIVEIRA, Antônio Pedro Novaes de Oliveira; HOTZA, Dachamir. **Tecnologia de Fabricação de Revestimento Cerâmicos**. 2. ed. rev. – Florianópolis: Ed. da UFSC, Santa Catarna, 2015. Disponível em: 18 ago. 2023.

OLIVEIRA, Wenderson Eustácio Araújo. **Patologias Das Construções Revestimentos Cerâmicos. Monografia de graduação** - Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-99YJSK?mode=full>>. Acesso em 05 ago. 2023.

RIBEIRO, F. A. **Especificação de juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios: levantamento do estado da arte**. Dissertação de Mestrado (Pós-graduação em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/item/001637764>>. Acesso em: 25 mar. 2023.

ROTH, Caroline das Graças; GARCIAS, Carlos Mello. Construção Civil e a **Degradação Ambiental. Construção Civil e a Degradação Ambiental. Desenvolvimento Em Questão**, 7(13), 111–128. Disponível em: <<https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/169>>. Acesso em: 25 mar. 2023.

SANTOS, Daniel Carvalho, 2012, **Revestimento em fachadas: Texturas X Cerâmicas**. Disponível em: < https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9AHG9S/1/monografia___daniel_carvalho_dos_santos.pdf>. Acesso em: 12 set. 2023.

REVESTE ONLINE. **O que é absorção de água?** Disponível em: <<https://revesteonline.com/2020/03/21/o-que-e-absorcao-de-agua/>>. Acesso em: 12 set. 2023.

SANTOS, S. **Patologias construtivas em revestimentos de fachada. Universidade Federal do Rio Grande do Norte**. Trabalho de Conclusão de Curso na modalidade Monografia, submetido ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Norte como parte dos requisitos necessários para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil, Natal, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/40762>>. Acessado em 20 de maio de 2023. Acesso em: 28 maio 2023.

SILVA, T.D.A.; CARVALHO, M. A. **Estudo de Manifestações Patológicas em Revestimento Cerâmico em Edifícios Residenciais. Estudo de caso** - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiás, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/4942>>. Acesso em: 14 abr.2023.

SILVA, M. N. P.; DA SILVA, M. N. P.; Barrionuevo, B. de U. S.; Feitosa, I. M.; da Silva, G. S. (2015). **Revestimentos Cerâmicos E Suas Aplicabilidades. Caderno de graduação - Ciências Exatas E Tecnológicas** - UNIT - ALAGOAS, 2(3), 87–97, 2009. Disponível em:

<<https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/169>>. Acesso em: 26 maio 2023.

SANTOS, Melchiades; BOSCHI, Natã; FÁBIO, G.; ANSELMO, O. **A retração das argamassas colantes e o gretamento dos esmaltes de placas cerâmicas assentadas.** Disponível em: <<https://www.ceramicaindustrial.org.br/article/10.4322/cerind.2022.002/pdf/ci-27-1-1.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2023.

SILVA, Tiago Tonto; da Rosa, Vinicius. **Execução de revestimento cerâmico de áreas internas em atendimento às prescrições das NBR 15575 e 13753: uma proposta de checklist,** 2019. Disponível em: <<https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/4455/1/TCC%20FINALIZADO%20Vinicius%20e%20Tiago.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2023.

SOBROSA, Fabiano Zanini. **Desenvolvimento de materiais cerâmicos refratários com adição da sílica residual proveniente da queima da casca de arroz,** 2014. Disponível em: <<file:///C:/Users/USER/Downloads/Desenvolvimento%20de%20materiais%20cerâmicos%20refratários%20com%20adição%20da%20sílica%20residual%20proveniente%20da%20queima%20da%20casca%20de%20arroz.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2023.

SOUSA, Marcos Ferreira de. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações. 2008. 64 f. Monografia (Especialização)** - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <https://minascongressos.com.br/sys/anexo_material/63.pdf>. Acesso em: 17 set. 2023.

TORMENA, Andréia Fátima; BUENO, Guilherme Manfredini; MARCO, Carlos Eduardo Giacomini de; SILVA, Cristina Vitorino da. **Manifestações Patológicas em Revestimentos Cerâmicos Esmaltados em Ambientes Internos.** In: CERÂMICA INDUSTRIAL, [S.L.], v. 21, n. 2, p. 26-35, 2016. Editora Cubo. Disponível em: <<https://www.ceramicaindustrial.org.br/article/587657617f8c9d6e028b4840>>. Acesso em: 20 ago. 2023.

