

CENTRO UNIVERSITÁRIO ATENAS

MARIA LUIZA OLIVEIRA LOPES

**PATOLOGIAS EM REVESTIMENTO CERÂMICO NA
FACHADA RESSALTANDO A MANIFESTAÇÃO
EFLORESCÊNCIA**

Paracatu

2022

MARIA LUIZA OLIVEIRA LOPES

**PATOLOGIAS EM REVESTIMENTO CERÂMICO NA FACHADA RESSALTANDO
A MANIFESTAÇÃO EFLORESCÊNCIA**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Patologias

Orientador: Prof. Me. Altair Gomes Caixeta

Paracatu

2022

MARIA LUIZA OLIVEIRA LOPES

**PATOLOGIAS EM REVESTIMENTO CERÂMICO NA FACHADA RESSALTANDO
A MANIFESTAÇÃO EFLORESCÊNCIA**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Patologias

Orientador: Prof. Me. Altair Gomes Caixeta

Banca Examinadora:

Paracatu- MG, 16 de novembro de 2022.

Prof. Me. Altair Gomes Caixeta
Centro Universitário Atenas

Prof. Me. Romério Ribeiro da Silva
Centro Universitário Atenas

Prof^a. Anelise Avelar de Araújo
Centro Universitário Atenas

AGRADECIMENTOS

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus, autor do meu destino, companheiro de todos os momentos. Ele quem alimentou a minha alma com calma e esperança durante toda jornada.

À minha família em especial minha mãe Katia e o meu pai *Ciro (in memorian)*, que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos, me apoiando e incentivando. Por sempre lutar junto comigo não medindo esforços para que eu pudesse chegar até aqui e realizar mais um dos meus sonhos. Minha gratidão e amor eterno. E a minha filha Melissa pelo carinho e pela compreensão nos momentos em que a dedicação aos estudos foi exclusiva, e por sempre fazer meus dias melhores.

Agradeço também aos meus amigos Daiane, Douglas e Paulo, pois de alguma forma contribuíram com a realização da minha faculdade e nunca me deixaram fraquejar.

RESUMO

Este trabalho mostrará todo o processo de degradação de fachadas com revestimento cerâmico a partir de problemas de resistência a intempéries, tem como escopo patologias verificadas em revestimentos cerâmicos aderidos em áreas externas, O revestimento cerâmico tem como função proteger a fachada das infiltrações externas, oferecer melhor conforto térmico no interior do ambiente e resistir a intempéries proporcionando longa vida útil à alvenaria. O trabalho abordará alguns problemas na fase de projetos, execução e manutenção, sendo que as patologias mais comuns são muito típicas. Partindo da definição destes conceitos propõem-se um método que permita diagnosticar manifestações existentes, estabelecer procedimentos para sua recuperação e definir parâmetros para evitar suas ocorrências, de forma a permitir que a vida útil estabelecida em projeto seja obtida na prática.

Palavras-chave: Revestimento Cerâmico. Patologias. Eflorescência.

ABSTRACT

This work will show the entire process of degradation of facades with ceramic coating from problems of resistance to weathering, as well as pathologies verified in ceramic coatings added in external areas, or ceramic coating as a function to protect the facade from external infiltrations, promote better thermal comfort outside the environment, resist bad weather, providing a long useful life to the alvearies. The work will address some problems in the phase of projects, execution and maintenance, since the most common pathologies are very typical. Starting from the definition of these concepts, we propose a method that allows diagnosing existing manifestations, establishing procedures for their recovery and defining parameters to avoid their occurrences, in order to allow the useful life established in the project to be obtained in practice.

Keywords: *Ceramic Coating. Pathologies. Efflorescence.*

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Gráfico de causas de patológicas	17
FIGURA 2: Infiltração e descolamento em parede externa	18
FIGURA 3: Patologia eflorescência	20
FIGURA 4: Destacamento de placa cerâmica em fachada	21
FIGURA 5: Trincas e Fissuras	23
FIGURA 6: Sistema revestimento fachada	27

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Espessuras admissíveis de revestimentos internos e externos	26
TABELA 2: Exigências mecânicas das argamassas adesivas industrializadas	27
TABELA 3: Resistência a manchas (classes de limpabilidade)	29
TABELA 4: Eflorescências e seus reparos	30

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

Ca (OH)² = Hidróxido de Cálcio

CO²(CO) = Gás Carbônico do Ar → Carbonato de Cálcio (ou “Cal Livre”).

H²O = Água

Mg(OH)² = Hidróxido de Magnésio

CO² = Gás Carbônico do Ar

Mg (CO)² = Carbonato de Magnésio (ou “Cal Livre”)

ABNT = Associação Brasileira de Normas Técnicas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 PROBLEMA	11
1.2 HIPÓTESE DE ESTUDO	11
1.3 OBJETIVOS	12
1.3.1 OBJETIVO GERAL	12
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.4 JUSTIFICATIVA	12
1.5 METODOLOGIA DO ESTUDO	13
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	13
2 CARACTERÍSTICAS E COMPORTAMENTO DO SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO EM FACHADAS	14
2.1 PLACA CERÂMICA	14
2.2 REVESTIMENTO CERÂMICO EM FACHADA	15
3 PATOLOGIAS EM REVESTIMENTO CERÂMICO	16
3.1 PATOLOGIA	16
3.2 INFILTRAÇÕES	17
3.3 EFLORESCÊNCIA	18
3.4 DESTACAMENTOS	20
3.5 TRINCAS E FISSURAS	22
3.6 BOLOR	23
4 NECESSIDADE DE PREVINIR, VISTORAR E DIAGNOSTICAR AS ANOMALIAS COM ANTECEDÊNCIA	24
4.1 PROJETO DE REVESTIMENTO DE FACHADA	24
4.2 CAMADAS IMPORTANTES DO SUBSISTEMA	24
4.2.1 CHAPISCO/ PONTO DE ADERENCIA	25
4.2.2 EMBOÇO	25
4.2.3 CAMADA DE FIXAÇÃO	26
4.2.4 CAMADA DE ACABAMENTO	27
4.3 MANUTENÇÃO PREVENTIVA	28
4.4 ARGAMASSA DE REVESTIMENTOS EXTERNOS	28
4.5 RESISTÊNCIA A MANCHAS	29
4.6 RESISTÊNCIA A EFLORESCÊNCIA	29

4.7 CONTROLE E INSPEÇÃO	30
4.8 MEMORIAL DE ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS	30
5 CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIA	32

1 INTRODUÇÃO

A fachada é a exterioridade de qualquer imóvel. Uma fachada bonita passa uma mensagem positiva, essa área da obra merece total atenção, já que gera expectativas do que há dentro da construção. Com a diversidade em opções de revestimento para fachada, pensar em qual escolher para cada obra é fundamental, já que são responsáveis pela proteção externa de sua construção, sendo a primeira barreira contra ações temporais da região.

