



**UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI - URCA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CCT
DEPARTAMENTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL
TECNOLOGIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL: EDIFÍCIOS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO**

**ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS DE
CONCRETO ARMADO**

ANDREANE MARTINS DA SILVA

**JUAZEIRO DO NORTE - CE
2019**

ANDREANE MARTINS DA SILVA

**ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS DE
CÓNCRETO ARMADO**

Monografia apresentada ao curso de Tecnologia da Construção Civil com habilitação em Edifícios, da Universidade Regional do Cariri, como requisito para a obtenção do Grau de Tecnólogo em construção civil – Habilitação em edifícios.

Orientador: Prof. Me. Jefferson Heráclito
Alves de Souza

**JUAZEIRO DO NORTE - CE
2019**

ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

Elaborado por Andreane Martins Da Silva
Aluna do Curso de Tecnologia da Construção Civil – URCA

BANCA EXAMINADORA

Me. Jefferson Heráclito Alves de Souza
(Orientador)

Me. Miguel Adriano Gonçalves Cirino
(Avaliador)

Esp. Vangivaldo Carvalho Filho.
(avaliador)

TCC aprovado em: _____ / _____ / _____, com nota _____.

JUAZEIRO DO NORTE – CE

2019

É com muito orgulho que dedico essa monografia aos meus pais e amigos, pois são minha base de sustentação.

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu amado Deus, que nunca me abandonou nem um instante nessa minha jornada rumo a vitória.

Aos meus pais, José Vicente e Francisca Martins, que são os eternos amores de minha vida, meu firmamento e porto seguro.

A minha irmã, Anderlane Martins, por ser uma pessoa tão carismática e acolhedora e por ser de suma importância em minha vida.

Aos mestres da vida acadêmica, meu respeito e admiração por todos, em especial ao meu orientador e amigo, Jefferson Heráclito.

"Nunca é tarde para começar. E quero dizer isso especialmente para as pessoas que dizem que não têm oportunidades. Oportunidades sempre existem"

Roberto Gómez Bolaños

RESUMO

Mediante a atual conjuntura em que vive o país, sabe-se que o mesmo ainda transita em um fraco desenvolvimento econômico e sustentável, com isso são poucas as pessoas que podem recorrer à equipes técnicas qualificadas para o desenvolvimento de projetos e execução estrutural em suas edificações, submetendo-se assim à construir como lhes é possível. Devido não possuírem conhecimento que danos em estruturas de concreto armado podem ser evitados ainda na fase projetos e não terem condições financeiras para pagar um projeto estrutural, várias pessoas tem problemas com as manifestações patológicas em suas obras, problemas esses que podem ser muito onerosos sua recuperação, patologias se manifestam das mais diversas tipologias, sendo, fissurações, trincas, flambagens, corrosão da armadura, carbonatação, manchas e eflorescência. Nesse cenário, esta pesquisa procura fazer, inicialmente, uma revisão geral sobre o tema e as anomalias citadas, a fim de proporcionar o conhecimento sobre elas, posteriormente a esse acontecimento buscou-se realizar um levantamento de dados a fim de apresentar a incidência em que esses problemas se apresentam com base no que foram identificadas em pesquisas científicas e mostrar formas cabíveis de soluções dos problemas, respostas essas apresentadas pelos autores das respectivas obras dos estudos de caso analisados. Para isso foram estudadas 15 obras espalhadas em todo o Brasil com o intuito de extrair seus resultados e expô-los por meio de análise dos bancos de dados para demonstrar e exibir as maiores incidência em que esses problemas estão presentes no cotidiano brasileiro.

Palavras chave: Manifestação Patológica. Estruturas. Maiores incidências. Concreto Armado.

ABSTRACT

Given the current situation in which the country lives, it is known that we are still in a weak economic and sustainable development, are few that can resort to the technical teams qualified for the development of projects and structural execution in its buildings, building as they can. Due to lack of knowledge and impasses with structures of reinforced concrete can still be avoided in the projects phase and because they do not have financial conditions, several people have problems with construction pathology in their works, problems that can be very onerous their recovery, pathologies are manifested of the most diverse typologies, being, fissurations, buckling, corrosion of the armature, carbonation, stains and efflorescence. In this scenario, this research seeks to initially make a general apparatus on the subject and the anomalies cited, in order to provide the knowledge about them, after that fact was sought to carry out a data survey in order to present the incidence in which these problems are present in the daily lives of the population and show possible ways of solving the problems, answers presented by the authors of the respective works of the case studies analyzed. For this 15 construction were studied throughout Brazil with the intention of extracting their results and exposing them analyzes the database, from collection these data statistics were needed to demonstrate and display the analysis of those that are present in the Brazilian day-to-day.

Keywords: Pathological Manifestation. Structures. Higher incidence. Armed Concrete.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fissuras frequentes em peças estruturais.....	18
Figura 2 – Trincas provocadas por recalque diferencial das fundações.....	20
Figura 3 – Eflorescência no concreto.	21
Figura 4 – Representação da flambagem na armadura.	22
Figura 5 – Manchas ocasionadas devido intempéries em fachada.	23
Figura 6 – Avanço da carbonatação, mostrada pelo ensaio da fenolftaleína.	24
Figura 7 – Perda de seção do aço devido os ataques externos pelo cobrimento do concreto.....	25
Figura 8 – Corrosão em estado avançado em uma viga.	26
Figura 9 – Método de acompanhamento de fissuras.	28
Figura 10 – Reparo da abertura da fissura através da pintura acrílica.....	29
Figura 11 – Reparo da abertura da fissura com uso de massa acrílica	29
Figura 12 – Pilar submetido à aumento de sessão de aço.....	31
Figura 13 – Falta de adensamento no momento da concretagem	41
Figura 14 – Inexistência de cobriemento na parte inferior da viga	42
Figura 15 – Fissuras proveniente de junta de concretagem em pilar	43
Figura 16 – Fissura na parte externa da edificação	43
Figura 17 – Manchas na parede lateral de um canal	44
Figura 18 – Cortina de infiltração de água	45
Figura 19 - Trinca em viga de sustentação	46
Figura 20 – Eflorescência no pilar, desencadeamento de séries de patologias	47
figura 21 – Pilar submetido a flambagem em processo de recuperação.....	48
figura 22 – Carbonatação ultrapassando o cobrimento da armadura.....	49
Figura 23 – Ataque da carbonatação	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação de espessura da abertura.....	19
Tabela 2 – Medidas de combate às trincas.....	30
Tabela 3 – Descrição das obras analisadas.....	35
Tabela 4 – Exemplo de cálculo da incidência da manifestação patológica.....	37
Tabela 5 – Determinação do meio e gestão das obras.....	38
Tabela 6 – Incidência das manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado.....	39

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Gráfico representativo do meio e gestão das obras.....	38
Gráfico 2– Gráfico representativo de incidência das manifestações patológicas.....	40

Sumário

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 Justificativa.....	13
1.2 Objetivos	14
1.2.1 Objetivo Geral.....	14
1.2.2 Objetivos Específicos.....	14
2. PATOLOGIA EM ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO	15
2.1 Principais patologias.....	15
2.1.1 Fissuras.....	16
2.1.2 Trincas.....	18
2.1.3 Eflorescência	20
2.1.4 Deflexão lateral (Flambagem).....	21
2.1.5 Manchas	22
2.1.6 Carbonatação.....	23
2.1.7 Corrosão da armadura	25
3 POSSÍVEIS MEDIDAS PREVENTIVAS E CORRETIVAS	27
3.1 Possíveis medidas preventivas e corretivas em Fissuras.....	27
3.2 Possíveis medidas preventivas e corretivas em trincas.....	29
3.3 Possíveis medidas preventivas e corretivas em eflorescências	30
3.4 Possíveis medidas preventivas e corretivas em flambagem	31
3.5 possível medidas preventivas e corretivas em manchas	32
3.6 possível medidas preventivas e corretivas em Carbonatação	32
3.7 possível medidas preventivas e corretivas em Corrosão da armadura ..	33
4 METODOLOGIA	34
5 RESULTADOS E DISCUSÕES	36
5.1 Análise do banco de dados obtido	37
5.2 Incidência das manifestações patológicas	39

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS	40
6.1 corrosão da armadura.....	40
6.2 Fissuras.....	42
6.3 Manchas	44
6. 4 Trincas.....	45
6.5 Eflorescência	46
6.6 Flambagem	47
6.7 Carbonatação	48
7 CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS.....	52

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Granato (2012), o concreto é um dos materiais mais importante e presente na construção civil. Ele se caracteriza basicamente pela junção de água, agregado miúdo, agregado graúdo e cimento, contudo, pode conter também alguns aditivos em sua composição, como cinza volante, pozolanas, sílica ativa, plastificantes, dentre outros, aditivos esses que possuem a capacidade de alterar suas propriedades mecânicas.

Para o concreto junto com aço em uma mesma estrutura dar-se o nome de concreto armado. Essa técnica, não tão velha, foi descoberta por volta do ano de 1850 e é de fundamental importância para dar forma e resistência as estruturas das edificações (BASTOS, 2006).

De acordo com Ripper (1988), o concreto é um dos materiais mais consumido do mundo, perdendo apenas para água, diante disso, em decorrência da grande procura pelo uso do concreto armado ocasionado devido sua grande facilidade de obtenção, e conseqüentemente o uso do mesmo sem as devidas precauções se desencadeiam por conseguinte uma série de patologia, tais como: fissuras, trincas, flambagem, corrosão, desagregação, eflorescência, manchas, muitas vezes causadas por mal execução, por materiais de má qualidade, por não respeitar as etapas da execução ou até mesmo pelo uso inapropriado da estrutura.

Diante dessa problemática surge o campo de estudo da engenharia, através de perícias e inspeções técnicas, destinada a especificamente analisar e propor soluções cabíveis para tais anomalias visto que por se tratar de elemento estrutural (fundação, pilar, viga, laje), há o iminente de risco de vida aos que utilizam desses elementos (MORAIS, 2017).

Segundo Santos (2014, p.20) “problemas patológicos ocasionados por manutenção inadequada, ou pela falta de manutenção, têm sua origem no desconhecimento técnico, na incompetência e em problemas econômicos”, partindo desse pressuposto origina-se uma série de erros sucessivos, desencadeando novos problemas e riscos. Para conter esses e outros danos a engenharia é capaz de mostrar métodos que possam salientar modos viáveis de reformar ou até mesmo de reparar o prejuízo existente.

1.1 Justificativa

A escolha do tema deve-se à grande observância da presença frequente de defeitos em estruturas de concreto armado, é muito comum a eventualidade em que se percebe essas patologias em peças de concreto nas edificações, quer sejam públicas como privadas, o que torna um assunto pertinente e instigante.

Ao analisar as possíveis causas dos principais problemas pode-se inferir uma proposta de melhoria nos processos construtivos, o que conseqüentemente significa a melhoria na qualidade do resultado final e também na redução nos custos de manutenção.

