

PATOLOGIA EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO: PESQUISA DE CAMPO COM ANÁLISE E PROPOSTA DE MELHORIA EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO NA CIDADE DE SINOP-MT

EDIVALDO DE LIMA JUNIOR ¹
VINÍCIUS GONSALES DIAS ²

RESUMO: Ao se projetar e executar estruturas que utilizam como sistema estrutural o concreto armado, é necessário o conhecimento e aplicação das normas que regulamentam sua produção e execução, cuidados esses que garantem a eficiência do sistema, segurança ao usuário, vida útil adequada e a não incidência de efeitos patológicos que causem problemas graves à utilização da edificação. Esta pesquisa buscou abordar este tema, apresentando uma trilha de conhecimentos sobre o concreto armado, aprofundando sobre os efeitos importantes a serem considerados nos tipos de edificações e possíveis de se realizar comumente em construções. Também, foram apresentados os efeitos patológicos comuns nas estruturas de concreto armado, como também as técnicas de restauração e manutenção possíveis. A realização da pesquisa de campo foi na cidade de Sinop, Mato Grosso por meio de um diagnóstico em uma edificação multifamiliar, apresentando os problemas patológicos presentes na estrutura desta edificação. A observação foi realizada por meio de registro fotográfico, sendo analisadas as possíveis causas e soluções para a melhoria e eliminação dos motivos patológicos. Se propõe o aprofundamento do estudo, com vistoria técnica mais aprofundada, já que, internamente, os efeitos possam ser mais graves do que os estéticos apresentados. Conclui-se, com a pesquisa, a importância do estudo mais preciso em patologias sobre estruturas de concreto armado, este tendo o objetivo de melhorar e manter a eficiência da edificação, ao longo de sua vida útil, o que evidencia a necessidade de contínuo aperfeiçoamento do profissional de engenharia para aplicação de técnicas eficientes em obras de reparo.

Palavras chaves: Concreto Armado; Construção; Patologias.

PATHOLOGY IN ARMED CONCRETE STRUCTURES: FIELD RESEARCH WITH ANALYSIS AND PROPOSED IMPROVEMENT IN ARMED CONCRETE STRUCTURES IN THE CITY OF SINOP-MT

ABSTRACT: When designing and executing structures that use reinforced concrete as a structural system, it is necessary to know and apply the rules that regulate its production and execution, care that guarantees the efficiency of the system, safety to the user, adequate life and no impact pathological effects that cause serious problems to the use of the building. This research sought to approach this theme, presenting a trail of knowledge about reinforced concrete, delving into the important effects to be considered in the types of buildings and possible to be carried out commonly in constructions. Also, common pathological effects on

¹ Acadêmico de Graduação, Curso de Engenharia Civil, UNIFASIPE Centro Universitário, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: edivaldolima@hotmail.com.

² Professor Especialista em Engenharia contra Incêndio e Pânico, Curso de Engenharia Civil, UNIFASIPE Centro Universitário, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: viniciusgonsalesdias@gmail.com.

reinforced concrete structures were presented, as well as possible restoration and maintenance techniques. The field research was carried out in the city of Sinop, Mato Grosso through a diagnosis in a multifamily building, presenting the pathological problems present in the structure of this building. The observation was carried out by means of a photographic record, analyzing the possible causes and solutions for the improvement and elimination of pathological reasons. It is proposed to deepen the study, with a more in-depth technical inspection, since, internally, the effects may be more serious than the aesthetic ones presented. It is concluded, with the research, the importance of the most accurate study in pathologies on reinforced concrete structures, this aiming to improve and maintain the efficiency of the building, throughout its useful life, which highlights the need for continuous improvement of the engineering professional to apply efficient techniques in repair works.

Keywords: Reinforced Concrete; Construction; Pathologies.

1. INTRODUÇÃO

O homem, a várias décadas, vem procurando melhorar os materiais empregados nas construções civis. No passado, as construções eram feitas por tentativas e erros até se chegar a um bom resultado, mas, com o avanço tecnológico atual, o setor da construção civil foi um dos que se aproveitou para aplicar novas técnicas construtivas, como exemplos: os *softwares*, que estão sendo utilizados para auxiliar nos cálculos estruturais e a adição de aditivos nos componentes do concreto – que aceleraram ou tardam a cura, conforme necessidades do projeto (SANTOS, 2008).

Contudo, mesmo com todo o avanço, é comum que algumas construções apresentem anomalias chamadas de manifestações patológicas que, segundo a Norma de Inspeção Predial do IBAPE/SP (2012), são indicativos de problemas construtivos e podem ser classificadas, de acordo com sua origem, em externas e internas, as fraturas naturais e funcionais da edificação, entre outros, que serão tratados na pesquisa e aprofundadas para melhor compreensão da pesquisa de campo a ser realizada.

Ao se realizar o processo construtivo de edificações, com uso de estruturas de concreto armado, esta deve seguir normas e procedimentos específicos de projeto, tendo a função de garantir que a estrutura tenha qualidade e segurança estrutural. Quando estes processos são infringidos por projetista ou executor, uma das causas a se apresentarem é o aparecimento de efeitos patológicos no concreto, que são visíveis na parte externa da edificação ao longo do tempo. Estes efeitos prejudicam a vida útil da edificação, sua usabilidade e, em alguns casos, levam ao colapso da mesma, chegando ao chamado Estado Limite Ultimo (ELU) (NBR-6118, ABNT, 2014 e CHEREM; SILVA, 2017).

Segundo Zuchetti (2015), as normas vigentes e o crescimento do setor da construção no país levam à busca, cada vez mais, de sistemas e mecanismos que garantam a segurança da estrutura edificada. Diante dessa análise, o tema desta pesquisa mostra-se relevante, apresentando-se as interferências internas e externas em estruturas de concreto armado, e quais as metodologias utilizadas para seu restauro e eliminação das patologias apresentadas. Justifica-se o estudo por condicionar ao aprofundamento do conhecimento acerca das patologias, suas causas e tratamento em estruturas de concreto armado.

Com a intenção de compreender o tema abordado e argumentar sobre as causas e soluções acerca das patologias em estruturas de concreto armado, a pesquisa se apresenta com a problemática: Quais soluções e melhorias do sistema construtivo para resolução de patologias e seus efeitos em estruturas de concreto armado? Com o intuito de buscar respostas ao problema, o objetivo deste trabalho visa analisar e identificar as possíveis manifestações

patológicas em edificações de concreto armado e, assim, propor soluções viáveis de acordo com as falhas identificadas, sendo delimitado o estudo em uma edificação residencial multifamiliar.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Patologia das estruturas de concreto

No setor da construção civil, as transformações tecnológicas e de procedimentos de execução estão em pleno crescimento com as novas técnicas de projetos, estética e a melhor composição dos materiais, são exemplos que surgem no mercado anualmente. A percepção dessa exigência pelo mercado da construção é um desafio aos profissionais de projeto e execução de estruturas de concreto armado. Por serem novos sistemas construtivos, podem não ter passado por padronizações que garantam sua qualidade/segurança, como a inexperiência do projetista/executor em relação ao sistema utilizado e ocasionar patologias (MONTEIRO et al., 2017).

Patologias é um conceito utilizado em diversas áreas para representar problemas. Na área da ciência médica, é comumente conhecido o termo, onde busca-se compreender as anomalias, para que as resoluções tenham maior grau de sucesso. Do grego, seu significado é *pathos* (sofrimento, doenças) e *logia* (ciência, estudo); no ramo da engenharia, a compreensão de patologia é importante para a projeção de estruturas eficientes (BOLINA; FONSECA; HELENE, 2019).

Recena (2014) apresenta, em seu estudo, que, além de seguir as normas técnicas para evitar patologias, também é importante acompanhar o material a ser utilizado no momento da entrega e checar se estão nos padrões necessários, ou seja, estar munido de dados que facilitem a interpretação no campo da obra, pois, ao término da construção, a mesma já passa a sofrer com as ações externas, que irão influenciar em sua vida útil. Mas também, há a responsabilidade do proprietário em realizar manutenções no decorrer dos anos.

Por apresentar uma boa resistência, os projetistas acreditavam que o concreto era eterno, nunca precisaria de manutenção. Hoje, se sabe que não é verdade. Com o tempo, o material apresenta anomalias devido às solicitações mecânicas e diversos climas e ambientes (BOLINA, 2019).

Lopes (2019), em sua pesquisa sobre a concepção de projetos, pontua que os projetistas devem se municiar de dados – elementos que traduzam a segurança estrutural, economia e que facilite a interpretação no campo de obra. No momento da execução, a responsabilidade do construtor é verificar a locação dos elementos e dimensões especificadas em projeto. Ao proprietário, cabe realizar as manutenções necessárias para garantir a durabilidade e a vida útil da edificação.

