

Carlos Henrique Lopes Castro da Silva

Universidade Estácio de Sá (UNESA/Norte Shopping)

Kamilla Dantas Cambraia

Universidade Estácio de Sá (UNESA/Norte Shopping)

Bruno Matos de Farias

Universidade Estácio de Sá (UNESA/Norte Shopping)

RESUMO

O concreto é um material não inerte e por isso está sujeito ao desenvolvimento de manifestações patológicas, com destaque para as fissuras, principalmente em edificações que já superaram seu tempo de vida útil. Neste contexto, este estudo teve como objetivo geral analisar o condomínio residencial multifamiliar de 53 anos a fim de identificar quais patologias tem desencadeado no desenvolvimento de fissuração. Assim, foi realizado um estudo de caso no condomínio Conjunto Residencial IV Centenário (Figura 25) é composto por 516 apartamentos distribuídos em 43 blocos totalizando uma área construída de aproximadamente 29.125m². Por meio das visitas técnicas realizadas no Conjunto Residencial IV Centenário identificou-se a existência de manifestações patológicas por toda a extensão dos blocos analisados. Notou-se que as fissuras identificadas são resultado do tempo de vida da edificação, sendo esta uma edificação idosa que já atingiu tempo de vida útil. A ausência de manutenções e reparos intensificam esses problemas. A priori solucioná-las dependem de reparos de fácil execução, como a aplicação de massa corrida ou gesso com fita telada sobre a fissuração.

Palavras-chave: Concreto armado; Patologias; Durabilidade; Construção civil.

INTRODUÇÃO

O concreto armado é o sistema estrutural mais aplicado no Brasil, e apesar de ser um sistema comprovadamente durável está sujeito ao desenvolvimento de patologias. Estudiosos afirmam que o crescente surgimento de patologias em estruturas se dá pelo avanço descontrolado da construção civil e pela busca pela minimização dos custos, o que leva os construtores a aplicarem métodos inadequados e materiais de construção de baixa qualidade (PIANCASTELI, 2014).

Assim, é válido destacar que o conceito de que ao se projetar e construir deve-se considerar apenas a premissa de resistir às cargas é insuficiente. Ou seja, é preciso consolidar o conceito de durabilidade em todas as etapas da obra, tornando assim a estrutura o mais durável possível. Uma estrutura durável é aquela que pouco oscila em desempenho ao longo de sua vida útil e que mantém suas propriedades apesar das influências de agentes externos (BEREZOVSKY, 2017).

Porém, o conceito de desempenho é relativamente novo, com isso, em estruturas

com mais de 50 anos, é normal o desenvolvimento de patologias, principalmente quando não são realizados serviços de manutenção. Ademais, conforme a NBR 15575 (2015) a vida útil do projeto (VUP) mínima para uma estrutura de concreto deve ser de no mínimo 50 anos, assim os projetos são concebidos a atenderem a essa determinação.

Além disso, o concreto, por não ser um material inerte, está naturalmente sujeito a alterações ao longo de sua vida útil em função de interações entre os elementos que o constituem e agentes internos e externos, à exemplo de contaminações na sua preparação, ácidos, gases e microorganismos. Dessas interações podem surgir anomalias que podem comprometer o desempenho da estrutura (BEREZOVSKY, 2017).

De acordo com Silva e Santos (2018) as manifestações patológicas mais recorrentes em estruturas de concreto armado são as trincas e fissuras. Os autores destacam que a variedade de parâmetros dessas manifestações dificultam a identificação de suas causas, exigindo assim análise por profissional especializado, que por meio de um estudo minucioso é capaz de identificar suas causas.

A ocorrência de fissuras em estruturas de concreto armado é um problema considerável, não somente pelo fator econômico, uma vez que consome gastos em recuperação e minimiza a vida útil da edificação desvalorizando-a, mas também, pois pode ter origem em um problema patológico grave, que pode vir a desencadear acidentes ou colapsos graves. Além disso, é uma manifestação patológica que afeta o usuário sob o ponto de vista de conforto, salubridade e satisfação psicológica dentro da habitação (MOLIN, 1988).

A manifestação de fissuras se desencadeia por diferentes patologias, assim é essencial estudá-las a fim de contribuir com a literatura e com a área técnica na identificação e caracterização do processo de fissuração. Impedindo assim que sejam erroneamente avaliadas e com isso erroneamente tratadas.

Além disso, até o ano de 2003 a NBR 6118 (2014) estabelecia que o concreto fosse produzido com 13,5 Mpa e o cobrimento mínimo adotado era de 1,5 cm. A partir de 2003 com a atualização da norma, o parâmetro de resistência do concreto adotado passou para 20 Mpa e cobrimento mínima variável entre 2,5 cm e 5,5 cm. Assim, é importante analisar edificações construídas anterior a atualização da NBR 6118 (2014), principalmente as executadas entre os anos 60, 70 e 80, já que nesta época os projetos previam vida útil entre 30 e 40 anos (CREA-SC, 2008).

O desempenho e a funcionalidade de uma edificação são afetados quando há incidência de fissuras, tais como o isolamento e a estanqueidade à água. Além disso, podem indicar que a estrutura está sofrendo instabilidade.

Trincas e fissuras se diferencia pela espessura de suas aberturas. Considera-se fissuras aberturas finas e alongadas na sua superfície e, trincas, aquelas que provocam a separação do elemento (SANTOS, 2013).

A manifestação de fissuras em uma edificação demanda, a priori, o estudo de suas origens. Devem ser analisados e estudados os sintomas apresentados, a fim de identificar suas causas e com isso determinar um diagnóstico do problema, para que se possa estabelecer o tratamento mais adequado. As técnicas de tratamento variam de acordo com a magnitude e a origem da fissura.

Quais as possíveis causas de fissurações em estruturas de concreto com mais de 50 anos?

Edificações em concreto armado estão sujeitas a manifestação de fissuras, visto que o concreto apresenta como característica baixa elasticidade, tornando a estrutura suscetível a movimentações. Fissuras são causadas, na maioria dos casos por recalque, variações térmicas e a retrações do concreto, além, de esmagamento de elementos construtivos, erros de cálculo e de execução (BEREZOVSKY, 2017).

Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica exploratória em documentos científicos como: artigos, monografias, dissertações e teses; além de normativas vigentes e manuais técnicos, disponíveis nas plataformas Google Acadêmico, Scielo e Capes, por meio das seguintes palavras chaves: patologias; patologias estruturas de concreto; manifestações patológicas; estruturas de concreto; concreto armado; fissuras, trincas; durabilidade de estruturas e; construção civil.

Esses materiais foram utilizados a fim de aprofundar os conceitos na temática proposta e desenvolver um referencial teórico com base teórica sólida.

Posteriormente foi realizado um estudo de caso em um condomínio residencial multifamiliar em concreto armado construído no ano de 1968 no bairro Del Castilho no município do Rio de Janeiro. O condomínio possui 516 apartamentos distribuídos em 43 blocos totalizando uma área construída de aproximadamente 29.125m². Neste estudo foram analisados 16 blocos.

A fim de realizar o estudo de caso, foram feitas visitas técnicas a edificação, análises nos projetos originais da estrutura, entrevista com síndico e registros fotográficos das anomalias identificadas.

Todos os dados foram analisados e tratados a fim de responder a problemática proposta e atingir ao objetivo de pesquisa.

Este estudo tem como objetivo geral analisar o condomínio residencial multifamiliar de 53 anos a fim de identificar quais patologias tem desencadeado no desenvolvimento de fissuração.

Por meio dos seguintes objetivos específicos:

- Analisar projetos originais da estrutura;
- Vistoriar e inspecionar a edificação em estudo;
- Analisar as manifestações patológicas identificadas;
- Definir os agentes causadores dessas manifestações;
- Propor soluções reparadoras para as patologias identificadas.

REFERENCIAL TEÓRICO

Concreto armado

O cimento foi desenvolvido por J. Aspadin em 1824, pouco mais de três décadas depois, em 1855 J. L. Lambot usou o cimento para produzir um barco, anos mais tarde, em 1861 J. L. Lambot produziu vasos de flores, ambos aplicando argamassa reforçada com ferro, porém sem aplicação de agregados graúdos. A primeira casa executada em concreto armado foi desenvolvida por W. E. Ward em 1873 na cidade de Nova York. Assim, a partir de 1900 Koenen deu início ao desenvolvimento de estudos voltados para o concreto armado e, algum tempo mais tarde Morsch deu continuidade aos estudos de Koenen a partir da realização e análise de inúmeros ensaios.

A partir de então teorias e estudos voltados para o concreto armado não pararam de serem desenvolvidas, sendo os conceitos fundamentais de Koen e Morsch válidos até os dias atuais (CARVALHO e FIGUEIREDO, 2014).

Conforme Bellei (2013) o primeiro edifício construído totalmente em concreto armado foi projetado e executado por François Hennebique em 1901 em Paris, a estrutura possuía lajes, vigas e pilares, com 7 andares. Já o primeiro arranha céus, em concreto armado, foi executado nos Estados Unidos, chamado de Ingalls Building, com 16 andares (Figura 1).

Figura 1 – Ingalls Building



Fonte: Kaefer, 1998

Klein (2015) explica que o concreto armado se desenvolveu no Brasil a partir do início do século XX. Em 1908 foi executada no Rio de Janeiro uma ponte com 9 m de comprimento. Anos mais tarde, em 1928, também no Rio de Janeiro, foi construído o edifício A Noite (Figura 2) de 22 andares, e por muitos anos foi considerado o prédio mais alto do mundo em concreto armado.

Conforme destaca Lucena (2018, p. 1):

A construção, iniciada em 1927, foi um projeto do arquiteto francês Joseph Gire – também responsável pelo Hotel Copacabana Palace – e do brasileiro Elisário Bahiana. Durante a obra foi utilizada a nova tecnologia do concreto armado, dando grande impulso à engenharia praticada no Brasil daquele período. A estrutura de 22 andares e uma altura de 102 metros – o que corresponde a 30 andares de um edifício atual – foi calculada por Emílio Henrique Baumgart, engenheiro que posteriormente se tornou responsável pelo Ministério da Educação e Cultura. Até os anos 1930, foi considerado o prédio mais alto da América Latina, até ser ultrapassado pelo Martinelli, que fica em São Paulo e foi inaugurado em 1934 (Lucena, 2018).

Figura 2 – Edifício A Noite



Fonte: Lucena, 2018

Clímaco (2008) destaca que, marco nacional para o desenvolvimento mundial do concreto armado foram as obras de construção de Brasília (Figura 3), entre 1955 e 1960, Oscar Niemeyer e Lúcio Costa e do engenheiro Joaquim Cardoso foram responsáveis por projetar e executar.