Nesse contexto Consoli (2006), Souza (2008) e Gaspar (2009) complementam que as diversas ações causadas pelo tempo e o próprio desgaste proporcionam o surgimento de algumas patologias. Essas manifestações patológicas podem se agravar gerando descolamento e eflorescência, ambas as falhas ou anomalias que podem ser verificadas visualmente, caracterizando a negligência dos responsáveis pela construção, seja construtor ou usuário, assim possibilitando a continua degradação do sistema, a ocorrência de acidentes por queda de revestimento e a desvalorização financeira.

Os problemas em revestimentos cerâmicos de fachadas são difíceis de serem corrigidos e normalmente implicam em altos custos de manutenção, em alguns casos, quando eles se manifestam visualmente já há comprometimento da integridade do revestimento, e os custos podem chegar a serem maiores que o custo da execução original (MEDEIROS E SABBATINI, 1999).

No que tange essa situação, entender os mecanismos que formam tais patologias e investir em novidades, que possa oferecer uma solução total ou parcial desses problemas, oferece uma grande possibilidade de crescimento profissional no mercado. Além de contribuir para uma maior duração e segurança do revestimento da fachada.

1.1 PROBLEMA

O que ocasiona patologias nos revestimentos? Em que momento ocorre a patologia eflorescência?

1.2 HIPÓTESE DE ESTUDO

a) se tratando da fixação de revestimento cerâmico em fachadas, define-se que oferecem uma maior durabilidade, devido seu ótimo desempenho e resistência contra a ação de agentes agressivos ambientais;

b) a falta de planejamento, execução, mão de obra qualificada e a manutenção, poderá originar patologias como a eflorescência e demais disfunções que ocasionam prejuízos;

c) a origem da eflorescência também pode ser explicada pelos seguintes fatores: quando ocorre a lixiviação; na ocasião em que os revestimentos cerâmicos são limpos com ácidos em alta concentração sem posterior lavagem; ou mesmo por eventuais acidentes ocasionados pelo uso do morador.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Caracterização, origem e mecanismo de formação da eflorescência nos revestimentos cerâmicos em fachadas.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) apresentar as características e comportamentos do sistema de fachadas com revestimento aderido;

b) demonstrar as principais patologias no revestimento cerâmico agregados em fachadas;

c) apresentar meios de redução ou prevenção de defeitos e falhas construtivas, de forma a atestar a estabilidade e a durabilidade do método de revestimentos cerâmicos.

1.4 JUSTIFICATIVA

Em resultado da busca em conciliar beleza e funcionalidade, se engrandece a preferência por revestimentos cerâmicos em fachadas. Porém as patologias ocorridas comprometem muito a funcionalidade no material. Além da desvalorização do imóvel considerando o aspecto visual, ocasionando uma vulnerabilidade às infiltrações que conseqüentemente conduz a sérias deteriorações.

Sendo assim este trabalho teve como objetivo conhecer as principais causas que originam essa adversidade, tanto quanto saber sobre natureza da falha que pode comprometer

toda uma estrutura. Esse conhecimento específico se faz necessário para alertar os profissionais de engenharia civil, abordando de forma a facilitar um diagnóstico dos principais problemas relacionados com as eflorescências em fachadas.

1.5 METODOLOGIA DO ESTUDO

Optou-se pela pesquisa exploratória, que, segundo Gil (2002, p. 45), “torna mais explícito o entendimento e a construção de hipóteses, além de facilitar e estimular o aprimoramento de ideias e a descoberta de intuições”.

No escopo da pesquisa exploratória optou-se pela pesquisa desenvolvida a partir de livros e artigos já elaborados.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

No primeiro capítulo, encontra-se a introdução do tema, assim como o problema de pesquisa, a hipótese do estudo, o objetivo geral e os objetivos específicos, a justificativa, a metodologia utilizada e a organização da estrutura do trabalho.

No segundo capítulo é abordado sobre o revestimento cerâmico, e quanto a sua resistência a intempéries que podem gerar patologias como infiltrações e eflorescência.

Já no terceiro capítulo é esclarecido formas corretas de executar

2 CARACTERÍSTICAS E COMPORTAMENTO DO SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO EM FACHADAS

2.1 PLACA CERÂMICA

Segundo a ABNT NBR 13.816 (1997), define-se placa cerâmica para revestimento como um material composto por argila e outras matérias primas inorgânicas normalmente utilizadas para revestir pisos e paredes.

De acordo com a NBR 13755 (ABNT, 1996), revestimento externo é um conjunto de camadas superpostas e intimamente ligadas, constituído pela estrutura suporte, alvenarias, camadas sucessivas de argamassas e revestimento final, cuja função é proteger a edificação da ação da chuva, umidade, agentes atmosféricos, desgaste mecânico oriundo da ação conjunta do vento e partículas sólidas, bem como dar acabamento estético.

Segundo Santos (1975), citado por Sabbatini (1999), muitas destas características são originadas pelo processo de sinterização, que é um tratamento térmico abaixo das temperaturas de fusão modificando o material em sua microestrutura tornando-a cristalina. O autor cita uma série de vantagens no seu uso para fachadas, sendo elas:

- Não propaga fogo;
- Elevada impermeabilidade;
- Baixa higroscopicidade;
- Não provoca diferença de potencial;
- Não gera eletricidade estática;
- Excelente isolamento;
- Custo final, em geral compatível com benefícios, principalmente com relação à manutenção durante a vida útil.