Consoli (2006), em sua pesquisa, coloca que, em relação a patologias de estruturas de concreto armado, devem ser compreendidas como um processo que necessita ser interpretado e respaldado cientificamente sobre os efeitos ocorridos. Esse diagnóstico deve observar as causas que levam ao surgimento patológico, compreendendo um estudo que demonstre o processo evolutivo da manifestação apresentada, dando uma avaliação que pode ir de leve a grave. O cuidado deve estar em seguir um planejamento de identificação e observar as influências de cada etapa na investigação da origem do dano apresentado.

Oliveira; Medeiros; Mazer, (2018) argumentam que, ao se projetar estruturas de concreto armado, as normas da ABNT NBR 6118:2007 e ABNT NBR 12655:2006 trazem os mecanismos mais comuns que causam deterioração da estrutura, as quais se apresentam de diversos formatos e espessuras, o que facilita, ao profissional, a identificação das causas e soluções.

2.2 Causas mecânicas de deterioração

Brandão (1998) diz que, em se tratando de concreto, este apresenta, ao final de seu processo de cura, propriedades parecidas com a de rocha. O que mais afeta estas estruturas é o ataque químico, devido à suscetibilidade da pasta de cimento, devendo ser projetado e executado de maneira a aumentar as resistências do mesmo aos agentes nocivos. A deterioração nessas estruturas afeta, em grande parte, a pasta de cimento, sendo que, na maioria das vezes, o agregado utilizado não sofre grandes mudanças ou ataques, isso é devido às características naturais do agregado, por serem rochas trituradas na medida necessária ao uso na produção do elemento estrutural.

Segundo Souza e Ripper (1998), os agentes mecânicos que causam patologias em estruturas de concreto se apresentam em forma de fissuração devido aos esforços de flexão, esmagamento, flexocompressão, cisalhamento, torção e tração, também são apresentadas por choques de veículos e incêndios.

Trindade (2015) comenta que o choque de veículos pode ser causador de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado, o que afeta diretamente a resistência mecânica da estrutura e levar ao colapso desta. É muito comum ocorrer em pilares, estruturas de pontes e locais com circulação de veículos como estacionamentos. Para isso, aplicação de equipamentos de proteção e sinalização nestes são importantes com a intenção de minimizar o risco de acidentes. O autor, também, comenta que ações advindas de inundações, sismos, incêndios, são exemplos menos correntes, mas que devem ser considerados ao projeto estrutural da edificação. Estes, aplicados juntamente com sistemas de proteção, colaboram com a durabilidade e segurança dos usuários.

Para Souza; Ripper (1998) e Bolina; Fonseca; Helene (2019), as estruturas de concreto apresentam “doenças” que devem ser consideradas e observadas ao longo da vida útil da estrutura, se apresentam na parte interna e, ao longo do tempo, na camada externa, esta última quando há maiores problemas e riscos estruturais. Ao compreender as origens, colabora na execução de reparos, buscando, ao final, que os problemas ocorridos não voltem a aparecer, o que se dá, muitas vezes, devido à falta de processos ou por erros no momento de execução do reparo.

2.3 Causas físicas de deterioração

Para Matos e Dias (2018), as causas físicas de deterioração nas estruturas de concreto armado são causadas pelas ações naturais, como: temperatura, vento, insolação direta na estrutura, presença de água em excesso, são exemplos de causas físicas que influenciam no concreto no momento de cura, endurecimento e durabilidade do concreto.

Longhi, Fonseca e Roberto (2019) e Souza; Ripper (1998) observam que, em locais onde o inverno é rigoroso, a ação do gelo é um dos fatores a ser considerado no momento de execução da concretagem, porque o clima frio afeta a ação de pega do mesmo, causando má absorção dos poros, expandindo-os ao longo da peça e formando fissuras. Outro exemplo de ação que causa fissuração em concreto é a contração plástica, que ocorre no momento de fabricação das peças de concreto, onde a água presente evapora rapidamente prejudicando a pega do concreto.

Em concreto armado, as estruturas metálicas estão presentes para aumentar a qualidade, resistência e segurança estrutural. Quando as deteriorações físicas causam fissuras em sua estrutura, podem ocasionar a corrosão dessas armaduras. Um dos agentes que levam a esses efeitos é a água que, em sua composição, apresenta soluções ácidas e alcalinas, isso leva corrosão úmida; contrapondo esse tipo de origem, também, pode-se apresentar a corrosão seca, causada devido a altas temperaturas (BERTOLINI, 2010).

Gonçalves (2015) complementa que, em construções de fundações, as estruturas de concreto armado podem apresentar patologias devido à ação de deterioração em decorrência das ações físicas de interferências. Os cuidados no momento da projeção e execução seguem a mesma orientação a todas as outras modalidades de estrutura, e devem seguir as normas de projeto e execução, pois estas buscam proteger a estrutura de problemas que podem colocar em risco sua durabilidade. Outro fator que afeta essas estruturas é o chamado recalque, que pode levar ao deslocamento das superestruturas, como vigas e pilares.

2.4 Fissuras

Recena (2014) ressalta que fissuras de retração são comuns em peças de concreto, ocorrem no momento de seu lançamento nas formas. É nesse ponto que a chamada exsudação pode ocorrer e leva o agregado para o fundo da forma. Com isso, os espaços vazios, que deveriam ser preenchidos pelos agregados, não são e começam a apresentar fissuras levando a estrutura a apresentar deformação e sedimentação de agregados.

A retração plástica no concreto ocorre por meio da secagem do concreto, é a chamada retração autógena, que pode levar ao aparecimento de fissuras, prejudicando a resistência do concreto, colaborando para a interferência de agentes agressivos. Autores comentam que estudos na área demonstram que essa patologia se apresenta no momento da pega do material, ainda quando está no estado fresco e em suas primeiras idades, já que o concreto ainda está frágil a pequenas perturbações (GIROTTI et al 2014; apud PENÃ, 2004).

Segundo Lapa (2008), o concreto armado (CA), em seu estado plástico, pode sofrer o chamado assentamento plástico, que se apresenta no momento do lançamento onde ocorre a acomodação por gravidade dos sólidos da massa de concreto, isso é, sedimentação. Já em caso oposto, pode-se apresentar a exsudação, que é a movimentação do ar e água, que está aprisionada dentro do concreto ainda em estado fresco, está muito influenciada pela ação do meio ambiente, é chamada de dessecação superficial, pois afeta diretamente a água, que é importante para a cura do mesmo.

2.5 Corrosão

Bertolini (2010), em seu livro, argumenta que a corrosão em elementos estruturais é uma das patologias mais comuns. Em edificações de maior porte, o risco é elevado devido a cargas superiores se somarem ao piso térreo, e assim o risco de colapso é elevado. O fogo é outro perigo, pois causa alteração da resistência ao escoamento e rigidez do aço, sendo de grande importância, nessa situação, os sistemas e elementos de segurança contra incêndio. Finalizando, o autor apresenta o risco devido ao contato da água com as estruturas de aço, exemplos como: maresia, água do mar em excesso e, não menos impactante, a água doce.

As reações químicas que ocasionam redução à área de aço é a chamada oxirredução, que ocorre devido a troca de elétrons, formando os chamados cátodos e ânodos; este processo pode ser chamado de corrosão, ou combustão. Na primeira, é percebida devido a interação do material com o meio externo, causando a destruição da camada externa do aço, e leva a sua perda de resistência e deterioração a longo prazo. Na segunda, é devido a reação exotérmica que decorre da presença de substância combustível, e gases comburentes, liberando luz e calor (FUSCO, 2013).

A Norma NBR-6118 (ABNT, 2014), em sua descrição, apresenta os tipos de mecanismos que afetam a estrutura. São conhecidos como lixiviação, que é o movimento da água nas estruturas de concreto com infiltração, prejudicando a durabilidade da estrutura e suas armaduras. Também ocorre a expansão da armadura por sulfatos e a reação álcali-agregado.

Outra forma de corrosão é a despassivação, que trata da carbonatação e ação de cloretos referentes às armaduras de aço.

Pellizzer et al (2018) comenta que, quando ocorre a degradação mecânica, a corrosão é o principal fenômeno que irá afetar as estruturas de aço, que levará à expansão do aço e, com o aumento de sua seção, ocasiona o desprendimento do revestimento de concreto da peça. Para comprovar essa afirmação, o autor apresenta estudos realizados nos Estados Unidos da América nos anos 90, expondo que 40% dos problemas estruturais foram em decorrência da corrosão das armaduras, sendo que alguns desses casos precisaram de intervenção imediata.