Figura 3 – Construção de Brasília



Fonte: Arquivo público divulgado na internet

Conforme Andrade (2016) é a associação do concreto simples com uma armadura, usualmente constituída por barras de aço. Os dois materiais devem resistir solidariamente aos esforços solicitantes. Essa solidariedade é garantida pela aderência.

CONCRETO ARMADO > CONCRETO SIMPLES + ARMADURA + ADERÊNCIA

O primeiro a compreender que o concreto demandava aplicação de armaduras foi Hyatt e posteriormente Hennebique, conforme explica Vasconcelos (1985, p. 22):

Percebeu a necessidade de dispor outras armaduras além da armadura reta de tração. Imaginou armaduras dobradas, prolongadas em diagonal e ancoradas na zona de compressão. Foi o primeiro a colocar estribos com a finalidade de absorver tensões oriundas da força cortante e o criador das vigas T, levando em conta a colaboração da laje como mesa de compressão (Vasconcelos, 1985).

Conforme Bezerra (2016) o concreto armado é um material de construção misto, composto por meio da junção entre o concreto convencional, produzido com cimento, agregados e água, e armações de aço, geralmente em forma de vergalhões com distintas variedades de diâmetros. Sozinho o concreto apresenta boa resistência a compressão, porém baixa resistência a tração, assim o aço atua no combate as cargas de tração (CARVALHO e FIGUEIREDO, 2014).

Conforme Bellei (2013) por meio da união entre concreto e aço é possível vencer grandes vãos e atingir grandes alturas, pois o aço resiste aos esforços de tração e o concreto aos esforços de compressão. Outra característica do concreto é que ele é um material plástico, moldável, no qual pode ser empregado de diversas maneiras. A aderência é fundamental para um desempenho conjunto desses materiais.

Desempenho de estruturas de concreto

As normas de desempenho foram estabelecidas a fim de garantirem às exigências dos usuários, propiciando condições de salubridade no interior da edificação, estabelecendo as diversas interações e interferências entre os diferentes sistemas construtivos (NBR15575-1, 2013).

Lottermann (2013) explica, que quando se fala em patologias em estruturas de concreto, é indispensável se falar em durabilidade, visto que ela é resultado da interação entre a estrutura, ambiente e as condições de utilização, de operação e de manutenção, ou seja, não é uma característica única da estrutura, ou da armadura ou do concreto, e sim de todo o conjunto.

A NBR 6118 (2014) regulamenta durabilidade como a propriedade da estrutura em suportar as influências solicitadas pelo projeto estrutural. Estruturas de concreto armado devem ser dimensionadas e executadas a fim de garantir suporte às condições ambientais previstas e quando utilizadas conforme determinado em

projeto, permaneçam seguras e estáveis durante o período correspondente à sua vida útil (ARRIVABENE, 2014).

Apesar de toda a modernização da construção civil, inúmeras edificações ainda apresentam desempenho deficiente, devido a erros involuntários, imperícia, mau uso dos materiais, desgaste natural, erros de dimensionamentos (ARRIVABENE, 2014).

Todas as edificações precisam ser avaliadas rigorosamente por um técnico que levava em consideração sua funcionalidade, durabilidade e estabilidade. Esta regra deve ser exercida até mesmo nos menores tipos de edificações. Não podendo ser negligenciadas. As estruturas precisam manter os mesmos critérios de qualidade (CUNHA *et al.*, 2004).

Patologias

Iantas (2010), com base na definição comum de dicionários, explica que a patologia é a parte da medicina que estuda as doenças. Com base neste conteúdo vindo da medicina, engenheiros civis, se inspiraram e passaram a usar termos da medicina na engenharia civil, sendo atualmente muitos deles já consagrados e usados inclusive em livros adotados nos cursos de graduação em engenharia civil em todo o mundo.

Silva (2013) descreve que o estudo dos defeitos construtivos é realizado pela ciência experimental chamada de patologia das construções, que engloba conhecimentos multidisciplinares nas diversas áreas da engenharia. Silva (2013) explica ainda, com base nas definições da Escola Politécnica da USP, que a patologia das construções é o estudo das origens, causas, mecanismos de ocorrência, manifestação e consequências das situações em que os edifícios ou suas partes apresentam um desempenho abaixo do mínimo preestabelecido. O resultado deste estudo pode ser utilizado para a difusão de conhecimentos técnicos da área que possam desmistificar alguns aspectos devido a desconhecimentos dos profissionais que tem contato com a área.

Os defeitos se apresentam sob diversas manifestações patológicas, de acordo com Arivabene (2014): trincas, fissuras, rachaduras, etc. Além dessas Helene e Andrade (2007, p.25) destacam: “as eflorescências, as fissuras, as flechas excessivas, a corrosão da armadura, as manchas no concreto aparente, os problemas em aterro e compactação e segregação dos componentes do concreto”.

De acordo com Santos (2014) falhas de execução e falta de controle de qualidade, comprometem a segurança e a durabilidade dos empreendimentos e são os maiores causadores de patologias nas edificações. Os problemas patológicos se desenvolvem devido a essas falhas, as quais ocorrem durante uma ou mais etapas das atividades inerentes à construção civil: concepção/projeto, execução e utilização.

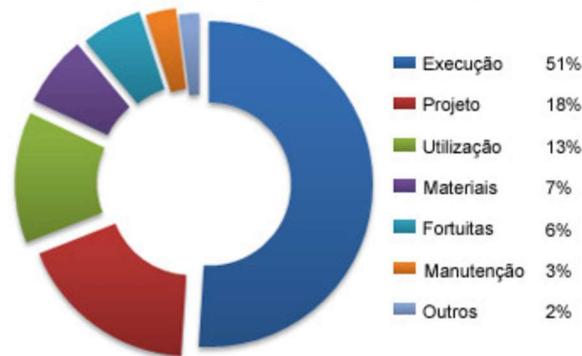
Souza e Ripper (1998, p. 33) declaram:

Objetivamente, as causas da deterioração podem ser as mais diversas, desde o envelhecimento “natural” da estrutura até os acidentes, e até mesmo a irresponsabilidade de alguns profissionais que optam pela utilização de materiais fora das especificações, na maioria das vezes por alegadas razões econômicas (SOUZA e RIPPER, 1998, p. 33).

Uma das grandes preocupações com o aparecimento das manifestações patológicas é a de que, boa parte dos danos possui caráter evolutivo, podendo levar a estrutura a uma situação de perigo num curto prazo (CÁNOVAS, 1988). Helene (1992) afirma que quanto mais rápido as correções forem realizadas, mais efetivas, duráveis, fáceis de executar e baratas serão.

A Figura 4 ilustra os principais agentes causadores de manifestações patológicas nas estruturas.

Figura 4 – Incidências e origens de manifestações patológicas



Fonte: Piancastelli, 2014.

Identificar as origens patológicas é essencial pois permite, também, identificar, para fins judiciais quem cometeu o erro. Ou seja, se os problemas se originaram na fase de projetos, os calculistas falharam; quando a origem está na qualidade da matéria prima, o problema é dos fabricantes; se na etapa de construção trata-se de falhas que envolvem mão-de-obra e fiscalização, ou ainda omissão do executor; se na etapa de uso, as falhas poderão ser ocasionadas da operação e manutenção (VITORIO, 2003).

Manifestações patológicas geradas na etapa de projeto da estrutura

Manifestações patológicas que tenham sua origem no desenvolvimento do projeto são aquelas que advêm de um mau planejamento do mesmo ou falhas técnicas, tanto por desconhecimento ou negligência. Podem se originar no lançamento incorreto da estrutura, erro em execução de anteprojeto ou até mesmo na elaboração do projeto de execução (TRINDADE, 2015).

De acordo com Souza e Ripper (2009) esses erros são responsáveis pela implantação de problemas patológicos sérios e podem ser diversos como:

- Elementos de projeto inadequados;
- Erro na compatibilização entre a estrutura e a arquitetura, bem como com os demais projetos civis;
- Detalhamento incorreto de matérias primas;
- Falhas no detalhamento;
- Procedimentos construtivos impraticáveis;
- Inexistência de padronização;
- Dimensionamento incorreto.

Manifestações patológicas geradas na fase de execução da estrutura

Durante a execução de uma estrutura, as falhas podem ocorrer de diversas formas, tais como: condições de trabalho inadequadas, mão-de-obra desqualificada, inexistência de controle de qualidade, má qualidade de materiais, irresponsabilidade técnica (SANTOS, 2014).

A construção civil tem alta demanda de funcionários da área, isso gera a muitas contratações de mão de obra desqualificada devido a necessidade e falta em determinado setor. Com isso, podem ocorrer grandes prejuízo quando se trata da questão de qualidade em uma obra, podendo ser fator que leve ao surgimento de manifestações patológicas (TRINDADE, 2015).

O processo de construção deve ser iniciado só deve ser iniciado após conclusão da etapa de concepção, com a finalização de todos os estudos e projetos que lhe são

pertinentes (SOUZA e RIPPER, 2009). Entretanto, isso não acontece em muitos empreendimentos, este pode ser mais um fator facilitador para o surgimento de patologias.

Santos (2014), baseado em Souza e Ripper (1998), explica que quando se trata de obras de edificação habitacional, alguns erros são grosseiros e saltam a vista. Dentre eles pode-se citar: falta de prumo, esquadro e alinhamento de partes estruturais e alvenaria, desnivelamento de pisos, falta de caimento correto em pisos com uso frequente de água, assentamento excessivamente espesso de revestimentos cerâmicos e flechas excessivas em lajes.

Manifestações patológicas geradas na fase de utilização da estrutura

Segundo Souza e Ripper (2009), mesmo após tal etapa ser realizada de acordo com os critérios de qualidade adequada, ainda assim, as estruturas podem vir a desenvolver problemas patológicos ocasionados pela utilização incorreta ou pela falta de programa de manutenção adequado.

Os mesmos autores afirmam que os defeitos oriundos de manutenção insuficiente, ou mesmo pela inexistência de manutenção, se originam no desconhecimento técnico, na incompetência, no desleixo e em problemas econômicos. A inexistência de verbas para a manutenção pode ser o principal fator responsável pelo surgimento de problemas estruturais, agregando custos significativos e em situações extremas até a demolição da estrutura.

