

Alexandre de Carvalho Araújo

Universidade Estácio de Sá (UNESA/Petrópolis)

Marcelo Gonçalves Domingos Araújo

Universidade Estácio de Sá (UNESA/Petrópolis)

RESUMO

Este trabalho mostrará todo o processo de degradação de fachadas com revestimento cerâmico a partir de problemas originados na armadura de aço. Explicará os diferentes tipos de patologias que ocorrem na fachada. Objetiva um melhor entendimento de todas as fases deste processo para uma melhor atuação dos profissionais desta área da engenharia civil. Descreverá, sucintamente, cada fase deste processo, da detecção da patologia, sua origem, passando pelos processos de demolição, tratamento e reconstrução das camadas construtivas. Valer-se-á de pesquisas em bibliografia relevante ao tema e trará um estudo de caso de uma obra de recuperação de fachada que acontece, concomitantemente com a elaboração do trabalho, no condomínio da Zona Oeste do Rio de Janeiro, no bairro da Barra da Tijuca.

Palavras-chave: Patologia; Fachada; Aço; Recuperação.

INTRODUÇÃO

O tema deste trabalho aborda um problema recorrente na construção civil, a degradação das fachadas de edifícios com revestimento cerâmico.

A abordagem deste tema, aqui se concentrará, nos problemas causados nas fachadas oriundos da degradação das barras de aço da construção. Trará a descrição dos processos de detecção desta patologia, da demolição das camadas construtivas não saudáveis, o tratamento das barras de aço e os materiais envolvidos e da reconstrução destas camadas. Por fim, mostrará a importância da manutenção das fachadas de prédios na Cidade do Rio de Janeiro, como forma de evitar tais patologias, propondo um protocolo simples e de fácil aplicação para engenheiros civis brasileiros.

Justifica-se tal abordagem visto que são inúmeros os casos de patologias nos revestimentos cerâmicos de fachadas, demandando ações complexas para recuperação das mesmas, elevados custos, profissionais diferenciados, especializados em trabalhos em altura com certificações específicas, locação de equipamentos e gestão complexa dos serviços, condicionados as condições favoráveis das intempéries.

O trabalho é de suma importância tendo em vista, principalmente, a segurança, visto que partes desprendidas das fachadas podem causar não somente danos materiais como colocar a integridade da vida humana em risco. Um exemplo do perigo mencionado foi o acidente acontecido no dia 05 de março de 2019, quando uma placa de granito despencou

da fachada de um prédio, no bairro Leblon, Rio de Janeiro, e atingiu a cabeça da jovem estudante de engenharia Larissa Spezani, de 20 anos. A estudante, inclusive, já passou por três cirurgias e, segundo o último laudo médico, após três meses em coma, teve alta do hospital. O caso levantou mais uma vez a importância da atenção com fachadas de condomínios e o perigo para quem está na calçada (O Globo, 2019).

Este trabalho destina-se, especificamente, a identificar e tratar as patologias de fachadas com revestimento cerâmico a partir de problemas na armadura de aço do condomínio Four Seasons, onde a fachada dos dois prédios do estáo sofrendo com patologias e tendo seus revestimentos descolados e caindo em áreas comuns.

O estudo de caso será a exposição prática do conteúdo teórico pesquisado pelo autor, que trabalha como Assistente Técnico de Engenharia da empresa responsável pela execução dos serviços. Mostrará e descreverá de maneira sucinta, também, através de fotos, o método de detecção da patologia nos revestimentos cerâmicos da fachada dos prédios do referido condomínio, o processo de demolição e seus necessários cuidados, o processo de tratamento das barras de aço e os pormenores da reconstituição das camadas construtivas.

O trabalho tem como principal finalidade o estudo de caso dos principais métodos de correção de patologias já empregados pela empresa MGDA Engenharia e Serviços Ltda. na obra de reforma emergencial do condomínio do edifício Four Seasons. As hipóteses para tais patologias já foram previamente discutidas e chegou-se a conclusão de que as patologias das fachadas do empreendimento eram provenientes da má execução na vedação dos pontalotes do guarda corpo presente em cada pavimento, causando infiltração de água e agentes químicos agressivos ao concreto e sua armadura metálica, causando o inchamento da armadura e, com isso patologias propagadas nas fachadas.

O autor coletará os dados qualitativos a partir de pesquisa em material bibliográfico pertinente ao tema e mostrará, na prática, toda a dinâmica do tema, em estudo de caso específico, em obra que acontece concomitantemente com a confecção e apresentação deste trabalho. Apresentará, em detalhes, todo o processo da obra de recuperação das fachadas dos dois blocos de apartamentos do condomínio Four Seasons, localizado na Avenida Prefeito Dulcídio Cardoso 2848 na Barra da Tijuca, na Cidade do Rio de Janeiro.

O objetivo geral deste trabalho é, de maneira organizada e clara, demonstrar o processo de colapso dos revestimentos cerâmicos de fachada, a partir da degradação das armaduras, suas fases de restauração que possibilite ao engenheiro civil, análise das patologias de fachadas com revestimento cerâmico.

REFERENCIAL TEÓRICO

O estudo das patologias de fachada e de patologias provenientes do aço é amplamente estudado e abordado em temas de trabalhos de conclusão de curso, artigos científicos, teses de mestrado e doutorado. Todo este material foi pesquisado e estudado para elaboração deste trabalho.

Especialistas nos assuntos, como Jonas Silvestre Medeiros, Fernando Henrique Sabbatini, foram pesquisados a fim de nortear o processo de pesquisa. Também foi pesquisado trabalhos de conclusão de curso na área de patologias de concreto, como o trabalho de monografia de José Silva Lapa, da Universidade Federal de Minas Gerais, nortearo a pesquisa na parte de fundamentação teórica deste TCC.

O autor também levou em consideração, como forma de aprofundamento teórico o artigo científico dos engenheiros civis Antônio Henrique Correa de Freitas, Poliana Miranda França e Tamiris Miranda França que retrata de maneira sucinta e abrangente as principais patologias em fachadas.

As NBRs 137555 e 6118 referentes a revestimentos cerâmicos, estruturas de concreto armado, respectivamente, também serviram de fonte de embasamento para que o trabalho pudesse ter um melhor detalhamento e especificações técnicas.

UNIVERSO DAS PATOLOGIAS DE FACHADA

A palavra patologia, segundo Freitas (2009) é determinada pelo estudo de doenças, sejam elas na área da medicina ou em outras áreas, como a engenharia. Essas “doenças” da fachada podem ocorrer por diversos processos, sejam eles nas fases de projeto, execução da obra ou pela ação do tempo e intempéries nos materiais empregados.