Esse tema está ligado a frequência de surgimento das mais diversas patologias apresentadas nas edificações que na maioria das vezes está relacionado com à falta de manutenção periódica, erro de projeto (dimensionamento, falta de detalhamento, especificação de cobrimento incorreto, etc.) ou até mesmo a inexistência do mesmo, da má execução, dentre outras.

Diante desse cenário, optou-se pela escolha desse estudo, sendo que esse trabalho visa analisar as patologias mais comuns em estruturas de concreto armado e poder contribuir para o aperfeiçoamento dessa técnica construtiva tão fundamental na construção civil.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar as manifestações patológicas mais recorrentes na construção civil, suas causas e possíveis soluções.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar uma revisão bibliográfica com base na literatura explorada.
- Apresentar os tipos de manifestações patológicas mais comuns nas estruturas de concreto armado.
- Identificar a frequência das ocorrências em estudos científicos;
- Apontar possíveis soluções de anomalias antes que possa vir a causar danos maiores baseado nas análises de outros autores.

2. PATOLOGIA EM ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO

De acordo com Andrade e Silva (2005) o procedimento para a realização de uma edificação esta compreendida em quatro fases: pré-projeto, projeto, execução e o habite-se, a ocorrência de erros em uma dessas etapas podem acarretar em sérios danos e insegurança.

Ainda de acordo com os mesmos autores, o termo patologia, surgiu na medicina e é empregado na construção civil quando se refere a perda ou queda de desempenho parcial ou completa da estrutura. Em concordância com Borges (2008) a palavra patologia foi retirada do ramo da área da saúde e identifica o estudo das anomalias e doenças, são sintomas más, malefícios das modificações que elas causam no organismo, nessas circunstâncias, podemos inferir que patologia está diretamente ligado à deterioração da durabilidade do empreendimento. Complementando Andrade e Silva (2005), Borges (2008) afirma que patologia é oriunda do grego e significa literalmente "estudo da doença", onde *Pathos* significa doença e *Logos* por sua vez quer dizer estudo.

Para entender o sentido de uma estrutura de concreto armado Helene (2001) afirma que é preciso antes ter noção de durabilidade, afinal a estrutura necessita de uma vida útil mais prolongada, então, segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014 p.13) “durabilidade consiste na capacidade de a estrutura resistir às influências ambientais previstas e definidas em conjunto pelo autor do projeto estrutural e pelo contratante, no início dos trabalhos de elaboração do projeto”.

A etapa de execução das estruturas é de extrema importância nas definições de condições de durabilidade que a estrutura vai apresentar durante sua vida útil. Nesse contexto, os principais fatores que mais influenciam negativamente na durabilidade das estruturas de concreto armado nas obras são: as características do concreto, materiais impróprios, condições de carregamento e de exposição (PFEIL 1984).

2.1 Principais patologias

Para um bom projeto estrutural ser considerado definitivamente concluído e estar apto à ser executado, Olivari (2003) salienta que primeiramente é preciso que

seja realizado com riqueza de detalhes em suas pranchas, para assim impedir ou até mesmo minimizar equívocos quanto a sua execução.

Munaro (2017) e Zanzarine (2016) afirmam que os principais erros em obras que usa o concreto armado como forma estrutural consistem basicamente em falta de detalhamento, erro de dimensionamento, desprezo do efeito térmico, divergência entre os projetos (elétricos, hidráulicos, gás, etc.), sobrecarga na estrutura não prevista, determinação incorreta de cobrimento e concreto deficiente, desses fatores desencadeiam uma série de novos problemas designados patologias, são inúmeras as patologias geradas em estruturas de concreto armado, dentre elas, manifestação de fissuras, eflorescência, manchas, trinca, carbonatação e flambagem.

Muitas das patologias ocorrem devido a falta da cura do concreto, segundo Ripper (1988, p.36)

Enquanto não atingir a resistência satisfatória, o concreto deve ser protegido contra mudanças bruscas na temperatura, secagem rápida, exposição direta ao sol, a chuvas fortes, agentes químicos, bem como contra choques e vibrações (cuidado com a cravação de estacas próximo ao local) que possa produzir fissuração na massa de concreto ou prejudicar sua aderência a armadura.

Existem diversas formas para se realizar uma cura bem feita, técnicas como exemplo, adicionar mantas com grande índice de umidade sobre a face das lajes, assim como também pode-se adicionar areia molhadas sobre essas superfícies, ou até mesmo serragem de madeira umedecidas, sempre evitando ao máximo o contato direto da estrutura com o sol, nos casos em que se trata de uma estrutura maior ou mais volumosa a cura deve ser mais intensificada, prolongada por mais dias, algo entre sete a nove dias após o lançamento do concreto. É importante saber que se for preciso interromper uma concretagem só é recomendado retomá-la somente três dias após à interrupção, pois, o adensamento na retomada pode gerar vibrações em toda a estrutura fazendo com o que a armadura se disperse do concreto.

2.1.1 Fissuras

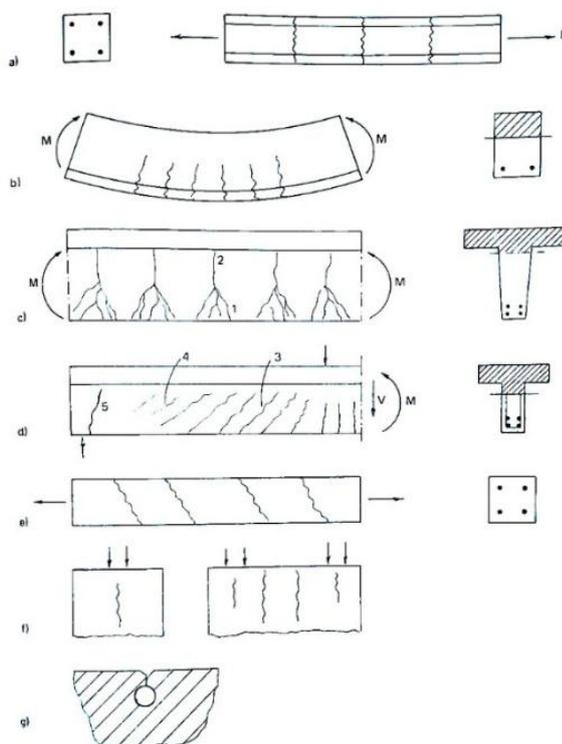
De acordo com Moraes (2017), as fissuras são aberturas longitudinais de pequena espessura, é através delas que o ar pode entrar em contato com a

armadura podendo corroê-lo. São vários os tipos de fissuras tais como: fissuras por retração hidráulica, fissura devido a variação de temperatura, fissura devido a flexão, fissura devido ao cisalhamento, fissuras devido a compressão, fissuras devido a punção, etc. Esse tipo de patologia é tão antigo quanto os próprios edifícios em que neles se manifestam, em obras que utilizam cimento é comum esse aparecimento de anomalias, seja ainda recente o lançamento do concreto na forma ou depois de algum período, as fissuras que se manifestam em estruturas de concreto armado são resultados de vários processos em que se apresentam erros e podem se apresentar antes ou depois do endurecimento do concreto, as patologia no concreto ainda fresco pode ser proveniente de assentamento plástico, de retração da superfície decorrida d rápida evaporação da água, movimentação das fôrmas ou dessecação superficial, já as fissuras apresentadas no estado endurecido podem se apresentar por vários fatores, dentre eles, térmicos, físicos, químicos ou por influencias externas, há uma variação quanto à manifestação, mas estas podem apresentar-se em dias, semanas ou em até mesmo em anos. (MOLIN, 1988)

Segundo Gonçalves (2015) as fissuras são classificadas como ativas ou passivas, as ativas são as que alteram suas características físicas quando varia a temperatura com movimentos de dilatação e contração aumentando e reduzindo sua espessura respetivamente, isso não implica dizer que esse tipo de movimentação é apenas na espessura, mas também podem se apresentarem de forma linear, geralmente decorrentes de recalque das funções, também há aquelas fissuras que se comportam como juntas que são induzidas pela estrutura, essas por sua vez acompanha o movimento de toda a estrutura. As fissuras do tipo passivas se apresentam de uma forma estáticas não apresentam variações em tamanho nem espessura (ZANZARINE, 2016).

De acordo com Pfeil (1984) as variações de temperatura podem causar deformações na estrutura de concreto, são as chamadas dilatações térmicas, por consequência dessa variação o concreto pode fissurar, as fissuras também podem ser ocasionadas por tensões de tração devida a pequena resistência à tração que o concreto suporta, são ilustradas na Figura 1 os principais tipos de fissuras apesentadas no elemento estrutural viga.

Figura 1 – Fissuras frequentes em peças estruturais.



Fonte: Pfeil (1984)

Nessa Figura 1, Pfeil (1984) explica que pode-se observar tipos variados de fissura, na imagem 1a) tem-se vigas de concreto armado, sujeito a esforços de tração simples, na figura 1b) observa-se uma peça sujeita a flexão, nesse caso específico as fissuras são geralmente manifestadas na parte inferior da viga. Na figura 1c) verifica-se novamente uma viga sujeita a flexão, sendo as fissuras manifestadas por toda parte devido ao mau posicionamento das armaduras. 1d) retrata também as fissuras predominantemente por erro e armadura, geralmente dispostas a 45° na peça, nesta imagem os números 3 e 4 retratam as fissuras inclinadas e o número 5 mostra a fissura no apoio provocada por deficiência na armadura, 1e) possivelmente provocada por retração, geralmente ocorridas em concreto protendido mal dimensionado, nessa figura 1f) mostra a fissura de espalhamento de tensões, se dá por causa de pressões concentradas, por fim, na figura 1g) fissuras quase aparente ao longo da barra de aço.

2.1.2 Trincas

Uma trinca é, de acordo com a NBR 15575 (2013) é uma abertura ou fratura superficial linear no concreto, de tamanho igual ou superior 6 mm (milímetros), caso esse abrimto seja inferior à medida estipulada é caracterizada como fissura. As medidas nem sempre são seguidas à risca pelas normas, outras interpretações são feitas e têm muita significância em termos de aceitações, de acordo com Oliveira (2012), são esses os parâmetros para a designação de fissuras, trincas, rachaduras, fendas e brechas (Tabela 1).

Tabela 1 – Classificação de espessura da abertura.

Anomalia	Abertura (mm)
Fissura	Até 0,5
Trinca	De 0,5 a 1,5
Rachadura	De 1,5 a 5,0
Fenda	De 5,0 a 10,0
Brecha	Acima de 10,0

Fonte: Oliveira (2012)

Conforme Oliveira (2012), fissuras e trincas são terminologias distintos, porém, capazes de causar confusões quanto à sua nomenclatura, então, essa diferenciação se dá por meio da espessura apresentada, sendo que até, 0,5 milímetro essa abertura é considerada uma fissura, entre 0,5 e 1,5 milímetros de abertura pode-se considerar uma trinca, uma rachadura é apontada por espaçamento de 1,5 à 5,0 milímetros, por sua vez a fenda é convencionalizada pelo autor com abertura entre 5 a 10 milímetros, pra qualquer abertura maior que 10 milímetros, considera-se uma brecha.