LIMA, Anderson Silva. **Revestimento de fachada cerâmico e suas patologias. 2019. Monografia (Curso de Especialização Tecnologia e Gestão em Ambiente Construído)** – Escola de Engenharia, UFMG, Belo Horizonte, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/30922/1/AndersonLima_2019_jan_espdemc.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2023.

OLIVEIRA, Antonio Pedro Novaes de; HOTZA, Dachamir. **Tecnologia de Fabricação de Revestimentos Cerâmicos.** Florianópolis: Ed. da UFSC, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/187929>>. Acesso em: 26 maio 2023.

POINTER. **Cerâmica de A a Z: tudo o que você precisa saber.** 2016. Disponível em: <<https://pointer.com.br/blog/ceramica-de-z/>>. Acesso em: 05 set. 2023.

ICONMAQ. **Secador a rolo.** 2023. Disponível em: <<https://www.iconmaq.com.br/equipamento-servico/secador-rolo-11>>. Acesso em: 05 set. 2023.

VIVADECORA. **Piso cerâmico:** Conheça todos os tipos e saiba como escolher. Disponível em: <<https://www.vivadecora.com.br/revista/piso-ceramico/>>. Acesso em: 09 set. 2023.

VILLELA, Tatiana Ramos. **Análise comparativa do desempenho, produção e manutenção de revestimentos cerâmicos em pisos.** 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-A2SGGV/1/monografia___tatiana___entrega_final.pdf>. Acesso em: 20 set. 2023.

CASTOR. **Desempenadeira de aço 12x27cm dentada 8mm cabo fechado.** 2023. Disponível em: <<https://www.castorpinceis.com.br/desempenadeiras/desempenadeira-aco-12x27cm-dentada-8mm-cabo-fechado-castor>>. Acesso em: 15 set. 2023.

CORTAG. **Desempenadeira de aço dentada raio 10 mm. 2023.** Disponível em: <<https://cortag.com.br/br/acessorios-para-colocacao-e-assentamento/224-desempenadeira-de-aco-dentada-raio-10-mm.html>>. Acesso em: 15 set. 2023.

QUARTZOLIT. **Tudo sobre juntas,** 2023. Disponível em: <<https://www.quartzolit.weber/ajuda-e-dicas-para-construir/tudo-sobre-juntas>>. Acesso em: 16 set. 2023.

PAMESA. 2011. **Manual de assentamento de revestimentos cerâmicos.** Disponível em: <<https://ecivilufes.files.wordpress.com/2011/04/manual-de-assentamento-de-revestimentos-cerc3aamicos.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2023.

PACHECO, G.L., VIEIRA, C.P. 2017. **Análise quantitativa e qualitativa da degradação das fachadas com revestimento cerâmico.** Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ce/a/FvQ37tJLwYc4ZMS3JgbzKLb/?format=html>>. Acesso em: 23 out. 2023.

CARVALHO, José Carlos. 2002. **Resoluções Conama.** Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=98303>>. Acesso em: 20 maio 2023.

FILA Solutions. 2023. **O que fazer se?** Disponível em: <<https://www.filasolutions.com/por/solucoes/o-que-fazer-se/tijoleira-klinker-e-tijolo/bolores>>. Acesso em: 18 jun. 2023.

GUIDE ENGENHARIA. 2017. **Fachadas, as juntas e seus problemas.** Disponível em: <<https://guideengenharia.com.br/fachadas-as-juntas-e-seus-problemas/>>. Acesso em: 30 maio 2023.

BRASIL. Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 19 de outubro de 2023.
DIADEMA. Lei Municipal nº 3.853, de 10 de maio de 2019. Disponível em:

<https://www.cmdiadema.sp.gov.br/legislacao/leis_integra.php?chave=385319>.
Acesso em: 19 out. 2023.