Cerca de 3 a 4% do Produto Interno Bruto dos países industrializados são utilizados para correção de estruturas que sofreram com a corrosão. Indicada que para evitar esses gastos, a principal solução é aplicar as manutenções necessárias e inspeções, que tem como objetivo garantir a vida útil da estrutura e eliminar patologias na fase inicial (PELLIZZER et al, 2018).

De acordo com Andrade (1992 apud Pellizzer, 2015), quando a corrosão diminui a capacidade mecânica do aço, prejudicando a aderência que há entre aço/concreto, o volume do aço corroído aumenta a seção de 3 a 10 vezes, causando tensões consideráveis, expandindo o concreto até seu rompimento, chamado de *spalling*, em inglês.

2.6 Técnicas de recuperação de estruturas de concreto armado

Reis (2001) pontua que a recuperação de estruturas de concreto armado deve ser realizada buscando o bom desempenho final, garantindo que o reforço executado esteja adequado ao projeto e ao uso do sistema construtivo.

Silva (2018) comenta que essa etapa de recuperação deve passar por procedimentos a serem executados com eficiência, e devem seguir procedimentos mínimos adequados para que as estruturas sejam capazes de retornar à sua capacidade original ou superior de resistir às forças atuantes. Nesse processo, a busca é eliminar os efeitos de patologias, com o intuito de que sua aparência final fique como se nunca tivesse passado por tal problema.

Santos (2015) comenta que, ao retirar-se toda a oxidação das peças, é necessário que se reconstrua o revestimento das novas estruturas com concreto bem adensado e de boa resistência para que a estrutura não sofra mais com a ação de agentes agressores, como umidade e ácidos agressivos. Toda essa busca é para que a camada passivadora do aço não seja atingida.

2.6.1 Etapas de recuperação

A primeira a ser apresentada é a técnica de polimento, a qual Helene (1992) argumenta que o polimento será utilizado para melhorar e diminuir a aspereza do concreto após um desgaste natural, tendo partículas soltas; com o equipamento de lixadeira, passada na superfície até atingir a uniformidade da peça, essa técnica tem alta produtividade, mas exige mão de obra especializada.

O polimento é realizado para a restauração da textura, utilizado em situações quando o aspecto rústico da peça não é aceitável. Pode ser realizado manualmente ou com apoio de lixadeiras portáteis para polimento mecânico da peça de concreto. Em obras de grande porte, a utilização de equipamento de politriz é indicado pela característica da obra, trazendo agilidade e economia na obra (SANTOS, 2017).

Muci et al. (2014) comenta que, ao se fazer uma preparação e uma limpeza inadequada, pode afetar o sucesso do reparo e também do reforço empregado na estrutura com problema, os detalhes dessas etapas estão descritos a seguir. Como o concreto fica exposto ao meio ambiente, as ações ambientais agressivas podem causar patologias que necessitem de limpeza antes da realização do trabalho de recuperação. Para isso, utilizam-se jatos de água fria

ou quente, que irá remover óleos, graxas, pinturas, entre outras partículas que alojadas na superfície da peça de concreto armado, colabora na degradação deste (HELENE, 1992).

Conforme SANTOS (2017), em ambientes onde a agressividade pode ser advinda de ácidos imprevisíveis, se recomenda utilizar substâncias que neutralizem a ação das mesmas e melhorem as características de aderência do substrato. Ao final da aplicação, é realizada a lavagem da peça até a total retirada do ácido aplicado, pois este não deve ser aplicado quando a armadura estiver exposta.

Para Trindade (2015), outro tipo de solução aplicada para limpeza de superfícies expostas do concreto armado é a aplicação de substância alcalina, sendo necessários os mesmos cuidados prévios de limpeza da peça, executar a lavagem após a aplicação, mas não é exigida preocupação, caso esta tenha proximidade com a armadura, o que deve ser observado é se os agregados utilizados reagem à solução, o que causará a expansão, devido a reação álcali-agregado.

Santos (2017) apresenta que a terceira técnica para reestruturação de estruturas de concreto armado é a saturação com água, uma alternativa para preparar e melhorar a aderência da superfície antes da aplicação de argamassas e concretos de base mineral. O procedimento consiste na molhagem contínua da própria base ou no uso de elementos intermediários, como sacos de estopa e mangueira perfurada. A saturação dura, em média, 12 horas, e só então pode ser aplicado o cimento.

Outra técnica apresentada por Souza e Ripper (1998) é a aplicação de soluções mais profundas nas superfícies, o corte e remoção mais profunda de parte da camada de concreto degradada, realizado quando há a corrosão instalada das armaduras ou a possibilidade de haver corrosão mais agressiva. Este tipo de técnica é feito com martelo demolidor, deve garantir que todo o concreto deteriorado seja retirado e que as barras sejam imersas em meio alcalino. Dependendo da intensidade de degradação, da profundidade que irá ser cortada e da capacidade resistente residual, pode ser necessário programar o escoramento do elemento.

Para Tomé e Torres (2017), nos casos onde não há a possibilidade de reaproveitamento da estrutura devido ao risco à segurança, faz-se, então, a necessidade da demolição parcial ou total do concreto. A demolição pode ser executada por martelos demolidores, explosivos, hidrodemolição e agentes expansivos que provocam a desagregação do concreto. A técnica da hidrodemolição, também, pode ser utilizada para o corte de concreto. A escolha do método adequado de demolição irá depender do tipo de estrutura e de condições locais.

2.6.2 Tratamento de fissuras

Oliveira (2015) e Santos (2014) orientam que, para a realização do reparo de fissuras, o objetivo do bloqueio é impedir a passagem de agentes químicos, físicos e biológicos que poderiam comprometer a estrutura e melhorar a estética ao imóvel. Para essa atividade, é necessário entender que existem fissuras passivas e ativas. As passivas, também chamadas de mortas, tem sua estabilidade em relação ao tamanho e profundidade; as fissuras ativas, chamadas de vivas, demonstram movimentação e têm o agente de causa atuante na estrutura. Os reparos devem ser realizados levando em consideração o identificador da causa da patologia de fissura e o tipo de formato geográfico desta.

Muci et al. (2014) comentam que outra técnica de reparo de fissuras é a injeção, que tem a função de reparar, preenchendo com material adequado as fissuras menores que 0,1mm, realizando-se injeção sob baixa pressão, naquelas de 3mm, a injeção é por gravidade. O procedimento faz-se por um furo de 10mm, espaçados entre 50 a 300mm, é feita a limpeza dos furos, injeta-se o material até seu total preenchimento.

As fissuras verticais se apresentam, verticalmente, na argamassa entre os blocos construtivos, tendo sua ocorrência devido à resistência insuficiente dos elementos construtivos utilizados. Ainda tem a fissura na diagonal, presente nos vértices das aberturas dos portais e janelas, causada devido à falta de elementos chamados de vergas e contravergas, que afetam a forma como as cargas são aplicadas na estrutura conjunta. Fissuras por recalque diferencial na fundação apresentam-se diagonalmente, podendo partir na face do pilar. Este, quando sofre recalque na fundação, pode ser devido a efeitos causados por construções vizinhas, vibrações, rebaixamento do lençol freáticos, e alterando o solo. Ainda aparecem as fissuras com deformação dos elementos estruturais, as quais têm sua causa devido à subdimensão dos elementos construtivos, o que a deixa suscetível a problemas com deformação excessiva e carga atuante muito maior do que a prevista no projeto estrutural (ZANZARINI, 2016).

Vieira (2017) coloca outra técnica de reparo em estruturas chamada de Selagem, utiliza-se para vedação do bordo de peças de concreto armado, onde se apresentam as fissuras ativas. O material utilizado é aderente, que tem a função de resistência mecânica e química, tem seu módulo de elasticidade a fim de garantir a adaptação do material no interior das fissuras e garantir seu total preenchimento. Realiza-se furos de 10mm e executa-se o preenchimento da mesma, para aberturas entre 10 e 30mm, seguindo-se os passos: Abertura da trinca em formato da letra “VÊ”, criando um sulco de aproximadamente 10mm a 30mm respectivamente. Deve-se limpar o mesmo para que o enchimento da fenda com o graute e as bordas devam ser seladas com produto à base de epóxi.

Também, pode-se realizar a chamada costura de fissuras, utilizando-se armadura adicional, que unirá as partes que sofreram rompimento do concreto, unindo-as novamente. Esta é recomendada quando a fissura está isolada, o que se realiza junto a isso é o alívio das cargas, que estão na região adjacente ao reparo. Os grampos devem ser dispostos aleatoriamente a fim de minimizar os esforços de linha (EVANGELHO, 2013).