Os revestimentos são importantes para qualquer obra, tendo não apenas função estética, mas também função de vedação, prevenção a infiltrações, isolamento térmico e acústico, além da proteção da edificação. Por ser um dos maiores quantitativos da construção, visto que o revestimento de uma edificação a envolve por completo, as patologias das fachadas são um dos problemas mais comuns e preocupantes na construção civil.

Sobre este assunto e alinhado com Sabbatini (2000), a elaboração do projeto de revestimento de argamassa é de fundamental importância para obtenção de um melhor desempenho do revestimento, o que significa aumento da qualidade e produtividade, redução de falhas, desperdícios e custos.

Antes da execução de qualquer serviço, necessitamos saber quais materiais iremos usar, portanto o projeto é de suma importância para que não empreguemos materiais errados na fachada. Um erro muito comum é o emprego errado da argamassa.

Outras patologias ocorrem em decorrência da mão de obra. Como salienta Santos (2020), a mão de obra possui baixa capacitação profissional, fator determinante para a má execução dos serviços de preparo da superfície e colocação de revestimentos cerâmicos. Em alguns casos, as empresas envolvidas, optam por mão de obra mais barata, normalmente nas fases de acabamento das construções, para equilibrar um possível desacordo com o orçamento previsto. Decisão errada, já que o acabamento é a parte onde bons profissionais são necessários, para um bom acabamento estético na construção. O emprego de mão de obra não qualificada nesta fase da obra, acarreta patologias nos revestimentos.

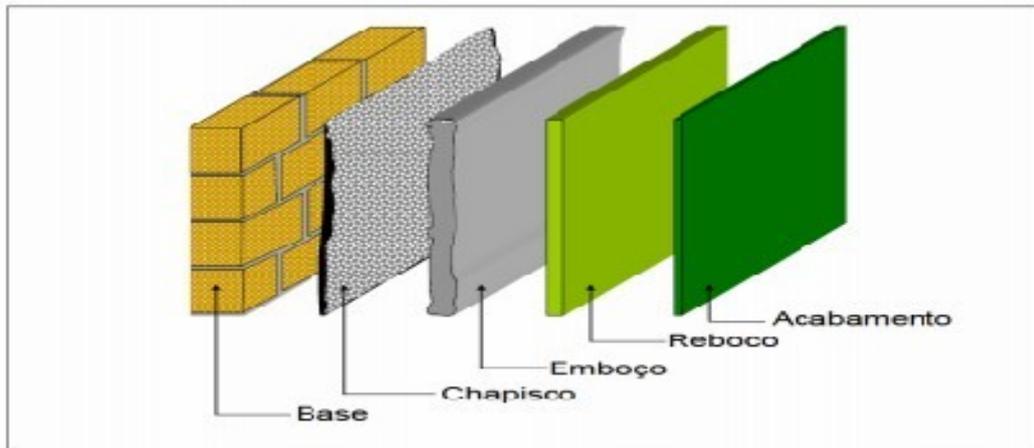
Segundo Freitas (2009), para identificarmos erros de execução, primeiramente precisamos saber quais processos são esses e a ordem em que eles devem ser executados, são eles:

- I. Limpeza da base: Seja ela alvenaria ou estrutural (pilar, viga, fundo de viga ou laje), a base sempre deverá ser muito bem limpa para que haja melhor aderência do revestimento com a superfície;
- II. Chapisco: Trata-se da superfície que servirá de “ponte” entre o substrato e a argamassa, provendo maior aderência entre as partes. Sua função é criar uma camada porosa que aumentará o atrito e fixará o emboço ou a massa única (dependendo do método construtivo optado) em sua superfície, evitando o cisalhamento;
- III. Emboço: Aplicado sobre o chapisco, tem como função servir de base para o reboco, nivelando, provendo uniformidade a superfície e protegendo a edificação;
- IV. Reboco: Tem função impermeabilizante e deixar a superfície ainda mais lisa, preparando-a para o recebimento do revestimento e conferindo conforto termo acústico;
- V. Massa Única: Também conhecido como Emboço Paulista, trata-se de uma camada única, aplicada sobre o chapisco, cumprindo a função de emboço e reboco ao mesmo tempo;
- VI. Acabamento: Tem por finalidade a valorização da construção. Pode ser

empregado diversos tipos de acabamento: pintura, revestimentos cerâmicos, texturização, pedras ornamentais, entre outros (FREITAS, 2009).

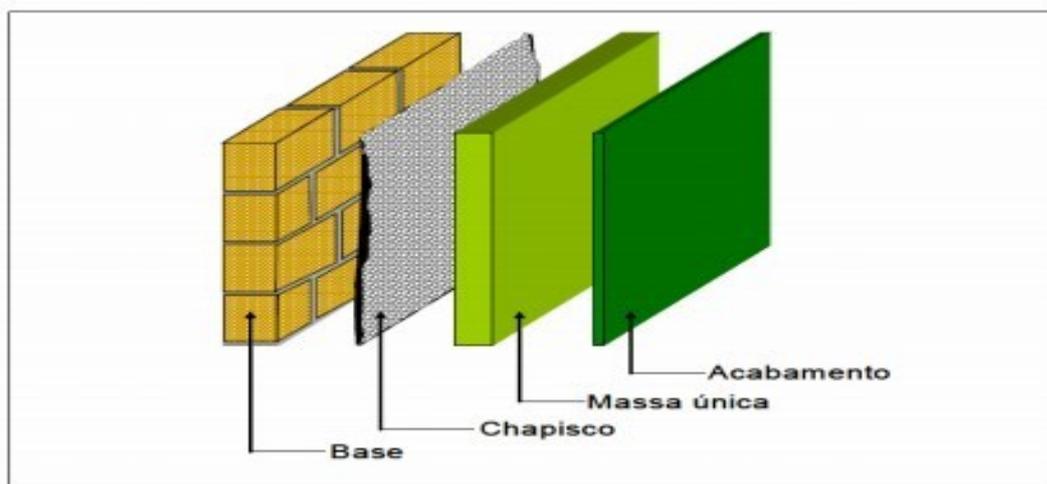
As Figuras 1 e 2, a seguir apresentam os processos de construção listados acima:

Figura 1 - Composição do sistema de revestimento com emboço e reboco



Fonte: http://revistapensar.com.br/engenharia/pasta_upload/artigos/a106.pdf; acesso em 11 de abril de 2020

Figura 2 - Composição do sistema de revestimento com massa única



Fonte: http://revistapensar.com.br/engenharia/pasta_upload/artigos/a106.pdf ; acesso em 11 de abril de 2020

Conhecidos os processos necessários para execução do revestimento em uma fachada, podemos identificar erros nos processos construtivos, ocasionados pela falta de capacitação da mão de obra.