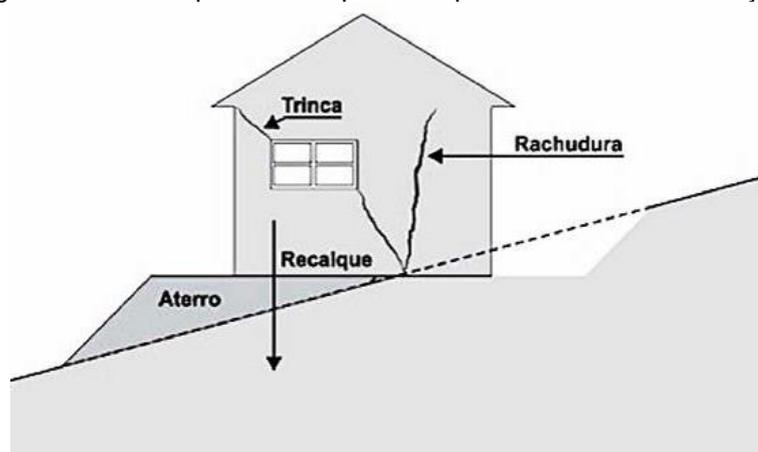
Segundo Granato (2012), os revestimentos em fachadas as quais utilizam de acabamento com argamassa e pintura apresentam trincas que comprometem completamente a estética quando nessas construções é feita de forma errada quanto ao preparo inadequado da argamassa ou até mesmo a hidratação da cal não completa, argamassa com alta relação água/cimento, ou mesmo quando cimento em excesso em sua composição, falta de Intertravamento (amarração) dos blocos cerâmicos, revestimento muito expeço, a não obediência à abertura para encuhamento, falta de juntas de dilatação entre outros, essa trincas podem se apresentar em grande variedade de formatos e aberturas.

Grande parte dos problemas com trincas está diretamente relacionado com a má execução das juntas ou até mesmo inexistência delas, se trata das juntas de dilatação térmica, elas atuam como divisoras das peças de todos os elementos

construtivos, pilares, vigas, lajes, alvenarias e tem a função de não permitir que a variação de temperatura cause movimentação e trinque, assim como também outras patologias que a estrutura está sujeita. (OLIVEIRA, 2012)

As trincas no concreto podem estar presentes em todas as fases da obra, caso seja executado de forma errada ou mal dimensionado na fase do projeto estrutural, de acordo com Borges (2008, p. 12) em fundações as trincas podem ser “[...] provocadas por recalques diferenciados das fundações ocorrem no caso destas deformações serem significativamente diferentes ao longo do plano das fundações de uma obra, quando tensões de grande intensidade serão introduzidas na sua estrutura, provocando o aparecimento dessas trincas”.

Figura 2 – Trincas provocadas por recalque diferencial das fundações.



Fonte: Site Bercam engenharia e consultoria (2017)

A Figura 2 representa a ação desse recalque através de uma ilustração a qual a patologia está sendo apresentada em uma obra de pequeno porte.

2.1.3 Eflorescência

A eflorescência é um dano a estrutura que traz prejuízo a estética, ainda mais quando há o contraste de sais com outros substratos, essa patologia pode-se ser encontrada também em argamassas, alvenarias, etc. essa anomalia resulta da exposição do material a infiltração, água ou intempéries. Em alguns casos, além de alterar a aparência física, seus sais constituintes podem ser agressivos e resultar em degradação profunda consequentemente com grande possibilidade de atingir o aço e causar sérios problemas, sendo analisada de uma forma química, a eflorescência

é constituída dos sais de metais alcalinos tais como potássio e sódio, além de alcalino-ferrosos com magnésio e cálcio quando esses em uma solução aquosa. (GRANATO, 2012).

Figura 3 – Eflorescência no concreto.



Fonte: Site Planus Engenharia (2016)

A Figura 3 acima ilustra como a eflorescência pode modificara a aparência do concreto, na imagem ela aparenta estar sob uma junção da estrutura, porém podem também apresentar-se no meio do vão ou sob qualquer outra parte da estrutura.

2.1.4 Deflexão lateral (Flambagem)

Os elementos cumpridos e as vezes esbeltos no sentido vertical são chamados de pilares ou colunas e a deflexão lateral que esses elementos estão sujeitos a sofrer são chamados de flambagem. Devido à grande importância da função estrutural que essa peça abrange se faz necessário muita atenção ao dimensiona-la, haja visto um risco maior e iminente quando se constrói sem qualquer estudo de definição de armadura, recobrimento e espaçamento do aço. A carga máxima suportada pelo pilar é chamada de carga crítica, na ocasião de adicionar alguma força entra na estrutura certamente ela gera a flambagem. É importante saber também que a deflexão lateral (flambagem) sempre ocorrerá em torno do seu eixo principal bem no seu ponto mais frágil. (HIBBELER, 2004).

Figura 4 – Representação da flambagem na armadura.



Fonte: Munaro e Possan (2017)

A Figura 4 mostra a representação de como atuam as forças de compressão fora do previsto exercidas em um pilar, provocando na estrutura a patologia do tipo flambagem, esse tipo de anomalia é caracterizado por erros no dimensionamento da carga em que o pilar se submeterá, uma vez que também possa se caracterizar por uma fraca resistência mecânica a compressão do concreto.

2.1.5 Manchas

De acordo com Helene (1986), algumas empresas de matérias de construção, almejando lucro sobre à redução dos custos de produção, aplicam desmoldantes de péssima qualidade e baixo custo, esse material sem qualidade geralmente apresentam patologias que requerem a aplicação de graute ou pasta de cimento na superfície da estrutura, uma forma de esconder o problema, acarretando assim muitas horas dos operários e conseqüentemente gasto extra, o que nem sempre tem-se um resultado plausível. Esses desmoldastes sem qualidade deixam marcas no concreto, manchas que mesmo que maquiadas com demão de argamassa vem à tona com o tempo, esse tipo de desmoldante geralmente é banha de animal óleos

(diesel e mineral) graxas, dentre outras, muitos desses produtos são solúveis a água, e quando exposto a humidade ou a água a chuvas acabam sendo levados e por consequência causam manchas na superfície das peças.

Figura 5 – Manchas ocasionadas devido intempéries em fachada.



Fonte: PETRUCCI (2000)

A Figura 5 mostra uma fachada completamente afetada por manchas, destruindo a estética e desvalorizando o imóvel, como principal causa para tal manifestação patológica, para esse tipo de caso, Oliveira (2002) afirma que essas manchas ocorrem quando partículas de sujeira ou fungos, juntos ao vento e as chuvas interatuam com a superfície da peça ou mesmo da fachada da obra, para conter essa problemática deve-se existir no projeto arquitetônico detalhamentos construtivos que minimizem o escoamento das águas pluviais na sua superfície.

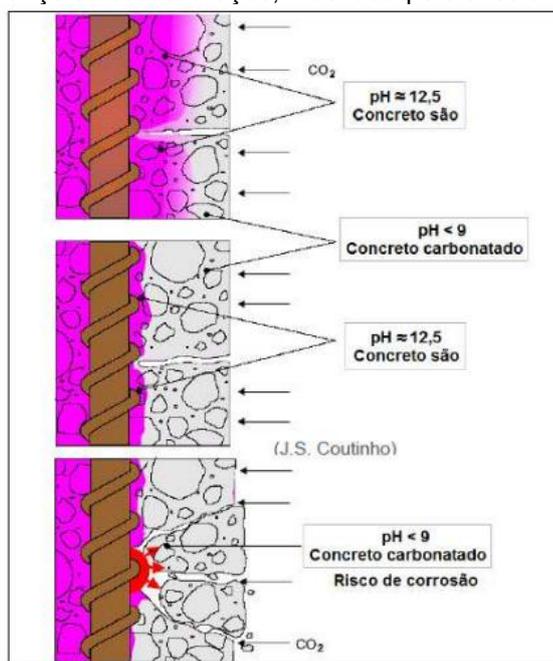
2.1.6 Carbonatação

A carbonatação é a capacidade do gás carbônico CO_2 que se encontra na atmosfera adentrar aos poros do concreto, podendo atingir a armadura e danificá-la. Com o encontro das duas substâncias (CO_2) e o hidróxido de cálcio presente na pasta do cimento forma-se o carbonato de cálcio (CaCO_3), com isso o desaparecimento do hidróxido de cálcio (Ca(OH_2)) na parte de dentro dos poros da pasta do cimento hidratado faz com o que baixe o PH do concreto é entre 12,5 e 14

para valores menores, algo em torno de 9, resultando assim na carbonatação do concreto. (SANTOS, 2012)

São várias as formas de verificar o quanto à frente de carbonatação está avançado no concreto, métodos como a difração de raios-x, análise térmica diferencial, termogravimétrica etc. Porém, ainda hoje a mais usada pelas equipes técnicas de engenharia é o estudo que comprova a carbonatação através do indicadores do seu PH, que é a base de fenolftaleína, ela apresenta-se normalmente na forma alcoólica, líquida e incolor, indicado pela seguinte fórmula estrutural: ($C_{20}H_{16}O_4$). O teste é realizado aplicando o produto diretamente a superfície da estrutura a ser analisada, instantes depois da aplicação já é possível notar a mudança na cor do concreto, a fenolftaleína se transforma em uma coloração róseo-avermelhada na região em que não está carbonatada, e permanece inalterada a cor onde foi carbonatado. (PFEIL, 1984).

Figura 6 – Avanço da carbonatação, mostrada pelo ensaio da fenolftaleína.



Fonte – Santos (2014)

A Figura 6 acima ilustra a penetração dos agentes agressores, nesse caso o dióxido de carbono CO_2 , adentrando por meio aos poros do concreto, uma vez que se tem conhecimento que a porosidade é uma característica negativa do concreto, uma vez que permite que más influencias entrem em contato com a armadura provocando malefícios (HELENE, 1986).

2.1.7 Corrosão da armadura

Segundo Helene (1986, p.1) “Pode-se definir corrosão como a interação destrutiva de um material com o ambiente, seja por reação química ou eletroquímica.” Entende-se por corrosão o ataque da natureza eletroquímica a qual ocorre em meio aquoso, essa reação se inicia quando se forma uma pequena camada de eletrólito na barra do aço, basicamente é o que sofre a armadura quando ainda mal estocada no canteiro, exposto a intempere e principalmente a umidade pois é preciso que haja oxigênio para se formar o óxido de ferro (ferrugem).