Trindade (2015) comenta que, ao passar dos anos, a construção recebeu contribuições da tecnologia, e hoje possui diversos tipos de materiais e sistemas de construção, o que possibilitou uma vasta diversificação de projetos na construção civil com edificações mais altas e menor tempo na execução. Com isso, surgiram diversas patologias empregadas pela falta de técnica empregada e mau uso dos materiais junto à construção das edificações.

Bastos (2019) ressalta que a construção em concreto armado é a mais antiga e é uma das técnicas construtivas mais empregada por sua importância estrutural. Sendo assim, o concreto não pode sofrer reparos na sua capacidade de carga, uma vez que o concreto armado está consolidado. Segundo Granato (2002 apud Santos, 2012), os reparos semi-profundos são realizados entre 2 e 5 cm e atingem a armadura em algumas situações. Nesse caso, devem ser realizados com critérios, pois a carga da estrutura será suportada pelo reparo.

Para Reis (2001), à realização de um reparo de boa qualidade, primeiro deve-se analisar a profundidade do dano na estrutura de concreto e as possibilidades de reparos que podem ser aplicadas no dano causado na estrutura, sendo que podemos classificar como: rasos, superficiais, semi-profundos e profundos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

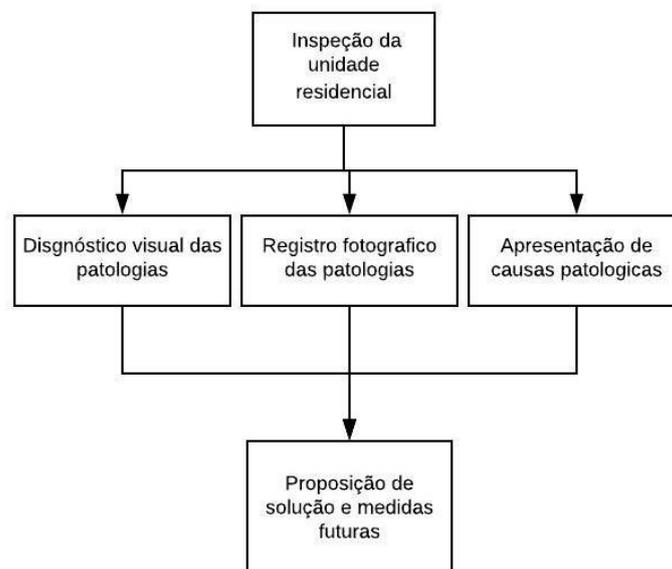
O presente estudo foi realizado no município de Sinop, estado de Mato Grosso, sendo realizado um diagnóstico fotográfico das estruturas de concreto armado de uma edificação multifamiliar, com área construída em aproximadamente 1500 m². Possui estacionamento térreo e um total de 21 apartamentos. A construção tem, aproximadamente 20 anos, a pintura já se encontra com problemas, apresentando evidências de trincas, rachaduras, infiltrações, o que colabora para o aumento dos problemas relacionados à estrutura, se

mostrando viável e relevante a realização desta pesquisa, contribuindo para o aprofundamento do estudo prático. Na realização de vistoria das patologias, foram considerados e detalhados nesta pesquisa as que mais se destacam, e estão presentes em todo entorno do prédio e também nos ambientes internos vistoriados, permitindo aprofundar o estudo, apresentando um diagnóstico e quais interações que deram origem a essas patologias.

Esta pesquisa tem, como foco, analisar, de forma qualitativa, os processos patológicos em estruturas de concreto armado, determinando suas origens e causas, o que permitiu compreender os processos intrínsecos ao processo de recuperação de estruturas de concreto armado. A pesquisa de referencial teórico abordou as interrelações das causas de deterioração do concreto armado e suas patologias, contribuindo para a Pesquisa de Campo.

A etapa metodológica da pesquisa se dividiu em três etapas, sendo a primeira a vistoria predial por meio de registro fotográfico, seguido de um estudo diagnóstico observacional e elencando as possíveis causas e soluções indicadas para a busca de soluções eficientes aos problemas patológicos apresentados, apresentadas na figura 1.

Figura 01: Metodologia de trabalho



Fonte: Próprio 2020

Os dados coletados na pesquisa na unidade residencial multifamiliar foram reunidos e avaliados, gerando um estudo diagnóstico das patologias presentes na estrutura, definindo as causas prováveis e origens, se limitando, nesse momento, à identificação visual e fotográfica das anomalias patológicas, propondo, aos proprietários, a adoção de medidas imediatas para a solução, com busca de aprofundamento do estudo e aplicação de melhorias com profissionais especializados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As patologias em estruturas de concreto armado são geralmente percebidas nas edificações facilmente, tendo suas formas e geometrias variadas, causando, ao usuário da edificação, preocupação, pois o mesmo não tem conhecimento técnico para determinar que tal situação é grave ou não. Fernandes (2019) comenta que as tensões dos materiais da estrutura, quando acima da resistência característica de projeto, podem originar o aparecimento de aberturas com espessuras específicas, que demonstram a gravidade e, com isso, intervenções que devam ser analisadas para correção destas patologias. Essas anomalias se dividem entre

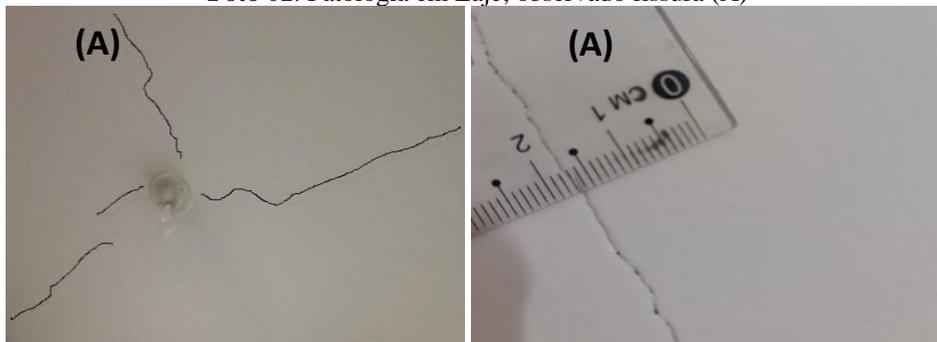
fissuras de até 0,5mm, trincas de 0,5 a 1,5mm, rachaduras de 1,5 a 5,0mm, fendas de 5,0 a 10,0mm, ou brechas que ficam acima de 10,0mm. A seguir, serão apresentadas todas as informações coletadas durante o processo de vistoria, como a análise do prédio e as manifestações patológicas presentes.

4.1 Manifestações patológicas em lajes

Nos ambientes internos dos apartamentos, é possível perceber a presença de fissuras na parte inferior da laje, nos quartos e sala, presentes em grande parte dos apartamentos observados, (foto 01 e 02), todas com espessura de até 1mm. Estas podem ser efeito de causas estruturais e de projeto da edificação, que, conforme Chaves (2017) apresenta, essas aberturas são causadas por efeitos da flexão, quando presentes, podem apresentar-se de diversos formatos geométricos, estando diretamente ligados ao comprimento e largura da estrutura, sofre grande influência da forma como foi realizada a esquematização da armadura nesses locais. A falta de espessura suficiente do concreto e a carga de projeto também podem ser maiores que o projetado no cálculo estrutural da edificação, o que pode levar ao aparecimento dessas patologias na parte inferior de lajes.

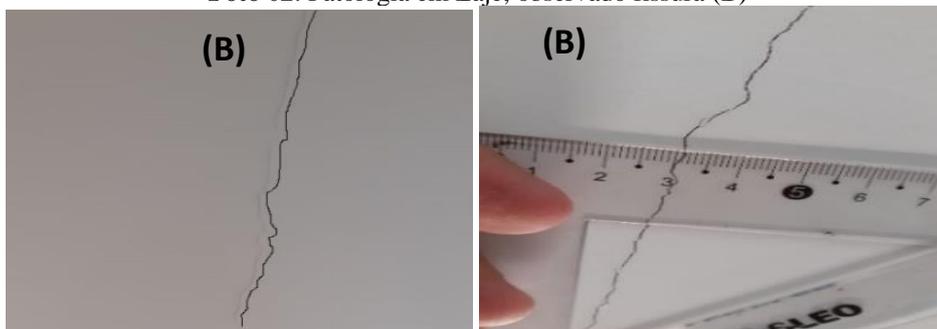
Para intervenções, neste caso, se indica a busca pelo projeto estrutural, o qual, no momento, não foi disponibilizado, pois a proprietária do imóvel não o localizou. Com o projeto, é possível observar se o sistema construtivo foi realizado de acordo com o planejado, e um estudo mais aprofundado deve buscar propor soluções com maior embasamento analítico, aplicando para a execução de melhorias e reparo das patologias apresentadas na edificação em estudo. Já que a realização de reparos superficiais, como a retirada da camada fissurada e pinturas superficiais, sem aplicação de soluções eficientes de recuperação, pode implicar em melhorias estéticas, não soluciona a origem da patologia, apenas minimiza sua visualização por parte dos usuários, levando, com o tempo, o aparecimento de novas fissuras na estrutura.

