

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira

MARIA JÚLIA BARTUCCI LOPES

**INVESTIGAÇÃO DAS CAUSAS DA EFLORESCÊNCIA EM REVESTIMENTOS
CERÂMICOS: UMA ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS
RESULTANTES DA PERMEABILIDADE DAS ESTRUTURAS**

Ilha Solteira
2024



MARIA JÚLIA BARTUCCI LOPES

**INVESTIGAÇÃO DAS CAUSAS DA EFLORESCÊNCIA EM REVESTIMENTOS
CERÂMICOS: UMA ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS
RESULTANTES DA PERMEABILIDADE DAS ESTRUTURAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Estadual
Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia
de Ilha Solteira como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr.
Marco Antônio de M. Alcântara

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

L864i **Lopes, Maria Júlia Bartucci.**
Investigação das causas de eflorescência em revestimentos cerâmicos: uma análise das manifestações patológicas resultantes da permeabilidade das estruturas / Maria Júlia Bartucci Lopes. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2024
52 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, 2024

Orientador: Marco Antônio de Moraes Alcântara

Inclui bibliografia

1. Eflorescência. 2. Revestimentos cerâmicos. 3. Permeabilidade.

FOLHA DE APROVAÇÃO


Aluno: MARIA JULIA BARTUCCI LOPES


**"INVESTIGAÇÃO DAS CAUSAS DA EFLORESCÊNCIA EM
REVESTIMENTOS CERÂMICOS: UMA ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES
PATOLÓGICAS RESULTANTES DA PERMEABILIDADE DAS
ESTRUTURAS"**


Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como parte dos requisitos para obtenção do grau de Engenheiro Civil, junto ao Curso de Graduação em Engenharia Civil, da Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Ilha Solteira

Aprovada em : 11/11/2024

COMISSÃO EXAMINADORA


Prof. Dr. Marco Antônio de Moraes Alcantara
UNESP – Campus de Ilha Solteira (Orientador)


Prof. Dr. Artur Pantoja Marques
UNESP – Campus de Ilha Solteira


Prof. Dr. Adriano Souza
UNESP – Campus de Ilha Solteira

Ilha Solteira

11/11/2024

"Cada obstáculo superado é um passo em direção à realização de nossos objetivos e sonhos."

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe Elisabete que me apoiou em todos os momentos da minha vida, mesmo diante das adversidades, ela esteve sempre ao meu lado. Obrigada por ser a minha fonte de força e inspiração ao longo de todos esses anos.

A minha irmã Maria Eduarda que sempre demonstrou apoio e admiração durante minha trajetória, sua presença foi fundamental para minha vida. Aos meus cachorros Leo e Thor, cujas presenças me trouxeram alegria e paz.

A minha avó Isabel, por me ensinar sabedoria e resiliência. Não deu tempo de a senhora acompanhar minha graduação, porém isso não impediu sua presença em todos os momentos que mais precisei.

A todos os meus familiares, por ser um alicerce fundamental em toda minha formação acadêmica e pessoal.

Ao professor Marco Antônio de Moraes Alcântara pela orientação e por compartilhar seu extenso conhecimento.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Engenharia Civil que contribuíram para a minha formação como pessoa e profissional.

A todos os meus amigos, em especial Christie, Leilane e Maria Eduarda. A presença de vocês tornou possível o que eu achava que sozinha seria impossível. Sou profundamente grata por ter cada uma de vocês ao meu lado durante a graduação e a vida.

Aos meus colegas de trabalho, pela paciência, conhecimento e companheirismo durante meu estágio.

À Deus, por me proporcionar força e sabedoria para continuar.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo investigar as causas da eflorescência em revestimentos cerâmicos, analisando as manifestações patológicas decorrentes da permeabilidade das estruturas. A eflorescência é um fenômeno comum que compromete a integridade e a estética dos revestimentos, sendo uma das principais patologias enfrentadas na construção civil. Na revisão bibliográfica, foram abordados os principais revestimentos utilizados na construção civil, incluindo o revestimento cerâmico, porcelanato, pastilhas, pedras naturais, laminado, vinílico e madeira. Além disso, foram discutidas as principais patologias presentes em revestimentos cerâmicos, com destaque para a eflorescência, suas causas e mecanismos de formação, bem como os métodos de prevenção e mitigação. Para realizar a investigação, foram construídos dois protótipos de contrapiso, cada um com diferentes composições de materiais e argamassas. Após a aplicação do revestimento cerâmico, os protótipos foram submetidos a testes de imersão em água para avaliar a ocorrência de eflorescência. Os resultados dos testes demonstraram uma ausência completa de eflorescência nos protótipos de contrapiso, sugerindo a eficácia das formulações de massa de contrapiso utilizadas na prevenção da migração de sais solúveis para a superfície. No entanto, após a aplicação do revestimento cerâmico, observou-se o surgimento de eflorescência nos protótipos, especialmente nas argamassas colantes ACIII branca e cinza da Votomassa. Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a eflorescência em revestimentos cerâmicos pode ser atribuída à presença de sais solúveis na argamassa colante, combinada com as condições de umidade durante o teste de imersão em água. Recomenda-se a realização de pesquisas adicionais para investigar as causas subjacentes à eflorescência e desenvolver estratégias eficazes para minimizar esse problema, garantindo assim a durabilidade e a estética das estruturas construídas.

Palavras-chave: eflorescência; revestimentos cerâmicos; permeabilidade; patologias; construção civil.

ABSTRACT

This study aims to investigate the causes of efflorescence in ceramic coatings, analyzing the pathological manifestations resulting from the permeability of the structures. Efflorescence is a common phenomenon that compromises the integrity and aesthetics of coatings, being one of the main pathologies faced in civil construction. The literature review addressed the main coatings used in civil construction, including ceramic coatings, porcelain, tiles, natural stones, laminate, vinyl, and wood. In addition, the main pathologies present in ceramic coatings were discussed, with emphasis on efflorescence, its causes and formation mechanisms, as well as prevention and mitigation methods. To conduct the investigation, two prototypes of subfloor were built, each with different compositions of materials and mortar. After the application of the ceramic coating, the prototypes were subjected to water immersion tests to assess the occurrence of efflorescence. The test results showed a complete absence of efflorescence in the subfloor prototypes, suggesting the effectiveness of the mortar formulations used in preventing the migration of soluble salts to the surface. However, after the application of the ceramic coating, efflorescence was observed in the prototypes, especially in the white and gray ACIII mortar adhesives from Votomassa. Based on the results obtained, it is concluded that efflorescence in ceramic coatings can be attributed to the presence of soluble salts in the mortar, combined with the moisture conditions during the water immersion test. Further research is recommended to investigate the underlying causes of efflorescence and develop effective strategies to minimize this problem, thus ensuring the durability and aesthetics of the constructed structures.