O serviço de conservação frequente pode prevenir e impedir problemas patológicos sérios e, em alguns casos, evitar até mesmo a ruína da estrutura. A manutenção se dá a partir de procedimentos simples, como a limpeza e a impermeabilização das lajes de cobertura, marquises, áreas comuns, entre outros, que, caso não forem executadas, acarretarão na infiltração prolongada de águas de chuva e o entupimento de drenos, fatores que, além de causarem a deterioração da estrutura, podem levá-la ao colapso por excesso de carga acrescido pela acumulação de água (SOUZA e RIPPER, 2009).

Principais manifestações patológicas

A seguir são apresentadas as principais manifestações patológicas identificadas em estruturas de concreto.

Fissuras, trincas, rachaduras e fendas

As manifestações patológicas mais comuns em estruturas de concreto é a incidência de fissuras, trincas, rachaduras ou fendas (SANTOS, 2014).

A caracterização da fissuração como deficiência estrutural dependerá sempre da origem, intensidade ou magnitude do quadro de fissuração existente, já que o concreto, por ser um material com baixa resistência a tração, fissurará por natureza, sempre que as tensões trativas, que podem ser instaladas pelos mais diversos motivos, superarem a sua resistência última a tração (BARBOSA, 2014).

As patologias que causam essas aberturas podem ser classificadas, conforme definições de Lottermann (2013):

a) Fissura: abertura com formato de linha que surge na superfície de qualquer material sólido, provém da ruptura sutil de parte de sua massa, a espessura pode ser de até 0,5 mm.

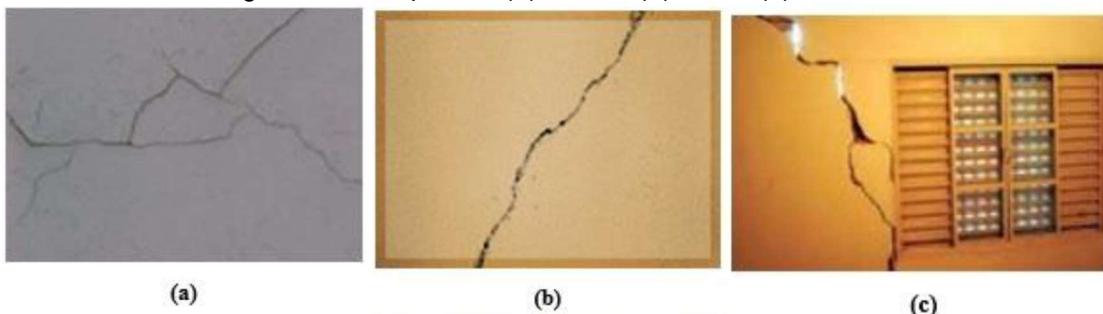
b) Trinca: abertura em forma de linha com espessura variante entre 0,5 mm e 1,00 mm.

c) Rachadura: abertura expressiva e cuja espessura varia de 1,00 mm até 1,5 mm.

d) Fenda: abertura expressiva, com espessura superior a 1,5 mm.

Lottermann (2013) explica que algumas das causas mais usuais do fissuramento das estruturas são: cura mal realizada; retração; variação de temperatura; agressividade ambiental; carregamento; erros de execução; projeto mal detalhado; recalques dos apoios. A Figura 5 ilustra os diferentes tipos de aberturas.

Figura 5 - Exemplos de (a) fissura, (b) trinca, (c) rachadura



Fonte: Valle, 2008.

Na Figura 5 estão ilustradas como se manifestam as fissuras, trincas e rachaduras. A melhor solução para evitá-las é a prevenção, fazendo uso de materiais de qualidade, atenção no desenvolvimento do cálculo estrutural, garantir mão de obra de qualidade e executar a impermeabilização. Esses cuidados podem ajudar a prevenir o surgimento de fissuras nas edificações, ou pelo menos minimizar e atrasar o processo (VELOSO, 2014).

Vieira (2017) explica que o concreto possui a sua resistência na tração aproximadamente dez vezes inferior à sua resistência na compressão. Dessa forma, as fissuras em concreto têm como sua principal causa os esforços ocorridos na tração, porém, apesar de com isso parecer ser simples e limitada a identificação da causa de uma fissura, existem diversas possíveis.

Conforme Filho e Carmona (2013) frente sua grande importância, o concreto tem sido estudado de uma forma muito profunda e completa, para que apresente o melhor desempenho possível. No entanto, em função de o concreto não ser um material homogêneo a não ser que sejam tomados intensos cuidados no projeto, execução e manutenção, ele se torna suscetível a apresentar desempenho indesejado frente ao clima, microclima e esforços.

Ainda de acordo com Filho e Carmona (2013) quando se fala em patologia em concreto, a ocorrência mais comum é o desenvolvimento de fissuras excessivas, seja por efeito das modificações internas de comportamento ao longo do tempo, ou seja, de efeitos reológicos, que advêm das próprias características do material ou por efeito de carregamentos aplicados às peças, o que é suportado pela quase totalidade dos trabalhos de cadastramento de danos em nível nacional e internacional.

Bianchini *et al.* (2008) ressalta que as fissuras podem ser consideradas como a manifestação patológica característica das estruturas de concreto e chama a atenção para o fato de que algo de anormal está acontecendo. Para Santos (2014) as manifestações patológicas mais comuns em estruturas de concreto são a incidência de fissuras, trincas, rachaduras ou fendas.

A caracterização da fissuração como deficiência estrutural dependerá sempre da origem, intensidade ou magnitude do quadro de fissuração existente, já que o concreto, por ser um material com baixa resistência a tração, fissurará por natureza, sempre que as tensões trativas, que podem ser instaladas pelos mais diversos motivos, superarem a sua resistência última a tração (BARBOSA, 2014).

Para Lottermann (2013), as fissuras são abertura com formato de linha que surge na superfície de qualquer material sólido, e provém da ruptura sutil de parte de sua massa, a espessura pode ser de até 0,5 mm.

Lottermann (2013) explica que algumas das causas mais usuais do fissuramento das estruturas são: cura mal realizada; retração; variação de temperatura; agressividade ambiental; carregamento; erros de execução e de detalhamento de projeto; recalques dos apoios. A melhor solução para evitá-las é a prevenção, fazendo uso de materiais de qualidade, tendo atenção no desenvolvimento do cálculo estrutural, garantindo mão de obra de qualidade e executando a correta impermeabilização. Esses cuidados podem ajudar a prevenir o surgimento de fissuras nas edificações, ou pelo menos minimizar e atrasar o processo (VELOSO, 2014).

Muitos estudos e projetos têm sido desenvolvidos a fim de criar sistemas para realizar um diagnóstico mais eficiente do surgimento de fissuras. A técnica de ultrassom é a metodologia mais empregada para determinação da profundidade das fissuras (SILVA et al., 2007).

As fissuras podem ser divididas entre as que se originam no estado fresco e aquelas que surgem no concreto após seu endurecimento, conforme ilustra a Figura 6 (PACHECO, 2018).

Figura 6 - Causas da formação de fissuras no estado fresco e no estado endurecido



Fonte: Bluey (S/D); Mehta; Monteiro (2014); Gjorv (2014), adaptado por Pacheco, 2018

Conforme percebe-se na Figura 6, as razões para formação de fissuras abrangem a execução das estruturas, características do meio e situações do projeto estrutural, podendo se apresentar nos estados fresco e endurecido.

Ainda, cabe ser destacado que, habitualmente, pode haver a formação de fissuras induzidas por mais de um fenômeno, ou seja, diferentes mecanismos podem ocorrer simultaneamente nas estruturas de concreto. Os itens a seguir apresentam as principais configurações que conduzem a formação de fissuras (GUPTA, PANG e KUA, 2017).

Corrosão de armaduras

Diversos eventos são necessários para que ocorra a corrosão de armaduras (Figura 7) e um destes é a presença de água, uma vez que esta é indispensável para que aconteça a reação catódica de redução do oxigênio, e porque influi na resistividade do concreto e na permeabilidade ao oxigênio (FIGUEIREDO e MEIRA, 2013).

Figura 7 – Corrosão de armadura



Fonte: Blog Da Fibersals, 2018.

Conforme Comim e Estacechen (2017) sendo a corrosão um processo espontâneo, ela constantemente transforma os materiais metálicos de modo que a durabilidade e desempenho dos mesmos deixem de satisfazer os fins a que se destinam.

Mofa, bolor e manchas

Souza (2008) explica que a umidade é a maior causadora de manifestações patológicas na construção civil, representando cerca de 60% dos problemas detectados em fase de uso e podem provocar prejuízos de caráter funcional, de desempenho, estéticos e estruturais podendo representar risco à segurança e à saúde dos usuários.

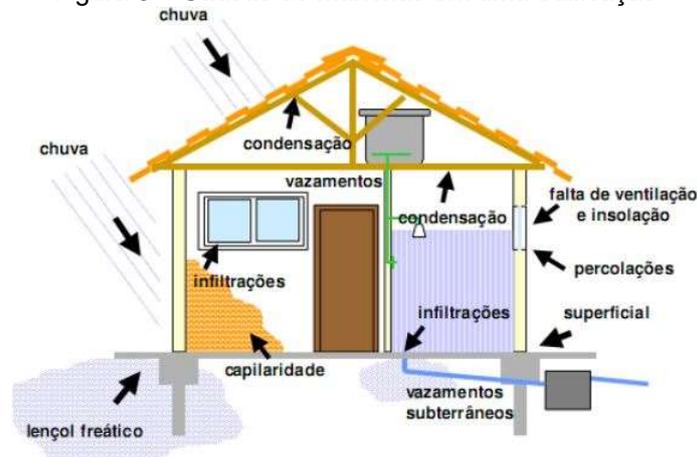
Andrade (2016) explica que a umidade, em matérias da construção civil, provoca o surgimento de manchas características e posterior deterioração (ANDRADE, 2016).

Os defeitos causados pela infiltração de água, causando o desenvolvimento de manchas de umidade, provocam problemas sérios e que podem ser de difícil solução, como os que ora se destaca:

- Prejuízos de caráter funcional da edificação;
- Desconforto dos usuários e em casos extremos os mesmos podem afetar a saúde dos moradores;
- Danos em equipamentos e bens presentes nos interiores das edificações;
- E diversos prejuízos financeiros.

Todos os elementos de uma edificação estão sujeitos a problemas causados pela umidade como paredes, fachadas, pisos e elementos estruturais de concreto armado. Em muitos casos esses problemas se associam a mais de uma causa (Figura 8).

Figura 8 – Causas de manchas em uma edificação



Fonte: Andrade, s.d..