Foto 01: Patologia em Laje, observado fissura (A)



Fonte: Próprio (detalhamento fissura feita pelo autor 2020).

Foto 02: Patologia em Laje, observado fissura (B)



Fonte: Próprio (detalhamento fissura feita pelo autor 2020)

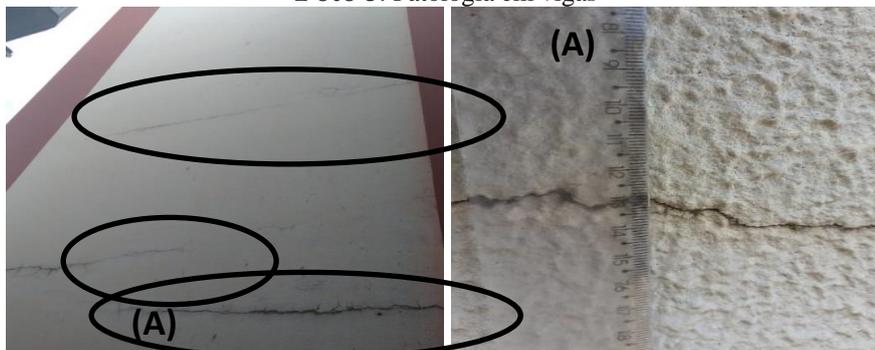
4.2 Manifestações patológicas em vigas

Na extremidade norte do prédio, são apresentadas trinca de 1mm entre as vigas, lajes e a alvenaria de vedação, as mesmas já se apresentam com considerado tempo de exposição, o que pode demonstrar que, por meio da foto 3, as fissuras se apresentam na extensão da parede que está em sistema de balanço. Krüger; Scheffer; Mikami (2015) comentam que a configuração geométrica em que se apresentam as fissuras, são decorrentes da deformação térmica na edificação, já que os diferentes materiais aplicados têm os coeficientes de dilatação térmica diferentes, e, ao longo do dia, a incidência da radiação provoca mudanças de temperatura e movimentação das estruturas. Com a vinculação da alvenaria e os elementos de viga e pilar de concreto armado ocorrem tensões de tração e cisalhamento, contribuindo para o aparecimento de patologias horizontais, conforme a que se apresenta na foto 3.

Zuchetti (2015) apresenta que aberturas horizontais, nestas localidades, têm suas causas, também, decorrentes de 3 situações mais comuns: prematuramente, se aplica o encunhamento da alvenaria; a segunda causa pode ser defeito nesse mecanismo aplicado; e, outra causa, muito comum nas edificações, são as deformações causadas por flexões das lajes e vigas que sustentam as paredes. Esta última, considerada mais grave, necessita de estudos mais específicos para determinação de sua presença e risco, devendo, por meio monitoramento das fissuras, verificar se as mesmas se apresentam ativas ou inativas, o que contribuirá para aplicação de medidas eficientes de eliminação das causas.

Righi (2009) apresenta uma solução prática para a solução do problema, realizando a abertura, limpeza e vedação das fissuras com preenchimento de poliuretano (PU), o que não age sobre as causas que dão origem à patologia, está sendo uma solução para eliminação das aberturas, caso essas não tenham relação com as movimentações por flexão das estruturas, apresentando bons resultados para situações em que ocorre a dilatação térmica dos materiais. Com a aplicação do PU, os efeitos de movimentação que se apresentam são aplicados no material e este contribui em não transmitir para a estrutura e a mesma não apresenta o surgimento de novas aberturas.

Foto 3: Patologia em vigas



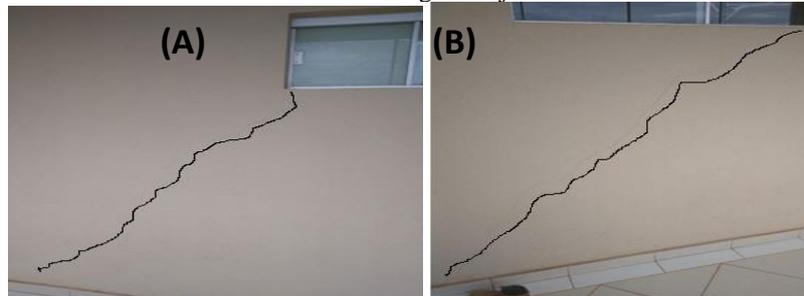
Fonte: Próprio 2020

4.3 Manifestações patológicas em gerais

Entre os corredores, se encontram aberturas classificadas como trinca de 1mm, no máximo, em praticamente todas as janelas, com formato de 45°. Chaves (2017) comenta que as derivações de temperatura e movimentação natural do solo geram concentração de tensões nos cantos de portas e janelas. Com isso, o aparecimento de fissuras/trincas, inclinadas a 45° (foto 4 e 5 – A e B), podem se apresentar nas quinas dessas aberturas. Como origem dessa patologia, tem-se a falta de estruturas chamadas de vergas e contravergas, armaduras de concreto armado, que são anexadas na parte superior de portas e janelas e na parte inferior de janelas.

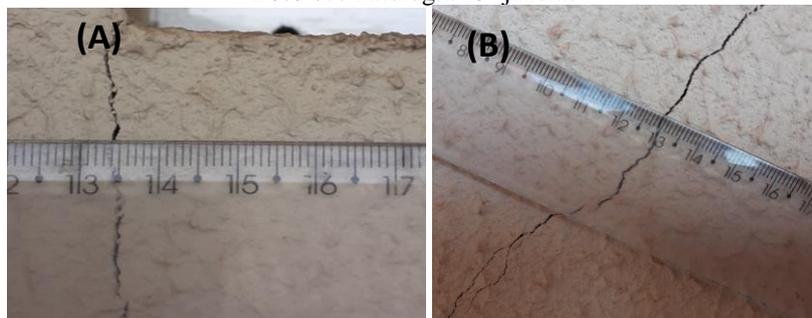
Milititsky (2008) comenta que as cargas da superestrutura são transmitidas para as estruturas de concreto armado da infraestrutura, as quais atuam diretamente no solo, apresentando diversos comportamentos que podem influenciar no surgimento de patologias. No momento de realização do projeto estrutural, deve-se considerar informações com base na resistência do solo, o que, às vezes, não são considerados e pode ocasionar recalque e aparecimento dessas patologias.

Foto 04: Patologia 45° janelas



Fonte: Próprio (detalhamento fissura feita pelo autor 2020)

Foto 05: Patologia 45° janelas



Fonte: Próprio 2020

Na foto 6, é possível perceber a presença de trincas na direção de 45°, indícios de recalque presente na estrutura de concreto armado, presentes nas aberturas das interligações das vigas e pilares. Também, pode ser observado pelo esmagamento da estrutura do portão de elevação (foto 7), onde o desnível é de 1cm, ficando evidente o recalque da estrutura em balanço do prédio naquela localidade.

Thomaz (2003 apud OLIVEIRA; MEDEIROS; MAZER, 2018) aborda que as fissuras de 45°, decorrentes de recalque estrutural da fundação, são, comumente, encontradas em edificação com fundação direta e que, muitas vezes, não se faz uso do estudo aprofundado do solo, o que contribui para essa patologia ser encontrada com facilidade nessas edificações. O autor, também, comenta que estruturas edificadas com estacas profundas podem apresentar esse tipo de patologia, o que é advindo de falhas na execução. Caso isso se comprove, a solução é realizar um estudo de reforço estrutural, o que deverá passar pela análise estrutural e de solo para proposição de soluções eficientes.