As placas cerâmicas podem ser classificadas de acordo com suas propriedades, as quais são avaliadas em laboratório, sendo as mais importantes para o uso em fachadas: absorção de água, expansão por umidade e resistência mecânica da base da placa, segundo Antunes (2010). A autora indica procedimentos de ensaio que avaliem estas características técnicas sendo úteis a fim de comprovar se a placa cerâmica é um possível foco de manifestação patológica.

No entanto no mesmo trabalho é informado que o conhecimento das características da superfície da placa é importante para a correta especificação de seu uso. São elas: facilidade de limpeza, coeficiente de atrito, dureza, resistência à abrasão e resistência aos ataques químicos.

2.2 REVESTIMENTO CERÂMICO EM FACHADA

De acordo com a norma brasileira ABNT NBR 13.816 (1997) placas cerâmicas para revestimento – Terminologia, placas cerâmicas para revestimento são definidas como sendo material composto de argila e outras matérias primas inorgânicas, geralmente utilizadas para revestir pisos e paredes, sendo conformadas por extrusão ou por prensagem, podendo também ser conformadas por outros processos.

Segundo a ABNT NBR 13.816 (1997) Placas cerâmicas para revestimento – Classificação, as placas cerâmicas para revestimentos podem ser classificadas com os seguintes critérios: Esmaltadas e não esmaltadas; Métodos de fabricação; Grupos de absorção de água; Classes de resistência à abrasão superficial; Classes de resistência a manchas; Classes de resistência ao ataque de agentes químicos, segundo diferentes níveis de concentração e Aspecto superficial ou análise visual.

Segundo Pinto (2010), a escolha correta do revestimento cerâmico para cada ambiente é fundamental para o bom desempenho do mesmo. As propriedades do material determinam padrões que são fundamentais conforme a especificação. A estética, o custo e as propriedades do material, de acordo com o local onde será aplicado são aspectos importantes para a classificação correta do produto.

Produtos com baixa absorção de água, propriedade relacionada com a porosidade da peça, são recomendadas para locais úmidos. A variação de absorção de água é de 0% (porcelanatos) a 20% (azulejos) (PINTO, 2010).

3 PATOLOGIAS EM REVESTIMENTO CERÂMICO

3.1 PATOLOGIA

Designa-se genericamente por Patologia das Estruturas, esse novo campo da Engenharia das Construções que se ocupa do estudo das origens, formas de manifestação, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas (SOUZA e RIPPER, 1998:14, 2021).

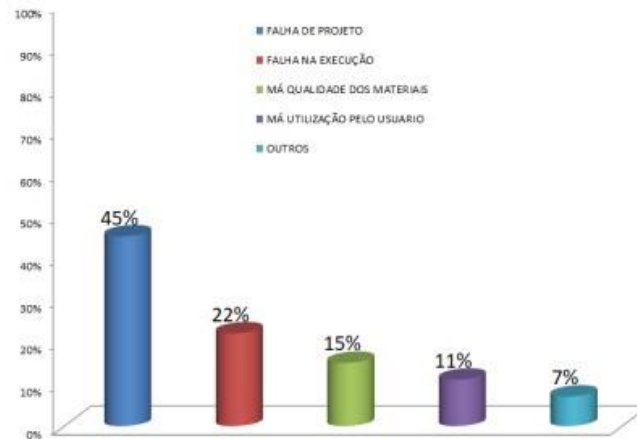
Com isso, é importante saber as variadas origens que fazem com que apareça esses problemas. Dessa forma, se constituem quatro causas que ocasionam as manifestações, sendo elas, destacadas conforme (Oliveira 2017), como:

- Congênitas: originadas por não observância das normas técnicas, concepção inadequada dos revestimentos e especificação inadequada de materiais.
- Construtivas: está relacionada a fase de execução, ou seja má aplicação dos produtos, má execução das etapas construtivas e falta de mão de obra capacitada.
- Adquiridas: são aquelas causadas ao longo da vida útil da edificação e são geradas a partir da ação de intempéries, da ação humana, de agentes químicos, entre outros.
- Acidentais: são caracterizadas por fenômenos atípicos, tais como solicitações incomuns, recalques na estrutura, incêndios dentre outros.

Segundo Veloso (2017), a vida de uma edificação possui duas fases: a sua construção e o seu uso. Vários problemas relacionados a sua durabilidade poderiam ser solucionados durante a sua execução, tais como um projeto de qualidade, adesão correta das normas, o emprego de materiais de qualidade e o rigor técnico adotado na sua execução. Estes são procedimentos importantes, que têm a capacidade de determinar sua durabilidade e reduzir problemas na fase de uso.

Conforme Braga (2010), as características construtivas modernas favorecem o aparecimento de patologias nas edificações. As construções são realizadas visando o máximo de economia de lucro e tempo de execução.

Segundo Lima (2015), pode-se considerar os locais principais com maior índice de patologias encontradas nas edificações, as instalações hidrossanitários; alvenaria; impermeabilização; esquadrias; revestimento cerâmico; instalações elétricas e gesso. As principais causas para o aparecimento dessas patologias, muitas vezes são por falha de projeto, má qualidade dos materiais, falha de execução e má utilização pelo usuário, conforme descrito na figura 1.

FIGURA 1: Gráfico de causas de patológicas

Fonte: LIMA (2015) Adaptado pelos autores

3.2 INFILTRAÇÕES

Por definição, infiltração é a ação de líquidos por dentro de estruturas construídas. Sendo basicamente de dois tipos: de dentro para fora e de fora para dentro. O primeiro tipo consiste quando a construção sofre por problemas causados no sistema hidráulico ou vazamentos, já o segundo se refere a danos causados pela chuva ou até mesmo pelo lençol freático por meio de capilaridade (RAFAELA SABINO, 2017).

Muito comuns de serem encontradas nas paredes externas, as infiltrações e problemas com umidade geram grande degradação. Possuem fatores que geram aumento da intensidade e das patologias mais frequentes causados pela umidade (RAFAELA SABINO, 2017).

A infiltração normalmente está associada ao início das patologias que podem ocorrer nas fachadas revestidas, como o destacamento, manchas e principalmente a eflorescência.