O descumprimento de uma destas fases pode acarretar diversas patologias, como o desprendimento do acabamento da fachada. Se nenhuma ação for executada pode se chegar ao colapso da fachada, acarretando danos materiais, pela queda de partes da fachada, e também, o risco de lesões e até a morte de pedestres.

PRINCIPAIS TIPOS DE PATOLOGIAS EM FACHADAS

Descolamento ou Destacamento

O descolamento é caracterizado pela perda de aderência das peças de revestimento cerâmico do substrato ou da argamassa colante. Com a perda da aderência estas placas cerâmicas podem vir a colapso, colocando em risco a segurança dos usuários do empreendimento. Esta patologia é considerada de alto risco.

Segundo Roscoe (2008):

As situações mais comuns de descolamento costumam ocorrer por volta de cinco anos de conclusão da obra. As ocorrências cíclicas das solicitações somadas às perdas naturais de aderência dos materiais de fixação, em situações de subdimensionamento do sistema, caracterizam falhas que costumam resultar em problemas de quedas (ROSCOE, 2008).

Figura 3 – Descolamento de cerâmicas em fachada



Fonte: <https://construfacilrj.com.br/ceramica-soltando-como-consertar/>; Acesso em 11 de abril de 2020

O autor Sabbatini (2009) faz uma observação relevante:

O destacamento acontece depois de passado o primeiro ano de ocupação do edifício e parece ocorrer, com maior frequência, nos primeiros e últimos pavimentos, provavelmente em função do maior nível de solicitação que essas regiões estão sujeitas (SABBATINI, 2009).

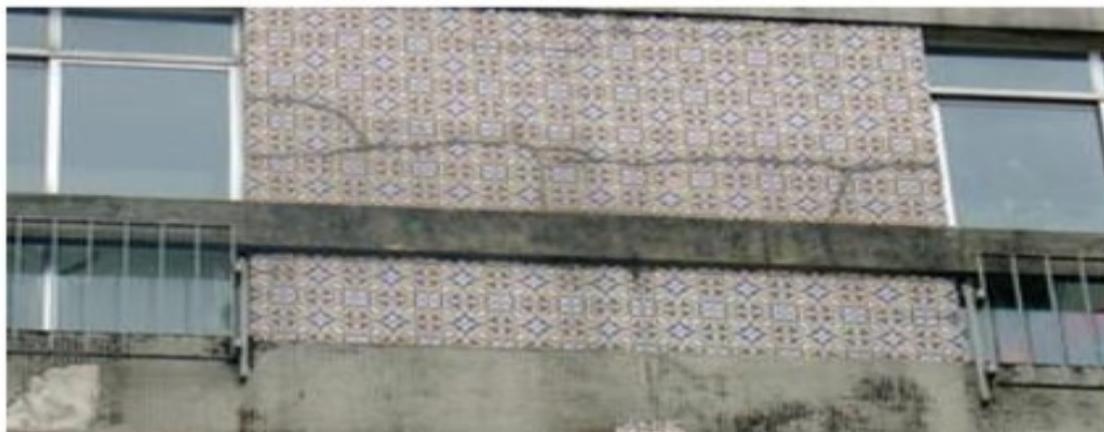
Sabbatini (2009) salienta ainda que o som oco é o principal indicador desta patologia, verificado pelo teste de percussão, podendo ocorrer também o estofamento do local onde verificado o problema.

Trincas e Fissuras

As fissuras e/ou trincas são rupturas nas cerâmicas, superiores a 5 milímetros, provocadas por algum tipo de esforço mecânico, seja ele cisalhamento, tração, flexão, etc. ou variação de temperatura (Torres, 2017).

Outro motivador desta patologia pode ser a movimentação da estrutura de concreto que se expande, gerando com isso as indesejáveis trincas na fachada do empreendimento.

Figura 4 – Trincas no revestimento cerâmico em fachada



Fonte: <http://www.mrengenharia.com.br/materia/2015/Fachada-com-Trincas-e-Fissuras?-Descubra-o-que-Aconteceu> ; Acesso em 11 de abril de 2020.

Segundo Torres (2017) as trincas também podem ser encontradas entre o rejunte e as placas cerâmicas. Pode-se afirmar que as principais causas da patologia são:

- Má aplicação do rejunte;
- Juntas sujas;
- Juntas muito finas ou muito largas;
- Movimentação excessiva do substrato;
- Condições muito agressivas provenientes do meio ambiente.

Gretamento

Complementando o item anterior temos a patologia de gretamento, que segundo Torres (2017) é determinado por uma série de aberturas, semelhantes às fissuras, porém inferiores a 5 milímetros nas placas cerâmicas, causando uma semelhança de “teia de aranha”. A expansão por umidade das camadas inferiores quase sempre é o fator causador do gretamento das placas cerâmicas.

Bolor

O termo emboloramento, de acordo com Allucci (1988), constitui-se em uma “alteração observável macroscopicamente na superfície de diferentes materiais, sendo uma consequência do desenvolvimento de microrganismos pertencentes ao grupo dos fungos (ALLUCI, 1988).

Essa patologia, normalmente, é proveniente de algum tipo de vazamento e/ou

infiltração que esteja ocorrendo na fachada, visto que os fungos são formados em sua imensa maioria em locais úmidos. Pode estar associado a descolamentos dos revestimentos cerâmicos de fachada. A paralisação da infiltração e a limpeza de todo o bolor nos pontos onde está localizado é a maneira mais eficaz de tratar esta patologia, lembrando que se não for cessado o abastecimento de água no local o problema irá retornar.

Eflorescência

Um importante sinal que algo não está normal na fachada é o aparecimento de manchas, principalmente brancas, ainda que podem aparecer de outras colorações, a Eflorescência (Santos e Silva, 2008).

Segundo Ambrósio et al, (2018), caracteriza-se pelo aparecimento de manchas esbranquiçadas no revestimento, proveniente do acúmulo cristalino, muitas das vezes descaracterizando o revestimento. Este depósito surge a partir de sais solúveis contidos nas placas cerâmicas, nas argamassas utilizadas para emboço, de rejunte ou de fixação dos revestimentos e, ainda nos constituintes na alvenaria.

Pelos mesmos autores, estes sais são conduzidos através da água de infiltração ou pela água usada na construção, pela porosidade apresentada nos itens de revestimento. Uma vez em contato com o ar estes sais se tornam sólidos, gerando estes depósitos tão característicos, indicativo de problema nas fachadas.