Keywords: efflorescence; ceramic coatings; permeability; pathologies; civil construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Eflorescência em revestimento de fachada	15
Figura 2 - Assentamento de revestimento cerâmico	16
Figura 3 - Esquema ilustrativo da composição do sistema de revestimento cerâmico	17
Figura 4 - Porcelanato acetinado	21
Figura 5 - Diferentes tipos de pastilhas	22
Figura 6 - Revestimento mosaico em pedra natural mármore.....	23
Figura 7 - Instalação de revestimento laminado.....	24
Figura 8 - Trinca em revestimento cerâmico	25
Figura 9 - Deslocamento de revestimento cerâmico em fachada.....	26
Figura 10 - Eflorescência em revestimento cerâmico.....	26
Figura 11 - Revestimentos cerâmicos com manchas d'água	27
Figura 12 - Capilaridade entre duas superfícies.....	31
Figura 13 - Cimento CP-II-F 32kg.	33
Figura 14 - Areia média ensacada	33
Figura 15 - Aditivo impermeabilizante Impersika.....	34
Figura 16 - Lona plástica preta.....	35
Figura 17 - Argamassa colante ACIII flexível para uso externo.....	35
Figura 18 - Forma para protótipos.....	36
Figura 19 - Rejunte acrílico branco Quartzolit	36
Figura 20 - Rejunte cimentício cinza platina Quartzolit	37
Figura 21 - Protótipo 1.....	38
Figura 22 - Protótipo 2.....	38
Figura 23 - Protótipos compactados.....	39
Figura 24 - Protótipos em teste de imersão em água.....	39
Figura 25 - Protótipo 1 com revestimento cerâmico	40
Figura 26 - Corpo de prova argamassa colante ACIII cinza	40
Figura 27 - Corpo de prova argamassa colante ACIII branca	41
Figura 28 - Corpo de prova ACIII cinza em imersão na água.....	41
Figura 29 - Aplicação de rejunte em protótipo 1.....	42
Figura 30 - Aplicação de rejunte em protótipo 2.....	42
Figura 31 - Temperaturas máximas e mínimas médias em Ribeirão Preto.....	43

Figura 32 - Chuva mensal média em Ribeirão Preto.....	43
Figura 33 - Protótipos de contrapiso após o teste de imersão	44
Figura 34 - Primeiros sinais de eflorescência no Protótipo 01.....	45
Figura 35 - Primeiros sinais de eflorescência no Protótipo 02.....	45
Figura 36 - Corpo de prova ACIII branca Votomassa com pontos de eflorescência. 46	
Figura 37 - Corpo de prova ACIII cinza Votomassa, em imersão na água com a manifestação de eflorescência.	47
Figura 38 - Resíduos de eflorescência da argamassa ACIII cinza, após processo de evaporação da etapa de imersão do corpo de prova.	47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 Principais revestimentos utilizados na construção civil	15
2.1.1 Revestimento Cerâmico	15
2.1.1.1 Sistema Revestimento Cerâmico	17
2.1.1.2 Base	17
2.1.1.3 Chapisco	18
2.1.1.3 Emboço	18
2.1.1.3 Reboco	18
2.1.1.3 Contrapiso	18
2.1.1.4 Argamassa colante.....	18
2.1.1.5 Tipos de argamassa colante	19
2.1.2 Porcelanato	20
2.1.3 Pastilhas.....	21
2.1.4 Pedras Naturais.....	22
2.1.6 Laminado e vinílico.....	23
2.1.7 Madeira	24
2.2 Principais patologias presentes em revestimentos cerâmicos	24
2.2.1 Trincas e fissuras	24
2.2.2 Desplacamento	25
2.2.3 Eflorescência.....	26
2.2.4 Manchas d'água	27
2.3 Mecanismos de formação de eflorescências.....	27
2.4 Permeabilidade das Estruturas	29
2.5 Mecanismos de transporte de sais.....	30
2.5.1 Capilaridade	30
2.6 Métodos de Prevenção e Mitigação	31
2.6.1 Manutenções Preventivas	31
2.6.2 Manutenções Corretivas.....	32
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	32
3.1 Materiais.....	32

3.2 Metodologia.....	37
3.3 Condições Climáticas da Região.....	42
4 RESULTADOS.....	44
4.1 Resultados dos protótipos de contrapiso.....	44
4.2 Resultados após aplicação de revestimento cerâmico.....	44
4.3 Resultados dos corpos de prova.....	46
4.3.1 Argamassa Colante ACIII Branca Votomassa.....	46
4.3.2 Argamassa Colante ACIII Cinza Votomassa.....	46
5 CONCLUSÃO.....	48
REFERÊNCIAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma área que desempenha um papel fundamental para o desenvolvimento humano, proporcionando infraestrutura e qualidade de vida para a sociedade. Porém, como é uma área que possui processos complexos e utilização de diversos materiais em suas edificações, é de se imaginar que enfrenta desafios relacionados à durabilidade, integridade e estética das estruturas. Dentre esses desafios, destacam-se as manifestações patológicas, anomalias presentes na matéria prima das construções.

Para Schuster (2022) as manifestações patológicas podem surgir devido a vários fatores, entre eles se destacam, falhas de projeto, falha de execução, utilização de materiais de baixa qualidade, infiltrações, sobrecarga na estrutura, fatores climáticos, dentre outros. Nesse estudo, iremos abordar uma manifestação patológica denominada como eflorescência e seu surgimento em revestimentos cerâmicos e argamassados.

Os revestimentos cerâmicos são essenciais na construção civil, trazendo proteção, durabilidade e um toque estético para as estruturas. No entanto, como abordado anteriormente, um problema comum que afeta tanto a aparência quanto a integridade desses revestimentos é a eflorescência. Souza (1997) relata que as eflorescências são caracterizadas pelo surgimento de manchas que emergem na superfície, originadas a partir da argamassa de assentamento, modificando a aparência do revestimento. Essas manchas aparecem como depósitos em pó ou camadas aderidas, que alteram a coloração da superfície dos revestimentos. As tonalidades podem variar entre esbranquiçado, acinzentado, esverdeado, amarelado ou preto. Esse problema ocorre com frequência na fase de pós-obra, quando o empreendimento já foi entregue e está em uso, gerando transtornos significativos para os usuários.

Compreender as causas das eflorescências em revestimentos cerâmicos é essencial para enfrentar esse problema. Ao identificar a origem dessas manchas, como a umidade ou os sais presentes na argamassa, é possível implementar medidas mais eficazes de prevenção, como o uso de materiais de qualidade e a aplicação de

impermeabilizantes. Dessa forma, é possível preservar tanto a integridade estrutural quanto a estética das construções.

Figura 1 - Eflorescência em revestimento de fachada



Fonte: Pointer (2018).

Neste contexto, o estudo tem como objetivos específicos identificar as causas principais da eflorescência em revestimentos cerâmicos, compreender os mecanismos de transporte de sais envolvidos e explorar estratégias eficazes para prevenção e mitigação. Com esses objetivos, espera-se contribuir tanto para o entendimento científico do fenômeno quanto para a prática na construção civil, oferecendo suporte ao desenvolvimento de medidas preventivas e corretivas que garantam a durabilidade e a estética das estruturas revestidas com cerâmica.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Principais revestimentos utilizados na construção civil

2.1.1 Revestimento Cerâmico

Os revestimentos cerâmicos são materiais amplamente utilizados na construção civil, devido às suas propriedades físicas e estéticas. Eles são produzidos a partir de argilas e outros minerais naturais que são moldados e, em seguida, submetidos a altas temperaturas em um processo conhecido como queima. Durante este processo, ocorre a vitrificação, que é a formação de uma camada vítrea na

superfície do material, conferindo ao revestimento cerâmico características como impermeabilidade e resistência ao desgaste (ANFACER, 2014)

Ainda de acordo com a NBR ISO 13006 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020), uma placa cerâmica é definida como uma peça fina composta de argilas e/ou outras matérias-primas inorgânicas, comumente utilizada como revestimento de pisos e paredes. Essas placas são geralmente conformadas por extrusão ou prensagem à temperatura ambiente, embora outros processos possam ser utilizados. Após a conformação, as placas são secadas e queimadas a temperaturas suficientes para desenvolver as propriedades necessárias. Além disso, as placas podem ser esmaltadas ou não, são incombustíveis e não são afetadas pela luz.

A composição dos revestimentos cerâmicos pode variar dependendo do tipo e da finalidade do revestimento. Geralmente, eles são compostos por argila, feldspato, quartzo e caulim. Além disso, podem ser adicionados outros materiais, como corantes e esmaltes, para alterar a cor e o acabamento do produto. A principal utilização dos revestimentos cerâmicos é em pisos e paredes de áreas internas e externas, devido à sua resistência à abrasão, manchas, riscos e variações climáticas. Além disso, eles são fáceis de limpar e manter, o que os torna uma escolha popular para uma variedade de aplicações na construção civil (ANFACER, 2014).