FIGURA 2: Infiltração e descolamento em parede externa

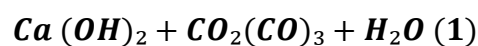
Fonte: <https://patologiaifap.wordpress.com/2014/06/09/argamassas-e-revestimentos>

3.3 EFLORESCÊNCIA

Compilando Medeiros e Sabbatine (1999), Junginger (2003) e Campante (2008), se tem uma ideia de que a absorção de água está diretamente ligada a porosidade das placas cerâmicas. Quanto maior absorção de água a placa apresentar, mais frágil e menos resistente ela será.

A eflorescência é um depósito cristalino de cor esbranquiçada que surgem quando o substrato em contato com a água. Estes depósitos surgem principalmente devido à presença da cal livre em quaisquer substratos que levam cimento na composição, como argamassas de assentamento, de encunhamento lateral, reboco, chapisco e blocos de concreto. Isso porque o cimento contém os compostos químicos hidróxidos de cálcio e hidróxidos de magnésio, que ao reagirem com o gás carbônico do ar, transformam-se na cal livre, processo chamado de carbonatação.

A reação química que explica isso é a chamada “cura da cal livre”, que pode ser dada pela equação (1) abaixo, quimicamente conhecida como carbonatação do hidróxido de cálcio:



Hidróxido de Cálcio + Gás Carbônico do Ar → Carbonato de Cálcio (ou “Cal Livre”) + Água

Ou ainda, de acordo com a equação (2), temos a carbonatação do hidróxido de magnésio, como se vê abaixo:



Hidróxido de Magnésio + Gás Carbônico do Ar → Carbonato de Magnésio + Água

Logo, a condição inicial para que a eflorescência apareça é a existência da cal livre e ela é encontrada em tudo que leva cimento.

De acordo com Ahmad e Rahman (2010), o controle e tratamento para construções afetadas por sais devem seguir as orientações:

- I. Inspeccionar qualquer sinal de ataque de sais em áreas que são propensas a isso, como paredes de banheiros, tanto internas como externas;
- II. Determinar a umidade e a altura da ascensão capilar na parede afetada;
- III. Realizar estudos científicos por meio da coleta de amostras na parede afetada, a fim de determinar o teor e tipos de sais presentes;
- IV. Aplicar o tratamento adequado na parede afetada, para erradicar o problema de ataque de sais;
- V. Fazer ensaios em laboratório, para verificar a eficácia do tratamento. Se não houver resultados satisfatórios, uma nova rodada de tratamento deve ser aplicada até que o teor de sal na parede fique em um nível seguro, de acordo com as normas internacionais.
- VI. Preparar um guia de prevenção para o ataque de sais, o que servirá como referência futura.

Segundo Uemoto (1988), existem ainda fatores externos que favorecem o fenômeno, tais como: A quantidade de solução que aflora, principalmente para os sais pouco solúveis, quanto maior a quantidade de água, maior é a fração solubilizada, o aumento do tempo de contato, que favorece a solubilização de maior teor de sais, a elevação da temperatura, que além de favorecer a solubilização dos sais, aumenta a velocidade de evaporação da umidade absorvida pelo sistema. Os sais podem tanto permanecer nos poros como migrar para sua superfície, a porosidade dos elementos do sistema, que permite a percolação da solução. Muitas vezes, um elemento próximo, por apresentar maior capilaridade, pode ter os sais depositados sobre ele, mesmo não sendo o elemento que possui maior teor de sais solubilizáveis Segundo Santos (2019), para realizar o reparo dessa patologia deve-se eliminar a umidade e realizar limpeza do local e do revestimento, com escova de aço, água em abundância ou com produtos químicos. Na figura 3, abaixo, é possível observar a ocorrência de eflorescências:

FIGURA 3: Patologia eflorescência

Fonte: Inovacivil (2019)

3.4 DESTACAMENTOS

Os destacamentos ou descolamento podem ocorrer devido as variações de temperatura ambiente, que geram tensões de cisalhamento, flambagem e posterior destacamento das placas cerâmicas. Podem vir a ocorrer também por outros fatores tais como a influência de cargas sobrepostas logo após o assentamento provocando tensões de compressão sobre a camada superficial e o descolando do revestimento; ou ainda devido a mão de obra em muitos casos se recusa a executar o assentamento de acordo com a técnica sugerida pela norma e/ou manuais, não efetuando a limpeza da base, não realizando a dupla colagem quando necessário, não produzindo 12 cordões na argamassa, utilizando argamassa não recomendada.

Segundo Bento (2010) em relação à utilização da argamassa, a mesma pode ser uma das causas do descolamento quando não utilizada corretamente, tendo como os principais erros cometidos a falta de qualidade do produto; aplicação da argamassa depois de ter excedido sua data de validade ou condições irregulares de estocagem; não ter esperado o tempo de repouso da argamassa para o assentamento do revestimento cerâmico; o emprego de argamassa não compatível para o nível de absorção de água da base e elasticidade insuficiente.

De acordo com Santos (2019), o reparo dessa patologia nem sempre é possível ser realizado somente no local, podendo ocorrer em outras áreas. Com isso, na maioria das vezes é necessário realizar a remoção total do revestimento, realizando a instalação de um novo revestimento, seja cerâmico ou outro tipo de acabamento.

Devido à probabilidade de acidentes envolvendo os usuários e os custos para seu reparo, essa manifestação patológica é considerada muito séria. Segundo Baía & Campante

(2003), podem ser apontadas as seguintes causas: Instabilidade da base, devido à acomodação do edifício como um todo, fluência da estrutura de concreto armado, variações hidrotérmicas e de temperatura, características pouco resilientes dos rejuntas, ausência de detalhes construtivos como contravergas e juntas, falta de limpeza da base ou das placas cerâmicas, empolamento da argamassa de emboço (fenômeno que ocorre devido às expansões na argamassa, em função da hidratação de óxidos). A causa mais comum do empolamento se dá no uso de cal hidratada e/ou cal contendo hidróxido de magnésio que, depois de aplicado, aumento de volume e pode causar a expansão e empolamento do conjunto (BAUER, 1997).

Pulverulência da argamassa de emboço, que é um fenômeno caracterizado pela desagregação e conseqüente esfrelamento da argamassa, ao ser pressionada manualmente. São causas da pulverulência a presença de torrões de argila na areia, argamassa com baixo teor de aglomerantes, argamassa utilizada após prazo de vencimento e hidratação inadequada de fração de cimento da argamassa (Ibid); Argamassa com espessura excessiva, gerando tensões elevadas de tração entre a base e o chapisco; Argamassa muito rica em cimento; Ausência de chapisco; Acabamento inadequado do emboço.