Outra definição explicativa sobre o fenômeno chamado eflorescência é dado por Santos e Silva Filho (2008) “depósitos cristalinos de cor branca que surgem na superfície do revestimento, como piso (cerâmicos ou não), paredes e tetos, resultantes da migração e posterior evaporação de soluções aquosas salinizadas”.

A eflorescência tratada até aqui, se subdivide e explica-se, por Menezes (2006):

As florescências podem ser divididas em dois grandes grupos: subflorescência (criptoflorescência) e eflorescência. As subflorescências são florescências não visíveis, porque os depósitos salinos se formaram sob a superfície da peça, enquanto que nas eflorescências os depósitos salinos se formam na superfície dos produtos cerâmicos (MENEZES, 2006).

Santos e Silva Filho (2008) ainda afirmam que:

os depósitos acontecem quando sais solúveis nos componentes da alvenaria, nas argamassas de emboço, de fixação, de rejuntamento ou nas placas cerâmicas são transportados pela água utilizada na construção, na limpeza ou vinda de infiltrações, através dos poros dos componentes de revestimento. Esses sais em contato com o ar se solidificam, causando depósitos.

Pelo exposto, pode-se afirmar que esta patologia se caracteriza pela aparição de camadas salinas sobre o revestimento da fachada, podendo ocasionar crostas insolúveis a água.

As eflorescências são problemas de ordem estética, visto que se manifestam na superfície dos revestimentos cerâmicos, trazendo desconforto visual aos engenheiros, construtores e proprietários dos imóveis. Porém, como segundo Santos (2008) em alguns casos pode se tornar um problema estrutural, pois há alteração físico-química das peças de revestimento, podendo ocasionar no descolamento das placas.

O cimento Portland é uma grande e importante fonte de eflorescência para o sistema, visto que o mesmo é uma fonte de sais solúveis em água. Deve-se tentar minimizar o máximo o seu uso. (LAPA, 2008)

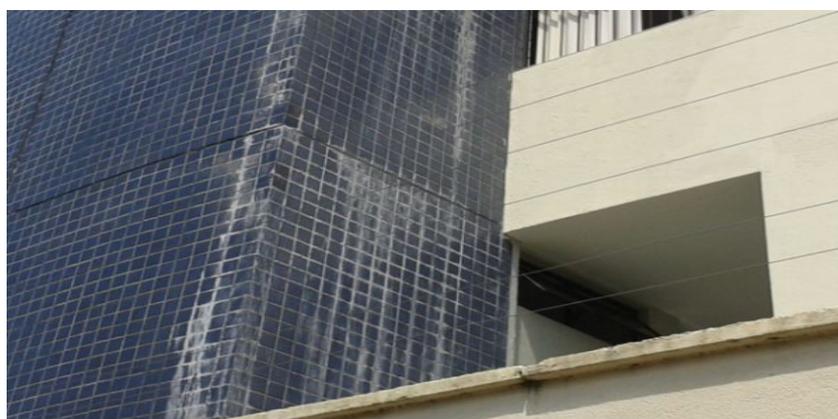
A partir do exposto, pode-se exercitar a memória e confirmar que, provavelmente, todos já se depararam com eflorescência em revestimentos cerâmicos. As eflorescências se manifestam, principalmente, em alvenarias localizadas na parte externa das construções, e podem ocorrer em qualquer período do ano, porém seu aparecimento é mais comum no início da colocação dos revestimentos ou em períodos do ano de temperaturas mais elevadas.

Figura 5 – Eflorescência na fachada do condomínio Four Seasons



Fonte: Arquivo pessoal do autor, 2020

Figura 6 – Eflorescência em revestimento cerâmico em fachada



Fonte: <https://www.oitomeia.com.br/colunas/engenheiro-marcos/2017/09/16/calor-zao-em-teresina- moveis-de-luxo-sofrem-com-clima-e-perdem-valor-de-mercado/> ; Acesso em 11 de abril de 2020

Subeflorescência ou Criptoeflorescência

Esta patologia alinhado com Menezes (2006), causa esforços mecânicos sobre as Alvenarias, visto que causam aumento do volume no processo de cristalização, causando o desprendimento de materiais das alvenarias, proporcionando a exposição das armaduras de aço.

Figura 7 – Subeflorescência em fachada



Fonte: Arquivo pessoal do autor, 2020

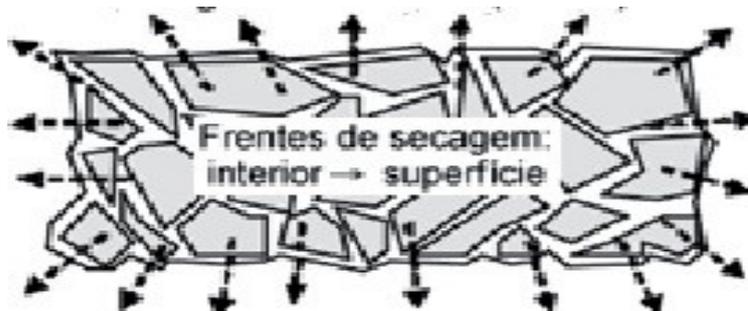
PROCESSOS DE DETERIORAÇÃO DOS REVESTIMENTOS CERÂMICOS DE FACHADA A PARTIR DA CORROSÃO DA ARMADURA

Segundo Ferreira (2000), todas as patologias podem estar ligadas diretamente ou indiretamente a degradação do concreto e da corrosão da armadura, sejam elas de maneiras primárias, tendo início por um erro de execução de um revestimento, expondo o concreto a agentes agressivos. Seja por fragilidade da solda do aço da armadura do concreto, os processos de carbonatação, lixiviação, ação de agentes químicos ou oxidação por contato com a água. Todos terão desfecho igual, a deterioração da fachada do empreendimento.

Processos de Capilaridade na Estrutura de Concreto Armado

Segundo Kohls (2017), o concreto é um material poroso e basicamente, todos os processos que causam sua deterioração estão ligados a alta facilidade que a água se move através de sua estrutura. A porosidade do concreto varia de acordo com os agregados usados. Quanto mais fino for o cimento utilizado na mistura e quanto menor for a relação água/cimento adotada, menor será sua porosidade. Entretanto mesmo com a diminuição da porosidade o concreto se mantém poroso. Este situação acontece devido a evaporação de água na pasta de concreto, e seu caminho até a superfície criar redes de poros que determinarão a fragilidade do concreto em seu estado endurecido.