Descolamentos ou destacamentos

Esse tipo de patologia ocorre quando há a falha na junção entre placas cerâmica e argamassa de assentamento ou argamassa de assentamento com o substrato, geralmente gerado por tensões que ultrapassam o limite de resistência desses materiais. Este problema é caracterizado pelo destacamento de porções do revestimento, pontuais ou generalizados. A Figura 9 exemplifica esse tipo de patologia (OLIVEIRA, 2015).

Figura 9 – Destacamento ou descolamento



Fonte: Antunes, 2010

Para Roscoe (2008), várias são as causas deste problema, dentre elas destacam-se:

- O grau de solitação do revestimento;
- Deformação lenta (fluência) da estrutura de concreto armado;
- Características das juntas de assentamento e de movimentação;
- Ausência de detalhes construtivos, como contravergas, juntas de canto de parede, etc.;
- Imperícia ou negligência da mão-de-obra na execução e/ou controle dos serviços;
- Utilização da argamassa colante com um tempo em aberto vencido, ou mau espalhamento da argamassa colante;
- Assentamento sobre superfície contaminada.

Medeiros e Sabbatini (1999) ressaltam que a ocorrência dos descolamentos é mais decorrente nos primeiros e últimos andares da edificação, onde o deslocamento estrutural é mais intenso, como nos balanços, e nas fachadas, onde a insolação é mais frequente.

Conforme Santos (2019) o reparo dessa problemática é trabalhoso, já que a reparação localizada nem sempre é capaz de solucionar o problema, que volta a ocorrer em outras áreas. Com isso, muitas vezes demanda-se remoção total do revestimento cerâmico, podendo-se chegar até o emboço e refazer um novo revestimento de fachada, seja ele cerâmico ou não.

Além disso, Santos (2018) recomenda que, para que o problema não volte a ocorrer, seja elaborado um projeto de revestimento de fachada, por profissional qualificado, com adequada indicação de todos os materiais componentes do sistema de revestimento cerâmico, bem como do método de assentamento a ser executado.

METODOLOGIA

Métodos de análise

Dentre os 43 blocos, 16 foram escolhidos como objeto deste estudo, considerando a gravidade das fissuras detectadas, sendo os blocos: A1, A4, A5 A6, A7, A12, A13, A17, A23, B1, B2, B4, B5, B6, B7 e B8.

Foram realizadas visitas no Conjunto Residencial IV Centenário durante os meses de maio e abril de 2021.

Inicialmente, foi realizada uma conversa com a síndica a fim de conhecer as principais características e histórico do empreendimento, a mesma disponibilizou os projetos arquitetônicos e estruturais (impressos, já que na época não existia acesso a meios digitais) utilizados no processo de análise da edificação.

Durante a visita foram realizadas inspeções visuais e registros fotográficos. Os instrumentos utilizados foram réguas, *smartphones*, lápis, papel e prancheta.

Os resultados foram apresentados por meio de fotografias, esquemas e tabelas. A priori apresentam-se as caracterizações das fissuras identificadas, seguem com a apresentação das causas e por fim, suas possíveis soluções.

Além disso, caracterizou-se as fissuras de acordo com a espessura das suas aberturas, conforme a classificação apresentada por Lottermann (2013) (Quadro 1).

Quadro 1 – Caracterização das fissuras

Tipo	Abertura (mm)
Fissura	até 0,5 mm
Trinca	entre 0,5 mm e 1,00 mm
Rachadura	varia de 1,00 mm até 1,5 mm
Fenda	superior a 1,5 mm

Fonte: Adaptado de Lottermann, 2013

A caracterização das causas e soluções de tratamento foram feitas com base nos estudos e recomendações de Magalhães e Oliveira (2017); Silva e Santos (2018); Vieira (2017); e Thomaz, 1989.

DESENVOLVIMENTO

Caracterização do empreendimento

Para atingir os objetivos propostos neste estudo foi realizado um estudo de caso em um condomínio residencial multifamiliar construído em concreto armado no ano de 1968 no bairro Del Castilho no município do Rio de Janeiro. O condomínio denominado Conjunto Residencial IV Centenário (Figura 10) é composto por 516 apartamentos distribuídos em 43 blocos totalizando uma área construída de aproximadamente 29.125m².

Figura 10 – Fachada do Conjunto Residencial IV Centenário

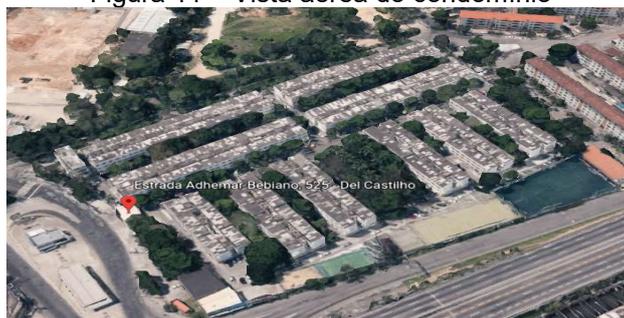


Fonte: Google, Maps, 2021

A construção se deu entre os anos de 1965 e 1968 e envolveu diversas empresas do ramo da construção civil, a obra foi dividida e cada construtora responsável por uma parte. O empreendimento foi financiado pelo Banco Nacional de Habitação (BNH), um órgão ligado ao Executivo em esfera federal e da poupança dos associados da Cooperativa Habitacional do Estado da Guanabara (COOPHAB-GB). Os cooperativados assumiram planos de financiamento do imóvel de prazo variável em conformidade com o valor das parcelas e o tipo de habitação. O Conjunto Residencial IV Centenário resultou da política habitacional do Estado na década de 1960, que procurou satisfazer parte dos anseios de uma demanda excluída do mercado imobiliário, voltado para os grupos sociais com maior nível de renda e que se encontrava já saturado.

A edificação está localizada na Estrada Adhemar Bebiano 525, bairro Del Castilho, no município do Rio de Janeiro (Figura 11). O conjunto possui ótima acessibilidade, próximo a bairros como Higienópolis e aos bairros de Inhaúma, Maria da Graça e Cachambi, além da proximidade com as principais vias urbanas que cortam essa parte da cidade como as Avenidas Dom Hélder Câmara e Pastor Martin Luther King Jr., a via expressa Governador Carlos Lacerda (Linha Amarela) e a Estrada Adhemar Bebiano. Também é bem servido por diversas linhas de ônibus, estando muito próximo das estações metroviária e ferroviária de Del Castilho. O Shopping Nova América, importante aglomeração de comércios e de serviços, além de mercado de mão-de-obra e de consumo também está relativamente próximo do Conjunto Residencial IV Centenário (GUERRA, 2008).

Figura 11 – Vista aérea do condomínio



Fonte: Google Earth, 2021

A estrutura do condomínio é composta por salão de festas, churrasqueira, playground, campo de futebol, espaço para musculação e ginástica, prédio administrativo e uma biblioteca.

Conjunto Residencial IV Centenário possui três tipos de apartamentos: 220, de três quartos; 273, de dois quartos e somente 23 de um quarto. A Figura 12 apresenta a maquete do projeto.

Figura 12 – Planta do Conjunto Residencial IV Centenário



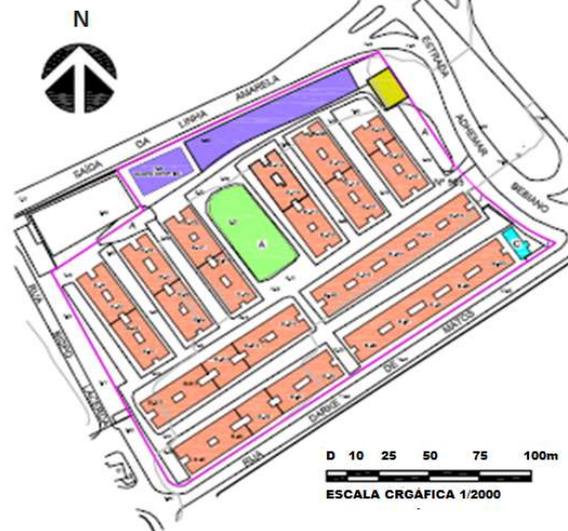
Fonte: Autores, 2021

A Figura 13 apresenta a planta do conjunto habitacional.

Figura 13 – Planta do Conjunto Residencial IV Centenário

PLANTA DO CONJUNTO RESIDENCIAL IV CENTENÁRIO - 2007

Estrada Adhemar Bebiano, nº 525 - Del
Castilho, Rio de Janeiro / RJ.



QUADRO DE ÁREAS

ÁREA TOTAL DO TERRENO	28.014,27m ²
ÁREA TOTAL DOS BLOCOS RESIDENCIAIS	10.060,14m ²
ÁREA DO PRÉDIO ADMINISTRAÇÃO / SALÃO	234,95m ²
ÁREA DO CASTELO D'ÁGUA	106,00m ²
TAXA DE OCUPAÇÃO	26,80%

LEGENDA

CONTORNO DO TERRENO	ADMINISTRAÇÃO SALÃO DE FESTAS	PRAÇA CENTRAL
BLOCOS RESIDENCIAIS	ÁREA DE LAZER	CASTELO D'ÁGUA
AGRUPAMENTO DE ÁRVORES	JARONS	

Fonte: Autores, 2021

Identificação das manifestações patológicas

Por meio das visitas técnicas realizadas no Conjunto Residencial IV Centenário identificou-se a existência de manifestações patológicas por toda a extensão dos blocos analisados.

- Bloco A1

Por meio da análise técnica, identificou-se, no Bloco A1 as fissuras ilustradas no Quadro 2.