Segundo Santos (2019) o destacamento pode ocorrer de duas formas: pós-obra ou algum tempo depois da obra concluída. O segundo caso pode ser identificado pela separação de uma ou mais peças que estavam assentadas devido a esforços de tensão internos. Se começar a ouvir som de oco ao bater nas peças deve-se preocupar e verificar se a incidência de alguma patologia

FIGURA 4: Destacamento de placa cerâmica em fachada



Fonte: www.ebanataw.com.br/provadoazulejista

3.5 TRINCAS E FISSURAS

Sabbatini (2001) caracterizam esses fenômenos como a perda de integridade da superfície do componente cerâmico manifestando-se em qualquer direção, horizontal, vertical e/ou diagonal, que podem até levar ao destacamento da cerâmica. O autor define fissuramento e gretamento como aberturas uniformes que não dividem o corpo cerâmico e tem aberturas menores que 1mm.

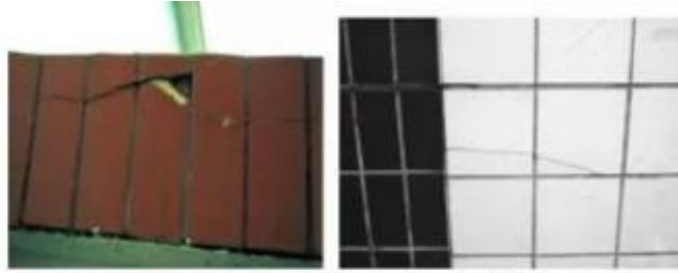
Campante (2001) explica que quando ocorrem na placa cerâmica, define-se trinca como sendo a ruptura total do corpo cerâmico em duas ou mais partes após a sua fixação e possui aberturas superiores a 0,5 mm. Gretamento é definido pelo autor como a fissuração (aberturas de 0,5 a 0,1mm) da camada de esmalte superficial da placa cerâmica. O autor divide o gretamento em dois tipos distintos: o imediato e retardado.

O primeiro deles ocorre durante a fase de resfriamento na fabricação das placas 46 cerâmicas, onde podem ocorrer diferenças de retração entre a base cerâmica e a camada de esmalte. O segundo caso ocorre durante o uso e é associado à expansão por umidade e/ou retração das argamassas convencionais, que ocorre com o uso de argamassa convencional para o assentamento do revestimento.

Segundo a NBR 13.818 (ABNT, 1997) a placa cerâmica não deve apresentar gretamento durante o uso e a indústria considera como defeito de fabricação e têm que reembolsar ou repor a peça.

Trincas e fissuras quando ocorrem nas juntas entre placas cerâmicas se localizam principalmente entre o rejunte e a lateral das peças. Sabbatini, (2001) atribuem a esse tipo de patologia as seguintes causas:

- Dilatação e retração do componente cerâmico: podem ocorrer devido a variação térmica ou de umidade no corpo cerâmico, que geram um estado de tensões entre as camadas da placa cerâmica.
- Deformação estrutural excessiva: estas deformações podem introduzir tensões na alvenaria que, eventualmente, ficam submetidas à diferentes esforços que são completamente absorvidos e assim são distribuídos aos revestimentos.
- Ausência de detalhes construtivos: alguns importantes detalhes construtivos como as vergas e contravergas nas aberturas das janelas e portas; pingadeiras nas janelas e platibandas e as juntas de movimentação nos revestimentos, podem auxiliar no bom desempenho dos sistemas.

FIGURA 5: Trincas e Fissuras

Fonte: InovaCivil (2019).

3.6 BOLOR

São organismos vivos que se prolifera em ambientes úmidos e mal ventilados, tem o poder de espalhar enzimas e atacar o material, queimando como ácido e escurecendo-o deixando o material com a cor próxima de preto. As manchas surgem e conseqüentemente a desagregação da superfície. Podem surgir outras cores na superfície, avermelhada, esverdeada, branca entre outros. Isso depende da reação química junto ao material (BRAGA, 2010)

4 NECESSIDADE DE PREVINIR, VISTORAR E DIAGNOSTICAR AS ANOMALIAS COM ANTECEDÊNCIA

4.1 PROJETO DE REVESTIMENTO DE FACHADA

A patologia em fachadas é um dos principais problemas que surgem nas edificações. Contudo, apenas nos últimos anos passou-se a investir em projeto de revestimento de fachada, onde descreve como o revestimento deve ser realizado, coibindo o surgimento de manifestações patológicas. O processo construtivo em alvenaria estrutural permite menores espessuras de revestimentos externos devido à planeza das paredes. Contudo, não se recomenda espessuras inferiores a 2 cm (ABNT NBR 13749, 1996).

Segundo Ceotto; Banduk; Nakakura (2005), o conteúdo básico de um projeto de revestimento é a relação dos projetos consultados e analisados: Deverão ser informados os documentos dos projetos, que interferem no revestimento externo e o detalhamento construtivo: Deve conter o posicionamento, geometria e detalhes construtivos de frisos, juntas, elementos decorativos, pingadeiras, soleiras, guarda-corpos e peitoris.

4.2 CAMADAS IMPORTANTES DO SUBSISTEMA

BASE: O substrato do sistema do revestimento cerâmico de fachada é constituído pela estrutura de concreto e alvenaria de vedação, que podem ser de blocos cerâmicos, blocos de concreto, blocos de concreto celular autoclavado ou de blocos sílico-calcáreos, sendo mais comum o emprego dos dois primeiros.

Cada um desses materiais tem características distintas que devem ser avaliadas. A base tem uma importância fundamental no desempenho do revestimento cerâmico como um todo, já que se trata de seu suporte (CAMPANTE & BAÍA, 2003). São aspectos importantes a considerar sobre a base: Planicidade e regularidade de superfície, porosidade e ações capilares da camada do suporte, movimento dos suportes devido à umidade e variações térmicas, presença de substâncias poluentes sobre a superfície do suporte, rigidez da base e rugosidade do suporte, não existência de deteriorações no suporte, grau de umidade da base, devendo ser evitado o excesso de água durante o processo de colocação. (EZEQUIVEL, 2001)

4.2.1 CHAPISCO/ PONTO DE ADERENCIA

A aplicação do chapisco objetiva melhorar a capacidade aderente da base à primeira camada do revestimento, vinculada a duas situações: baixa capacidade de aderência da base, seja por apresentar superfície muito lisa, porosidade inadequada, como concreto por exemplo e/ou capacidade de sucção incompatíveis com uma boa colagem.