Figura 8 – Processo de secagem do concreto (caminho da água)



Fonte: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-69132008000200017&lng=en&nrm=iso ; Acesso em 11 de abril de 2020

Ação dos Agentes Químicos

O contato do concreto com agentes químicos não é habitual, entretanto nas grandes cidades e centros, o concreto pode ser submetido ao contato com chuvas ácidas.

Pelo que enfatiza (ANDRADE, 2003), os ácidos destas chuvas ao entrarem em contato com o concreto agem destruindo suas camadas externas, atravessando seu sistema poroso e produzindo uma transformação completa na pasta de cimento endurecida. O resultado destas ações é a perda de massa e uma redução da seção do concreto.

Segundo (FERREIRA, 2000), esta perda acontece em camadas sucessivas, a partir da superfície exposta, sendo a velocidade da degradação proporcional à quantidade e concentração do ácido em contato com o concreto.

Os fluidos agressivos podem penetrar nos poros do concreto de três formas:

- Difusão: resultado da diferença de concentrações iônicas entre os fluidos externos e internos;
- Pressão hidrostática, resultado da diferença de pressão dos fluidos por forças capilares, resultado de mecanismos capilares ;
- Combinação de forças, que podem ser influenciadas por temperaturas, correntes elétricas, entre outros fatores;

As reações químicas se manifestam apresentando uma série de alterações nocivas ao concreto, tais como: aumento da porosidade, permeabilidade, diminuição da resistência, fissuração e destacamento de partes do concreto.

Através do processo de capilaridade esses agentes corrosivos se infiltram no concreto e chegam até a armadura, promovendo a corrosão das mesmas (MEHTA et al, 1994).

Carbonatação

Como explicado por Figueiredo (2005) a alta capilaridade da estrutura de concreto acarreta uma das patologias mais comum ao concreto, a carbonatação.

O CO₂ (dióxido de carbono), presente na atmosfera tem tendência a se combinar com as bases do cimento hidratado, penetrando pelos seus poros. A reação mais simples e importante é a combinação com o hidróxido de cálcio liberado pela hidratação do cimento. $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$. O concreto possui um pH da ordem de 12,5, principalmente por causa do Ca(OH)₂. O desaparecimento do hidróxido de cálcio do interior dos poros da pasta de cimento hidratado e sua transformação em carbonato de cálcio faz baixar o pH da solução em equilíbrio de 12,5 para 9,4, fator importante para o início da corrosão das armaduras. Apesar do CO₂ penetrar no sentido superfície/ interior do concreto, a carbonatação inicia-se na superfície do concreto e penetra lentamente para seu interior.

Segundo SILVA (1995), em concretos de mediana qualidade, observa-se que a velocidade da carbonatação varia entre 1 e 3 milímetro por ano. A intensidade da corrosão da armadura por causa da carbonatação é variável segundo a espessura da camada do cobrimento.

Quanto maior for a camada, maior será o tempo que o CO₂ levará para atingir a armadura, iniciando sua deterioração. Outros fatores que influenciam a velocidade do processo são:

- A umidade relativa do ar;
- Tipo de cimento;
- A permeabilidade do concreto.

O grau de carbonatação máximo ocorre a uma umidade relativa de 60%, enquanto que em um ambiente seco ou saturado a carbonatação é reduzida para 20% deste valor. Se o concreto tem todos os seus poros cheios de água, o gás carbônico não pode penetrar e difundir-se. Por outro lado, se todos os poros estão secos, o gás carbônico não pode ionizar-se, e se o fizer, a carbonatação será realizada muito lentamente (SILVA, 1995)

Figura 9 – Concreto em processo de carbonatação



Fonte: <https://www.totalconstrucao.com.br/carbonatacao-do-concreto/> ; Acesso em 11 de abril de 2020

As superfícies do concreto devem ser protegidas para prevenir a carbonatação. A aplicação de barreiras espessas como rebocos, revestimentos com pedras ou cerâmicas, além de pinturas, evitam a entrada do CO₂. Vale ressaltar que as pinturas possuem uma vida útil reduzida, necessitando de novas intervenções para garantir o bloqueio da carbonatação. Entretanto, qualquer falha proveniente dos processos de patologias já mencionados, expõe o concreto ao CO₂ novamente, dando início ao processo de carbonatação. (FIGUEIRADO, 2005)

Deterioração da Armadura por Contato com Água Pura

A água subterrânea, ou mesmo a água de uso cotidiano, possui em suas propriedades cloretos, sulfatos e bicarbonatos de cálcio e magnésio. Essas águas são denominadas de água dura, geralmente não atacam os constituintes da pasta de cimento Portland.

Entretanto a água de condensação de neblinas ou vapor e a água da chuva podem conter pouco ou nenhum íon de cálcio, essa é a denominada água pura. Quando entram em contato com o cimento Portland, tendem a dar origem ao processo de hidrólise, agindo para dissolver produtos contendo cálcio, por causa da alta solubilidade do cálcio em água. Com isso dá origem ao processo de lixiviação do concreto. Frequentemente o produto desta lixiviação do concreto interage com o CO₂ presente no ar, dando origem a um processo já mencionado anteriormente, a eflorescência. (MEHTA et al, 1994).

Corrosão das Armaduras de Concreto Armado

Segundo Ferreira (2000), o concreto emprega ao aço uma barreira física, que o separa e protege do meio ambiente. Entretanto, por as suas propriedades químicas, esta barreira confere ao aço uma elevada alcalinidade, o que o permite a formação de uma película fina de óxido de ferro na superfície do aço, chamada de camada de passivação, mantendo-o inalterado por tempo indeterminado, desde que o concreto seja de boa qualidade, e suas propriedades físico-químicas não se alterem devido às ações externas.

Ainda segundo (FERREIRA, 2000), a camada de passivação é criada pouco depois do início da hidratação do cimento. Quando as condições de serviço se modificam, e o concreto se altera pela penetração de substâncias agressivas, ocorre o rompimento da película passivante, e inicia-se a corrosão das armaduras.

Os óxidos gerados na corrosão, se expandem, ocupando um volume maior que a do aço original. Isto causa fissuras e o destacamento do revestimento original, facilitando assim a entrada de mais agentes agressivos.

A corrosão diminui a seção do aço, diminuindo assim sua resistência e sua capacidade de aderência ao concreto, diminuindo assim suas funções estruturais podendo levar ao descolamento de camadas de concreto (ANDRADE, 1992). Desconsiderar referência colocar referência atualizada

METODOLOGIA

Levando em consideração a NBR 13755 - Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante e a NBR 6118 – Estruturas em concreto armado, pretende-se aqui detalhar os processos construtivos de revestimento de fachadas.