ANEXO A - INSTRUÇÃO DE PROCESSOS – REVESTIMENTO CERÂMICO DE PAREDES (AZULEJO)

	INSTRUÇÃO DE PROCESSO	
	REVESTIMENTO CERÂMICO DE PAREDES (AZULEJO)	Identificação: POP-OB-001.45

1. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

- *Projeto de paginação (se houver);*
- *T-DDT-1 – Tabela de especificação de revestimentos – piso e parede;*
- *FH-MS-1 – Fornecedores de materiais e sistemas construtivos homologados.*
- *O-PTA-001 – Placa de traço para Produção do Assentamento de Revestimento em Azulejo.*

2. DOCUMENTOS DE CONTROLE DE QUALIDADE RELACIONADOS

- *CQM-OB-09 – Argamassa industrializada;*
- *CQM-OB-10 – Placas cerâmicas;*
- *CQP-OB-13D – Revestimento em azulejo;*

3. MATERIAIS

Categoria	Especificação
Argamassa colante*	Conforme tabela 6.2-1
Cantoneiras PVC	
Placas cerâmicas*	
Porcelanato*	
Rejunte*	

*Materiais controlados. Verificar lista de Fornecedores de Materiais e Sistemas Construtivos Homologados disponível na Autodac.

	INSTRUÇÃO DE PROCESSO	
	REVESTIMENTO CERÂMICO DE PAREDES (AZULEJO)	Identificação: POP-OB-001.45

4. EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS

<i>Categoria</i>	<i>Especificação</i>
Balde	
Caixote para preparo da argamassa colante	Plástico
Colher de pedreiro	
Desempenadeira de aço (1 lado liso e 1 lado denteado)	Conforme tabela 6.2-1
Desempenadeira de borracha	
Dinamômetro	Carga máxima de 6kN
Escova	Cerdas macias
Espaçadores	(opcional)
Espátula	
Espanja	
Furadeira (ou misturador) com haste	500 rpm (sugestão ver Figura 4-1)
<i>Categoria</i>	<i>Especificação</i>
Linha de nylon	
Mangueira de nível	
Martelo de borracha	
Niveladores (clipes, cunhas e alicate de pressão)	(opcional)
Prego	
Régua de nível	
Relógio	
Riscador de cerâmica	
Serra mármore	
Torquês	
Trena	
Vassoura	Cerdas Duras



Figura 4-1: Misturador Elétrico de Argamassa HM 140 Cortag

	INSTRUÇÃO DE PROCESSO	
	REVESTIMENTO CERÂMICO DE PAREDES (AZULEJO)	Identificação: POP-OB-001.45

5. CONDIÇÕES INICIAIS

- Se assentamento sobre emboço: Emboço executado e conferido há mais de 14 dias;
- Se assentamento sobre bloco: Alvenaria fixada há mais de 30 dias;
- Todos os chumbamentos (tubulações hidráulicas e elétricas) concluídas há, pelo menos, 7 dias;
- Contramarcos fixados;
- Se houver impermeabilização do piso do ambiente: Impermeabilização dos rodapés executado;
- Teto revestido, exceto no caso de forro de gesso;
- Teste de estanqueidade das tubulações concluído;
- Verificação da quantidade de material necessária **para execução** e para o controle de reserva, antes mesmo de ser instalado;
- **Emboço ou alvenaria limpo com vassoura de cerdas duras;**
- Área desimpedida.

6. EXECUÇÃO

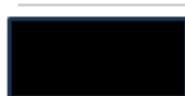
6.1. PREPARO DA ARGAMASSA

Traço:

1 saco de argamassa colante conforme Tabela 6.2-1.

Produção:

- *Abrir o saco da argamassa colante e colocar dentro do balde plástico.*
- *Acréscimo de água para dar início à mistura até obter uma consistência pastosa e firme, sem grumos secos.*
- *Utilizar furadeira (ou misturador) e hélice para a mistura da argamassa colante com água.*
- *Depois da mistura homogênea da argamassa colante no balde, deve-se deixar a mistura no caixote plástico descansando por 15 minutos para permitir entrar em ação os aditivos incorporados no produto. Deve-se re-misturar a argamassa antes do uso.*
- *Respeitar o tempo em aberto da argamassa colante. Esse tempo deve ser avaliado conforme condição climática e de exposição (o tempo em aberto acaba quando há formação de filme). Em qualquer hipótese (qualquer tipo de argamassa colante ou exposição), não ultrapassar 10 minutos.*
- *A argamassa deverá ser utilizada dentro das próximas duas horas após ter incorporado a água de mistura.*



INSTRUÇÃO DE PROCESSO

REVESTIMENTO CERÂMICO DE PAREDES (AZULEJO)

Identificação:
POP-OB-001.45

6.2. ASSENTAMENTO

- Realizar a técnica de colagem especificada na Tabela 6.2-1, conforme área de superfície de placa:

Tabela 6.2-1: Técnicas de colagem

Tipo de placa	Sobre BLOCO	Sobre EMBOÇO
Cerâmica via seca	Dupla colagem ACIII Desempenadeira Dente 8 x 8 mm	Dupla colagem ACIII Desempenadeira Dente 8 x 8 mm
Cerâmica via úmida	Dupla colagem ACIII Desempenadeira Dente 8 x 8 mm	<900cm ² Simples colagem ACII Desempenadeira Dente 8 x 8 mm
		≥900cm ² Dupla colagem ACIII Desempenadeira Dente 8 x 8 mm
Porcelanato	Dupla colagem ACIII para porcelanato Desempenadeira Dente 8 x 8 mm	Dupla colagem ACIII para porcelanato Desempenadeira Dente 8 x 8 mm

- Espalhar a argamassa colante com o lado liso da desempenadeira em uma extensão de aproximadamente 1,5m², ou menor, de forma a garantir a colagem dentro do tempo em aberto da argamassa colante;
- Executar os cordões no pano estendido com o lado dentado da desempenadeira, inclinada 60°. Atenção: os cordões de argamassa colante devem estar contínuos (Figura 6.2-1).

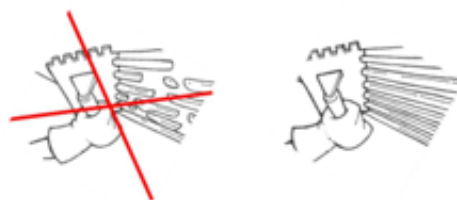


Figura 6.2-1: Correta preenchimento dos cordões

- No caso de dupla colagem, espalhar a argamassa com o lado liso da desempenadeira no tardo da placa e executar os cordões com o lado dentado da desempenadeira, inclinada 60°, sempre na mesma direção que o cordão foi passado na parede.
- Assentar as placas antes do fim do tempo em aberto da argamassa colante (10 minutos, no máximo). Realizar "teste do dedo", conforme Figura 6.2-2:

	INSTRUÇÃO DE PROCESSO	
	REVESTIMENTO CERÂMICO DE PAREDES (AZULEJO)	Identificação: POP-OB-001.45



TESTE DO DEDO:

Dê um toque com o dedo na argamassa espalhada na base. Se esta esmagar e grudar bem no dedo, ela está em condições de uso. Quando realizado o teste e a argamassa calante não sujar ou sujar pouco o dedo, significa que o tempo em aberto está esgotado e a aderência estará prejudicada. Nestes casos, retire toda a argamassa da base e **espalhe nova argamassa**. O material retirado da base não poderá ser reaproveitado.

Figura 6.2-2: "Teste do dedo"

- Assentar a primeira fiada de modo que fique uma folga entre o azulejo e o contrapiso de 15mm para permitir que o revestimento do piso fique sob o mesmo e possibilite o rejuntamento (Figura 6.2-3);

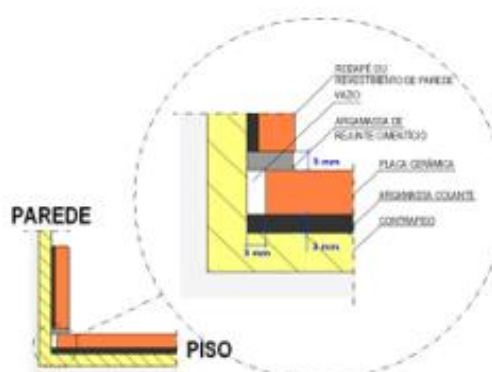


Figura 6.2-3: Junta entre placa do piso e da parede

- Quando houver dupla colagem, executar uma primeira fiada de peças cerâmicas, que deve ser conferida antes da liberação do assentamento do restante do pano.
- Posicionar a placa ligeiramente fora de posição e em seguida pressioná-la, arrastando-a perpendicularmente aos cordões até sua posição final.

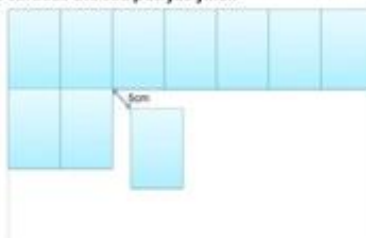


Figura 6.2-4: Assentamento da peça cerâmica ligeiramente fora da posição.