O chapisco segundo Leal (2003) é um procedimento de preparação de base e não se constitui uma camada do revestimento. A espessura média deste tratamento é por volta de 5 mm e depende da areia empregada, devendo apresentar características superficiais de planicidade e absorção de água.

A NBR 7200 (ABNT, 1998) instrui que a argamassa utilizada para o chapisco deve ser aplicada com uma consistência fluida, assegurando maior penetração da pasta na base. Deve-se tomar cuidado para que o chapisco não cubra totalmente esta base e assim perder o seu objetivo.

4.2.2 EMBOÇO

O emboço é a camada de revestimento que recebe a camada de revestimento cerâmico, desempenhando assim papel importante no conjunto das camadas, conferindo planicidade e apoio ao revestimento cerâmico.

Maciel et al. (1998) listam as características que a argamassa deve ter no estado fresco, ou seja, na hora da aplicação, são: Massa específica e teor de ar, trabalhabilidade, retenção de água, aderência inicial e retração na secagem.

A norma NBR 13.755 (ABNT,1999) instrui que a dosagem dessa camada deve estar entre 1:0,5:5 e 1:2:8 em volumes de cimento, cal hidratada e areia média úmida respectivamente.

A norma NBR 13.749 (ABNT,1996) mostra que, para o uso como suporte à placa cerâmica, o emboço deve ser desempenado ou sarrafeado. Sua planeza é mensurada a partir de uma régua de dois metros e medem-se as ondulações, que não podem ultrapassar três mm, no comprimento da dela. A norma indica também as espessuras que esta camada deve apresentar de acordo com o local de aplicação e a resistência de aderência à tração que elas devem ter. A tabela 1 apresenta esses dados:

TABELA 1: Espessuras admissíveis de revestimentos internos e externos

Local de aplicação	Espessura (mm)	Acabamento	Resistência de aderência à tração (Mpa)
Parede interna	$5 \leq e \leq 20$	Pintura ou base para reboco	$\geq 0,20$
		Cerâmica ou laminado	$\geq 0,30$
Parede externa	$20 \leq e \leq 30$	Pintura ou base para reboco ou cerâmica	$\geq 0,30$
Tetos	$e \leq 20$		$\geq 0,20$

Fonte: Elaborado com base na norma NBR 13749 (ABNT,1996)

4.2.3 CAMADA DE FIXAÇÃO

É a camada (argamassa colante) responsável por unir e manter a fixação das placas cerâmicas ao emboço, devendo resistir as tensões de tração e cisalhamento que ocorrem nas interfaces emboço/ argamassa colante e argamassa colante/ cerâmica. Na técnica de execução racionalizada⁴ as argamassas colantes, estão sendo mais utilizadas atualmente, principalmente por sua capacidade de absorver irregularidades da base.

No Brasil as argamassas colantes foram normatizadas segundo a NBR 14081 (ABNT,1998) e classificadas em quatro tipos distintos por sua resistência de aderência e tempo em aberto. Segundo tal norma os tipos de argamassas colante são:

- Tipo I – Argamassa para uso interior: indicada para colagem de placas cerâmicas de pisos e revestimentos, propicia apenas ancoragem mecânica.
- Tipo II – argamassa para uso exterior: indicada para colagem de placas cerâmicas de pisos, revestimentos e áreas sob a ação de cargas. Propicia ancoragem mecânica e química;
- Tipo III – argamassa de alta resistência: indicada para colagem de cerâmica em saunas, piscinas, estufas e ambientes similares. Possui uma forte ancoragem química;
- Tipo III-E – argamassa especial.: similar a do tipo III porém com aditivos que estende o tempo em aberto.

Abaixo segue a tabela 2 retirada da norma NBR 14081(ABNT, 1998) que indica as resistências e tempo em aberto de cada uma dessas argamassas:

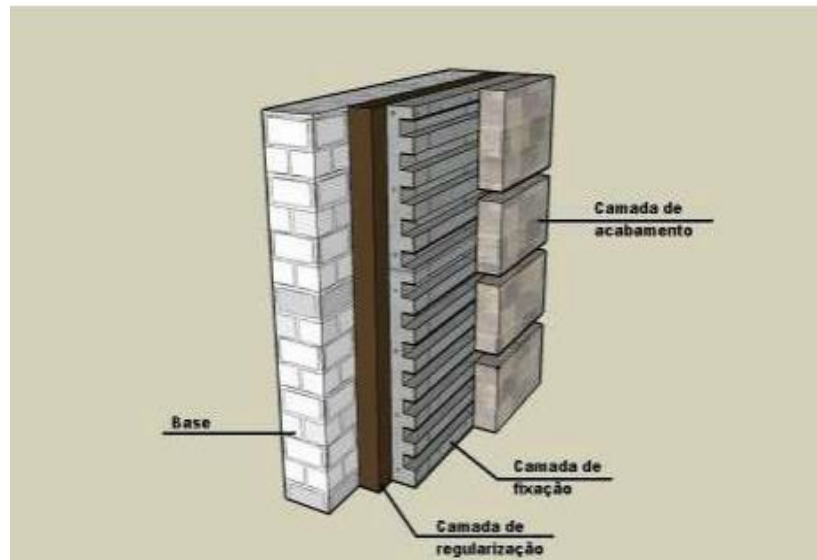
TABELA 2: Exigências mecânicas das argamassas adesivas industrializadas

Propriedade	Método de Ensaio	Und.	TIPO			
			I	II	III	III-E
TEMPO EM ABERTO	NBR 14.083	min	≥ 15	≥ 20	≥ 20	≥ 30
RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA AOS 28 DIAS	NBR 14.084 cura normal	MPa	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0	≥ 1,0
	NBR 14.084 cura submersa em água	MPa	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0	≥ 1,0
	NBR 14.084 cura em estufa	MPa	-	≥ 0,5	≥ 1,0	≥ 1,0
DESLIZAMENTO	NBR 14.085	mm	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5

Fonte: NBR 14081(ABNT, 1998)

4.2.4 CAMADA DE ACABAMENTO

É a camada final, constituída de placas cerâmicas, juntas entre as placas e rejunte. Sendo esta camada que estará exposta a ação das intempéries é a que mais sofre com as variações térmicas e de umidade. Entenda-se como umidade, não só a chuva, mas as características locais de “tempo úmido e seco”. Desta forma, tanto as placas cerâmicas como o rejunte devem ter características e propriedades que permitam a esta camada de acabamento, cumprir suas funções e resistir às variações de dimensões ocasionadas por expansão e retração a que estará sujeita.