ESTUDO DE CASO

O presente estudo de caso descreve obra de recuperação de fachada executada pela Empresa MGDA Engenharia e Serviços Ltda. empresa carioca que atua no ramo da engenharia civil, com realizações de obras de várias naturezas; reforma interna, de fachadas, construções, pavimentação, entre outras.

O autor deste trabalho ingressou na referida empresa no ano de 2018, mês de setembro, desempenhando a função de estagiário de engenharia civil. Em agosto de 2019, foi efetivado na função de Assistente de Engenharia, de maneira formal com assinatura de sua carteira de trabalho. A partir de então ficou baseado exclusivamente na obra referida, acompanhando de perto todo o processo de detecção das patologias e recuperação da fachada, que já se encontra em processo de finalização.

Início da obra

O contrato entre as partes foi celebrado em dezembro de 2018 e a obra teve início em fevereiro de 2019, por opção do contratante.

Objetivo do contrato e características

A natureza do contrato entre as partes pactua que a empresa contratada executará serviços de recuperação das fachadas dos dois edifícios do condomínio.

O condomínio possui dois blocos de apartamentos, 22 andares em cada bloco, com 12 unidades por andar, totalizando um universo de 528 unidades.

Suas fachadas são variadas, em relação ao tamanho e posicionamento das varandas. Praticamente toda a fachada é revestida com revestimento cerâmico, com áreas de prismas nas fachadas com acabamento em pintura.

Materiais

Os revestimentos cerâmicos colados na fachada são de dois tipos e características:

- Revestimento quadrado de cor marrom, de dimensões 7,7 x 7,5 cm da marca Portobello;
- Pastilha 1,5 x 1,5 cm de cor branca de marca desconhecida

Todos os revestimentos são fornecidos pelo condomínio, seguindo o revestimento original que foi utilizado na obra.

As partes em pintura, segundo informação da síndica do condomínio, são cobertas por tinta acrílica para exteriores da cor areia da marca Suvinil.

A argamassa para assentamento do revestimento cerâmico citado, proposta pelo engenheiro responsável pela obra, é do Tipo AC III da marca Portokoll e o correlato rejunte acrílico da mesma marca da cor bronze, assim como a massa acrílica da marca Suvinil para os serviços de preparação de pintura.

A argamassa é do tipo massa pronta da marca Quartzolite.

Para o tratamento da armadura de aço é usado o inibidor de corrosão da marca Armatec e para a perfeita colagem das camadas reformadas se usa o aditivo epóxi da marca Sikadur 32.

Para o preparo da camada de chapisco, necessária para preparo da superfície anterior à Massa Única, usa-se areia lavada e cimento Portland do Tipo CP III.

Mão de obra

Os profissionais contratados pela empresa, de maneira formal, com assinatura da carteira profissional, são em número de sete; três pedreiros gerais com conhecimento e experiência em trabalhos em altura e assentamento em revestimento cerâmico, três serventes de obra, também com experiência em serviços em altura e um pintor, também experiente em serviços desta natureza.

A MGDA Engenharia contratou empresa especializada para ministrar curso da Norma Regulamentadora nº 5 – Trabalho em Altura, certificando-os nestes serviços em alturas.

Outra medida protetora, que deixa os profissionais tranquilos para desempenho dos serviços em altura, foi a contratação de seguro de vida para cada funcionário.

Equipamentos e ferramentas

A dinâmica de trabalho foi definida para que se formassem três duplas de trabalho, além do pintor, que desempenha serviço específico de pintura isoladamente.

Para essa estrutura de trabalho, foram locadas três plataformas elétricas do Tipo Jaú, de seis metros cada, junto as empresas Jirau Andaimes e Fixo Andaimes, uma para cada dupla de pedreiro e servente. Um jaú menor, de um metro e meio, foi locado para o trabalho de pintura.

As ancoragens destes elevadores elétricos foram feitas por cabo de aço,

circundados na estrutura de concreto armado que abriga a casa de máquinas do condomínio, localizado acima do último pavimento de cada edifício, técnica chamada de Varal.

Para a transposição de cada Jaú, ao término de cada fase do serviço de reforma, foi contratado a empresa Inovar Montagens. Para a movimentação das plataformas, motores, cabos de motor e de freio, linhas de vida, quadro elétrico e telas de proteção.

Junto à empresa Jirau, também foi locado a estrutura de aparta-lixo, local onde os Jaús estacionam e que servem como proteção de pedestres e carros do condomínio.

Além dos equipamentos mencionados acima, outras ferramentas fazem parte do cotidiano dos serviços, além é claro, dos equipamentos de proteção individual, já citados neste trabalho. Estas ferramentas são:

- Marteletos de 5 Kg da marca Makita;
- Marretas de aço de 2 e 4 Kg;
- Serra mármore da marca Makita;
- Talhadeiras e ponteiros de aço;
- Colher de pedreiro;
- Enxada e pá;
- Maseira grande;
- Baldes;
- Rolos de pintura com garfo;
- Pincéis de 2”;
- Lixas 180 e 120;
- Martelo de borracha;
- Desempeneira metálica;
- Desempeneira de madeira.

Serviços executados e volume

As duas faces laterais de cada bloco foram divididas em onze faces de trabalho para recuperação de fachada com revestimento cerâmico. A face frontal e posterior de cada bloco foi dividida em duas faces, também para recuperação de fachada com revestimento.

Nestas mesmas duas faces laterais de cada bloco, foram divididas cinco faces de recuperação de fachada com acabamento de pintura.

Estas divisões de trabalhos, contemplando os dois blocos, atingem um total de 52 faces para recuperação de fachada com revestimento cerâmico e 20 faces para recuperação de fachada com acabamento de pintura.

Os trabalhos, sistematicamente, em cada face de cada edifício, se repetem, sendo diferentes somente no volume, proporcionais aos danos em cada face em questão. A sequência é a seguinte:

Teste de percussão manual

O referido condomínio antes da contratação para execução dos serviços mencionados, contratou uma empresa para fazer o teste de percussão manual nas fachadas dos edifícios, valendo-se do método de Rapel com corda para a execução das marcações com tinta vermelha os pontos que apresentassem dano ou instabilidade.

Quando de trabalhos logo na primeira face de fachada, por parte dos profissionais da MGDA, constatou-se que as marcações não eram fidedignas e os executores, por

determinação do engenheiro responsável, abandonaram tais referências.

Com isso a MGDA passou a executar o teste de percussão manual, já descrito neste trabalho.

Natureza dos serviços

Panos de fachadas: Esta parte da recuperação da fachada apresenta patologias de descolamento do revestimento cerâmico, além de eflorescências;

Fundos de vigas: Este é o foco deste trabalho, visto que os danos nos revestimentos nos fundos de vigas, são patologias causadas pela corrosão das barras de aço das mesmas.