Figura 2 - Assentamento de revestimento cerâmico

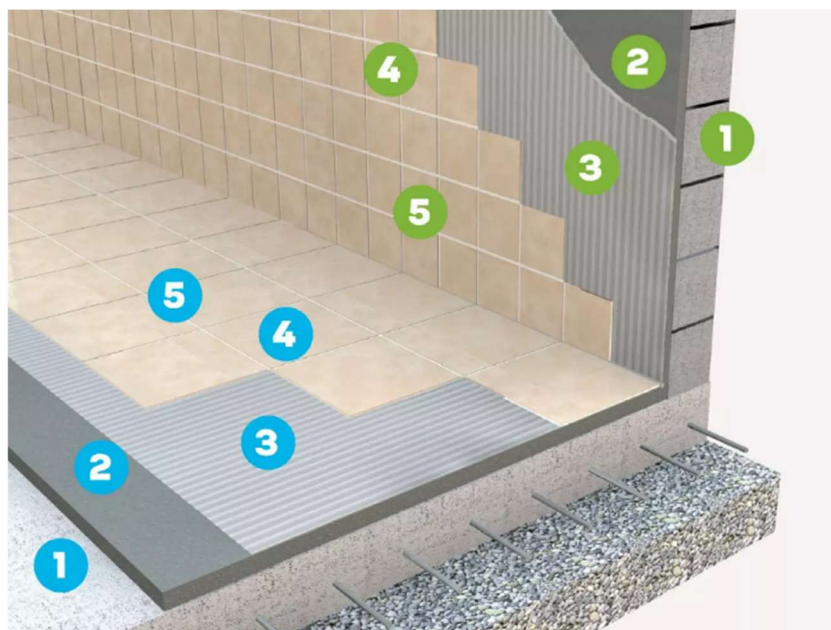


Fonte: Embramaco (2022).

2.1.1.1 Sistema Revestimento Cerâmico

O revestimento cerâmico aplicado em pisos e paredes é composto por um sistema de camadas, cada uma desempenhando funções específicas que, em conjunto, formam o sistema de revestimento da estrutura. De acordo com a NBR 13529 (ABNT, 2013), serão apresentadas as definições de cada camada que compõe esse sistema, abordando suas características e funções. A Figura 3 apresenta um esquema ilustrativo das camadas.

Figura 3 - Esquema ilustrativo da composição do sistema de revestimento cerâmico



Fonte: Quartzolit (2024).

FIGURA 3: Esquema ilustrativo da composição do sistema de revestimento cerâmico. No piso, as camadas são: 1. Base, 2. Camada de regularização (Contrapiso), 3. Argamassa colante, 4. Argamassa de rejuntamento, 5. Revestimento Cerâmico. Na parede, as camadas são: 1. Base, 2. Camadas de regularização (Chapisco, Emboço e Reboco), 3. Argamassa colante, 4. Argamassa de rejuntamento, 5. Revestimento Cerâmico.

2.1.1.2 Base

A base é a primeira camada que constitui o sistema de revestimento cerâmico. É caracterizada como parede ou teto constituídos de material inorgânico, não metálico, sobre os quais o revestimento é aplicado.

2.1.1.3 Chapisco

O chapisco é uma camada de preparação aplicada sobre a base com a finalidade de melhorar a aderências das camadas seguintes.

2.1.1.3 Emboço

O emboço tem como finalidade regularizar a superfície sobre a base ou chapisco e que possibilite receber outra camada, seja de reboco ou revestimento decorativo.

2.1.1.3 Reboco

O reboco é uma camada utilizada para cobertura do emboço, possibilitando uma regularização na superfície que receba o revestimento decorativo ou seja o próprio acabamento final.

2.1.1.3 Contrapiso

O contrapiso é a camada de regularização no caso dos pisos que possibilita a regularização da superfície para a aplicação do revestimento decorativo.

2.1.1.4 Argamassa colante

A NBR 14081-1 (ABNT, 2012) define a argamassa colante como um “produto industrial, no estado seco, composto por 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”.

Em relação aos aditivos utilizados nas argamassas colantes, Medeiros e Sabbatini (1999) destacam que os mais comuns são as resinas sintéticas orgânicas, como resinas celulósicas e polímeros vinílicos, acrílicos e estireno-butadieno. As resinas celulósicas atuam como retentores de água e plastificantes, enquanto as resinas vinílicas e acrílicas modificadas são usadas para melhorar a aderência e a capacidade de absorção de deformações. Esses aditivos são essenciais para a eficiência e durabilidade das argamassas colantes, assegurando um desempenho adequado para as necessidades de fixação em revestimentos cerâmicos.

2.1.1.5 Tipos de argamassa colante

- Argamassa Colante Industrializada Tipo I (AC I)

A NBR 14081-1 (ABNT, 2012) comenta que o Tipo I se refere a uma argamassa colante desenvolvida para revestimentos internos que não estejam expostos a condições extremas de variação termo-higrométrica. A principal característica desse tipo de argamassa é a sua resistência às solicitações mecânicas comuns em ambientes internos, sendo contraindicado o uso em áreas como saunas, churrasqueiras ou estufas, onde as variações de temperatura e umidade são elevadas.

- Argamassa Colante Industrializada Tipo II (AC II)

A argamassa colante tipo II é indicada para revestimentos aplicados tanto em ambientes internos quanto externos, uma vez que apresenta uma adesividade que permite absorver os esforços provocados por ciclos de variação termo-higrométrica e ação do vento, conforme descrito na (ABNT, 2012). Este tipo é ideal para locais onde os revestimentos estão sujeitos a mudanças de temperatura e umidade, como áreas externas e fachadas.

- Argamassa Colante Industrializada Tipo III (AC III)

Segundo a norma, o Tipo III é a argamassa com o nível mais elevado de aderência, sendo adequada para aplicações que demandam uma maior resistência, tanto em ambientes internos quanto externos. A (ABNT, 2012) especifica que este tipo de argamassa tem uma adesão superior quando comparado aos tipos I e II, sendo recomendado para áreas com condições extremas de exposição a intempéries ou para superfícies que exijam maior durabilidade.

Além da classificação básica, a norma prevê a utilização de letras para indicar propriedades especiais das argamassas:

- Argamassa Colante com Tempo em Aberto Estendido (E)

O tempo em aberto refere-se ao período durante o qual a argamassa colante permanece aderente e pronta para receber o revestimento após sua aplicação. A (ABNT, 2012) especifica que argamassas com essa propriedade, indicadas pela letra

E, possuem um tempo em aberto maior, o que é útil em condições de temperatura elevada ou quando é necessário mais tempo para a execução do assentamento.

- Argamassa Colante com Deslizamento Reduzido (D)

A propriedade de deslizamento reduzido, indicada pela letra D, refere-se à capacidade da argamassa de evitar o escorregamento do revestimento após sua colocação. De acordo com a (ABNT, 2012), essa característica é especialmente importante em aplicações verticais, como revestimentos de paredes, onde o deslizamento pode comprometer a qualidade e a precisão do assentamento.

2.1.2 Porcelanato

O porcelanato é produzido a partir de uma mistura de materiais cerâmicos, como argilas, feldspatos, sílica e pigmentos, que são prensados em alta pressão e submetidos a temperaturas superiores a 1.200°C durante o processo de queima. Esta técnica resulta em um material denso e resistente, com baixa porosidade, absorção de água e com o corte totalmente reto (ARCHTRENDS, 2017).