Segundo Freire (2005) existem dois grandes tipos de corrosão, a da natureza predominantemente eletroquímica e a do tipo química, há uma enorme diferença entre ambas, na eletroquímica os elétrons movimentam-se diretamente no aço, migrando da região do ânodo para o cátodo realizando uma solução iônica quando se completa o circuito elétrico através do eletrólito, no caso da corrosão química, a película de óxido que se faz presente sobre o ferro atua imediatamente como condutora de elétrons e íons.

De acordo com a mesma autora:

Corrosão química é também conhecida por corrosão seca ou oxidação e se processa por uma reação gás/metál, formando uma película de óxido. É um processo lento, não provocando estragos relevantes nas superfícies metálicas; geralmente está associado a altas temperaturas, podendo ocorrer na temperatura ambiente, em meio gasoso e em alguns meios líquidos. Em geral, acarreta uma corrosão homogênea na superfície do metal, não existindo reações de oxidação e redução e por, conseguinte, geradores de correntes elétricas. (Freire 2005, p33)

Para melhor exemplificar a teoria exposta, a Figura a seguir ilustra como se dá o processo de perda de seção longitudinal do aço dentro da estrutura de concreto armado.

Figura 7 – Perda de seção do aço devido os ataques externos pelo cobrimento do concreto.



Fonte: Emmons (1993) apud Freire (2005)

A perda de seção do aço mostrado na Figura 7 se caracteriza devido esses ataques provocados pela corrosão química referida, contribuindo com essas informações, Ripper (1988), afirma que Muito se sabe sobre a importância do cobrimento em estruturas de concreto armado, ela pode ser decisiva em termos de proteção à armadura, pois como se sabe, o concreto possui poros e é impermeável, indica-se cobrimentos não abaixo de 2,5 cm (dois centímetros e meio) mesmo que em estruturas de concreto aparente, estas devem usar de aditivos plastificantes capazes de tornar a estrutura o mais impermeável possível, enriquecendo essas informações, Hellene (2001) complementa que além de um cobrimento nos parâmetros estabelecidos por norma é de fundamental importância que o concreto possua em sua composição impermeabilizantes a fim de inibir a infiltração dos agentes agressores à armadura. A Figura 8 mostra uma viga com sua armadura positiva completamente em estado crítico.

Figura 8 – Corrosão em estado avançado em uma viga.



Fonte: Júnior(2008)

A Figura 8 acima, se retrata a corrosão da armadura no elemento estrutural viga, a figura mostra o aço da parte inferior e lateral, armadura positiva e estribos, uma manifestação patológica que preocupa, uma vez que seu grau de risco é grande.

3 POSSÍVEIS MEDIDAS PREVENTIVAS E CORRETIVAS

Esse processo de tomar medidas a fim de prevenir ou corrigir patologias nas estruturas é minucioso, a priori deve-se permitir verificar se o problema apresenta causas localizadas ou se é uniforme em todo o prédio deteriorado, deve-se anotar em um *check-list* todos os defeitos encontrados, como manchas (ambiente, coloração), corrosão da armadura (seu grau de avanço), fissuras (localização, sentido, e abertura), trincas, eflorescência, deslocamento do concreto, em geral, realizar um estudo preliminar antes de tomar iniciativas e conclusões. (GONÇALVES, 2015)

Segundo Hellene (2001), a vida útil do concreto armado deve ser tratada de forma cautelosa e abrangente, envolvendo equipes de engenharia capacitados e experientes. Desde o concreto no estado plástico ele deve ser bem executado, pois, uma falha nessa etapa pode ser fatal, terminada essa etapa vem a parte do uso, nela, são feitas operações de vistorias, ensaios e testes, porém estas fiscalizações fazem parte do tipo de correção preventivas, pois se trata apenas de uma precaução tomada a fim de evitar a geração de danos futuros e por consequência gastos desnecessários.

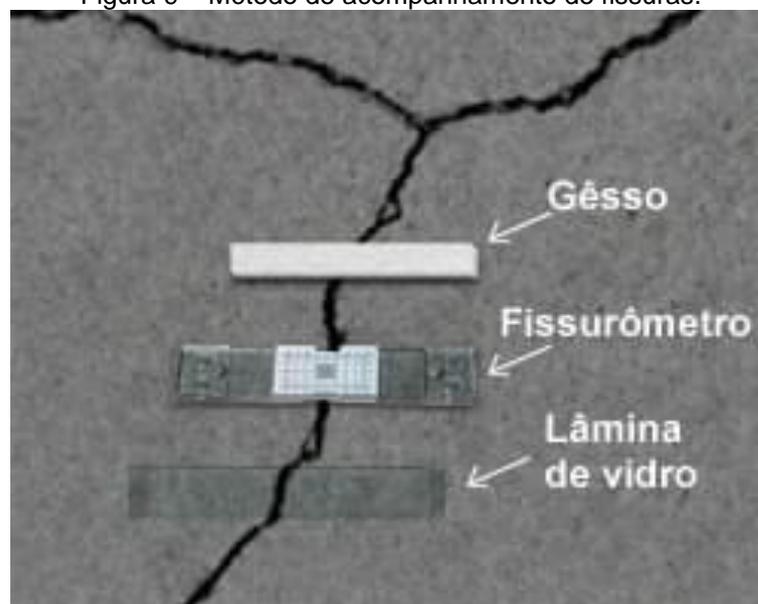
Como se sabe, há muitas maneiras de se evitar a proliferação de manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado, essas formas de combatê-las são, por exemplo, o investimento na tecnologia da construção civil para base qualificação na mão de obra qualificada e especializada, mudança no modo de pensar dos usuários, impondo e exigindo mais qualidade na garantia e mais vida útil no seu empreendimento, também elenca-se nesse contexto uma maior necessidade de conscientização da parte dos projetistas e executores (seguir atentamente normas de dimensionamento, períodos de disforma, adensamento, etc.) (SILVA, 2011)

3.1 Possíveis medidas preventivas e corretivas em Fissuras

Segundo Piancasstelli (2017), é de fundamental importância ao buscar medidas que solucionem as fissuras, se inteirar se estas são ativas ou inativas, em outras palavras, analisar se estão vivas ou mortas, se representam movimentação ou não respectivamente. Uma forma de verificar sobre o estado de estaticidade ou movimento das fissuras é com o teste de “selos” rígidos, podendo ser de gesso ou

uma placa de vidro colada, esse material anexado se desprende da estrutura caso ela apresente movimentação.

Figura 9 – Método de acompanhamento de fissuras.



Fonte: Piancasstelli (2017)

O procedimento para a verificação quanto a movimentação com selo rígido é muito simples e fácil de ser explicado, quando a estrutura fissurada for submetida a verificação com esse teste o primeiro passo a ser feito é a limpeza do local, retirar todo e qualquer material pulverulento que por ventura contenha na peça, após a limpeza prepara-se uma mistura de gesso no local e ainda em seu estado fresco aplica-se no sentido dissimilar da fissura, após 24 horas da aplicação do “selo” verifica-se se há desprendimento do gesso com a estrutura, caso sim, significa que a fissura apresenta movimentação. Com o teste da lâmina de vidro não é muito diferente, cola-se um pequeno pedaço de vidro no sentido também diferente da fissura, caso o vidro se rompa é sinal que na estrutura há indícios de movimentação.

De acordo com Thomaz (1989) *apud* Zanzirine (2016), uma vez que fissura em questão não apresente movimentação considerável ou de fato nenhuma, seu reparo e recuperação pode ser feita utilizando o simples sistema de pintura da parede. Essa recuperação de fissura se caracteriza aplicando um selante flexível, como silicone ou poliuretano, na região aberta da fissura, em forma de V, caso a fissura não compreenda a medida estabelecida de no mínimo 1 cm (um centímetro) de largura, aconselha-se escavar a mesma até conseguir essa profundidade estabelecida para seguir corretamente o procedimento.

Figura 10 – Reparo da abertura da fissura através da pintura acrílica.

SRF	Materiais Empregados	Representação Esquemática
B	④ Tinta 100% Acrílica (5 a 6 demãos) ③ Selante Acrílico (2 demãos) ② Fundo Preparador de Paredes ① Abertura em "V" (1x1 cm)	

Fonte: Machado (2013) apud Zanzarini (2016)

Em locais com maior presença de fissuras, atingidos por retração da argamassa ou a mesma estar com um alto teor de cimento em sua composição, recomenda-se usar três ou mais demãos, nesses locais referidos, indica-se realizar um reforço com tela de poliéster ou polipropileno e massa acrílica, onde dessa vez já sobre o número de demãos após o uso da tela para seis ou mais camadas. (CASOTTI, 2007)

Figura 11 – Reparo da abertura da fissura com uso de massa acrílica

SRF	Materiais Empregados	Representação Esquemática
C	③ Massa acrílica ② Tela de Poliéster com bandagem central ① Massa Acrílica	

Fonte: Machado (2013) apud Zanzarini (2016)

3.2 Possíveis medidas preventivas e corretivas em trincas

Helene (1988) elenca métodos e práticas construtivas capazes de inibir o aparecimento das trincas, pois estas podem ter diversas fontes de surgimento, e como um erro de caráter pertinente está o desmazelo com a escolha do tipo de material e uso incorreto do mesmo, assim como a falta da cura quando no momento certo é necessário, contribuindo com essas informações, Santos (2014) complementa que em geral grande parte dos problemas relacionado a trinca está

ligado ao recalque diferencial da estrutura, sendo de fundamental importância a tomada de atenção em dobro nessa etapa da obra, com o objetivo de não instalar no solo uma fundação sem seu obrigatório dimensionamento.

Tabela 2 – Medidas de combate às trincas

Causas Possíveis	Soluções das causas – antes de as fissuras em si
Recalque das fundações (rebaixamento da terra ou da parede após a construção da obra).	Verificar se o solo continua cedendo, caso ainda haja muita movimentação da terra, é preciso a criação de estaca de reforço.
Falta de armação adequada	É necessário providenciar um reforço da armadura
Falta de junta de dilatação	Criar juntas de dilatação
Corrosão da armadura (ferrugem)	É necessário um tratamento para recuperação ou substituição da armadura caso ela esteja muito deteriorada.
Sobrecargas	Providenciar pontos de apoio
Retração do concreto	Tratamento na própria trinca – não tem como tratar a retração do concreto

Fonte: Construir e Reformar Sonhos 1000 (2013).

Dentre os fatores determinantes para formação e aparecimento de trincas, destaca Olivari (2003), falta de encunhamento, concreto do tipo muito poroso, além das sobrecargas não previstas que por ventura venha afetar a estrutura.

Como forma de combate a essa patologia recomenda-se técnicas idênticas a para lher dar com fissuras, desenvolvidas por Casotti (2007) recomenda-se usar três ou mais demãos de tinta, ou de massa corrida para os casos de trinca sem movimentação, orienta-se realizar um reforço com tela de poliéster, caso a trinca seja de menos espessura.