Quadro 2 - Fotos



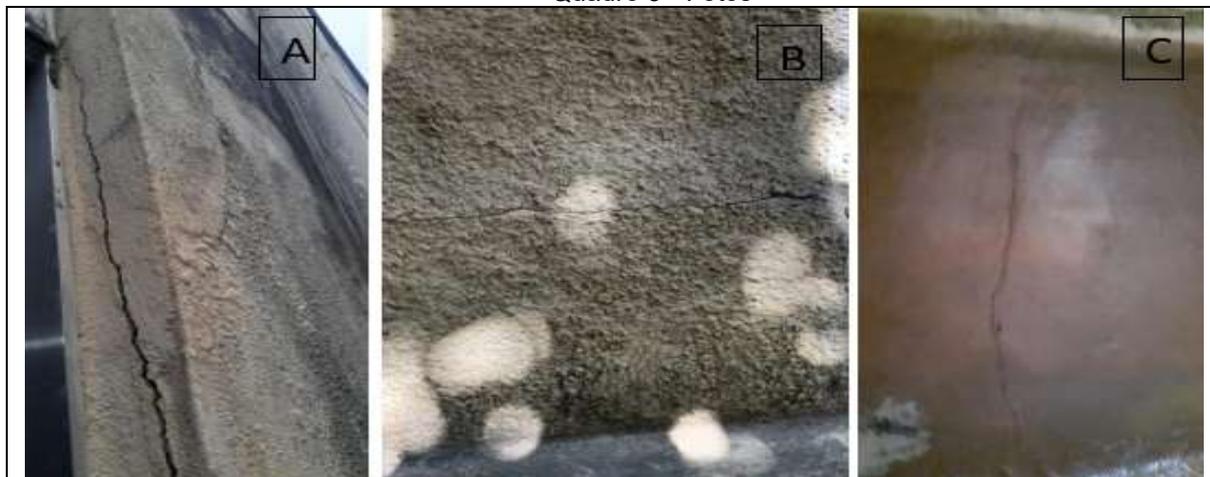
Fonte: Autores, 2021

As Figuras A e B destacam fissuras na fachada principal do bloco A1; a Figura C apresenta fissura na lateral externa do bloco A1; a Figura D, apresenta fissura na lateral externa do bloco A1. Por meio das imagens apresentadas no Quadro 2, nota-se a existência de manifestações patológicas classificadas como fissuras, conforme Quadro 1, já que a abertura é inferior a 0,5mm, sendo essas horizontais e verticais.

- Bloco A4

No Quadro 3 apresentam-se as manifestações patológicas identificadas ao longo do bloco A4.

Quadro 3 - Fotos



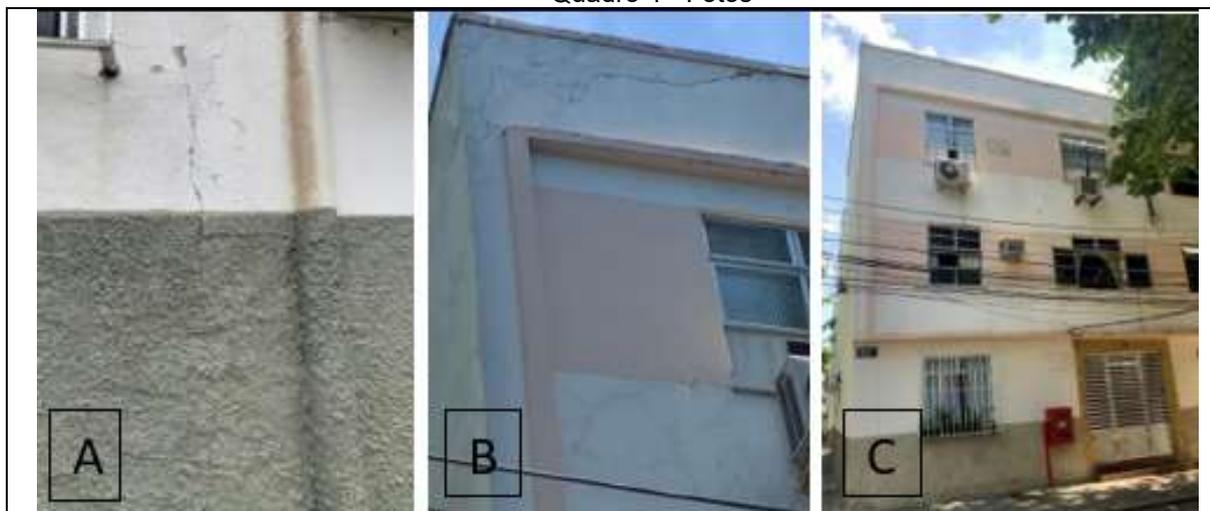
Fonte: Autores, 2021

A Figura A representa fissura na parte lateral da faixa da do bloco A4; a Figura B apresenta uma fissura horizontal na lateral externa do bloco A4; a Figura C apresenta uma fissura na parede de quarto. Por meio das imagens apresentadas no Quadro 3, nota-se a existência de manifestações patológicas classificadas como fissuras, conforme Quadro 1, já que a abertura é inferior a 0,5mm, ao longo de algumas regiões no bloco A4, sendo essas horizontais e verticais.

- Bloco A5

O Quadro 4 apresenta as imagens das manifestações identificadas ao longo do bloco A5.

Quadro 4 - Fotos



Fonte: Autores, 2021

A Figura A apresenta fissura na fachada do bloco A5; as Figuras B e C apresentam fissuração na fachada do bloco A5 causada por dilatação térmica. Conforme imagens apresentadas no Quadro 4, identificou-se a existência de fissuras com abertura inferior a 0,5mm e rachaduras, com abertura entre 1,00 mm até 1,5 mm.

- Bloco A6

O Quadro 5 apresenta as imagens das manifestações identificadas ao longo do Bloco A6.

Quadro 5 – Fotos



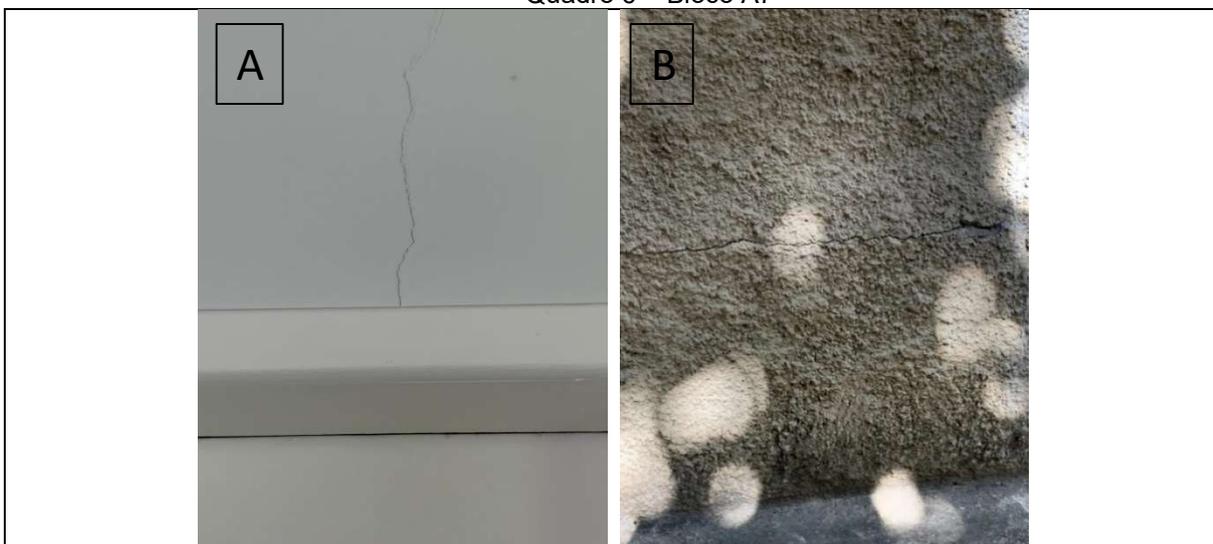
Fonte: Autores, 2021

A Figura A mostra fissuras horizontais na fachada do bloco A6; a Figura B apresenta fissura em canto inferior de abertura de janela em parede de janela externa. Conforme imagens apresentadas no Quadro 5, identificou-se a existência de fissuras em várias regiões do Bloco A6.

- Bloco A7

O Quadro 6 apresenta as imagens das manifestações identificadas ao longo do Bloco A7.

Quadro 6 – Bloco A7



Fonte: Autores, 2021

A Figura A apresenta fissura parte superior porta bloco A7 apartamento 103; já a Figura B apresenta fissura com formato predominante horizontal na parte lateral externa do bloco A7. Conforme imagens apresentadas no Quadro 6, identificou-se a existência de fissuras em várias regiões do Bloco A7.

- Bloco A12

O Quadro 7 apresenta as imagens das manifestações identificadas ao longo do Bloco A12.

Quadro 7 – Bloco A12



Fonte: Autor, 2021

A Figura A apresenta fissuras ao longo da faixa da bloco A12; já a Figura B apresenta fissuração vertical na parede externa do bloco A12. Conforme imagens apresentadas no Quadro 7, identificou-se a existência de fissuras em várias regiões do Bloco A12.

- Bloco A13

O Quadro 8 apresenta as imagens das manifestações identificadas ao longo do Bloco A13.

Quadro 8 – Bloco A13



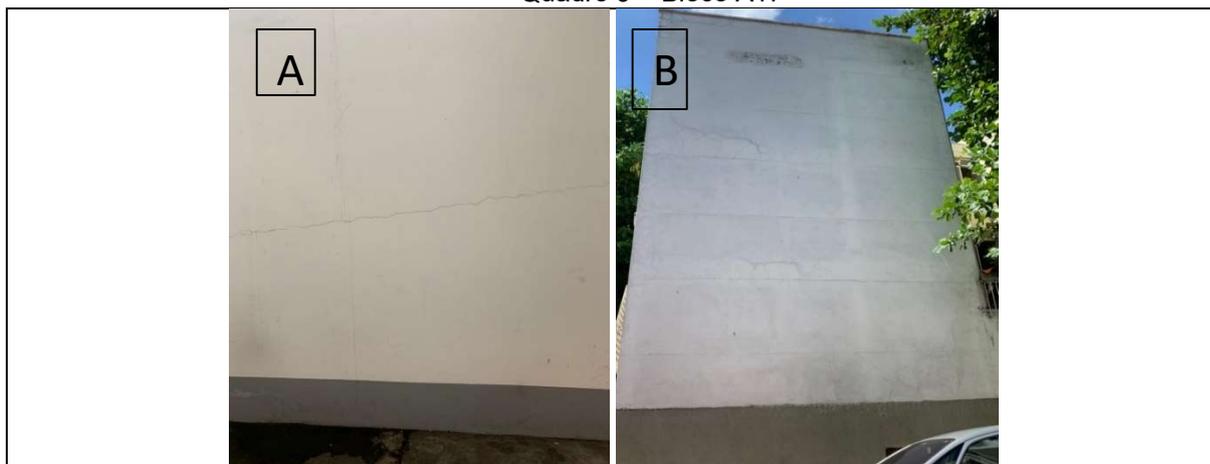
Fonte: Autor, 2021

A Figura A apresenta fissuras horizontal ao longo da laje A13; já a Figura B apresenta fissuras ao longo da base da parede de alvenaria estrutural. Conforme imagens apresentadas no Quadro 8, identificou-se a existência de fissuras em várias regiões do Bloco A13.

- Bloco A17

O Quadro 9 apresenta as imagens das manifestações identificadas ao longo do Bloco A17.