Uma das principais diferenças entre o porcelanato e a cerâmica convencional reside em sua composição e processo de fabricação. Enquanto a cerâmica é frequentemente composta por argila e outros materiais naturais, o porcelanato é produzido a partir de uma mistura mais refinada de matérias-primas, com granulometria controlada e maior uniformidade. Além disso, o porcelanato é submetido a uma queima em temperaturas mais elevadas, o que resulta em um produto mais denso, resistente e com baixa porosidade, possibilitando também que o porcelanato seja cortado na máquina, com ângulos perfeitos de 90°.

Essas características conferem ao porcelanato uma durabilidade superior e uma ampla gama de opções estéticas, além disso, sua precisão de corte permite assentar o porcelanato com o que chamamos de junta seca, uma largura menor de rejunte, de cerca de 2 mm, melhorando o acabamento final e tornando-o uma escolha popular para revestimentos em ambientes residenciais e comerciais (ARCHTRENDS, 2017).

Figura 4 - Porcelanato acetinado



Fonte: Beira Rio (2022).

2.1.3 Pastilhas

O revestimento de pastilha é composto por pequenas peças de cerâmica, vidro, pedra ou metal, as pastilhas são montadas em placas que facilitam o processo de instalação. Sua variedade de cores, texturas e padrões permite uma ampla gama de possibilidades de design, tornando-as adequadas para uma variedade de estilos arquitetônicos. Além de sua aparência visualmente atraente, as pastilhas também oferecem durabilidade, resistência à umidade e facilidade de limpeza, tornando-as uma escolha popular para áreas sujeitas a condições adversas, como banheiros, cozinhas e áreas de piscina.

Figura 5 - Diferentes tipos de pastilhas



Fonte: Bumax (2024).

2.1.4 Pedras Naturais

Os revestimentos em pedra natural são uma opção popular na construção civil devido à sua durabilidade, resistência e estética única. Cada pedra tem padrões, cores e texturas únicos, o que confere uma estética distinta a qualquer espaço. Além disso, os revestimentos em pedra natural são incrivelmente versáteis e podem ser utilizados em uma variedade de aplicações, incluindo pisos, paredes, fachadas, bancadas e até mesmo elementos de decoração. Entre os tipos de revestimento, a pedra natural é a que menos requer manutenção, geralmente podendo ser limpa facilmente com água e sabão neutro, além de ser resistente a manchas (PINTO, 2014). Alguns exemplos de pedras naturais usadas para revestimento incluem o mármore, o granito, a pedra Lagoa Santa, a pedra São Tomé, a pedra São Gabriel, ardósia e o seixo.

Figura 6 - Revestimento mosaico em pedra natural mármore



Fonte: CEC (2024).

2.1.6 Laminado e vinílico

Os revestimentos laminados e vinílicos são duas opções populares para revestir pisos, cada um com suas próprias características distintas. Os revestimentos laminados são compostos por camadas de materiais sintéticos prensados em alta pressão, geralmente com uma camada superior transparente de resina melamínica que proporciona durabilidade e resistência a arranhões. Eles são conhecidos por sua aparência de madeira ou pedra, oferecendo uma alternativa mais acessível e de fácil manutenção em comparação com materiais naturais (FERREIRA, 2022).

Figura 7 - Instalação de revestimento laminado



Fonte: Jornal Cruzeiro (2024).

Por outro lado, os revestimentos vinílicos são feitos de PVC (policloreto de vinila) e outros aditivos, sendo altamente resistentes e à prova d'água, além de sua flexibilidade permitir uma instalação mais fácil em superfícies irregulares.

2.1.7 Madeira

Os revestimentos de madeira são uma escolha clássica para revestir pisos, conhecidos por sua beleza natural e durabilidade. Geralmente feitos de tábuas de madeira maciça ou de camadas de madeira compensada com uma camada superior de madeira nobre. A madeira maciça proporciona uma sensação autêntica e uma longa vida útil, enquanto os revestimentos de camada superior de madeira nobre, como o parquet, oferecem uma estética refinada com custo geralmente mais acessível. A capacidade de serem lixados e envernizados várias vezes ao longo dos anos aumenta sua longevidade.

2.2 Principais patologias presentes em revestimentos cerâmicos

2.2.1 Trincas e fissuras

Trincas e fissuras nos revestimentos cerâmicos se manifestam como rachaduras finas na superfície das peças. A NBR 9575 (ABNT, 2010) estabelece que as aberturas maiores que 0,5 mm e menores que 1 mm são classificadas como trincas,

as aberturas maiores que 0,05 mm e menores que 0,5 mm são classificadas como fissuras.

Figura 8 - Trinca em revestimento cerâmico



Fonte: Quartzolit (2024).

De acordo com Rhod (2011), as principais causas dessas patologias incluem a dilatação e retração das placas cerâmicas, deformações estruturais excessivas, falta de especificação de juntas de dilatação e a retração da argamassa de fixação.

2.2.2 Deslocamento

Segundo Barros *et al.* (1997), o deslocamento ocorre quando o revestimento cerâmico se separa da base subjacente, resultando em áreas soltas ou ociosas entre a cerâmica e a superfície de apoio. Esse problema pode ser causado por falta de aderência da argamassa colante, umidade na base, instalação incorreta do revestimento ou movimentações estruturais.

Figura 9 - Deslocamento de revestimento cerâmico em fachada



Fonte: Emobras Soluções (2022).

2.2.3 Eflorescência

Conforme Fiorito (1994), a eflorescência é um processo de lixiviação e cristalização de sais solúveis presentes nos materiais de construção. A água, atuando como solvente, transporta esses sais através dos poros e capilares do material até a superfície, onde a evaporação da água provoca a formação de cristais, resultando nas características manchas brancas.

Figura 10 - Eflorescência em revestimento cerâmico



Fonte: AEC Web (2024).

2.2.4 Manchas d'água

Manchas d'água em revestimento cerâmico podem surgir como uma alteração na tonalidade das peças, muitas vezes acompanhadas por manchas abaixo do esmalte, resultando em escurecimento da superfície. Geralmente causadas por umidade excessiva no ambiente e infiltração de água na camada abaixo do esmalte e nos rejuntamentos mal executados, essas manchas podem desaparecer quando as peças são secas em estufas ou submetidas a um novo processo de queima. Em casos mais severos, a solução pode envolver a remoção e substituição da peça afetada por uma nova.

Figura 11 - Revestimentos cerâmicos com manchas d'água



Fonte: Costa *et al.* (2019).

2.3 Mecanismos de formação de eflorescências

Dentre as diversas manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos, destacamos a eflorescência como objeto de estudo prioritário. Neste trabalho, vamos nos aprofundar nesse fenômeno, analisando suas causas, efeitos e possíveis soluções, visando contribuir para uma compreensão mais completa e eficaz dessa patologia.

A formação da eflorescência em revestimentos cerâmicos e argamassados é um fenômeno complexo que envolve uma interação de processos físicos e químicos.

Inicialmente, o processo se inicia com a infiltração de água nos poros do revestimento argamassado, placas cerâmicas ou componentes de alvenaria. Segundo Souza (1997) esta água pode ser proveniente de diversas fontes, como precipitação, umidade do solo ou condensação. Ao penetrar nos poros, a água entra em contato com os componentes solúveis presentes nesses materiais, tais como sulfatos, nitratos, carbonatos e cloretos.

De acordo com Uemoto (1988), é observado que os depósitos de sais na superfície de alvenarias e revestimentos são frequentemente compostos por substâncias alcalinas, como sódio e potássio, ou alcalino-terrosas, como cálcio e magnésio.

Segundo Bauer (1994), é possível identificar os sais mais comuns encontrados em eflorescências, além das fontes que contribuem para seu surgimento e sua solubilidade em água, conforme apresentado no quadro 1.