3.3 Possíveis medidas preventivas e corretivas em eflorescências

De acordo com trindade (2015) é preciso se atentar em não deixar passar por despercebido a fase da impermeabilização dos constituintes da estrutura, recomenda-se que desde a fundação utilizar-se do lastro de concreto na parte inferior da fundação o “concreto magro”, e não deixar de impermeabilizar as vigas baldrame por completo, com o propósito de deixar a estrutura a cima desanexada da parte úmida que provém do solo, pois como afirma Casotti (2007) a água ou umidade tende a percolar por capilaridade até brotar na superfície como forma de sal, causando a eflorescência.

Para a recuperação de uma estrutura afetada por eflorescência pode ser realizada uma limpeza e eliminação da infiltração de umidade, realizando o processo

de escovamento da superfície com escova de cerdas de alço, seguida de lavagem com água suficiente para realizar a remoção, devendo-se iterar a operação até a retirada total podendo-se utilizar um sabão com poder tensoativo que ajude na ação da água, também pode-se fazer a secagem do revestimento. Em última circunstância, no caso de alvenaria pode-se limpar a eflorescência usando o ácido muriático a 10%, molhando cuidadosamente a superfície da alvenaria para evitar uma penetração profunda do ácido e o contato direto com o ácido com a pele. (BORGES 2008)

3.4 Possíveis medidas preventivas e corretivas em flambagem

Colaborando com medidas para conter o aumento progressivo dessa patologia e reforçar a estrutura para que não mais se deteriore Trindade (2015 p. 67) que analisa em sua obra reparos de estrutura com lâminas de aço, afirma que:

Para reforçar elementos submetidos à compressão simples ou composta, como em pilares por exemplo, a simples colagem das lâminas não é indicada, pois são muito esbeltas e poderiam acabar sofrendo flambagem. Devido a isto, o indicado é usar os tecidos de fibra de carbono devido à sua facilidade de se moldarem a diferentes formas geométricas. Com estes tecidos pode-se colocar várias camadas de modo a confinar o elemento estrutural, para que a partir do momento em que a estrutura.

A Figura 12 a seguir mostra um caso de pila submetido a aumento da seção de aço.

Figura 12 – Pilar submetido à aumento de sessão de aço



Fonte: Trindade (2015)

De acordo com o mesmo autor, outra forma de combate a essa patologia é o aumento da seção de aço em sua superfície com isso, o pilar ganha mais robustez e conseqüentemente mais resistência mecânica seja a tração quanto a compressão,

em paralelo a essa técnica, Andrade (2005) alerta sobre o perigo que ela carrega que se trata do aumento significativo no seu peso, uma vez que a fundação pode não estar preparada para suportar tanto esforço desencadeie em sucessivas séries de patologias originada de recalque diferencial da estrutura, o autor enfatiza ainda que sem dúvida o planejamento e o projeto de dimensionamento a causa pode ser bem mais lucrativa, a prevenção com gastos posteriores é consequência de dinâmica e planejamento.

3.5 possível medidas preventivas e corretivas em manchas

Piancasstelli (2017), observa que a umidade é a principal causa dos surgimentos de manchas em estruturas de patologias assim como em diversos tipos de alvenarias, estruturais ou não, enriquecendo esse ponto de vista, Alexandre (2008) afirma que tais patologias são também geradas a partir de incidência de intempéries sobre as fachadas ou laterais das edificações tornando-as vulnerável ao desencadeamento de uma série de patologias, tais como bolor, deslocamento cerâmico desagregação do material, etc.

Com o intuito de prevenir manchas, Casotti (2007) afirma que os cuidados para que sua manifestação não se prolifere é preciso que desde as fundações aos baldrame estejam devidamente impermeabilizada, a fim de conter a umidade que se introduz na estrutura por percolação através dos poros do concreto.

No que se refere à uma tomada de ação corretiva da anomalia, Gonçalves (2012) em consonância com o pensamento de Casotti (2017) intervém com uma solução lógica, propões a desagregação da área manchada, posteriormente, indica o uso de aditivo impermeabilizante para conter o reaparecimento a posteriori.

3.6 Possível medidas preventivas e corretivas em Carbonatação

Segundo Munaro (2017), os fatores determinantes na formação da carbonatação está ligada aos seguintes fatores; Alta relação água/cimento; Cobertura de recobrimento de concreto inferior à norma; Fator de agentes agressivos do ambiente (Ambientes marítimos); Falta de acabamento com revestimento cerâmicos ou pinturas adequadas. Dessa forma nota-se que a carbonatação é algo frequente no meio construtivo, porém munidos de um bom projeto e cuidados é possível contê-la.

As ações corretivas são tidas por Freire (2005) como todas de carácter destrutivas, a não ser que se possível opte por fortalecer a peça estrutural carbonatada com nova armadura e um novo revestimento, com intuito de preservar a já existente e conserva-la com intensão de economizar faturamento com um gasto já previsto.

3.7 possíveis medidas preventivas e corretivas em Corrosão da armadura

Segundo Ripper (1984) “as barras de aço, antes de serem montadas, devem ser convenientemente limpas, removendo-se qualquer substancia prejudicial à aderência com o concreto. Deve-se remover também as escamas (crostas) de ferrugem.” Também é importante o cuidado com o transpasse entre os aços, pois, quando não haver local estipulado como o correto deverá ser feita a emenda no local de menos solicitação de esforço a tração, pois suportar os esforços à tração é justamente essa a principal função do aço em uma estrutura de concreto armado, é importante a atenção para que em hipótese alguma o aço ficio descoberto após a concretagem.

Segundo Borges (2008) “Umas das medidas preventivas no controle da corrosão de armaduras é a execução do projeto de forma adequada como, a exemplo, da locação das armaduras, vibração do concreto, escolha e teores de materiais adequados, etc.”

4 METODOLOGIA

Esse trabalho de conclusão de curso se fundamenta inicialmente a partir de materiais acadêmicos relacionados ao tema, monografias, livros, publicações, artigos, dissertações e sites relacionados ao tema, onde se busca captar o máximo possível de informações necessárias para desenvolver essa monografia. De acordo com Gil (2008), para se realizar uma pesquisa ou revisão bibliográfica a primeira iniciativa é a organização do problema a ser pesquisado, para posteriormente avaliar e aplicar todo o máximo do material bibliográfico disponível, uma vez que o tema deve conter relevância tanto teórica como prática e proporcionar interesse de ser estudado.

O conteúdo que dá início ao referencial teórico são os conceitos de patologia em concreto armado nas edificações. Essas informações foram organizadas pelos tipos de manifestações patológicas, na seguinte sequência; Fissuras, Trincas, Eflorescência, Deflexão lateral (Flambagem), Manchas, Carbonatação e Corrosão da armadura. Tais definições são essenciais para melhor entendimento acerca das problemáticas abordadas e apresentadas no decorrer desse trabalho, ajudará a entender e demonstrar as origens, propor possíveis medidas preventivas e mostrar como as implicações ocasionadas por essa anomalias podem trazer perigo ao bem estar físico dos seus usuários.

Nesse contexto, serão apresentados no decorrer desse estudo, análises dos resultados e discussões sobre estudos realizados por SANTOS (2014), MOREIRA (2009), MUNARO (2017), SANTOS (2016), IANTAS (2010), SILVA (2011), TRINDADE (2015), GONÇALVES (2015), SILVA (2018), FIORITI (2016), LOTTERMANN (2013), MELO (2009), BRITO (2017), SANTOS (2012), ZUCHETTI (2015), representados respectivamente por OBRA 1, OBRA 2, OBRA 3 e assim sucessivamente, a Tabela 3 a seguir expõe as manifestações patológicas estudadas pelos autores.

Tabela 3 – Descrição das obras analisadas

OBRA	AUTOR	DESCRIÇÃO
01	SANTOS (2014)	Análise de manifestação patológica em um prédio residencial de 750 m ²
02	MOREIRA (2009)	Estudo das manifestações patológicas na produção de pré-fabricados de concreto
03	MUNARO (2017)	Estudo das manifestações patológicas na produção de pré-fabricados de concreto, produções de pré moldados.
04	SANTOS (2016)	Análise de manifestação patológica em um prédio abandonado no Distrito Federal
05	IANTAS (2010)	Análise de patologias estruturais em edificação de gestão pública, uma instituição escolar de 864m ²
06	SILVA (2011)	Análise de manifestações patológicas em uma residência unifamiliar de 340m ²
07	TRINDADE (2015)	Análises patológicas referentes a juntas de dilatação em obra privada
08	GONÇALVES (2015)	Análise de manifestações patológicas em um edifício unifamiliar de 20 pavimentos tipo
09	SILVA (2018)	Análise das patologias construtivas em uma residência unifamiliar na cidade de Juazeiro do norte-CE.
10	FIORITI (2016)	Análise de manifestações patológicas em sistemas estruturais em edificação pública de 4.146 m ²
11	LOTTERMANN (2013)	Análise das manifestações patológicas de um edifício residencial localizado no município de Ijuí/RS.
12	MELO (2009)	Análise de manifestações patológicas hidráulicas de macrodrenagem revestidas em concreto
13	BRITO (2017)	Análise de manifestações patológicas na

		construção civil, em uma instituição pública de ensino superior.
14	SANTOS (2012)	Análise de deterioração das estruturas de concreto armado – Estudo em edifício comercial
15	ZUCHETTI (2015)	Análise de manifestações patológicas e investigação patológica em edifício corporativo de administração pública no vale do taquari/rs

Fonte: Autora, 2019.

A partir dessa compilação de informações, realizou-se uma análise de dados com ilustrações representando os métodos construtivos que inibem o aparecimento de patologias em estruturas de concreto armado citado pelos autores, além de elencar medidas preventivas observadas na sua execução quando existir, medidas essas que asseguram e garantem uma via útil mais prolongada a estrutura.

5 RESULTADOS E DISCUSÕES

Foram analisados 15 estudos de casos de obras executadas em concreto armado, obras essas espalhadas em todo o território nacional que possuíam algum tipo de manifestação patológica em sua estrutura, entre os mais variados períodos de tempo. Como se sabe muitas estruturas apresentam algum tipo de anomalias são reparadas pelos próprios usuários sem que seja consultado alguma equipe técnica especializada, desprezando assim, o correto acompanhamento do reparo ou recuperação e conseqüentemente a elaboração de laudos.

Como forma de organização, as manifestações patológicas foram registradas a partir das seguintes patologias: fissura, trinca, corrosão da armadura, flambagem, carbonatação, eflorescência e manchas, sendo que das obras 15 obras analisadas elas estão presente pelo menos uma dessas obras, foi averiguado se contêm ou não a patologia referida de cada uma das manifestações patológicas elencadas, para apresentar as estatísticas, foram calculado por fim a porcentagem que cada patologia representa num âmbito global em termo de mais incidentes, esse cálculo é explicado na Tabela 4.