INSTRUÇÃO DE PROCESSO

REVESTIMENTO CERÂMICO DE PAREDES (AZULEJO)

Identificação:
POP-OB-001.45

- Para acomodar a argamassa colante utilizar a marreta de borracha;
- Colocar espaçadores entre as placas ou garantir juntas de acordo com especificação do fabricante;
- Retirar o excesso de argamassa colante das juntas com brocha ou escova de cerdas macias;
- Os recortes para registros/instalações e caixinhas deverão ser realizadas com auxílio da serra mármore e torquês. Devem estar com pouca folga para serem cobertos pelos acabamentos.

6.3. REJUNTAMENTO

- O rejuntamento deve ser feito após no mínimo 72 horas do assentamento;
- Todo o ambiente deve estar limpo;
- No caso de cerâmica, devem-se umedecer as juntas e as bordas do revestimento antes de rejuntar;
- No caso do porcelanato, deve ser utilizado rejunte específico para esse material. O rejunte para porcelanato possui formulação específica e o uso de outros produtos causará falhas;
- A aplicação deve ser feita com uma desempenadeira de borracha no sentido diagonal;



Figura 6.3-1: Aplicação do rejunte.

- Após o rejunte estar semi-seco, as juntas devem ser acabadas com o auxílio de uma esponja úmida, de forma a manter as juntas uniformes e com acabamento perfeito.



Figura 6.3-2: Acabamento e limpeza do rejunte.

	INSTRUÇÃO DE PROCESSO	
	REVESTIMENTO CERÂMICO DE PAREDES (AZULEJO)	Identificação: POP-OB-001.45

6.4. CONTROLE DE RESERVA

Para cada tipo de placa é necessário disponibilizar uma quantidade para o posterior uso nos serviços de assistência técnica. Abaixo as porcentagens proporcionais ao material adquirido:

Área equivalente solicitada (m ²)	Porcentagem para AST	Porcentagem para arremates de OBR	Para compra (L)
100-500	6%	3%	L=109%
500-1000	3%	1,5%	L=104,5%
1000-5000	1,5%	0,75%	L=102,25%
>5000	1%	0,5%	L=101,5%

Durante a execução, deve-se deixar o material sobre estrados de madeira, envoltos de lona plástica e em local protegido, identificando com o nome do material, fabricante, tamanho das peças, número de lote, e sua destinação "Assistência Técnica" e "Arremates de Obra".

Ao término da obra, a reserva do material AST e o restante do material de arremate deverão estar locados no barrilete, devidamente armazenados sobre estrados de madeira e com as mesmas informações de descrição acima.

É necessário que se faça uma tabela de controle de material restante para ser entregue à Assistência Técnica como item de vistoria.

7. FLUXO DOS SERVIÇOS



Figura 7-1: Fluxograma do serviço de Revestimento Cerâmico de Parede.

	INSTRUÇÃO DE PROCESSO	
	REVESTIMENTO CERÂMICO DE PAREDES (AZULEJO)	Identificação: POP-QBR-001.45

B. CONTROLE TECNOLÓGICO

B.1. ENSAIO DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO (ARRANCAMENTO)

Deve ser realizado no andar do protótipo (usualmente 1º andar).

Ensaio de arrancamento segundo a NBR 13754:1996 (Revestimento de paredes internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento) após 28 dias. Respeitar especificação do dinamômetro conforme item 4.

B.1.1. AMOSTRA E TAMANHO DO LOTE

12 CPs (mínimo) por tipo de substrato, empreiteira, ou a cada duas torres (a que for mais restritiva).

B.1.2. CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO

Pelo menos 8 valores maiores ou iguais a 0,3MPa.

9. SEGURANÇA

- Proteção individual
 - o Botina de segurança;
 - o Capacete de segurança;
 - o Luva de proteção;
 - o Óculos de proteção;
 - o Protetor auricular;
 - o Máscara

Controle de Itens				
Revisão	Data	Principais Alterações	Elaborado por	Aprovado por
06	26/08/2015	Inclusão da descrição do material adotado; Inclusão dos itens 6.3 Repetimento e 8.4 Reserva.	DDF	
07	21/08/2018	Procedimento revisado para atender revestimento de parede cerâmica e porcelanato; Tabela com tons de assentamento de acordo com a peça especificada; Compatibilização da lista de materiais com a Tabela de Fornecedores de Materiais e Sistemas Construtivos homologados; Inserção das áreas de repintamento e pintura técnica; Inclusão do procedimento de controle tecnológico do sistema.	DDF	

Página 8/8