Quadro 1 - Origem e Composição Química das Eflorescências

Composição Química	Fonte Provável	Solubilidade em água
Carbonato de cálcio	Carbonatação da cal, da argamassa ou concreto e de argamassa de cal não carbonatada	Pouco solúvel
Carbonato de magnésio	Carbonatação da cal lixiviada de argamassa de cal não carbonatada	Pouco solúvel
Carbonato de potássio	Carbonatação dos hidróxidos alcalinos de cimentos com elevado teor de álcalis	Muito solúvel
Carbonato de sódio	Carbonatação dos hidróxidos alcalinos de cimentos com elevado teor de álcalis	Muito solúvel
Hidróxido de cálcio	Cal liberada na hidratação do cimento	Solúvel
Sulfato de magnésio	Tijolo, água de amassamento	Solúvel
Sulfato de cálcio	Tijolo, água de amassamento	Parcialmente solúvel

Sulfato de potássio	Reação tijolo-cimento, agregados, água de amassamento	Muito solúvel
Sulfato de sódio	Reação tijolo-cimento, agregados, água de amassamento	Muito solúvel
Cloreto de cálcio	Água de amassamento	Muito solúvel
Cloreto de magnésio	Água de amassamento	Muito solúvel
Nitrato de potássio	Solo adubado ou contaminado	Muito solúvel
Nitrato de sódio	Solo adubado ou contaminado	Muito solúvel
Nitrato de amônia	Solo adubado ou contaminado	Muito solúvel

Fonte: Bauer (1994).

Uma vez dissolvidos, os íons dos sais solúveis são transportados por capilaridade através dos poros do revestimento argamassado. À medida que a água atinge a superfície do revestimento e evapora, ocorre a cristalização dos sais solúveis dissolvidos (SOUZA, 1997).

Por fim, os cristais de eflorescência depositados na superfície do revestimento cerâmico podem se acumular ao longo do tempo, resultando em depósitos visíveis e indesejados. Esses depósitos podem comprometer a estética do revestimento e, em casos mais graves, causar danos estruturais.

2.4 Permeabilidade das Estruturas

A permeabilidade das estruturas se refere à capacidade de um material ou conjunto de materiais permitir a passagem de substâncias, como líquidos ou gases, através de sua superfície ou interior. Em termos construtivos, isso é especialmente relevante no contexto de edifícios e outras estruturas, onde a permeabilidade pode influenciar diretamente questões como a durabilidade, a eficiência energética e a qualidade do ambiente interno (Santos e Lope, 2020).

Quando falamos em permeabilidade das estruturas na construção civil, geralmente estamos considerando a capacidade de materiais como concreto, argamassa, revestimentos e isolamentos em resistir à penetração de água, umidade, gases e vapores. Uma estrutura impermeável é aquela que impede eficazmente a entrada dessas substâncias, enquanto uma estrutura permeável permite sua passagem. (Santos e Lope, 2020).

A permeabilidade das estruturas pode ser influenciada por uma série de fatores, incluindo a porosidade e a densidade dos materiais, a integridade das juntas e fissuras, a presença de camadas de impermeabilização e o tipo de exposição ambiental. Estruturas permeáveis podem ser mais suscetíveis a problemas como infiltrações, eflorescência, deterioração de materiais e crescimento de mofo, enquanto estruturas impermeáveis tendem a ter uma vida útil mais longa e requerem menos manutenção ao longo do tempo. Portanto, entender e controlar a permeabilidade das estruturas é crucial para garantir a durabilidade, a segurança e o desempenho adequado de edifícios e outras obras de engenharia (Alves; Almeida Filho, 2019).

2.5 Mecanismos de transporte de sais

2.5.1 Capilaridade

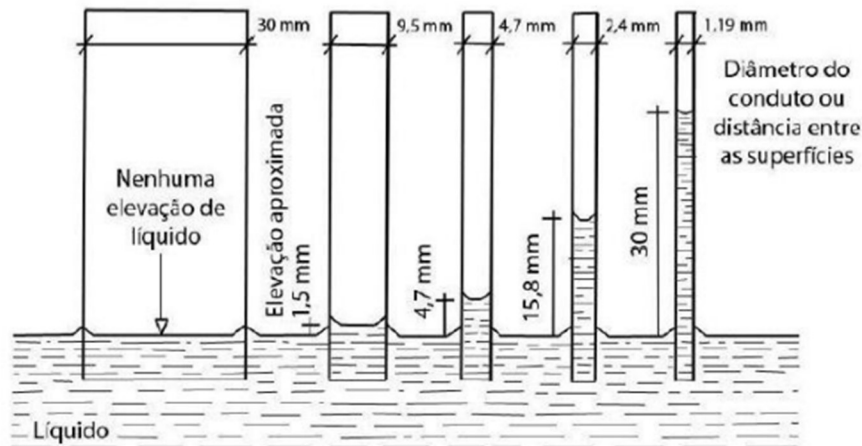
A capilaridade é um fenômeno físico que descreve a capacidade de um líquido subir ou descer em tubos finos ou porosos, conhecidos como capilares, devido às forças de coesão e adesão entre o líquido e as paredes do capilar. Essas forças são resultado da tensão superficial do líquido e das interações moleculares com a superfície do material do capilar. A capilaridade é amplamente observada em materiais porosos, como solos, papel, tecidos e materiais de construção, e desempenha um papel fundamental em uma variedade de processos naturais e industriais (Salomão, 2012).

O funcionamento da capilaridade ocorre devido à combinação de duas forças principais: a tensão superficial e as forças de adesão. A tensão superficial é uma propriedade dos líquidos que resulta da coesão entre suas moléculas, formando uma camada superficial que age como uma membrana elástica. Nas paredes de um capilar, essa tensão superficial cria uma força que tende a puxar o líquido para cima. Por outro lado, as forças de adesão ocorrem entre as moléculas do líquido e as moléculas da superfície do material do capilar. Se as forças de adesão forem maiores do que as forças de coesão do líquido, o líquido será atraído para dentro do capilar e subirá contra a gravidade, resultando no fenômeno da ascensão capilar (Salomão, 2012).

O processo da capilaridade é influenciado por diversos fatores, como o diâmetro e a geometria do capilar, a viscosidade do líquido e as propriedades de

superfície do material do capilar (Salomão, 2012). Conforme observado por Nappi (1996), a altura alcançada pela água na alvenaria é inversamente proporcional ao tamanho dos poros presentes nos materiais. Portanto, quanto menor for o diâmetro desses poros, maior será a elevação da água, conforme representado no diagrama da Figura 12.

Figura 12 - Capilaridade entre duas superfícies



Fonte: Gratwick (1971).

2.6 Métodos de Prevenção e Mitigação

2.6.1 Manutenções Preventivas

Uma das manutenções preventivas mais recomendadas para evitar o aparecimento de eflorescências é a dosagem correta da água durante a preparação da argamassa. Dessa forma, evita-se o excesso de água, que pode facilitar a migração dos sais solúveis e, conseqüentemente, o surgimento de eflorescências.

Dentre as medidas de prevenção para minimizar o risco dessa patologia, o uso de aditivos impermeabilizantes na argamassa colante se destaca como uma estratégia interessante. Esses aditivos, geralmente compostos por produtos químicos como hidrófugos e silicones, atuam na modificação da estrutura da argamassa, reduzindo sua porosidade e permeabilidade à água. Essa redução da permeabilidade impede a penetração de água na argamassa e, conseqüentemente, a migração dos sais minerais presentes em sua composição para a superfície do revestimento, evitando a formação de eflorescência (SOUZA, 2018).