Tabela 4 – Exemplo de cálculo da incidência da manifestação patológica

Manifestações ou Local	Fissura	Trinca	Corr. da armadura	Flambagem	Carbonatação	Eflorescência	Manchas
Santos ¹ OBRA 1	X						
Moreira OBRA 2	X						
Munaro OBRA 3	-						
Silva ¹ OBRA 4	X						
lantas OBRA 5	-						
Silva ² OBRA 6	X						
Trindade OBRA 7	X						
Gonçalves OBRA 8	X						
Melo OBRA 9	-						
Santos ² OBRA 10	X						
Fioriti OBRA 11	X						
Lottermann OBRA 12	X						
Brito OBRA 13	X						
Santos ³ OBRA 14	-						
Zuchetti OBRA 15	X						
INCIDÊNCIA	73%						

Fonte: Autor, 2019.



$$= \left(\frac{11}{15} \right) \times 100\%$$

5.1 Análise do banco de dados obtido

A diferenciação dos resultados pesquisadas em questão se fez por distinção de obras de gestão pública ou privada, assim como se o seu meio caracteriza-se como sendo rural ou urbano, a Tabela 5 representa esses dados e enquadram cada obra em sua devida locação e administração.

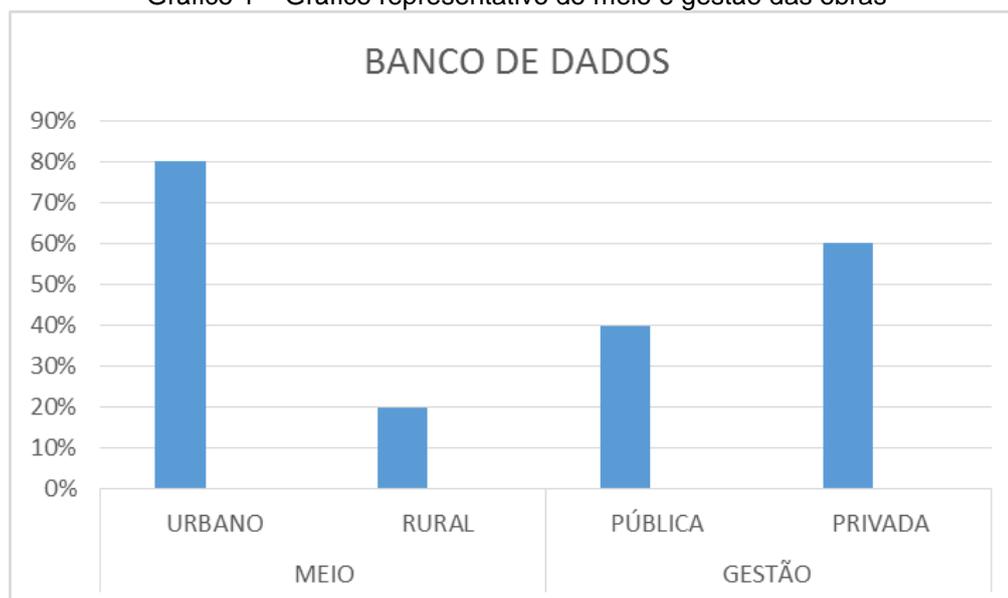
Tabela 5 – Determinação do meio e gestão das obras

AMBIENTES	MEIO		GESTÃO	
	URBANO	RURAL	PÚBLICA	PRIVADA
OBRA 1	X	-	-	X
OBRA 2	-	X	-	X
OBRA 3	X	-	-	X
OBRA 4	X	-	-	X
OBRA 5	-	X	X	-
OBRA 6	X	-	-	X
OBRA 7	X	-	-	X
OBRA 8	X	-	-	X
OBRA 9	X	-	X	-
OBRA 10	X	-	-	X
OBRA 11	X	-	X	-
OBRA 12	X	-	-	X
OBRA 13	X	-	X	-
OBRA 14	-	X	X	-
OBRA 15	X	-	X	-
INCIDÊNCIA	80%	20%	40%	60%

Fonte: Autora, 2019.

Esses dados estão ilustrados no Gráfico 1 abaixo, onde se pode ter uma melhor noção de visualização quanto ao tipo e localização das obras analisadas.

Gráfico 1 – Gráfico representativo do meio e gestão das obras



Fonte: Autora, 2019.

Após coletado todas as informações necessárias, foi constatado que das obras analisadas, 80% localiza-se em meio urbano e apenas 20% em meio rural, um dado já esperado uma vez que é de grande notoriedade a alta incidência de análise em obras no meio urbano. Esse fator pode ser determinante em algumas patologias referentes à corrosão das armaduras, tal fato pode explicado pelas patologias referentes às maresias, responsáveis por inúmeras e variadas patologias.

No que se refere à gestão na qual a construção se encontra, foi notado uma equivalência nos dados, na ocasião, definiu-se que 60% das edificações são de domínio privado e 40% público.

5.2 Incidência das manifestações patológicas

A seguinte tabela 6 e o Gráfico 2 representam a ocorrência das manifestações patológicas, relacionando-as com as obras analisadas.

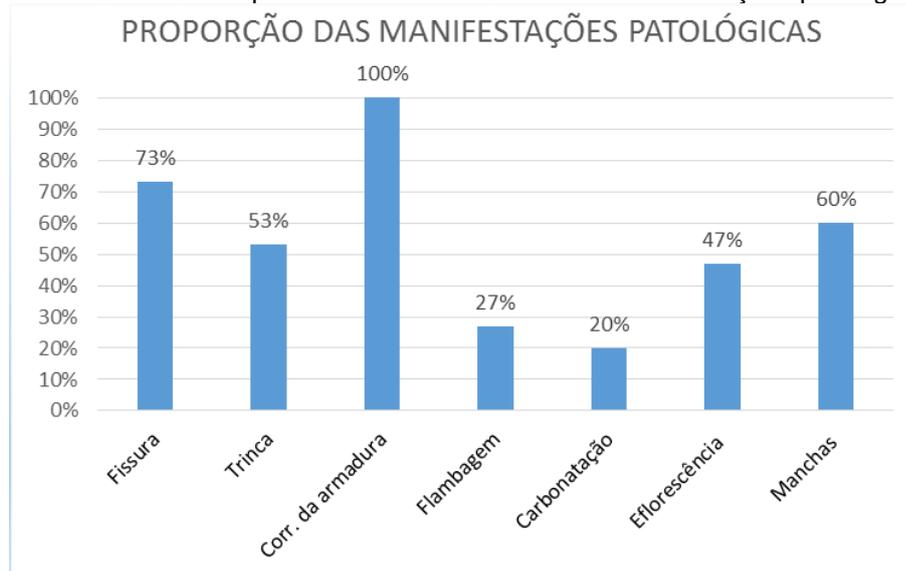
Tabela 6 – Incidência das manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado

Manifestações ou Local	Fissura	Trinca	Corr. da armadura	Flambagem	Carbonatação	Eflorescência	Manchas
Santos ¹ OBRA 1	X	-	X	-	-	-	-
Moreira OBRA 2	X	-	X	-	-	-	X
Munaro OBRA 3	-	-	X	X	-	-	-
Silva ¹ OBRA 4	X	-	X	-	X	X	X
Iantas OBRA 5	-	X	X	-	-	X	X
Silva ² OBRA 6	X	X	X	X	X	-	X
Trindade OBRA 7	X	X	X	X	-	X	X
Gonçalves OBRA 8	X	X	X	-	-	-	X
Melo OBRA 9	-	-	X	-	-	X	X
Santos ² OBRA 10	X	X	X	-	X	-	-
Fioriti OBRA 11	X	-	X	X	-	X	X
Lottermann OBRA 12	X	X	X	-	-	-	-
Brito OBRA 13	X	X	X	-	-	-	X
Santos ³ OBRA 14	-	-	X	-	-	X	-
Zuchetti OBRA 15	X	X	X	-	-	X	-
INCIDÊNCIA	73%	53%	100%	27%	20%	47%	60%

Fonte: Autora, 2019.

A seguir, o gráfico 2 ilustra o índice que se apresentam as patologias nas obras analisadas, visto que o quadro amostra representado por 15 obras, as quais possuem em sua estrutura o uso de concreto armado.

Gráfico 2– Gráfico representativo de incidência das manifestações patológicas



Fonte: Autora, 2019.

Como visto no Gráfico 2, a manifestação patológica mais presente foi a corrosão na armadura representando 100% dos casos, seguida de fissuras, essas manifestações patológicas por sua vez representa um índice de 73% de presença dentre as obras analisadas, as manchas aparecem em terceiro lugar no ranking das mais presentes, essa patologia está contida em 60% dos casos, logo após temos a trinca com 53% de incidência e com menos expressão significativa temos as eflorescências, flambagem e carbonatação com 47%, 27% e 20% de incidência respectivamente nos estudos analisados.

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

A análise dos resultados procedeu por ordem das manifestações patológicas mais incidentes, sendo que essa sequência foi: Corrosão da armadura, Fissuras, Manchas, Trincas, Eflorescência, Flambagem e Carbonatação.

6.1 corrosão da armadura

A corrosão da armadura foi a patologia mais frequente na estruturas analisadas, ela representa 100% de ocorrência nos casos, ou seja, de todas as obras pesquisadas essa manifestação patológica se fez presente. Os motivos que causaram essa patologia foram os mais variados, tal anomalia se mostrou proveniente tanto de erros de execução, como de projetos, deixando a desejar

principalmente em cobertura, outrossim devido também às fissuras e trincas, com isso a facilitação de infiltração de água e umidade.

Em concordância com as pesquisas de Molin (1988) já era de se esperar um alto índice na incidência de corrosão da armadura uma vez que o Brasil é um país continental possui características úmidas, em paralelo ao pensamento do autor, Zanzarine (2016) ainda atribui essa anomalia ao alto índices de obras executadas sem projetos estruturais e destaca ainda que em geral há destrato com o acabamento de revestimento, uma vez que facilita a inserção de agentes agressores.

Vê-se na Figura 13 e 14 a seguir complicações de corrosão de armadura extraídas dos estudos analisados:

Figura 13 – Falta de adensamento no momento da concretagem



Fonte: Obra 8 GONÇALVES (2015)

De acordo com o autor, a causa dessa manifestação patológica na Figura 13 é proveniente da ineficiência do método de adensamento do concreto e também à falta de limpeza da forma antes da concretagem podem ter sido fatores determinantes para ter ocasionado a manifestação patológica.

Figura 14 – Inexistência de cobriemento na parte inferior da viga



Fonte: Obra 12 LOTTERMANN (2013)

Feita uma análise das patologias na obra 12 pelo seu autor ele chegou a conclusão das seguintes informações:

- Descrição visual: Pela análise visual, nota-se a falta de espaçador na armadura, o que possibilita danos futuros.