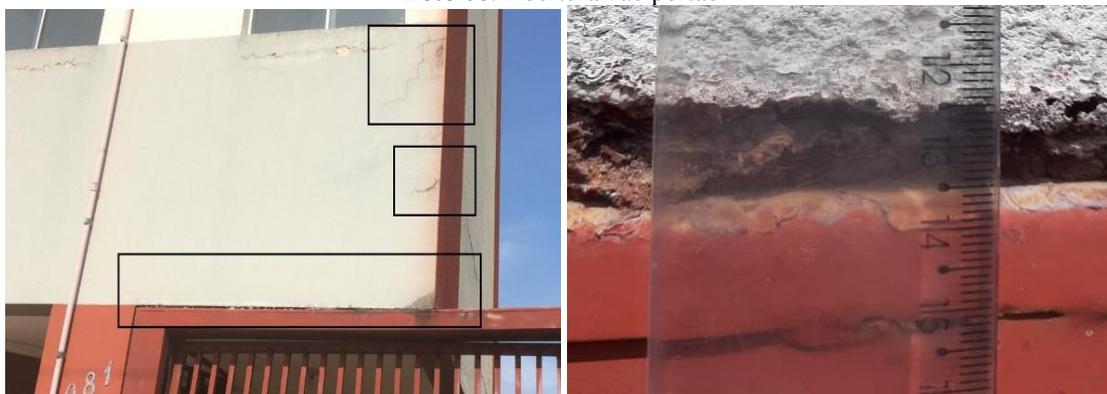
Zuchetti (2015) comenta que construções de mais de um pavimento estão sujeitas a patologias em sua estrutura, que devem ser consideradas no momento da realização do projeto estrutural. Uma dessas patologias é o recalque de parte da estrutura de fundação, que sustenta a carga da superestrutura da edificação. O autor comenta, ainda, que alterações no entorno da edificação, como obras e implantação de edificações, podem colaborar na movimentação do solo e afetar a capacidade projetada da estrutura de fundação.

No ano de 2017 e 2018, na região, foi realizado obra de abertura e alargamento da Avenida das Figueiras, o que deve ser considerado e pode ter relação com o aparecimento das

patologias, o que não foi possível verificar devido ao tempo de finalização das obras. Silva et al. (2020) comenta que estas técnicas, quando não aplicadas de imediato nos efeitos patológicos presentes nas estruturas de concreto armado, leva maximização dos problemas e, com isso, o ataque nas armaduras de aço se torna mais intenso devido a aberturas na estrutura, que se iniciam com fissuras e podem evoluir para rachaduras, o que colabora com a entrada de água, ou substâncias químicas, que oxidam a armadura e leva ao risco estrutural da edificação, aumentando, consideravelmente, o custo dos reparos necessários.

Esta análise demonstra a necessidade de aprofundar o estudo com apoio de perícia estrutural da edificação, observando as causas dessa patologia. Os problemas apresentados até o momento se demonstraram em localidades pontuais. O que se percebeu com o estudo sobre patologias é que estas se apresentam em fase inicial, sendo fissuras estáveis, ou seja, que não se alteraram com o passar do tempo. A aplicação de reparos em fase inicial elimina, com eficiência, suas causas e garante maior vida útil à edificação.

Foto 06: Abertura vão portão



Fonte: Próprio 2020

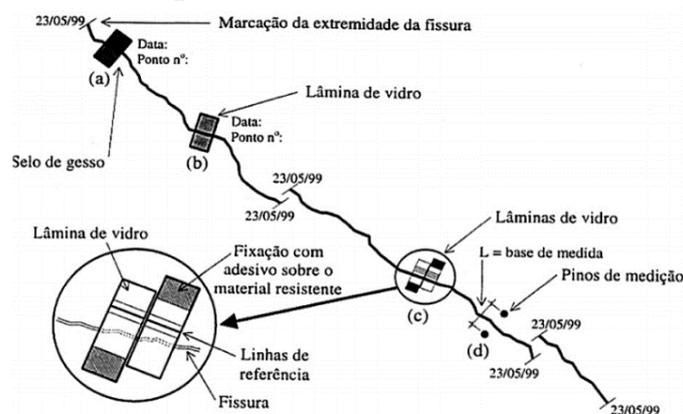
Para as aberturas apresentadas, se evidenciou a necessidade de verificações mais aprofundadas que demonstrem a real causa de seu aparecimento, a depender da técnica e procedimento a uma gama de produtos que colaboram na manutenção e eliminação desses efeitos. Também, a depender da espessura, os reparos podem ser classificados em superficial com espessura de até 2 cm, semi-profundos de 2,0 a 5,0 cm e profundo acima de 5 cm, também sendo, em alguns casos, a necessidade de reforço estrutural da armadura de aço e, em casos mais graves, a substituição das estruturas (LOPES, 2019).

Nas observações realizadas, foi possível perceber que o prédio não passa por reformas e reparos a um tempo considerado, percebido pela coloração da pintura desbotada e das patologias apresentadas. Para isso, é importante considerar que, como não foi disponibilizado pela proprietária o projeto estrutural da edificação, não foi possível constatar se a edificação se apresenta conforme o projeto, mas que é evidente a necessidade de reparos, já que as patologias apresentadas causam desconforto aos usuários e, em casos mais graves, pode oferecer riscos.

Oliveira; Medeiros; Mazer (2018), para aprofundamento de estudos de patologias relacionadas a aberturas que se apresentam como fissuras e podem evoluir para rachaduras, devido a problemas na realização do projeto estrutural e/ou execução da edificação, orientam à aplicação de etapas de monitoramento, aplicando-se Selos de Monitoramento da estabilidade das aberturas, podem ser de gesso ou lâminas de vidro. Sendo o primeiro de fácil aplicação, e devido o gesso possuir resistência baixa, em qualquer movimentação, ele se rompe, utilizado para ambientes internos e a lâmina de vidro é fixada com adesivos e boa aceitação em ambientes externos. Na figura 1, são apresentados os modelos de aplicações em que se deve marcar pontos

de medida na edificação, e aplicar os selos de acordo com o ambiente, monitorando o mesmo para a verificação do estado de estabilidade.

Figura 01: Selos de monitoramento



Fonte: SILVA F.; HELENE (2014)

5. CONCLUSÃO

Ao realizar o estudo sobre patologias em estruturas de concreto armado, foi possível compreender a importância do projeto estrutural, da execução e da manutenção dessas estruturas ao longo da vida, pois as mesmas podem sofrer alterações patológicas decorrentes de causas externas, naturais e do próprio tempo de vida. Esta etapa do estudo se mostrou fundamental para o conhecimento das relações de causas e efeitos patológicos nessas estruturas, colaborando com a pesquisa de campo e análise das patologias apresentadas na edificação escolhida como amostra para a pesquisa.

Com o aprofundamento do estudo, a compreensão frente aos tipos de manifestações patológicas, e como estas afetam as estruturas construtivas, foi imprescindível para observância frente a necessidade da escolha do tipo e execução interventiva para melhoria, manutenção e eliminação das causas que geram patologias nas estruturas (TRINDADE, 2015). Para isso, destacam-se a elaboração de um plano de ação e a escolha do sistema e recursos tecnológicos e financeiros para a execução do projeto de reforma. Esta, por fim, tem a finalidade de estabelecer a segurança, estabilidade e melhorias das partes comprometidas, devem ser aplicadas com planejamento e, periodicamente, na estrutura, com a intenção de aumentar a eficiência de utilização e maior vida útil (BASTOS; MIRANDA, 2017).

Ao se fundamentar em Bastos (2019) e Evangelho (2013), a análise diagnóstica realizada na edificação multifamiliar permitiu perceber as patologias presentes na estrutura e quais estão diretamente ligadas ao concreto armado, elencando, assim, suas possíveis causas e propondo soluções técnicas para tais intervenções, algumas devendo ser analisadas com apoio de instrumentos para a remoção da camada fissurada e preenchimento com grout novo e o estudo aprofundado do projeto estrutural da edificação, já que técnicas mais aprofundadas de reparos possa ser necessária para a eliminação das causas patológicas, como a aplicação de reforço estrutural. Pela observação visual, a edificação apresenta um recalque, o que tem origem na movimentação de solo em relação à sua estrutura de fundação, sendo esta pesquisa apenas uma observação em relação à presença de patologias na estrutura de concreto armado, se indica um estudo técnico da edificação para melhores resultados das origens patológicas na edificação.

A pesquisa de campo permitiu compreender a importância do aprofundamento da análise diagnóstica de patologias em estruturas construtivas de concreto armado pelo profissional de engenharia, onde se busca a realização de intervenções, com a intenção de eliminar os problemas apresentados e garantir a durabilidade e vida útil da estrutura. A

recuperação ou reforço de estruturas de concreto depende das interrelações que se aplicaram nas análises e diagnósticos apresentados, selecionando-se as melhores técnicas, ferramentas e profissionais para execução das intervenções.