Quadro 9 – Bloco A17



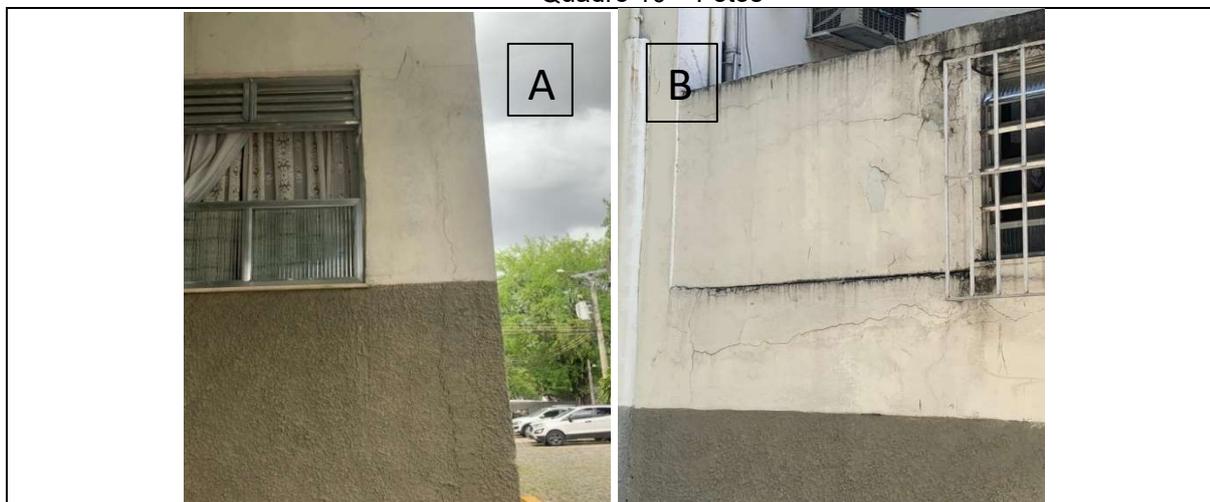
Fonte: Autores, 2021

A Figura A apresenta fissura em formato horizontal parede da sala bloco A17 APT 103; já a Figura B apresenta fissuras ao longo da estrutura faixa lateral. Conforme imagens apresentadas no Quadro 9, identificou-se a existência de fissuras em várias regiões do Bloco A17.

- Bloco A23

O Quadro 10 apresenta as imagens das manifestações identificadas ao longo do Bloco A23.

Quadro 10 – Fotos



Fonte: Autores, 2021

A Figura A apresenta fissura horizontal em faixa frontal bloco A23; já a Figura B apresenta fissuras no canto inferior da abertura de janelas em parede externa do condomínio. Conforme imagens apresentadas no Quadro 10, identificou-se a existência de fissuras em várias regiões do Bloco A23.

- Bloco B1

O Quadro 11 apresenta as imagens das manifestações identificadas ao longo do Bloco B11.

Quadro 11 – Bloco B1



Fonte: Autores, 2021

A Figura A ilustra as fissuras mapeadas lateral bloco B1; já a Figura B apresenta fissuras causadas pela retração das lajes. Conforme imagens apresentadas no Quadro 11, identificou-se a existência de fissuras em várias regiões do Bloco B1.

- Bloco B2

O Quadro 12 apresenta as imagens das manifestações identificadas ao longo do Bloco B12.

Quadro 12 – Bloco B12



Fonte: Autores, 2021

Conforme imagens apresentadas no Quadro 12, identificou-se a existência de fissuras em várias regiões do Bloco B2.

- Bloco B4

O Quadro 13 apresenta as imagens das manifestações identificadas ao longo do Bloco B4.

Quadro 13 – Bloco B4



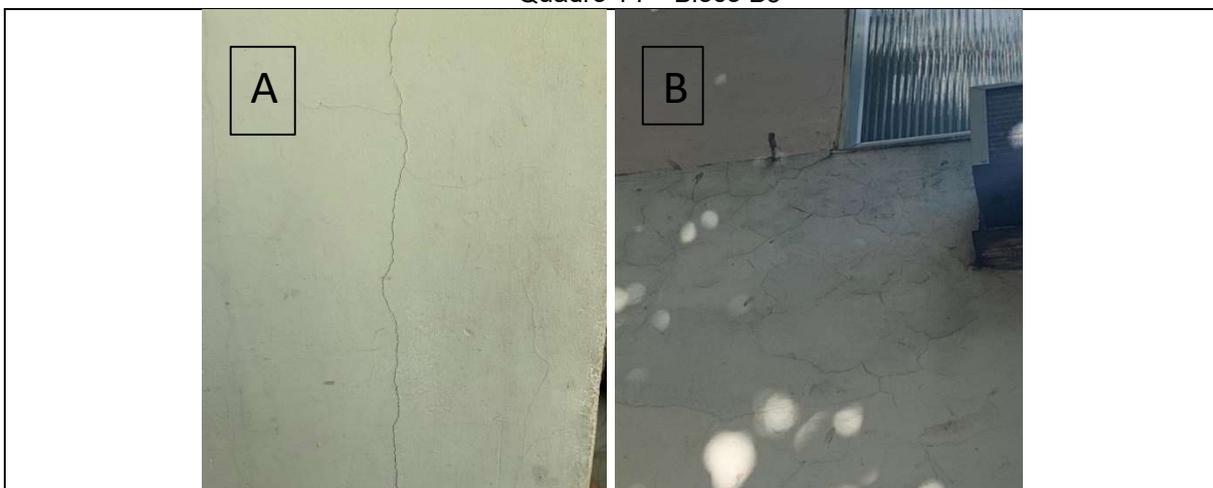
Fonte: Autores, 2021

A Figura A apresenta fissura na parede externa do bloco B4; já a Figura B apresenta fissuras no encontro de paredes em alvenaria estrutural. Conforme imagens apresentadas no Quadro 13, identificou-se a existência de fissuras em várias regiões do Bloco B4.

- Bloco B5

O Quadro 14 apresenta as imagens das manifestações identificadas ao longo do Bloco B5.

Quadro 14 – Bloco B5



Fonte: Autores, 2021

A Figura A apresenta fissura parte interna da sala de um apartamento do bloco B5; já a Figura B apresenta fissuras mapeadas no canto inferior de abertura de janela externa. Conforme imagens apresentadas no Quadro 14, identificou-se a existência de fissuras em várias regiões do Bloco B5.

- Bloco B6

O Quadro 15 apresenta as imagens das manifestações identificadas ao longo do Bloco B6.

Quadro 15 – Bloco B6



Fonte: Autores, 2021

Conforme imagens apresentadas no Quadro 15, identificou-se a existência de fissuras em várias regiões do Bloco B6.

- Bloco B7

O Quadro 16 apresenta as imagens das manifestações identificadas ao longo do Bloco B7.

Quadro 16 – Bloco B7



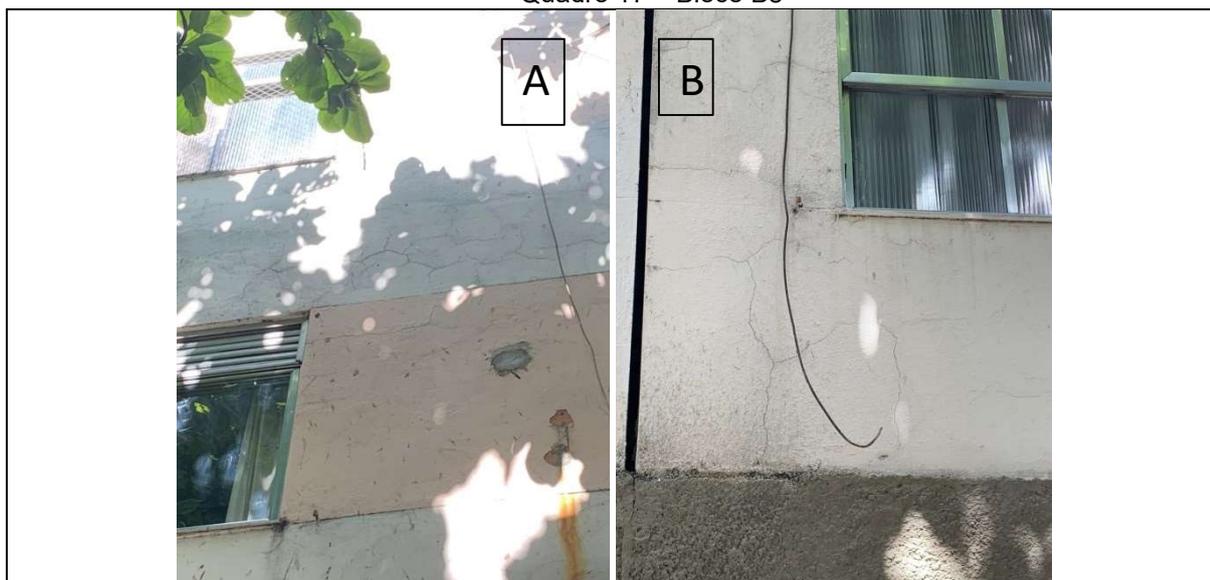
Fonte: Autores, 2021

A Figura A apresenta fissuras horizontais em canto superior abertura de janela externa bloco B7; já a Figura B fissuras na parte inferior de abertura de janela externa, fissuras ao longo da estrutura. Conforme imagens apresentadas no Quadro 16, identificou-se a existência de fissuras em várias regiões do Bloco B7.

- Bloco B8

O Quadro 17 apresenta as imagens das manifestações identificadas ao longo do Bloco B8.

Quadro 17 – Bloco B8



Fonte: Autores, 2021

A Figura A apresenta as fissuras mapeadas e fissuras lateral da janela parte externa, fachada do bloco B8; já a Figura B apresenta fissuras na parede externa lateral do bloco B8. Conforme imagens apresentadas no Quadro 17, identificou-se a existência de fissuras em várias regiões do Bloco B8.

Causas das fissuras

Por se tratar de um empreendimento antigo, com mais de 50 anos, assim o principal fator implicador do processo de fissuração é a idade do concreto do embolso, que já não tem mais a mesma resistência, facilitando bastante para o aparecimento de fissuras.

Constatou-se que as fissuras mostradas, não são graves, nenhuma a ponto estrutural, são causadas normalmente em regiões onde foram feitas reformas nos apartamentos, uma vez que nessas obras existem vibrações que geram pequenas movimentações e acabando surgindo várias fissuras ao redor.

Além disso, o condomínio se localiza ao lado de uma via expressa a Linha Amarela, via de tráfego pesado, onde é permitida a circulação de caminhões esse fator acaba por prejudicar as construções ao seu redor, devido as movimentações estruturais da Linha Amarela, afeta o condomínio contribuindo para o desenvolvimento de fissuras.