Com isso o autor finaliza a análise descrevendo a Manifestação patológica, ele percebeu com isso que os estribos das armadura da vida estão aparente, assim como a armadura longitudinal positiva, com isso estando vulnerável à ataques de agentes agressores, concluindo seu laudo o autor indica Causas prováveis, a qual destaca que a principal causa da patologia é justamente a exposição da armadura.

6.2 Fissuras

No ranking das patologias mais frequentes tem-se as fissuras como mais recorrentes ficando atrás apenas das corrosões, as fissuras se mostraram muito pertinentes, ela se manifesta em 73% dos casos, totalizando 11 aparições nas obras observadas. Muitas vezes as fissuras originam trincas que nessa avaliação aparece com uma margem de 53% de presença na amostra, quando não tratadas, essas trincas despertam o aparecimento de rachaduras ou até mesmo fendas, quando é o caso de patologias vivas.

Como visto inicialmente, são inúmeros os fatores que desencadeiam as fissuras, nos trabalhos estudados, foram detectadas fissuras de diversos sentidos e tamanhos, assim como descritas nas figuras 15 e 16.

Figura 15 – Fissuras proveniente de junta de concretagem em pilar



Fonte: Obra 7 TRINDADE (2015)

A fissura localizada na face inferior da laje, na junta da concretagem, ilustrada na Figura 15, de acordo com o autor apud Helene (1988) elenca como principal condição do aparecimento da patologia o cume do pilar com exagero de nata de cimento, isto é, devido ao acontecimento da exsudação, aquela região da peça estrutural resultou no enfraquecimento da estrutura. A Figura abaixo, também se classifica como fissura, porém sua causa apresenta-se por outro motivo.

Figura 16 – Fissura na parte externa da edificação



Fonte: Obra 15 ZUCHETTI (2015)

Na Figura 16, nota-se a presença de fissuras que se cruzam em seu percurso, de acordo com o autor, tais anomalias provem de retração hidráulica,

segundo o autor são vários os agentes que causam essa patologia, entre os fatores que os causam destaca: falta de aderência, muitos níveis dispostos sobre a estrutura, além espessura ser acima do que a norma preconiza.

6.3 Manchas

Com um percentual expressivo, aparecem as manchas, elas representam 60% de presença no banco de dados, as manchas as vezes partem de eflorescências, que por sua vez representa um índice de 47%, ou seja, aparecendo quase na metade de todas as obras analisadas.

A Figura 16 mostra o aparecimento de manchas na obra 17, a construção em questão se trata de uma obra de saneamento básico, as manchas, segundo o autor, provém do escoamento da água impura sobre a estrutura, a água por escoar da escada de drenagem escoar diretamente na parede do canal que se localiza na interface lateral, provocando umidade no trecho onde essa água impura percorre, isso também vem acontecendo com as saídas das tubulações apresentando bolor e manchas das mais variadas tonalidades, com isso essa água poluída desgasta o concreto podendo até a causar perda de seção posteriormente.

Figura 17 – Manchas na parede lateral de um canal

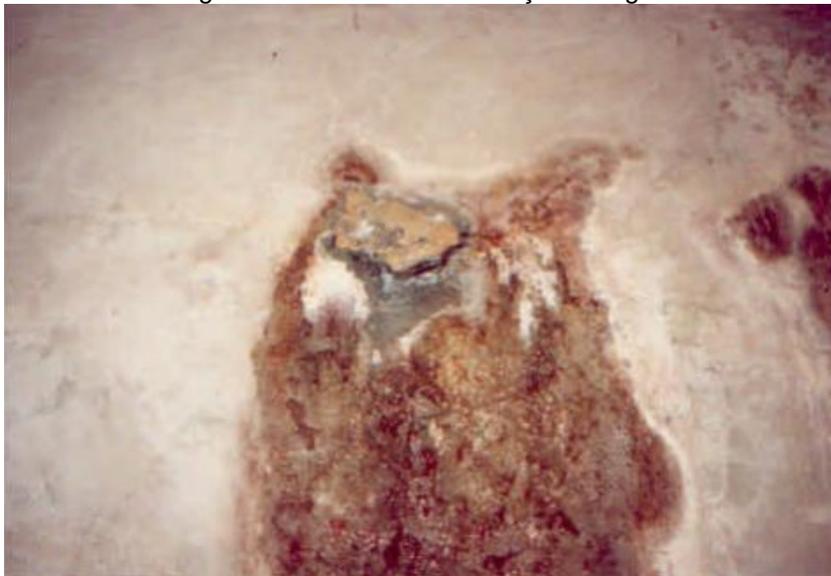


Fonte: Obra 12 MELO (2009)

A figura 18 também expõe um caso de mancha, essa patologia foi estudada na obra 8, trata de uma construção de barramento de água, o autor listou as causas,

como principal atribuiu à falha na concretagem e má execução da cortina, uma vez que há a inexistência de drenagem do lençol freático e das águas.

Figura 18 – Cortina de infiltração de água



Fonte: Obra 8 GONÇALVES (2015)

Como metodologia de reparo na situação descrita, seu autor sugeriu a remoção completa do concreto que está em processo de desagregação; Realizar uma regularização nas margens de abertura; Limpeza nas barras de aço da armadura; Solicita uma proteção galvânica para com a armadura; requisita que seja feita uma execução de rede de dreno com tubos PVC de 2"; Por fim, um tamponamento com produtos impermeabilizante de boa qualidade em torno do tubo requerido.

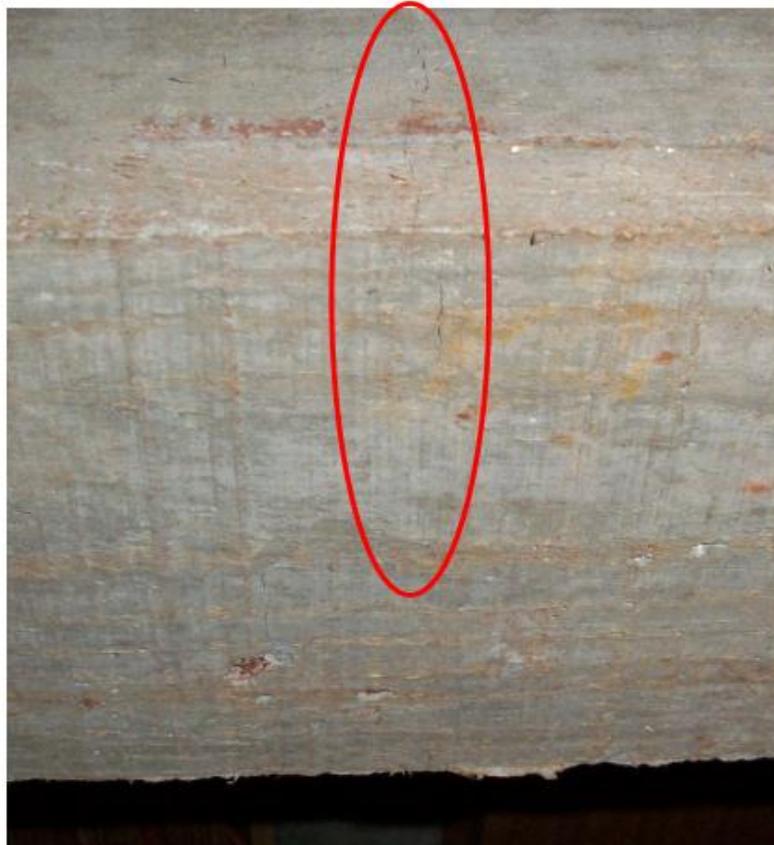
Problemas relacionados à perda de estética assim como as manchas, lembram-se as eflorescências, uma vez que essa patologia não traz danos à construção assim como as trincas, além do seu prejuízo visual, assim afirma Hellene (1988).

6. 4 Trincas

Esse tipo de manifestação patológica se fez presente em mais da metade dos casos observados, com 53% de incidência essa anomalia é bem preocupante, uma vez que pode gerar risco de vida e da integridade da própria estrutura. Foi observado nas obras 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13 e 15, sendo das mais variadas formas

tamanhos e espessuras. A figura 19, abaixo ilustra uma viga com uma trinca cortante ao seu eixo.

Figura 19 - Trinca em viga de sustentação



Fonte: Obra 12 LOTTERMANN (2013)

Foi feita uma descrição visual a qual foi observada pelo autor sobre a figura 19, ele chegou à conclusão que se trata de uma trinca vertical na parte inferior da viga, se localiza no trecho central da viga em relação aos apoios que sustentam a viga, então a viga quando submetida a uma carga muito alta para sua capacidade de resistência delimitada no projeto fica sujeita a trincas, dessa magnitude ou até mesmo mais expressivas, o autor sugere que as possíveis causas da manifestação patológica mostrada é devido ao excesso de carregamento, e devido a sua forma de manifestação e sentido caracteriza-se como uma trinca por flexão.

6.5 Eflorescência

Na análise de dados, as manifestações patológicas do tipo eflorescência aparecem com um percentual de 47% de incidência, o que não é de causar espanto uma vez que essa patologia é tão comum nosso dia a dia.

De acordo com o autor da obra 14, expõe-se que geralmente quando se trata das patologias da construção civil, uma fator influencia no outro como é o caso que se pode observar na figura 19, com o efeito da eflorescência, umidade elevada e um cobrimento incorreto, levaram o pilar à sofrer deterioração com a perda de seção do aço, o que torna preocupante quanto à integridade física dos seus usuários.

Figura 20 – Eflorescência no pilar, desencadeamento de séries de patologias



Fonte: Obra 14 SANTOS (2012)

Como nesse caso da obra 14, Figura, o autor salienta que a manifestação patológica do tipo eflorescência não prejudica apenas a estética mas também é pode ser fator determinante na ação de oxidação da armadura

6.6 Flambagem

Aprofundando na pesquisa, verificou-se que a flambagem ou deflexão lateral, apresenta-se com um índice um pouco mais discreto, representada com 27% de incidência essa patologia está presente nas obras, 3, 6, 7, e 11. Esse tipo de manifestação patológica apesar de ter um percentual não tão expressivo é muito rotineiro nas obras em geral, em suma essa patologia provém do mal dimensionamento de cálculo estrutural ou, na maioria das vezes a falta do dimensionamento MOREIRA (2009).

Figura 21 – Pilar submetido a flambagem em processo de recuperação



Fonte: Obra 7 TRINDADE (2015)

A figura 21 mostra um pilar submetido ao confinamento por meio da lâmina de fibra de carbono, em concordância com o autor, essa técnica de recuperação dos pilares que estão submetidos a esforços superiores ao que suportam é válida tanto para pilares esbeltos assim como peças mais robustas.

6.7 Carbonatação

Com menos incidência dentre as demais destaca-se a carbonatação como a patologia menos frequente em obras, ou, pelo menos a estudada com menos frequência, quando feita a estatística verificou-se que essa patologia se apresentava apenas em 20% dos casos nas obras.