FIGURA 6: Sistema revestimento fachada

Fonte: CCB- www.ccb.org.br

4.3 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Planejamento da Manutenção Os custos dos serviços de reparação são muito superiores aos custos de medidas preventivas, o que justifica a execução de um plano de manutenção que preveja a periodicidade de ações preventivas, como revisão de juntas, limpeza e outros.

Tendo em vista todas as patologias citadas anteriormente, define-se que além de um preparo e execução de qualidade, as manutenções são de grande importância, tanto na prevenção quanto na correção.

Segundo a ABNT NBR 15.575 (2013), a manutenção é um conjunto de ações que visa conservar ou recuperar a condição funcional da edificação e seus componentes.

A manutenção pode ser classificada como preditiva, preventiva, corretiva e detectiva. A manutenção preditiva visa analisar os sistemas e equipamentos com tendo em vista seus comportamentos durante o uso, com isso, podendo prever futuras irregularidades. Já a manutenção detectiva é responsável por identificar as causas das falhas ou irregularidades para a sua análise, como por exemplo, planos futuros de manutenção e na revisão dos processos de produção (VELOSO, 2017).

Na visão de Veloso (2017), a manutenção preventiva é a atividade que visa prevenir o problema, ou seja, ela age antes de ocorrer a necessidade de reparo. É necessário que o cliente realize todo um processo de agendamento de datas obedecendo aos critérios técnicos estabelecidos pelo fornecedor e/ou fabricante do produto. A manutenção corretiva visa à reparação de falhas ou patologias e para que isso ocorra, é necessária a intervenção ou paralisação do uso. Esse tipo de manutenção gera um grande transtorno tanto para o cliente quanto para a construtora, além de apresentar custos elevados para tal reparo.

4.4 ARGAMASSA DE REVESTIMENTOS EXTERNOS

Formuladas para resistir às intempéries e para serem aplicadas em espessuras maiores do que as argamassas de revestimento interno (a partir de 2,00 cm de espessura), o produto feito com areia de granulometria mais grossa, possibilitando a execução de superfícies mais rugosas e, conseqüentemente, facilitando a aplicação de cerâmica ou texturas. Também levam em sua composição incorporadores de ar, que permitem melhorar as características de impermeabilidade e elasticidade das massas, fundamentais para evitar problemas como descolamento da cerâmica ou da própria argamassa, trincas e fissuras.

4.5 RESISTÊNCIA A MANCHAS

Resistência A Manchas (Classes De Limpabilidade) A limpeza das placas cerâmicas é indicada pela facilidade de limpeza das mesmas. Quando se consegue limpar apenas com uso de água, considera-se classe 5, grande facilidade de limpeza, mas quando há impossibilidade de limpar as manchas, mesmo com produtos de limpeza fortes, considera-se classe 1. A Tabela 3, abaixo, mostra as cinco classes de limpabilidade segundo ABNT NBR 13818 (1997).

TABELA 3: Resistência a manchas (classes de limpabilidade)

Classe	Remoção da Mancha
5	máxima facilidade de remoção - com água quente
4	removível com produto de limpeza fraco - detergente neutro
3	removível com produto de limpeza forte - saponáceo
2	removível com ácido clorídrico, hidróxido de potássio, tricloroetileno
1	impossibilidade de remoção da mancha

Fonte: ABNT NBR 13.818 (1997)

4.6 RESISTÊNCIA A EFLORESCÊNCIA

Para a remoção dos depósitos nas superfícies já comprometidas, deve-se fazer uma lavagem do revestimento, o que, normalmente, é suficiente para removê-los, o problema, no entanto, pode ocorrer novamente se as condições continuarem propícias, mas tende a diminuir com o tempo, à medida que os sais forem sendo eliminados.

Uemoto (1988) distingue três tipos de eflorescência, as de Tipo I, II e III. O Tipo I é o mais comum e caracteriza-se por um depósito de sal branco, pulverulento, muito solúvel em água. A do Tipo II caracteriza-se pela aparição de um depósito de cor branca com aspecto de escorrimento, muito aderente e pouco solúvel em água. Esse depósito, quando em contato com o ácido clorídrico, apresenta efervescência. A eflorescência do Tipo III manifesta-se como um depósito de sal branco entre juntas de alvenaria aparente, que se apresentam fissuradas devido à expansão decorrente da hidratação do sulfato de cálcio existente no tijolo ou da reação tijolo cimento.

A tabela 4 apresenta resumidamente os tipos de eflorescências e seus possíveis reparos:

TABELA 4: Eflorescências e seus reparos

Tipos	Reparos
Tipo I - Pó branco pulverulento solúvel em água	Eliminação da fonte de umidade; Em superfície externa, aguardar a eliminação dos sais pela ação da chuva; lavagem com água. Escovamento. Limpeza com ácido clorídrico a 10%.
Tipo II - Depósito branco coma aspecto de corrimento, muito aderente e pouco solúvel em água	Eliminação da percolação. Lavagem com ácido clorídrico a 10%. Escovamento mecânico se necessário
Tipo III - Depósito branco, solúvel em água, com efeito de expansão	Esperar a estabilização antes dos reparos. Reparar com uso de cimento isento de sulfatos.

Fonte: Bizinoto,2013, p.44.

Outras ações benéficas são: Colocar uma manta impermeável sobre o solo e sob o revestimento; Utilizar cerâmica esmaltada de boa qualidade e argamassa colante; Empregar aditivos impermeabilizantes que fazem com que a argamassa e o concreto absorvam menos água e Realizar manutenções preventivas para trocar rejunte fissurados e juntos de movimentação danificados.