Conclui-se que há uma grande necessidade pela busca de qualidade na construção civil, assim como em qualquer outra área da engenharia civil. É preciso entender que, para uma estrutura de concreto armado alcançar um bom nível de serviço, com a ausência de manifestações patológicas, todas as áreas envolvidas, desde a mão de obra de execução e os projetistas, bem como os materiais utilizados, o conhecimento sobre o solo e o ambiente no qual se deseja construir, devem estar em harmonia de excelência. De nada adianta haver um bom quadro humano na área da execução se os materiais utilizados são de baixa qualidade e procedência desconhecida. Para evitar a ocorrência de problemas patológicos, todos os aspectos devem andar juntos e possuem um padrão mínimo de aceitação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOLINA, F.. **PATOLOGIA DE ESTRUTURAS**. Ed.: Oficina de Texto. ISBN.: 978-85-7975-339-8. p.320. 2019.

BOLINA, F. L.; FONSECA, T.; HELENE, P. **PATOLOGIAS DE ESTRUTURAS**. São Paulo, Oficina de Textos, 2019.

BERTOLINI, L. **MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO**: patologia, reabilitação, prevenção – São Paulo: Editora Oficina de textos, 414p., 2010.

FUSCO, P. B.. **TECNOLOGIA DO CONCRETO ESTRUTURAL**: tópicos aplicados. São Paulo: Pini, 2008.

HELENE, P. R. L. **MANUAL DE DOSAGEM E CONTROLE DO CONCRETO**. São Paulo: Pini, 1992.

MILITITSKY, J. **PATOLOGIA DAS FUNDAÇÕES**. Oficina de Textos. 2008.

RECENA, F. A. P. . **RETRAÇÃO DO CONCRETO**. 1. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2014. v. 1. 151p.

SANTOS, J. S. dos. **DESCONSTRUINDO O PROJETO ESTRUTURAL DE EDIFÍCIOS: CONCRETO ARMADO E PROTENDIDO**. SÃO PAULO, OFICINA DE TEXTOS, 2017.

SOUZA, V. C. M. de; RIPPER, T.. **PATOLOGIA, RECUPERAÇÃO E REFORMA DE ESTRUTURAS. 1. ED. SÃO PAULO: PINI, 1998.**

BASTOS, P. S. DOS S.. **FLEXÃO NORMAL SIMPLES – VIGAS**. Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus de Bauru/SP. Departamento de Engenharia Civil. 2117 - ESTRUTURAS DE CONCRETO I. Bauru/SP Set/2019. Disponível em: <<http://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/concreto1/FlexaoSimples.pdf>>.

BASTOS, H. C. do N.; MIRANDA, M. Z.. **PRINCIPAIS PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO DE PONTES E VIADUTOS: MANUSEIO E MANUTENÇÃO DAS OBRAS DE ARTE ESPECIAIS**. Revista CONSTUINDO, Belo

Horizonte, v. 9, Ed. Esp. de Patologia, p. 93 – 101, Jul – dez., 2017. Disponível em: <<http://www.fumec.br/revistas/construindo/article/download/5026/2954>>.

BRANDÃO, A. M. da S.. **QUALIDADE E DURABILIDADE DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO: ASPECTOS RELATIVOS AO PROJETO**. São Carlos, 1998. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18134/tde-14122017-145657/publico/Dissert_Brandao_AnaMS.pdf>.

CHAVES, N. F. P. M. C. **ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DE TRINCAS E FISSURAÇÕES EM EDIFICAÇÕES**: Estudo de caso em residência na cidade de Cardoso Moreira, RJ. Centro Universitário de Brasília Instituto CEUB de Pesquisa e Desenvolvimento – ICPD. Rio de Janeiro. 10/2017. Disponível em: <<https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/12332/1/51600413.pdf>>.

CHEREM, M.; SILVA, V. PIGNATTA. **DETERMINAÇÃO DO ELU, PARA PILARES COM PEQUENAS DIMENSÕES, SOB FLEXÃO COMPOSTA OBLÍQUA E INCÊNDIO SIMÉTRICO**. Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, Departamento de Engenharia de Estruturas e Geotécnica, São Paulo, SP, Brasil. cherem@usp.br; valpigss@usp.br. Revista IBRACON de Estruturas e Materiais. On-line version ISSN 1983-4195. Rev. IBRACON Estrut. Mater. vol.10 no.2 São Paulo March/Apr. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S19834195201700000200451&script=sci_arttext&tlng=pt>.

CONSOLI, O. J. **ANÁLISE DA DURABILIDADE DOS COMPONENTES DE FACHADAS DE EDIFÍCIOS, SOB A ÓTICA DO PROJETO ARQUITETÔNICO**. Florianópolis, 2006. 208 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Desempenho de Sistemas Construtivos), Orientador: Prof. Dr. Wellington Longuini Repette – Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/30369441.pdf>>.

EVANGELHO, T. B. E.. **CONSIDERAÇÃO DE ESMAGAMENTO DO CONCRETO ATRAVÉS DO MODELO DE TRINCAS SOBREPOSTAS**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Cursos de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, BR, RS, 2013. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/87374/000909844.pdf?sequence=1>>.

FERNANDES, L. H. A.. **ANÁLISE DAS INCIDÊNCIAS DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ORIUNDAS DO RECALQUE DE FUNDAÇÕES**: estudo de caso na UFERSA-Angicos. Centro Multidisciplinar de Angicos. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. UFERSA. Brasil. 2019. Disponível em: <<http://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/4988>>.

GONÇALVES, E. A. B.. **ESTUDO DAS PATOLOGIAS E SUAS CAUSAS NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO DE OBRAS DE EDIFICAÇÕES** – Rio de Janeiro: UFRJ / ESCOLA POLITÉCNICA, 2015. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10014879.pdf>>

HELENE, P.; ANDRADE, J. J. de O.; MEDEIROS, Marcelo Henrique Farias de. **DURABILIDADE E VIDA ÚTIL DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO**. Concreto: Ciência e Tecnologia Geraldo Cechella Isaia (Editor) © 2011 IBRACON. Todos direitos reservados. Disponível em: <<https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/07/lc55.pdf>>.

IBAPE - INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA. **NORMA DE INSPEÇÃO PREDIAL NACIONAL**. Aprovada em assembleia nacional de 25/10/2012. Disponível em: <<http://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2012/12/Norma-de-Inspe%C3%A7%C3%A3o-Predial-IBAPE-Nacional.pdf>>.

KRÜGER, P.; SCHEFFER, M. I. B. U.; MIKAMI, R. J.. **CORREÇÕES E PREVENÇÕES DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ALVENARIAS DE VEDAÇÃO**. Revista de Engenharia e Tecnologia ISSN 2176-7270. V. 7, No. 4, Dez/2015. Disponível em: <<https://revistas2.uepg.br/index.php/ret/article/download/11627/209209209602/>>

LAPA, J. S.. **PATOLOGIA, RECUPERAÇÃO E REPARO DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO**. Universidade Federal de Minas Gerais Escola de Engenharia Departamento de Engenharia de Materiais e Construção Curso de Especialização em Construção Civil. Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/patologia-e-rec-de-estrutura/patologia-e-recuperacao-de-estrutura-monografia>>.

LOPES, L. de S.. **PATOLOGIAS EM CONSTRUÇÕES QUE UTILIZAM CONCRETO ARMADO E TÉCNICAS DE REPARO E MANUTENÇÃO**. Rev Cient da Fac Educ e Meio Ambiente: Revista da Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA, Ariquemes, v. 10, n. 1, p. 23-33, jan.-jun. 2019. Disponível em: <<http://www.faema.edu.br/revistas/index.php/Revista-FAEMA/article/download/804/758/>>.

MATOS, F. M. De L.; DIAS, J. V. C. N.. **PATOLOGIA EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO NA CIDADE DE MACEIÓ**: análise do sinistro no silo do Moinho Motrisa. Centro Universitário – CESMAC. MACEIÓ-AL, 2018/2. Disponível em: <<https://ri.cesmac.edu.br/bitstream/tede/322/1/Patologia%20em%20estruturas%20de%20concreto%20armado%20na%20cidade%20de%20Macei%C3%B3%20an%C3%A1lise%20do%20sinistro%20no%20silo%20do%20moinho%20motrisa.pdf>>.

MONTEIRO, A. C. N.. **COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: IMPORTÂNCIA, MÉTODOS E FERRAMENTAS**. Revista Campo do Saber – ISSN 2447 -5017. Volume 3 – Número 1 - jan/jun de 2017. Disponível em: <<http://periodicos.iesp.edu.br/index.php/campodosaber/article/view/62>>.