2.6.2 Manutenções Corretivas

Quando a eflorescência já se manifestou em revestimentos cerâmicos, as manutenções corretivas se tornam necessárias para restaurar a aparência e a integridade das superfícies afetadas. Uma das medidas mais comuns é a limpeza das manchas de eflorescência. Isso geralmente envolve o uso de escovas ou esponjas macias em conjunto com soluções específicas para dissolver os sais e remover as manchas. É importante realizar essa limpeza de forma cuidadosa para evitar danos ao revestimento e garantir que as manchas sejam completamente removidas, restaurando a estética do revestimento.

Em casos mais graves de eflorescência, pode ser necessário o reassentamento das peças cerâmicas afetadas. Isso ocorre quando a eflorescência está associada a problemas estruturais, como descolamento ou danos às camadas subjacentes. O reassentamento envolve a remoção das peças afetadas, preparação adequada da superfície e reimplantação das peças utilizando argamassa colante de qualidade. Essa medida corretiva visa não apenas eliminar as manchas visíveis, mas também resolver as causas subjacentes da eflorescência, restaurando assim a integridade e a durabilidade do revestimento cerâmico.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Como mencionado anteriormente, a eflorescência é uma patologia comum encontrada em construções em todo o Brasil. Portanto, a realização de um experimento para investigar o surgimento de eflorescências em revestimentos cerâmicos é de extrema importância. Tal pesquisa visa compreender os fatores que contribuem para esse fenômeno e, conseqüentemente, desenvolver estratégias eficazes de prevenção e mitigação.

3.1 Materiais

Lista dos materiais utilizados no estudo:

- **Protótipo 01:**
 - 1 saco de Cimento CP II-F-32 (Figura 9);

Figura 13 - Cimento CP-II-F 32kg.



Fonte: Elaborado pela Autora.

- 11 sacos de Areia média (Figura 10);

Figura 14 - Areia média ensacada



Fonte: Elaborado pela Autora.

- 15 litros de Água filtrada;
- **Protótipo 02:**
 - 1 saco de Cimento CP II-F-32 (Figura 9);
 - 11 sacos de Areia média (Figura 10);
 - 14 litros de Água filtrada;
 - 1 litro de Impersika (aditivo líquido impermeabilizante e plastificante para argamassa) (Figura 11);

Figura 15 - Aditivo impermeabilizante Impersika



Fonte: Sika Brasil (2024).

- **Ambos os Protótipos:**
 - Lona preta para reter a água acumulada;

Figura 16 - Lona plástica preta



Fonte: Paperplast (2024).

- Porcelanato acetinado Incefra retificado 60x60 para o revestimento cerâmico;
- Argamassa colante ACIII flexível para uso externo cinza 20kg Votomassa para aplicar o revestimento cerâmico;

Figura 17 - Argamassa colante ACIII flexível para uso externo



Fonte: Votorantim (2024).

- Forma em madeira para realização dos protótipos (1,20 x 1,20 x 0,05 m);

Figura 18 - Forma para protótipos



Fonte: Elaborado pela autora.

- Rejunte acrílico branco Quartzolit para rejuntar metade do revestimento cerâmico em cada protótipo;

Figura 19 - Rejunte acrílico branco Quartzolit



Fonte: Elaborado pela autora.

- Rejunte cimentício cinza platina Quartzolit para rejuntar a outra metade do revestimento cerâmico em cada protótipo;

Figura 20 - Rejunte cimentício cinza platina Quartzolit

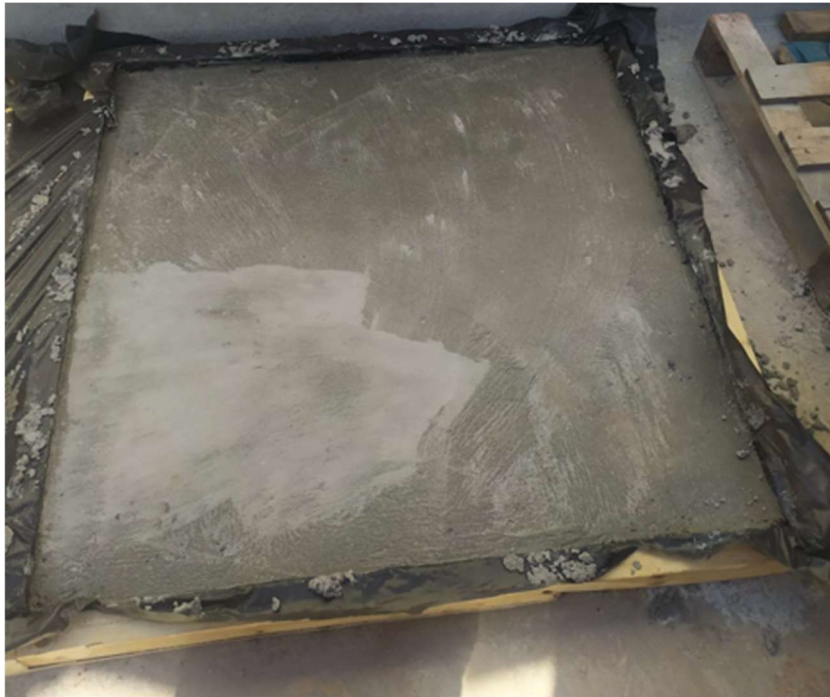


Fonte: Quartzolit (2024).

3.2 Metodologia

O experimento foi conduzido com base na avaliação de dois protótipos, cada um medindo 1,20 x 1,20 x 0,05 m. Para a construção desses protótipos, foi aplicada uma camada de contrapiso com espessura de 3 cm, utilizando diferentes composições de materiais. O protótipo 01 foi composto por 1 saco de cimento CP II-F-32, 11 sacos de areia média e 15 litros de água filtrada (Figura 21). Enquanto isso, o protótipo 02 foi preparado com 1 saco de cimento CP II-F-32, 11 sacos de areia média, 14 litros de água e 1 litro de Impersika, um aditivo líquido impermeabilizante e plastificante para argamassa.

Figura 21 - Protótipo 1



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 22 - Protótipo 2



Fonte: Elaborado pela autora.

As massas de contrapiso foram aplicadas e compactadas nos protótipos correspondentes, os quais foram então protegidos com lona preta para retenção da água acumulada durante o período de cura do contrapiso, estipulado em 7 dias. Após esse período, os protótipos foram submetidos a um teste de imersão em água por 15 dias.

Figura 23 - Protótipos compactados



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 24 - Protótipos em teste de imersão em água



Fonte: Elaborado pela autora.

Para a segunda etapa do experimento, procedeu-se à aplicação do revestimento cerâmico (Figura 25), composto por porcelanato acetinado Incefra retificado 60 x 60 cm, utilizando argamassa colante ACIII flexível para uso externo cinza 20 kg Votomassa. Além disso, foi coletado 1 corpo de prova para teste de imersão da argamassa colante ACIII cinza e branca da Votomassa. Durante 15 dias adicionais, lâminas de água foram lançadas sobre os protótipos para acelerar o processo de salinização.

Figura 25 - Protótipo 1 com revestimento cerâmico



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 26 - Corpo de prova argamassa colante ACIII cinza



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 27 - Corpo de prova argamassa colante ACIII branca



Fonte: Elaborado pela autora.