Outro ponto a se considerar é a exposição as condições climáticas e intempéries, fatores que também contribuem para o surgimento de fissuras.

Por fim, deve-se considerar ainda a não realização de manutenções ao longo do período de vida útil do condomínio.

Consequências

Dentre as consequências causadas pelas fissuras identificou-se que essas permitiram que a água penetrasse na edificação, causando infiltrações em alguns apartamentos, essas infiltrações desenvolveram o surgimento de manchas, eflorescências, descascamento da pintura e bolores.

Soluções propostas

A construção civil dispõe de uma série de soluções para sanar a manifestação de fissuras. É importante destacar que para cada tipo de fissura existe uma causa, por isso é difícil tratar de um único modo todos os tipos de fissuras, é preciso uma análise para definir a causa e o tipo da fissura, após esta etapa pode-se escolher o tipo de tratamento adequado. Para analisar uma fissura é preciso classificá-las quanto à abertura, geometria e movimentação.

Assim, propõe-se as seguintes soluções:

- Preencher suas aberturas com selantes acrílicos e fazer o acabamento em seguida;
- Injeção de resinas estruturais de base epóxi e poliuretano, resinas flexíveis, sistemas cimentícios e selantes à base de poliuretano e à base de polímero;
- A estratégia de intervenção deve ser adequada ao problema específico e depende de um diagnóstico preciso feito por especialista.

No caso de microfissuras, é comum o tratamento com impermeabilizante acrílico flexível para fachada, aplicado em 2 a 3 demãos, na forma de pintura acrílico flexível para aplicação em 2 a 3 demãos, na forma de pintura, este produto acompanha a movimentação das microfissuras e evita a infiltração de água pela fachada, podendo -se substituir o selador por tinta acrílica.

Já para fissuras em alvenarias, é sugerido o seguinte tratamento. Preencher a abertura da fissura com mástique acrílico. Posteriormente, seguindo um procedimento que assegura um serviço de alta qualidade e confiabilidade, pode -se estruturar a área com a aplicação de uma tela especial a base de fibras de vidro de mono -filamento contínuo e posterior pintura flexível.

CONCLUSÃO

Essa monografia teve como finalidade investigar as fissuras observadas e encontradas na estrutura de concreto armado do Edifício Residencial IV Centenário, apresentada no estudo de caso, identificando as prováveis causas e direcionando as técnicas de reparo. Para aprofundar o estudo foi indispensável compreender os mecanismos principais das causas de fissurações, entender suas avarias e as formas de intervir com auxílio da revisão bibliográfica.

No estudo em questão, notou-se que as fissuras identificadas são também resultado do tempo de vida da edificação, sendo esta uma edificação idosa que já atingiu o seu tempo de vida útil, e com a ausência de manutenções e reparos intensificaram esses problemas.

Além disso, o condomínio se localiza ao lado de uma via expressa, a linha Amarela, via de tráfego pesado, onde é permitida a circulação de todo tipo de veículo, fator esse que acaba por prejudicar as construções ao seu redor, devido as movimentações estruturais da

via, acabam afetando o condomínio, contribuindo para o desenvolvimento de fissuras. E, variações térmicas, variações climáticas, ausência de vergas e contravergas nas janelas intensificam esse problema.

No estudo de caso, verificamos a importância da conscientização quanto à manutenção preventiva. Assim, toda edificação deve possuir um programa eficiente de inspeção e manutenção para assegurar a durabilidade da estrutura e a otimização dos recursos.

Evidenciou-se que, as iniciativas de reparo devem possuir controle tecnológico e execução adequada para que os problemas não se repitam antes do previsto, bem como uma análise correta, é uma condição essencial para o tratamento adequado dessas patologias nas estruturas de concreto armado.

É de fundamental importância que as normas técnicas devam ser rigorosamente seguidas, a fim de garantir a qualidade e o desempenho satisfatório das estruturas da edificação.

Em futuros trabalhos recomenda-se analisar os demais blocos do Conjunto Residencial IV Centenário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, B. S. O. **Concreto armado: um estudo sobre o processo histórico, características, durabilidade, proteção e recuperação de suas estruturas.** Monografia (Especialista em Construção Civil). Universidade Federal de Minas Gerais. Rio de JANEIRO. 2016.

ANDRADE, E. B. B. **Principais manifestações patológicas encontradas em edificação.** (2016). Disponível em:

<https://monografias.brasilecola.uol.com.br/engenharia/principais-manifestacoes-patologicas-encontradas-em-uma-edificacao.htm>. Acesso em: 05 abr. 2021.

ANTUNES, G. R. **Estudo de manifestações patológicas em revestimento de fachada em Brasília – sistematização da incidência de casos.** Dissertação (Mestre em Estruturas e Construção Civil). Universidade De Brasília. Brasília. 2010.

ARRIVABENE, A. C. **Patologias em estruturas de concreto armado: estudo de caso.** Artigo (MBA Gerenciamento de Obras, Tecnologia e Qualidade da Construção). 22fl. Instituto de Pós-Graduação – IPOG. Vitória, ES. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575: Edificações habitacionais – Desempenho: Requisitos para os sistemas estruturais.** Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR6118: Projeto de estruturas de concreto: Procedimento.** Rio de Janeiro, 2014.

BARBOSA, João Antônio Lara. **Análise de patologias geradas na interface estrutura pré-moldada e estrutura convencional: estudo de caso.** Monografia (Graduação). Universidade Federal do Paraná. Curitiba 2014.

BELLEI, P. **Análise comparativa de custos entre edifício de alvenaria estrutural e de concreto armado convencional em construção na cidade de Alegrete – RS.** Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Federal do Pampa. Alegrete. 2013.

BEREZOVSKY, R. S. Quais são as causas mais comuns de fissuras nas construções? (2017). Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/quais-sao-as-causas-mais-comuns-de-fissuras-nas-construcoes/16674>. Acesso em: 10 abr. 2021

BEZERRA, E. A. Dimensionamento automático de vigas e lajes de concreto armado. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte. Natal. 2016.

BIANCHINI, M.; et al. Fissuras em aristas de vigas nas primeiras idades do concreto. In: Congresso Brasileiro do Concreto. 50°. 2008.

CÁNOVAS, M. F. Patologia e Terapia do Concreto Armado. Tradução de M. C. Marcondes; C. W. F. dos Santos; B. Cannabrava. 1ª ed. São Paulo: Ed. Pini, 1988.

CARMONA, J. P. S. F. Utilização da biotecnologia para a estabilização de solos: Precipitação de CaCO₃ por via enzimática. Dissertação de mestrado. Universidade de Coimbra. 78 p. Coimbra, 2016.

CARVALHO, D. M. C. Patologias das fundações: fundações em depósitos de vertente na cidade de Machico. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). p. 247. Universidade da Madeira. Funchal, 2010.

CARVALHO, R. C.; FIGUEIREDO, J. R. Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado segundo a NBR 6118: 2014. São Paulo: Editora Edufscar, 2014.

CINCOTTO, M. A. Patologias das argamassas e revestimentos: Análise e recomendações. In: Simpósio De Desempenho De Materiais E Componentes De Construção Civil, 1. 1988, Florianópolis, UFSC, 1988.

CLÍMACO, J. C. T. S. Estruturas de concreto armado: fundamentos de projeto, dimensionamento e verificação. 2ª edição. Brasília: Editora Unb, 2008.

COMIM, K. W.; ESTACECHEN, T. A. C. Causas e alternativas de reparo da corrosão em armaduras para concreto armado. Universidade Paranaense UNIPAR. Revista CONSTUINDO, Belo Horizonte, v. 9, Ed. Esp. de Patologia, p. 36 – 47, Jul – dez., 2017.

CORSINI, R. Trinca ou fissura?. São Paulo: Técnica. 160, p., jul. de 2010. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/160/trinca-ou-fissura-como-se-originam-quais-os-tipos-285488-1.aspx>. Acesso em: 6 set. 2020.

CREA-SC. Durabilidade das estruturas de concreto armado. (2008). Disponível em: <http://www.crea-sc.org.br/portal/index.php?cmd=artigos-detalle&id=84#.YEpJwehKjIX>. Acesso em: 10 mar. 2021.

CREMONINI, Ruy Alberto. Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares da região de Porto Alegre: Recomendações para projeto, execução e manutenção. Porto Alegre, 1988.

CUNHA, A.J.P & LIMA, N.A. SOUZA, V. C.M. Acidentes Estruturais na Construção Civil. São Paulo. Editora Pini, 2011.

DO CARMO, P. O. Patologia das construções. Santa Maria, Programa de atualização profissional — CREA — RS, 2003.

ERGUEL E. Projeto estrutural. (2017). Disponível em: <http://www.erguel.com.br/site/index.php/projeto-estrutural>. Acesso em: 07 out. 2020.

FIGUEIREDO, E. P. Efeitos da carbonatação e de cloretos no concreto. In: ISAIA, Geraldo Cechella (Ed.). Concreto: ensino, pesquisa e realizações. São Paulo: IBRACON, 2005.

FIGUEIREDO, E. P.; MEIRA, G. **Corrosión de armadura de estructuras de hormigón Corrosão das armaduras das estruturas de concreto Reinforcement corrosion of concrete structures**. Mérida - México, março de 2013. Disponível em: <http://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/06/bt60.pdf>. Acesso em: 01 mai. 2021.

FIGUEROLA, V. **Vazios de concretagem**. São Paulo: Técne. 109, abr. de 2006. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/109/artigo287074-1.aspx>. Acesso em: 6 set. 2020.

FILHO, A. C.; CARMONA, T. G. **Fissuração nas estruturas de concreto**. ALCONPAT Internacional Boletín Técnico Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción. 2013.

FREIRE, A. A. **Patologias da pintura: saiba evitá-las**. (2018). Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/patologias-da-pintura-saiba-evitalas/6272>. Acesso em: 01 abr. 2021.

GOOGLE EARTH. Disponível em: https://earth.google.com/web/search/Estrada+Adhemar+Bebiano+525+,+bairro+Del+castilho+RJ/@-22.87421899,-43.26811384,27.16139578a,343.075776d,35y,-179.766536h,36.29138684t,0r/data=Cp0BGnMSbQojMHg5OTdjMTVkJmJQ5NTgyNToweD FhNmZiNWYxZDVjZmJkNWEZJxWNtb_fNsAhw2kcRTGiRcAqNEVzdHJhZGEGQWRoZW1hciBCZWJpYW5vIDUyNSAsIGJhaXJybyBEZWwgY2FzdGlsaG8gUkoYAiABliYKJAnhMBG2C1oXwBESDmdTgKVDwBILzgfZvuk7wCGbeDPdQY9OwA. Acesso em: 01 mai. 2021.