A origem deste processo foi descoberta nas verificações do engenheiro responsável e o assistente técnico de engenharia, autor deste trabalho, nas visitas técnicas nas varandas e nas análises, nas áreas de fundo de viga.

Os pontaletes que fixam o guarda corpo de cada varanda, cravados na viga de chão, é o ponto de percolação de água da chuva e de limpeza das mesmas, dando partida no processo de “caminho” da água até as barras de aço.

Figura 23: Processo de eflorescência, caracterizando percolação de água pelo pontalete



Fonte: Arquivo pessoal do autor, 2020

Este pontalete é cravado no topo do chapim de chão, de pedra ardósia, que apresenta fissuras parciais ou em sua totalidade.

Todos, literalmente todos, os fundos de viga que apresentam descolamento ou instabilidade do cobrimento (parte de concreto localizado entre a última barra de aço (negativa) até a extremidade da forma).

O processo de recuperação foi descrito em detalhes anteriormente no corpo deste trabalho.

Execução

Detectada a origem, segue-se à execução:

Demolição

Os profissionais fazem a demolição cuidadosa de parte do cobrimento ou, em alguns casos, a remoção total desta parte. Esta patologia é uma das mais perigosas em uma obra, pois o cobrimento é parte da massa de concreto, dependendo do tamanho lesionado deste, pode possuir dezenas de kilogramas de peso, despencando de qualquer altura pode gerar danos significativos

Figura 24: Viga com camada de cobrimento demolida



Fonte: Arquivo pessoal do autor, 2020

Tratamento das barras danificadas

O passo seguinte é devolver a integridade da armadura. No caso da seção transversal da barra sofrer perda significativa de volume, a análise para tomada de decisão deve passar pelo engenheiro calculista da estrutura da construção.

No estudo de Caso desta obra, todas as barras de aço das vigas com patologias, não tiveram perda significativa da seção transversal, menos de 10% de sua área líquida. Neste caso, as ações são na direção da recuperação das barras.

Primeiramente, se faz a remoção das partes de concreto que envolve toda ou parte da seção da barra. Feito isso, com uso minucioso do marteleto ou da marreta de mão e talhadeira e/ou ponteira, procede-se a remoção da camada de ferrugem envolvente das barras. Este trabalho se faz com lixa, manualmente, ou com lixadeira elétrica.

Chegada a hora da aplicação de inibidor de ferrugem. Com pincel de 2" procede-se a aplicação do produto. Aqui usa-se o Armatec. Necessário esperar o tempo de cura do produto, segundo seus fabricantes para seguir com o processo.

Figura 25: Armadura após aplicação de inibidor de corrosão



Fonte: Arquivo pessoal do autor, 2020

O próximo passo é aplicar o aditivo epóxi nas barras. A função desta substância epóxi é aumentar a aderência das barras de aço ao concreto novo.

Figura 26: Armadura após aplicação do aditivo colante



Fonte: Arquivo pessoal do autor, 2020

Recomposição da camada de cobertura

Necessário manter a espessura desta camada, visto que existe uma proporcionalidade entre as bitolas das barras e a distância entre elas. Para reconstruir esta camada usa-se concreto preparado no local.

Execução do revestimento

Posteriormente a execução da recomposição da camada de cobertura os funcionários seguem o caminho normal para a execução correta do revestimento cerâmico, assim como já mencionado e explicado neste trabalho, conforme capítulo 4.3.5, dando

sequência com as camadas de chapisco, massa única e por fim a colagem das peças de revestimento cerâmico e aplicação de rejunte.

CONCLUSÃO

A partir do detalhamento e descrição das patologias majoritárias que incidem sobre as fachadas de edifícios, conclui-se que no estudo de caso proposto, o problema se dá pela percolação de água e posterior inchamento da armadura, deteriorando-se a fachada.

Todas as patologias identificadas no estudo de caso foram provenientes da percolação de água pelos pontaletes da fachada, feitos de maneira errônea, sem a devida vedação, ou por trincas e fissuras no chapim, permitindo também que a água percolasse pelo concreto e assim, deteriorando a armadura.

Até o momento, as patologias identificadas foram tratadas de maneira correta pela empresa executante da obra, seguindo os passos detalhados neste trabalho, a obra encontra-se em fase de finalização.

Outra constatação contundente é o risco que tais problemas nas fachadas trazem para moradores e bens materiais, podendo acarretar sérias conseqüências.

A síntese dos principais problemas de patologias em fachadas, excetuando-se os erros cometidos nas fases de projeto e de execução, dá-se pela percolação de água nestas estruturas.

Outra evidente conclusão é que não existe uma única e isolada causa principal para o aparecimento de patologias de fachadas. Existe, na verdade um conjunto de fatores, sobrepostos, para a degradação das partes que levam ao colapso parcial ou total de partes das fachadas.

REFERÊNCIAS

AL ALAM, Fernando Wulff et al. Potencial da termografia infravermelha na detecção de manifestações patológicas ocultas ocasionadas pela umidade acidental em paredes de alvenarias cerâmicas com revestimento de argamassa e pintura. Revista de Arquitetura IMED, Passo Fundo, v. 5, n. 1, p. 28-47, jun. 2016. ISSN 2318-1109. Disponível em: <https://seer.imed.edu.br/index.php/arqimed/article/view/1286>. Acesso em: 11 maio 2020. doi:<https://doi.org/10.18256/2318-1109/arqimed.v5n1p28-47>

ANDRADE, J.J.O. et al. Avaliação das características do concreto quando submetido à degradação de origem química. In: Congresso Brasileiro do Concreto– REIBRAC, 45, 2003, Vitória - ES. Anais. São Paulo: IBRACON, 2003 (CD Rom)

ANFACER. Associação Nacional de Fabricantes de Cerâmicas. acessado em 01/12/2011.

ANJOS, Ana Carolina dos Passos dos. Comparação ergonômica: aplicação de argamassa manual x argamassa projetada. 2019. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gerenciamento de Obras) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

ARAÚJO, A. *et al.*, Monitoramento da corrosão em estruturas de concreto: sensor de umidade, de taxa de corrosão e de fibra óptica. São Paulo: Técnica 195, p.62-72 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Agregado – Análise petrográfica de agregados para concreto. Parte 1: Agregado miúdo. NBR 7389-1. Rio de Janeiro. 2009

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13817: Placas Cerâmicas para Revestimento – Classificação. Rio de Janeiro, 1997

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6494 – Segurança nos Andaimos. Rio de Janeiro, 1990

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118 : Projeto de estruturas de concreto: procedimentos. Rio de Janeiro, 2003. 170 p.