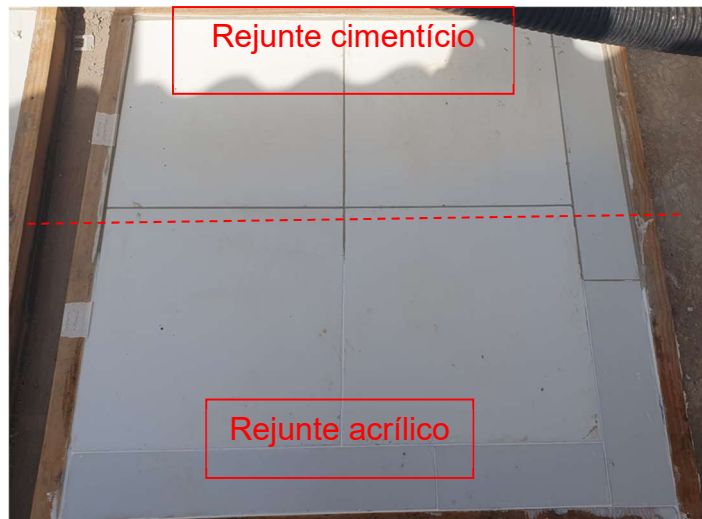
Figura 28 - Corpo de prova ACIII cinza em imersão na água



Fonte: Elaborado pela autora.

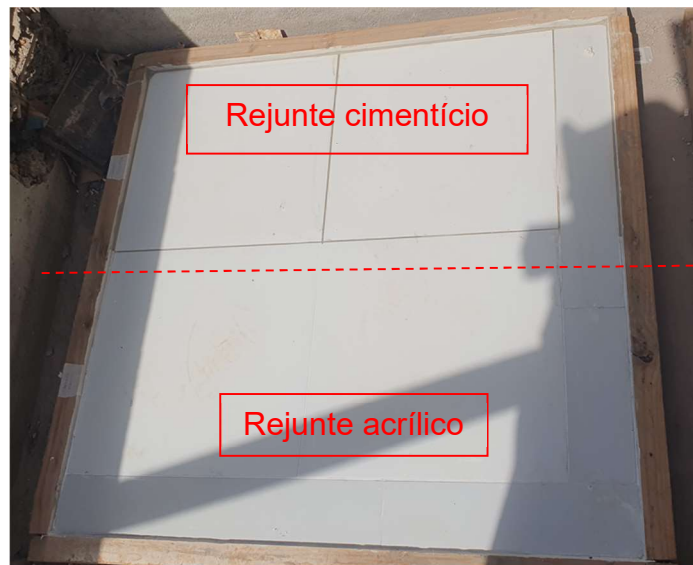
Após o período de salinização, os protótipos foram submetidos à aplicação de dois tipos diferentes de rejuntas, divididos ao meio: rejunte acrílico branco e rejunte cimentício cinza platina, ambos da marca Quartzolit. Ao longo de 7 dias adicionais, foram lançadas lâminas de água para acelerar o processo de salinização dos agregados.

Figura 29 - Aplicação de rejunte em protótipo 1



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 30 - Aplicação de rejunte em protótipo 2



Fonte: Elaborado pela autora.

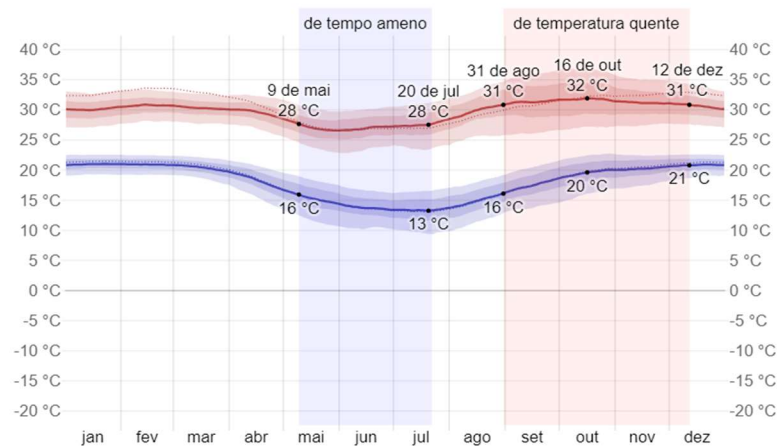
3.3 Condições Climáticas da Região

A cidade de Ribeirão Preto está situada geograficamente no interior do estado de São Paulo, Brasil, em uma posição aproximadamente central da região sudeste do

país. Suas coordenadas geográficas são cerca de 21°10' de latitude sul e 47°49' de longitude oeste.

Durante o primeiro semestre de 2024, Ribeirão Preto experimentou condições climáticas características da transição do verão para o outono. De acordo com dados do site Weather Spark, as temperaturas médias diárias variaram de aproximadamente 20°C a 30°C. Essa faixa de temperatura é típica para esta época do ano na região, com dias ainda quentes, mas já apresentando uma leve redução devido à aproximação do outono.

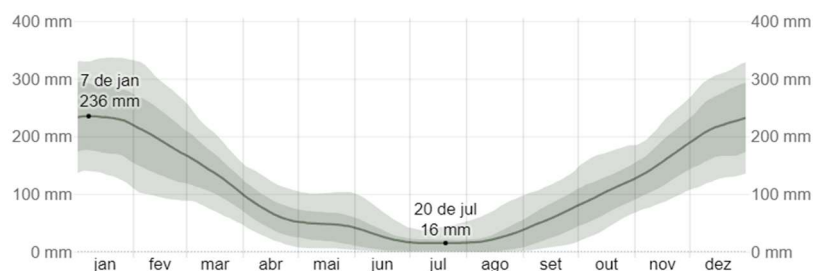
Figura 31 - Temperaturas máximas e mínimas médias em Ribeirão Preto



Fonte: Weather Spark (2024).

Além disso, o clima durante esse período é geralmente marcado por uma diminuição gradual das chuvas em comparação com os meses de verão mais chuvosos. Os dados históricos indicam que Ribeirão Preto tende a receber menos precipitação durante o fim do primeiro semestre do ano em comparação com o segundo semestre, o que condiz com a transição para uma estação mais seca. A Figura 32 mostra a chuva mensal média em Ribeirão Preto.

Figura 32 - Chuva mensal média em Ribeirão Preto



Fonte: Weather Spark (2024).

4 RESULTADOS

4.1 Resultados dos protótipos de contrapiso

Após a realização dos testes de imersão em água nos dois protótipos de contrapiso, observou-se uma ausência completa de eflorescência em ambas as amostras. Este resultado indica que as formulações de argamassa utilizadas foram eficazes na prevenção da migração de sais solúveis para a superfície do contrapiso.

Figura 33 - Protótipos de contrapiso após o teste de imersão



Fonte: Elaborado pela autora.

A ausência de eflorescência pode ser atribuída a vários fatores. Primeiramente, a composição das argamassas, que incluía cimento CP II-F-32 e areia média, demonstrou ser adequada para resistir à umidade sem liberar sais solúveis. Além disso, a utilização do aditivo Impersika no segundo protótipo pode ter contribuído para aumentar a impermeabilidade da argamassa, evitando a formação de eflorescência.

Outro aspecto importante foi o tempo de cura do contrapiso, que foi respeitado rigorosamente em ambos os casos. O período de 7 dias permitiu que a argamassa atingisse uma resistência adequada antes de ser submetida ao teste de imersão em água, garantindo assim sua integridade estrutural.

4.2 Resultados após aplicação de revestimento cerâmico

Após a etapa de assentamento do revestimento cerâmico com argamassa colante, foi observado o surgimento das primeiras marcas de eflorescência nos protótipos de contrapiso.

Figura 34 - Primeiros sinais de eflorescência no Protótipo 01



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 35 - Primeiros sinais de eflorescência no Protótipo 02



Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com as informações fornecidas pela Votorantim, a argamassa colante ACIII flexível cinza é composta por cimento Portland, agregados minerais selecionados e aditivos químicos. É importante ressaltar que o cimento Portland, como componente principal da argamassa, é conhecido por seu potencial para a liberação de sais solúveis durante o processo de hidratação.

A presença de sais solúveis na argamassa, combinada com as condições de umidade durante o teste de imersão em água, pode ter facilitado a dissolução e transporte desses sais para a superfície do contrapiso.