GOOGLE MAPS. Disponível em: https://streetviewpixels-pa.googleapis.com/v1/thumbnail?panoid=vcqqltKjCZs1rfEtbP6PSQ&cb_client=search.gws-prod.gps&w=408&h=240&yaw=225.65237&pitch=0&thumbfov=100. Acesso em: 01 mai. 2021.

GUPTA, S.; PANG, S. D.; KUA, H. W. **Autonomous healing in concrete by bio-based healing agentes – A review**. *Construction and Building Materials*, v. 146, n. August, p. 419–428, 2017.

HELENE, P. ANDRADE, T. **Concreto de cimento Portland:materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. São Paulo: Ibracon, 2007. V2, Cap. 27, p. 905 -944.

HELENE, P. **Manual de Reparo, Proteção e Reforço de Estruturas de Concreto**. Editora Reabilitar, São Paulo, 2003.

HELENE, P. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo: PINI, 1992.

HELENE, P. ANDRADE, T. **Concreto de cimento Portland:materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. São Paulo: Ibracon, 2007. V2, Cap. 27, p. 905 -944.

HUSSEIN, J. S. M. **Levantamento de patologias causadas por infiltrações devido à falha ou ausência de impermeabilização em construções residenciais na cidade de Campo Mourão – PR**. 2013.

IANTAS, Lauren Cristina. **Estudo de caso: análise de patologias estruturais em edificação de gestão pública**. Monografia (Especialista em Construção de Obras Públicas no Curso).58fl.Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2010.

IME JÚNIOR. **Importância do projeto estrutural.** (2016). Disponível em: <https://imejunior.com.br/2016/11/17/importancia-projeto-estrutural/>. Acesso em: 07 out. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE TINTAS E TEXTURA. **Descascamento.** (2016). Disponível em: <https://ibraclube.wordpress.com/2016/06/21/descascamento/>. Acesso em: 01 mai. 2021.

KAEFER, L. F. **A evolução do concreto armado.** São Paulo, 1998. 43 p. PEF 5707 – Conceção, projeto e realização das estruturas: aspectos históricos – 1998.3. Disponível em: <http://www.lem.ep.usp.br/pef605/HistoriadoConcreto.pdf>. Acesso em: 01 mai. 2021.

KLEIN, T. A. **Estudo comparativo entre edificações com estrutura em concreto armado e alvenaria estrutural.** Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Centro Universitário UNIVATES. Lajeado. 2015.

LEAL, U. **Quando as fissuras em paredes preocupam.** *Téchne*, São Paulo, 70, Jan. 2003. Disponível em: <http://techne.kubbix.com/engenharia-civil/70/artigo287252-1.aspx>. Acesso em: 6 set. 2020.

LOTTERMANN, A. Fo. **Patologias em estruturas de concreto: estudo de caso.** Monografia (Graduação). 66fl. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí, RS. 2013.

LUCENA, F. **História do Edifício A Noite.** (2015). Disponível em: <https://diariodorio.com/histria-do-edificio-a-noite/>. Acesso em: 14 mai. 2021.

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

MILITITSKY, J., CONSOLI, N. C., SCHNAID, F. **Patologia das Fundações.** São Paulo: Oficina de Texto, 2008.

MILITITSKY, J., CONSOLI, N. C., SCHNAID, F. **Patologia das Fundações.** São Paulo: Oficina de Texto, 2005.

MOLIN, D.C.C.V. **Fissuras em estruturas de concreto armado: Análise das manifestações típicas e levantamento de caso ocorrido no estado do Rio Grande do Sul.** Lume Repositório digital. Rio Grande do Sul. 1988.

NAKAMURA, J. **Cobrimento de armaduras.** São Paulo: Equipe de obra. 45, dezembro de 2011. Disponível em: <http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/45/cobrimento-de-armaduras-espessura-de-camada-de-concreto-sobre-250451-1.aspx>. Acesso em: 6 set. 2020.

NBR 9575. Impermeabilização – Seleção e projeto –. Rio de Janeiro, 2010.

NBR 6118. Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

OLIVEIRA, D. **Levantamento de causas de patologias na construção civil.** Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <https://fibersals.com.br/blog/danos-estruturais-causados-pela-infiltracao/>. Acesso em: 28 set. 2020

OLIVEIRA, G. B. A. **Estudo de caso de patologias em revestimento cerâmico em fachada de um edifício em Brasília-DF.** Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Centro Universitário De Brasília. Brasília. 2015.

PACHECO, F. **Análise da confiabilidade dos mecanismos de autorregeneração do concreto em ambientes agressivos de exposição**. Tese (Doutor em Engenharia Civil). Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS. São Leopoldo. 2018.

PACHECO, F. **Concreto autoregenerante**. (2018). SINDUSCON. Disponível em: http://www.sinduscon-nh.org.br/public/files/arquivos_down/arquivo_download_65.pdf. Acesso em: 01 mai. 2021.

PIANCASTELLI, É. M. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de Concreto armado**. Ed. Departamento de Estruturas da EEUFMG – 2014.

RIGHI, G. V., **Estudo dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenção e correções – análise de casos**. 2008. 94f. Monografia (Pós-Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Maria Centro de Tecnologia. Santa Maria. 2008.

RODRIGUES, E. **Importância do projeto ou cálculo estrutural**. (2015). Disponível em: <http://www.dicadaarquitectura.com.br/2015/09/a-importancia-do-projeto-ou-calculo.html>. Acesso em: 07 out. 2020.

ROSCOE, M. T. **Patologias em revestimentos cerâmicos de fachada**. Monografia (Especialista em Construção Civil. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2008.

SANTOS, A. **Compatibilizar projetos reduz custo da obra em até 10%. 20 de março de 2013**. (2013). Disponível em: <http://www.cimentoitambe.com.br/compatibilizar-projetosreduz-custo-da-obra-em-ate-10/>. Acesso em: 10 mar. 2021.

SANTOS, A. **Trincas, fissuras, fendas e rachaduras exigem cuidado**. IBDA, 201-?. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=17&Cod=157>. Acesso em: 6 set. 2020.

SANTOS, C. F. dos. **Patologia de estruturas de concreto armado**. Monografia (Graduação).91fl. Universidade Federal De Santa Maria. Santa Maria, RS. 2014.

SANTOS, S. S. **Patologias construtivas em revestimentos de fachada**. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte. Natal. 2019.

SANTUCCI, Jô. Patologia e desempenho das construções. Crea-RS – Conselho em revista, Porto Alegre, 2015.

SCHIERLOH, M. I. ORTEGA, N. F. y SEÑAS, L. Estudio Experimental de La Fissuración por Corrosión de Armaduras em Vigas com diferentes Hormigones em Anais do CONPAT-2005 no Paraguay.

SILVA, I. M. M.; SANTOS, G. D. M. **Levantamento e análise de fissuras em elementos estruturais de concreto armado em edificações no município de Serra – ES**. Artigo (Bacharel em Engenharia Civil). Faculdade Capixaba da Serra – Multivix. 2018.

SILVA, Leandro Bernardo. **Patologias em alvenaria estrutural: causas e diagnóstico**. Monografia (Graduação). 76 fl. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2013.

SILVA, M. T. A. et al. **Avaliação do ensaio de ultrassom para a estimação da profundidade de fissuras em concreto**. Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción. Revista ALCONPAT, Volume 9, Número 1 (janeiro – abril 2019): 79 – 92

SOUZA, M.F. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. 2008. 64f. Monografia (Especialista em construção civil) Minas Gerais, 2008, Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: <http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg1/Patologias%20Ocasionadas%20Pela%20Umidade%20Nas.pdf>. Acesso em: 6 set. 2020.

SOUZA, Vicente Custodio Moreira; RIPPER, Thomaz. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**. 1ª Edição. Editora Pini. São Paulo, 1998.

SOUZA, Vicente Custodio Moreira; RIPPER, Thomaz. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**. 5ª Edição. Editora Pini. São Paulo, 2009.

STORTE, M. (2014) Manifestações patológicas na impermeabilização de estruturas de concreto em saneamento. 2014.

SUMENSSE, K. C. A; SANDERS, C. Patologia de Fundações. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Técnico em Edificações) – Instituto Federal do Paraná, Foz do Iguaçu, 2016.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: Pini; EPUSP; IPT, 1989. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAhH04AJ/trincas-edificios-causas-prevencao-recuperacao-eng-ercio-thomaz-102>. Acesso em: 6 set. 2020.

TRINDADE, D. dos S. **Patologia em estruturas de concreto armado**. Monografia (Graduação). 88fl. Universidade Federal De Santa Maria. Santa Maria, RS. 2015.

TUTIKIAN, B; PACHECO, M. Inspección, Dianóstico y Prognóstico em la construcción Civil. Revista Alconpat. Mérida, México, 2013.

VALLE, J. B. de S. **Patologia das alvenarias: causa / diagnóstico / previsibilidade**. Monografia (Especialização em Tecnologia da Construção Civil). 85fl. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2008.

VALLE, Juliana Borges De Senna. **Patologia das alvenarias: causa / diagnóstico / previsibilidade**. Monografia (Especialização em Tecnologia da Construção Civil). 85fl. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2008.

VASCONCELOS, Augusto C. O Concreto no Brasil: Recordes - Realizações - História. São Paulo, Copiare, 1985.

VELOSO, H. **Fissuras em edificações**. Disponível em: <https://blogdopetcivil.com/2014/04/23/fissuras-em-edificacoes/>. Postado em 23 abr. 2014. Acesso em: 22 set. 2020.

VELOSO, H. **Fissuras em edificações**. Disponível em: <https://blogdopetcivil.com/2014/04/23/fissuras-em-edificacoes/>. Postado em 23 abr. 2014. Acesso em: 20 mar. 2021.

VELOSO, H. **Fissuras em edificações**. Disponível em: <https://blogdopetcivil.com/2014/04/23/fissuras-em-edificacoes/>. Postado em 23 abr. 2014. Acesso em: 01 mai. 2021.

VERÇOZA, Enio José. Patologia das Edificações. Ed. Sagra, 1991.

VIEIRA, T. L. **Fissuras em concreto: estudos de caso em Florianópolis**. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2017.

VITÓRIO, Afonso. **Fundamentos da patologia das estruturas nas perícias de engenharia**. Instituto Pernambucano De Avaliação E Pericia De Engenharia. Recife, 2003.