4.7 CONTROLE E INSPEÇÃO

Como trata Ceotto *et al* (2005), o procedimento de controle deve conter período, inspeção, amostragem, procedimento de ensaio e eventuais disposições. O principal objetivo das recomendações técnicas de manutenção é transmitir aos usuários do empreendimento a correta utilização e manutenção do revestimento de fachada, de acordo com os sistemas construtivos e materiais empregados, alcançando, assim, a vida útil do revestimento prevista pela construtora. Esta deverá fornecer aos seus clientes um manual contendo tais orientações, em que é importante a abordagem dos seguintes tópicos: Inspeção rotineira das fachadas; Conservação e limpeza; Restaurações das condições originais e Validades e garantias.

4.8 MEMORIAL DE ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS

Deverão ser definidas pelo projetista: As propriedades das argamassas de chapisco, emboço, de acabamento e das placas cerâmicas; As especificações dos materiais das juntas de movimentação; As especificações das telas, ou de outro material, indicando as dimensões dos reforços.

5 CONCLUSÃO

Conforme toda pesquisa bibliográfica abordada o revestimento cerâmico nas fachadas é uma ótima opção tanto em estética por sua diversidade de cores, texturas e opções no mercado, como também por seus benefícios de proteger a vida útil da alvenaria, oferecer um bom conforto térmico e resistir às intempéries.

Contudo a escolha incorreta de um material pode trazer enormes prejuízos financeiros com manutenção e retrabalho, além de transtornos durante o uso com seu mau desempenho e baixa durabilidade, corrigir erros na fase de projeto é primordial, já que a escolha de materiais empregados e tipos de sistemas construtivos podem evitar o surgimento de patologias.

A vantagem da elaboração de um projeto é referencial na orientação durante o processo executivo. E para o projeto de revestimento cerâmico de fachada não é diferente. É necessário abranger todos os constituintes do sistema, como base, substrato, camadas de fixação, placa cerâmica, juntas e reforços, bem como definir o processo executivo dentro das normas técnicas e considerar os agentes que podem promover movimentos e tensões nos revestimentos, tais como temperatura, umidade e vento.

A execução deve ser fiscalizada com rigor exigindo que sejam cumpridas todas as especificações de projeto, relatórios de controle de execução, com controle tecnológico de todas as etapas do processo, são essenciais para garantir o desempenho adequado do sistema.

Portanto, para dificultar ou amenizar o surgimento das manifestações patológicas, é importante que as empresas e contratantes do serviço invistam em uma equipe qualificada, com conhecimento das normas e no controle eficaz de qualidade. Com o conhecimento sobre os obstáculos que podem ser apresentados.

REFERÊNCIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13.816**. Placas cerâmicas para revestimento: terminologia. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 13755**: Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante: Procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

_____. **NBR 13.818**. Placas cerâmicas para revestimento: especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 1997

_____. **NBR 15575** Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 13.755/1996**- Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante.

ANTUNES, Giselle Reis. **Estudo de manifestações patológicas em revestimento de fachada em Brasília - sistematização da incidência de casos**. Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, 2010. 178 p.:

BAÍA, L.L.M.; SABBATINI F. H. **Projeto e Execução de Revestimento de Argamassa**. São Paulo: Editora O Nome da Rosa, 2002.

BENTO, J. J. J. **Patologias em revestimento cerâmicos colados em paredes interiores de edifícios**. Dissertação. 2020. (Mestrado) – Universidade do Porto, Porto, 2010.

CAMPANTE; E. F. **Metodologia para diagnóstico, prevenção e recuperação de manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachada**. São Paulo, 2001. Tese de doutorado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

CONSOLI, O. J. **Análise da durabilidade dos componentes de fachadas de edifícios, sob ótica do projeto arquitetônico**. Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006, 208 p.

GASPAR, P. **Vida útil das construções: Desenvolvimento de uma metodologia para a estimativa da durabilidade de elementos da construção**. Aplicação a rebocos de edifícios correntes. Dissertação de Doutorado, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009.

GONÇALVES, Diva Karla Rocha. **Patologias em revestimento cerâmico de fachadas de edifícios**. Monografia (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. 64 p.

LEITES, Luísa Damé. **Revestimento externo de fachadas com porcelanato aderido, com ênfase na patologia eflorescência**. 2020. 158 f. TCC (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Bacharel em Engenharia Civil, Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2020.

MEDEIROS, J. S.; SABBATINI F. H. **Tecnologia de revestimento cerâmico de fachadas de edifícios**. Boletim técnico 246. São Paulo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999.

PINTO, C. L. **Arquitetura de Interiores: Comparativo Técnico de Materiais de Revestimento Segundo Quesitos de Sistemas de Aplicação e Custo**. Monografia (especialização) UFMG- Belo Horizonte, 2010.

RIPPER, Ernesto. **Como evitar erros na construção**. PINI: São Paulo, 1984.

SABBATINI F.H , Medeiros J.S.,. **Tecnologia de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios**. São Paulo: EPUSP, 1999. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/246).São Paulo, 1999. 28 p.

SALLES NETO, Moacyr. **Estudo do mecanismo de formação de florescências em revestimentos de argamassa aplicados a substrato cerâmico e o efeito de barreira**. Tese (Doutorado em Estruturas e Construção Civil)-Universidade de Brasília, Brasília, 2010. 237 p.

SANTOS, S. **Patologias construtivas em revestimentos de fachada**. Universidade federal do rio grande do norte. 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.

SILVA. **Proposta de Metodologias Experimentais Auxiliares à Especificação e Controle das Propriedades Físico-Mecânicas dos Revestimentos em Argamassa**. 2006

SILVESTRE J.D; BRITO J; COLEN I.F. **Estratégia de Manutenções pro – activa para Juntas de Revestimento Cerâmico**. IST: Portugal.

SOUSA, R. D. B. **Previsão da vida útil dos revestimentos cerâmicos aderentes em fachadas, Dissertação**. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal, 2008.

UEMOTO, K. L. **Patologia: danos causados por eflorescência. Tecnologia de Edificações**. São Paulo. PINI/ IPT – Instituto de pesquisas tecnológicas do Estado de São Paulo, Coletânea de trabalhos da Divisão de Edificações do IPT.1988. 561-64 p.