BARBOSA, Rogério Roque. Patologia de fachadas. 2005, 73f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2005.

BAUER, Roberto José Falcão. Revestimentos: falhas em revestimentos. Apostila. [S.l.]: Centro Tecnológico de Controle de Qualidade L. A Falcão Bauer, 1996. 75f.

BARIN, D. S. Carbonatação e absorção capilar em concretos de cimento portland branco com altos teores de adição de escória de alto forno e ativador químico. 2008. Dissertação (Mestrado). Rio Grande do Sul, 2008

BERTOLINI, L. Materiais de construção. São Paulo: Oficina de texto. 2010. 415p

DEFESA CIVIL DO RIO DE JANEIRO. Construções perigosas. Rio de Janeiro – RJ. Bras Disponível em: <http://www0.rio.rj.gov.br/defesacivil/construcoes_perigosas.htm>. Acesso em: 12 de maio de 2020.

COSTA e SILVA, Angelo Justa da. Método para gestão das atividades de manutenção de revestimentos de fachada. 2008. 239p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

FALORCA, Jorge; MENDES SILVA, J.A.R. A model plan for buildings maintenance with application in the performance analysis of a composite facade cover. Construction and Building Materials. Elsevier, V. 23, n. 10, 3248-3257, 2009.

FERREIRA, Rui Miguel. Avaliação dos ensaios de durabilidade do betão. 2000. 246 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga, 2000.

FIGUEIREDO, Enio Pazini. Efeitos da carbonatação e de cloretos no 53 concreto. In: ISAIA, Geraldo Cechella (Ed.) Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações. São Paulo: IBRACON, 2005. v. 2, cap. 27, p. 828- 855. ISBN 85- 98576- 04- 2

FIGUEROLA, V. Vazios de concretagem. São Paulo: Técnica. 109, abr. de 2006. Disponível em: <<http://technepini.com.br/engenharia-civil/109/artigo287074-1.aspx>>. Acesso em: 11 de abril 2020.

FREITAS, A. H. C.; FRANÇA, P.; FRANÇA, T. Patologias de fachadas – Revista Pensar.

Disponível em <www.revistapensar.com.br> - Acesso em 12 de abril de 2020

HORSTH, Alessandra Ambrósio et al. PATOLOGIAS NOS REVESTIMENTOS CERÂMICOS EM FACHADA. REMAS - Revista Educação, Meio Ambiente e Saúde, [S.l.], v. 8, n. 1, p. 27-38, fev. 2018. ISSN 1983-0173. Disponível em: <<http://www.faculdadedofuturo.edu.br/revista1/index.php/remas/article/view/166/273>>. Acesso em: 11 Mai. 2020.

ISAIA, G.C. Concreto: Ensino, Pesquisas e Realizações. São Paulo: Ibracon, 2005.

JUST, Ângelo C. S. Deslocamentos dos revestimentos cerâmicos de fachada na cidade do Recife. 2001. Dissertação (Mestrado). São Paulo, 2001

KOHL, M. A. et al. ABSORÇÃO DE ÁGUA POR CAPILARIDADE EM CONCRETOS COM E SEM ADIÇÃO DE PRODUTOS DE PROTEÇÃO. UNISC: Universidade de Santa Cruz do Sul, 2017. Disponível em: . Acesso em: 17 de abril de 2020.

LAPA, J. S. Patologia, recuperação e reparação das estruturas de concreto armado. 2008. 56f. Monografia (Construção civil). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Patologia,%20Recupera%E7%E3o%20e%20Reparo%20das%20Estruturas%20de%20Concreto.pdf>>. Acesso em 12 de abril de 2020

LEAL, U. Quando as fissuras em paredes preocupam. Técnica, São Paulo, 70, Jan. 2003. Disponível em: < <http://techne.kubbix.com/engenharia-civil/70/artigo287252-1.aspx>>. Acesso em 12 de abril de 2020

MEDEIROS, J. S.; SABBATINI, F. H. Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios. Boletim Técnico: BT/PCC/246. São Paulo: EPUSP, 1999, 28p.

MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J.M. Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais. Tradução de Paulo Helene et al. 1. ed. São Paulo, PINI, 1994. 580p. ISBN 85- 7266- 040- 2

MENEZES, R. R. et al. Sais solúveis e eflorescência em blocos cerâmicos e outros

NBR 12655. Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento - Procedimento. Rio de Janeiro, 2015.
materiais de construção – revisão. Revista Cerâmica, v. 52, p. 37-49.2006.

NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – requisitos. Rio de Janeiro, 2005

NBR 14081: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Especificações Rio de Janeiro, 2004

NBR 6118. Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.
Pereira, E. Estudo da influência das propriedades de argamassas colantes na resistência de aderência de revestimentos cerâmicos aplicados no assentamento de piso sobre piso / Eduardo Pereira – Curitiba, 2012.

SABBATINI, F.H.; BARROS, M. M. S. B. Produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria: diretrizes básicas. 2001. Revisão do relatório técnico, SABBATINI, F.H.; BARROS, M. M. S. B. Recomendações para a produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação e em alvenaria - Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, R6-06/90 – EP/ENCOL-6, São Paulo, 1990.

SANTOS, Pedro Henrique Coelho; SILVA FILHO, Antônio Freitas. Eflorescência: causas e consequências. Salvador: [s.n.], 2008.

SILVA, Paulo Fernando A. Durabilidade das estruturas de concreto aparente em atmosfera urbana. 1. ed. São Paulo: Pini, 1995. 152 p. ISBN 85- 7266- 043- 7

SILVA, Maria de Nazaré Batista da. Avaliação quantitativa da degradação e vida útil de revestimentos de fachada: aplicação ao caso de Brasília/DF. 2014. xviii, 198 f., il. Tese (Doutorado em Estruturas e Construção Civil)—Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

SOARES, Carlos Henrique Araújo. Análise de desempenho de revestimentos externo de fachada: cerâmico e argamassado com intuito de avaliar a manutenção corretiva adequada a ser utilizada no estudo de caso em Águas Claras-DF. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2017.

TAVARES, Caio Henrique Sanches Pinho. “PRODUTIVIDADE EM OBRAS: um estudo do processo executivo de argamassa projetada em Belo Horizonte, Minas Gerais.”, Revista Pensar Engenharia, 2015.

Torres, Matheus V. Principais patologias em revestimentos cerâmicos em fachadas prediais. Monografia. Rio de Janeiro, 2017.

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