Figura 22 – Carbonatação ultrapassando o cobrimento da armadura



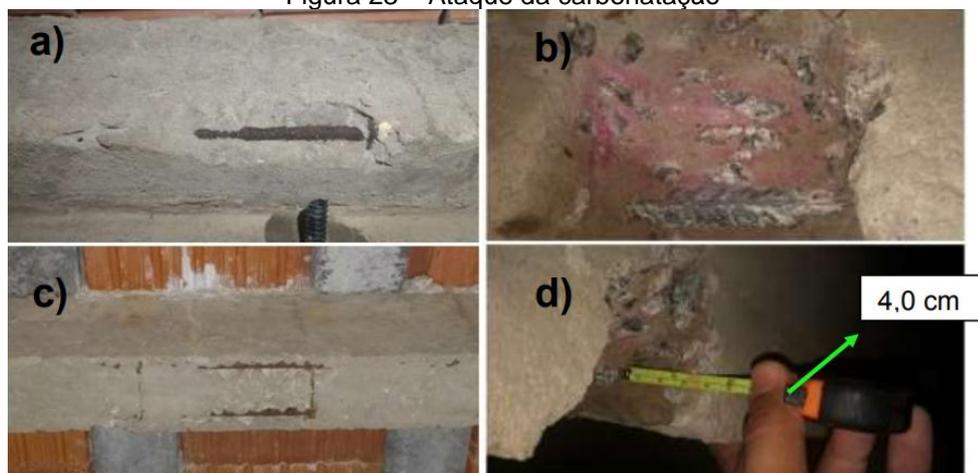
Fonte: adaptada da Obra 10 FIORITI (2016)

A carbonatação apresentada na figura 22 expõe um caso em que a patologia é vislumbrada pelo uso da fenolftaleína, a qual deixa a área não carbonatada com a cor rósea avermelhada, contudo, a área que não houve alteração na coloração está comprometida a carbonatação, essa patologia ultrapassa o nível do cobrimento que envolve a armadura, a autora da pesquisa de caso em questão conclui com isso que esse é um dos principais fatores que influenciam na corrosão da armadura, pois o concreto se torna propício a ser adentrado com facilidade pelos agentes externos e intempéries.

Uma medida adotada pela autora para o combate da patologia é o aumento da seção do pilar, uma vez que no estudo realizado foi visto que a taxa de armadura era superior ao necessário naquela peça.

Em outra experiência similar ao caso anterior, a figura 23 abaixo ilustra também o ataque da carbonatação na estrutura de concreto armado.

Figura 23 – Ataque da carbonatação



Fonte: Obra 4 SILVA (2018)

Nessa situação, são lustradas vigas a quais estão sob efeito da carbonatação, a figura 23a) e 23c) apresentam estribos já sob o efeito da corrosão da armadura, anomalias essas advinda da carbonatação do concreto, o autor por sua vez salienta que foram feitos ensaios com a fenolftaleína, contudo o índice de carbonatação se apresentou tão alto que não apresentaram nenhuma alteração na cor, exceto uma rápida coloração rósea avermelhada na figura 23b), representado que no interior de 4 centímetros encontrava-se área não carbonatada.

Para solucionar a problemática o autor propõe aumento na sessão do concreto, até que essas peças fiquem em acordo com a associação Brasileira de Normas Técnicas e assim possa ter uma maior vida útil.

7 CONCLUSÃO

Com a realização do levantamento de banco de dados das patologias frequentes em estruturas de concreto armado, percebeu-se que as anomalias contidas nas obras podem ser mais comuns do que o esperado, tendo em vista que o espaço amostral abordado foi abrangido em torno de todo o território nacional.

É válido ressaltar que embora as quinze obras estudadas sejam de grande valor, não deve-se tê-las como parâmetro absoluto uma vez que há uma grande variação de espaço, temperatura e humidade em torno de toda a extensão Brasileira, além do mais a amostra possui uma pequena amplitude.

Notou-se que das patologias analisadas a que aparece com maior incidência é a corrosão da armadura, ela aparece em 100% dos casos, um dado que é preocupante se levado em consideração o perigo que essa patologia carrega consigo em termos de risco à integridade física da própria edificação e vida dos seus usuários.

Em seguida destacam-se as patologias do tipo fissura e manchas com 73% e 60% respectivamente de incidência nos casos examinados, patologias como as fissuras possibilitam o aparecimento de demais patologias, inclusive, a corrosão da armadura, tão presente nas obras brasileiras como mostrado nessa pesquisa. As manchas por sua vez também fazem o papel de despertar a geração de novas mazelas, tais como bolores, desagregação de revestimento, deslocamento cerâmico dentre outras.

Com a pesquisa de levantamento de dados foi visto que dos problemas mencionados desacatam-se; Trinca (53%); Eflorescência (47%); Flambagem (27%) e Carbonatação (20%), todas essas patologias agravam na durabilidade da estrutura deixando-a com uma vida útil menor, transformando o ambiente de vivência em um prejuízo financeiro, quer seja público como privado.

Com isso, espera-se que este trabalho sirva de incentivo aos construtores, projetistas e usuários de concreto armado à se atentarem mais ao realizar obras com esse material, que obedeçam os procedimentos e normas a fim de garantir maior durabilidade e estética as edificações desse país.

Como sugestão para trabalhos posteriores, indica-se o enriquecimentos e aumento dos dados assim como dos tipos de patologias, a fim de abranger de forma mais completa o cenário referente à patologia da construção civil no Brasil.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, Ilídio Francisco. **Manifestações patológicas em empreendimentos habitacionais de baixa renda executados executadas em alvenarias estruturais: uma análise da relação causa efeito**. Dissertação de mestrado em engenharia civil, Universidade Federal do Rio grande do sul, Porto Alegre, RS, 2008.

ANDRADE, T.; SILVA, A. J. C. **Patologia das Estruturas**. In: ISAIA, Geraldo Cechella (Ed.). *Concreto: ensino, pesquisa e realizações*. São Paulo: IBRACON, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA. NBR 6118: **Projeto de estruturas de concreto**. 3ª Ed. Rio de Janeiro, 2014.

_____. **NBR 15575: Edificações habitacionais – Desempenho Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais**. Parte 2, Rio de Janeiro, 2013.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Fundamentos Do Concreto Armado**. Nota de aula, Universidade Estadual Paulista Bauru, São Paulo, 2006

BORGES, Micheline Gonçalves. **Manifestações patológicas incidentes em reservatórios de água elevados executados em concreto armado**. Trabalho de Conclusão de Curso curso de engenharia civil, Feira de Santana, Bahia-BA, 2008.

CASOTTI, Denis E. **Causas e Recuperação de Fissuras em Alvenaria**. 2007. 80f. TCC (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade de São Francisco, USF, Itatiba, 2007.

FREIRE, Karla Regina Rattmann, **Avaliação do desempenho de inibidores de corrosão em armaduras de concreto** Dissertação de estrado em engenharia civil, Curitiba, Paraná 2005.

GIL, Carlos Antônio. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. Editora ATLAS S.A, São Paulo, SP, 2008.

GONÇALVES, Eduardo Albuquerque Buys. **Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015

GRANATO, J. E. **Patologia das construções**. São Paulo: AEA Cursos, 2012.

Disponível em:

<<http://irapuama.dominiotemporario.com/doc/Patologiadasconstrucoes2002.pdf>>

Acesso em: 01 mar. 2019.

HELENE, Paulo, R.L. **Corrosão em aradura para concreto armado**, São Paulo, 1986.

HELENE, Paulo. R. L. **Introdução da vida útil no projeto das estruturas de concreto. WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES.** São José dos Campos, 2001.

HIBBELER, R.C. **Resistência dos Materiais.** 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004

JÚNIOR, Clémenceau Chiabi Saliba, **Técnicas de recuperação de estruturas de concreto armado sob efeito da corrosão das armaduras. Artigo científico,** Curso de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2008.

MOLIN, Denise Carpena Coltinho Val, **Análise das manifestações típicas e levantamentos de casos ocorridos no estado do Rio grande do sul.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal do rio grande do sul, Porto Alegre, 1988. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/15655>> Acesso em: 6 mar. 2019.

MORAIS, Robson silva. **Patologias geradas por erros de execução de estrutura de concreto armado: causas, medidas preventivas e consequências.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Regional do Cariri (URCA), Juazeiro do Norte 2017.

MUNARO, Raquel e POSSAN, Edna. **Falha de concretagem de pilares e suas consequências na estrutura da edificação** artigo científico n. 2SPPC1013. SPPC Simpósio Paranaense de Patologia das Construções, Paraná, 2017.

OLIVARI, Giorgio. **Patologia das edificações.** Trabalho de Conclusão De Curso, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2003.

OLIVEIRA, Alexandre Magno. **Fissuras e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações.** Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão em Avaliações e Perícias) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1843/BUOS-9A3GCW>> Acesso em: 27 fev. 2019

PFEIL, Walter. **Concreto armado 3: Dimensinamneto, Fissuração, Fadiga, Torsão, Concentração de torção.** 4º Edição ver. e ampl. – Rio de Janeiro: LTC – Livros técnicos e científicos S.A, 1984.

PIANCASSELLI, E. M. . **Patologias do concreto.** AEC Web – O portal da Arquitetura, Engenharia e Construção. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/patologias-do-concreto_6160_10_0> Acesso em: 11 Mar. 2019.

PETRUCCI, Helena Maria cabeda. **A alteração da aparência das fachadas dos edifícios: ineração entre as condições ambientais e a forma construída.** Dissertação de mestrado, Universidade federal de Rio Grande do sul, Porto Alegre 2000.

RIPPER, Ernesto. **Como evitar erros na construção.** São Paulo. Editora

PINI, 1984.

SANTOS, Maurício Ruas Gouthier. **Deterioração Das Estruturas De Concreto Armado – Estudo De Caso. 2012.** Trabalho de Conclusão de Curso- (Especialização em Construção Civil) - Escola De Engenharia. Universidade Federal De Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

SANTOS, Camila Freitas. **Patologia de estruturas de concreto armado** Trabalho de Conclusão De Curso, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2014..

SILVA Luiza Kilvia, **levantamento de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado no estado do Ceará**, Trabalho de conclusão de curso, Universidade federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

Site Planus Engenharia. Eflorescência no concreto. Disponível em: <<http://www.planusengenharia.com.br/projetos-reforco.php>> Acesso em: 03 abr. 2019

Site Bercan engenharia e consultoria. disponível em: <<http://bercam.eng.br/analise-de-trincas/>> Acesso em: 03 abr. 2019

site Construir e Reformar Sonhos 1000. Disponível em: <<http://construirereformarsonhos1000.blogspot.com/2013/06/fissuras-trincas-e-rachaduras-um-alerta.html>> Acesso em: 03 abr. 2019

ZANZARINI, José Carlos. **Análise das causas e recuperação de fissuras em edificação residencial em alvenaria estrutural – Estudo de caso.** Trabalho de conclusão de curso, Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, Campo Mourão, Paraná, 2016.