MUCI, D. W. S.; NETTO, J. R. B.; SILVA, R. de A.. **SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE FISSURAS DA INTERFACE ALVENARIA DE VEDAÇÃO ESTRUTURA DE CONCRETO: COMPARATIVO ENTRE OS PROCESSOS EXECUTIVOS E ANÁLISE DE CUSTO**. Universidade Federal de Goiás. Escola de Engenharia Civil Curso de Graduação em Engenharia Civil. GOIÂNIA, 2014. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/SISTEMAS_DE_RECUPERA%C3%87%C3%83O_DE_FISSURAS_DA_INTERFACE_ALVENARIA_DE_VEDA%C3%87%C3%83OESTRUTURA_DE_CONCRETO_COMPARATIVO_ENTRE_OS_PROCESSOS_EXECUTIVOS_E_ANALISE_DE_CUSTO.pdf>.

NORMA ABNT NBR 6118. **PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO — PROCEDIMENTO**. Terceira edição. 29.04.2014. ISBN 978-85-07- Número de referência 238 páginas 6118 Terceira 29.04.2014 29.05.2014 Projeto de estruturas de concreto — Procedimento Design of concrete structures — Procedure 91.08.40 04941-8. Disponível em: <https://www.galaxcms.com.br/up_arquivos/1149/NBR61182014-20190807180913.pdf>.

OLIVEIRA, J. C. C. de. **TÉCNICAS PARA INTERVENÇÃO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO**. 2015. 61 f. Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Curso de Engenharia Civil, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufbr.br/engevista/article/view/27125>>.

OLIVEIRA, L. C. DE; MEDEIROS, A.; MAZER; W.. **MONITORAMENTO DE FISSURAS E TRINCAS COMBINADO COM TESTE DE CARGA EM UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR CONSTRUÍDA SEM PROJETOS DE ENGENHARIA**. Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções – CBPAT 2018. Disponível em: <<http://www.ibapepr.org.br/wp-content/uploads/cbp2018-monitoramento-de-fissuras-e-trincas-combinado-com-teste-de-carga-em-uma-residencia-unifamiliar-construida-sem-projetos-de-engenharia-leonardo-covatti.pdf>>.

PELLIZZER, G. P.. **ANÁLISE MECÂNICA E PROBABILÍSTICA DA CORREÇÃO DE ARMADURAS DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO SUBMETIDAS À PENETRAÇÃO DE CLORETOS**. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em engenharia de estruturas. Escola de engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. 2015. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18134/tde-08042015-093036/publico/2015ME_GiovanniPaisPellizzer.pdf>.

PELLIZZER, G. P.; LEONEL, E. D.; NOGUEIRA C. G. **ABORDAGEM NUMÉRICA SOBRE O EFEITO DA CORROSÃO DE ARMADURAS NA CAPACIDADE MECÂNICA DE VIGAS EM CONCRETO ARMADO AO LONGO DO TEMPO CONSIDERANDO MODELOS NÃO LINEARES DOS MATERIAIS**. Revista Ibracon de estruturas e materiais. Volume 11, Number 7 (February 2018) p. 26 – 51 • ISSN 1983-4195 <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-41952018000100003>. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/riem/v11n1/pt_1983-4195-riem-11-01-00026.pdf>.

PENÃ, M. R. G.. **ESTUDO DA FISSURAÇÃO ASSOCIADA À RETRAÇÃO EM ARGAMASSA PARA REPARO EM ESTRUTURA DE CONCRETO**. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo. 2004. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-03042005-122443/publico/fissuracaoargamassas_dissertacao.pdf>.

REIS, L. S. N.. **SOBRE A RECUPERAÇÃO E REFORÇO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO**. Universidade Federal De Minas Gerais Escola De Engenharia Programa De Pós-Graduação Em Engenharia De Estruturas. Belo Horizonte, 2001. Disponível em: <<http://pos.dees.ufmg.br/defesas/82M.PDF>>.

RIGHI, G. V.. **ESTUDOS DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO DE PATOLOGIAS, PREVENÇÕES E CORREÇÕES – ANÁLISE DE CASOS**. Dissertação de mestrado. Universidade de Santa Maria. Centro de tecnologia. Programa de pós-graduação em engenharia civil. Santa Maria, RS, Brasil. 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7741/RIGHI,%20GEOVANE%20VENTURINI.pdf>>.

SANTOS, G. V. Dos. **PATOLOGIAS DEVIDO AO RECALQUE DIFERENCIAL EM FUNDAÇÕES**. Centro Universitário de Brasília – UniCEUB Faculdade de Tecnologia e

Ciências Sociais Aplicadas – FATECS Curso: Engenharia Civil. Brasília, 2014. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/6389/1/2_1113271.pdf>.

SANTOS, M. R. G. dos. **DETERIORAÇÃO DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO – ESTUDO DE CASO. UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS ESCOLA DE ENGENHARIA** Depto. de Engenharia de Materiais e Construção Curso de Especialização em Construção Civil. Belo Horizonte / MG. Escola de Engenharia da UFMG, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9AHGJT/1/monografia_cecc_maur_cio_ruas_vers_o_final.pdf>.

SANTOS, R. E. dos. **A ARMAÇÃO DO CONCRETO NO BRASIL: História da difusão da tecnologia do concreto armado e da construção de sua hegemonia.** – Belo Horizonte, 2008. 327f.: il.

SANTOS, S. D. D.. **ANÁLISE DE ALGUMAS TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS DO RIBEIRÃO ARRUDAS.** Universidade Federal De Minas Gerais Escola De Engenharia Departamento De Engenharia De Materiais E Construção Curso De Especialização Em Construção Civil. Belo Horizonte, Julho 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-9SG58/1/monografiasolangerevis_o_6.pdf>.

SILVA, D. H.. **RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – CORROSÃO DAS ARMADURAS – ESTUDO LEVANTADO NO CENTRO OESTE DE MINAS GERAIS.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 10, Vol. 02, pp. 64-77 Outubro de 2018. ISSN:2448-0959. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/recuperacao-de-estruturas>>.

SILVA F., L. C. P.; HELENE, P. **ANÁLISE DE ESTRUTURAS DE CONCRETO COM PROBLEMAS DE RESISTÊNCIA E FISSURAÇÃO.** Concreto: Ciência e Tecnologia. Geraldo Cechella Isaia (Editor)© 2011. (pp.1129-1174). Ed. 1, C. 32. Disponível em: <<https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/07/lc54.pdf>>.

SILVA, L. A. da et al.. **ESTUDO SOBRE PATOLOGIA ESTRUTURAL EM UM RESERVATÓRIO DE ÁGUA DE CONCRETO ARMADO.** Rev. Augustus | ISSN: 1981-1896 | Rio de Janeiro | v.25 | n. 49 | p. 66-80 | mar./jun. 2020. Disponível em: <<https://revistas.unisiam.edu.br/index.php/revistaaugustus/article/download/327/269/>>.

TRINDADE, D. dos S. da. **PATOLOGIA EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO.** Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 28 de Outubro de 2015. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2015/TCC_DIEGO%20DOS%20SANTOS%20DA%20TRINDADE.pdf>.

TOMÉ, M. Z.; TORRES, V. C.. **PATOLOGIAS E RECUPERAÇÃO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO: UMA ANÁLISE EM EDIFICAÇÕES PRIVADAS NOS MUNICÍPIOS DE TUBARÃO/SC E LAGUNA/SC.** Universidade do Sul de Santa Catarina. Tubarão, 2017. Disponível em: <<https://riuni.unisul.br/handle/12345/2156>>.

VIEIRA, T. L.. **FISSURAS EM CONCRETO: ESTUDOS DE CASO EM FLORIANÓPOLIS.** Universidade Federal de Santa Catarina Centro Tecnológico

Departamento de Engenharia Civil. Florianópolis, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/181998/TCC%20-%20Thamirys%200Luyze%20Vieira.pdf?s equence=1>>.

ZANZARINI, J. C., ANÁLISE DAS CAUSAS E RECUPERAÇÃO DE FISSURAS EM EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL EM ALVENARIA ESTRUTURAL – Estudo De Caso, Universidade Tecnológica Federal Do Paraná Departamento Acadêmico De Construção Civil Curso De Engenharia Civil, Campo Mourão -2016. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6879/1/CM_OECI_2016_1_15.pdf>.

ZUCHETTI, P. A. B. PATOLOGIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: INVESTIGAÇÃO PATOLÓGICA EM EDIFÍCIO CORPORATIVO DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA NO VALE DO TAQUARI/RS. Centro Universitário Univates. Curso de Engenharia Civil. Lajeado, novembro de 2015. Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/939/1/2015PedroAugustoBastianiZuchetti.pdf>>.