4.3 Resultados dos corpos de prova

4.3.1 Argamassa Colante ACIII Branca Votomassa

Observou-se a presença de pontos de eflorescência na superfície do corpo de prova. Esses depósitos brancos são indicativos da migração de sais solúveis presentes na argamassa para a superfície.

Figura 36 - Corpo de prova ACIII branca Votomassa com pontos de eflorescência.



Fonte: Elaborado pela autora.

4.3.2 Argamassa Colante ACIII Cinza Votomassa

Similarmente ao corpo de prova anterior, foram detectados pontos de eflorescência na superfície da argamassa. Esta evidência sugere uma migração semelhante de sais solúveis, resultando na deposição de cristais brancos na superfície do material.

Figura 37 - Corpo de prova ACIII cinza Votomassa, em imersão na água com a manifestação de efluorescência.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 38 - Resíduos de efluorescência da argamassa ACIII cinza, após processo de evaporação da etapa de imersão do corpo de prova.



Fonte: Elaborado pela autora.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho investigou a eficácia de diferentes formulações de argamassas e a influência de materiais complementares na prevenção da eflorescência em protótipos de contrapiso submetidos a condições de imersão em água. Os resultados obtidos fornecem reflexões sobre os fatores que influenciam a formação de eflorescências e destacam a importância da seleção adequada de materiais e técnicas de construção para minimizar esse fenômeno indesejado.

Inicialmente, os testes de imersão em água demonstraram que ambas as formulações de argamassa utilizadas para a construção dos protótipos de contrapiso apresentaram uma ausência completa de eflorescência. Isso sugere que a composição das argamassas, incluindo cimento CP II-F-32 e areia média, foi eficaz na prevenção da migração de sais solúveis para a superfície do contrapiso.

Entretanto, após a aplicação do revestimento cerâmico utilizando argamassa colante ACIII flexível, observou-se o surgimento de eflorescência nos protótipos de contrapiso. A composição da argamassa colante, com alto teor de cimento Portland, contribuiu para a liberação de sais solúveis e formação de eflorescência. A presença de umidade durante o teste de imersão em água pode ter facilitado a dissolução e transporte desses sais para a superfície do contrapiso, resultando na formação de eflorescência.

Os corpos de prova das argamassas colantes ACIII branca e cinza da Votomassa também apresentaram pontos de eflorescência, indicando uma migração semelhante de sais solúveis para a superfície do material.

Por fim, recomenda-se o uso de materiais e métodos construtivos adequados para minimizar esse problema, como argamassas colantes impermeabilizantes ou baixo teor de cimento Portland. Além disso, é importante reduzir a espessura sobre a manta para evitar camadas de regularização muito grossas, que favorecem o aumento do transporte de sais.

REFERÊNCIAS

ALVES, C. M. S.; ALMEIDA FILHO, R. G. **Concreto permeável: análise de desempenho na alteração da relação água/cimento**. Jaraguá: Faculdade Evangélica de Jaraguá, 2019.

ANFACER. História da Cerâmica. Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres. Disponível em: <http://www.anfacer.org.br/historia-ceramica>. Acesso em: 16 abr. 2024.

ARCHTRENDS. O que é porcelanato? Disponível em: <https://blog.archtrends.com/o-que-e-porcelanato/>. Acesso em: 16 abr. 2024.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14081-1**: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Parte 1: Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 13006**: Placas cerâmicas para revestimento – Definições, classificação, características e marcação. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F. H. **Produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria: diretrizes básicas**. Notas de aula. São Paulo: USP, 2001.

BAUER, L. A. F. **Materiais de construção**. 2v. 5. ed. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1994.

CAMPANTE, E. F.; BAÍA, L. L. M. **Projeto e execução de revestimento cerâmico**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

CASCUDO, O.; LOPES, R. C.; OLIVEIRA, A. M. Métodos de transporte de cloretos em concreto: uma análise crítica e comparativa. **Revista Concreto e Construções**, v. 108, p. 53-59, 2022.

EMBRAMACO. Assentamento de pisos: dicas para não errar. Disponível em: <https://www.embramaco.com.br/blog/assentamento-de-pisos-dicas-para-nao-errar/>. Acesso em: 16 abr. 2024.

ESTEVES, B. N.; CALIXTO, R. D.; MEURER, C. E. Patologias em revestimento cerâmico na construção civil. Disponível em: <[https://dspace.doctum.edu.br/bitstream/123456789/3709/1/Bianca Nery e Ramon Calixto.pdf](https://dspace.doctum.edu.br/bitstream/123456789/3709/1/Bianca_Nery_e_Ramon_Calixto.pdf)>. Acesso em: 19 abr. 2024.

FERREIRA, R. Piso laminado: características, dicas e 8 projetos cheios de charme. Casa e Jardim, 02 jan. 2022. Disponível em: <https://revistacasaejardim.globo.com/Casa-e-Jardim/Arquitetura/Area-interna/Piso/noticia/2022/01/piso-laminado-caracteristicas-dicas-e-8-projetos-cheios-de-charme.html>. Acesso em: 19 abr. 2024.

FIGUEIREDO JÚNIOR, G. J. **Patologias em revestimentos de fachadas: Diagnóstico, prevenção e causas**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2017.

FIORITO, A. J. S. I. **Manual de argamassas e revestimentos**. São Paulo: PINI, 1994.

GRATWICK, R. T. **La humedad en la construcción: sus causas y sus remedios**. Barcelona: Editores Técnicos Asociados, 1971.

JORNAL CRUZEIRO DO SUL. Piso laminado: o que é? Quais são as suas características? Disponível em: <https://www.jornalcruzeiro.com.br/suplementos/casa-e-acabamento/piso-laminado-o-que-e-quais-sao-as-suas-caracteristicas/>. Acesso em: 19 abr. 2024.

MEDEIROS, J. S.; SABBATINI, F. H. **Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios**. São Paulo: USP, 1999.

NAPPI, S. B. Umidade em paredes. Florianópolis, 1996. Disponível em: <www.infohab.org.br>. Acesso em: 16 abr. 2024.

OLIVEIRA, W. E. A. **Patologias das construções: revestimentos cerâmicos**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 2009.

PEZZATO, L. M. **Patologias no sistema de revestimento cerâmico: Um estudo de caso em fachadas**. São Carlos, 2010.

PINTO, A. R. **Evolução da pedra natural: novas tecnologias**. Revista Arquitectura Lusíadas, Lisboa, n. 6, p. 67-76, 2014. Disponível em: <http://repositorio.ulusiada.pt/handle/11067/1677>.

POINTER. Quais são as principais causas da eflorescência? Pointer, 2018. Disponível em: <https://pointer.com.br/blog/eflorescencia/>. Acesso em: 21 jan. 2024.

QUARTZOLIT. O sistema de revestimento em pisos e paredes. Disponível em: <https://www.quartzolit.weber/ajuda-e-dicas-para-construir/o-sistema-de-revestimento-em-pisos-e-paredes>. Acesso em: 19 abr. 2024.

RHOD, A. B. **Manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos: análise da frequência de ocorrência em áreas internas de edifícios em uso em Porto Alegre**. Porto Alegre, 2011.

SALOMÃO, M. F. **Estudo da umidade ascendente em painéis de alvenaria de blocos cerâmicos**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

SANTOS, T. C.; LOPE, A. N. M. **Avaliação da permeabilidade como parâmetro de investigação de concretos**. Instituto Federal Goiano; Furnas, 2020.

SCHUSTER, I. D. **Estudo sobre eflorescências ocasionadas em alvenaria estrutural cerâmica.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2022.

SOUSA, A. C. F. **Análise da resistência do concreto após aplicação de aditivos impermeabilizantes.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2018.

UEMOTO, K. Tintas na construção civil. In: **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais.** São Paulo: IBRACON, 2007.