

FACULDADE VALE DO AÇO – FAVALE
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

LUIS FILIPE COSTA DOS SANTOS

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PILARES DE CONCRETO ARMADO:
ESTUDO DE CASO NO BAIRRO PARQUE PLANALTO NO MUNICÍPIO DE
AÇAILÂNDIA - MA**

Açailândia
2022

LUIS FILIPE COSTA DOS SANTOS

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PILARES DE CONCRETO ARMADO:
ESTUDO DE CASO NO BAIRRO PARQUE PLANALTO NO MUNICÍPIO DE
AÇAILÂNDIA - MA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia Civil
da Faculdade Vale do Aço para obtenção
do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Açailândia

2022

**Ficha catalográfica - Biblioteca José Amaro Logrado
Faculdade Vale do Aço**

S237m

Santos, Luis Filipe Costa dos.

Manifestações Patológicas em Pilares de Concreto Armado: estudo de caso no bairro Parque Planalto no município de Açailândia – MA./ Luis Filipe Costa dos Santos. – Açailândia, 2022.
66 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Civil, Faculdade Vale do Aço, Açailândia, 2022.

Orientador: Prof. Esp. Marcondes Ayres Crocia.

1. Patologias. 2. Estruturas. 3. Reforço. 4. Manifestações patológicas. I. Santos, Luis Filipe Costa dos. II. Crocia, Marcondes Ayres.(orientador). III. Título.

CDU 616-033.32(812.1)

LUIS FILIPE COSTA DOS SANTOS

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PILARES DE CONCRETO ARMADO:
ESTUDO DE CASO NO BAIRRO PARQUE PLANALTO NO MUNICÍPIO DE
AÇAILÂNDIA - MA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia Civil
da Faculdade Vale do Aço para obtenção
de grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em 08/02/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. Marcondes Ayres Crocia (Orientador)

Faculdade Vale do Aço – FAVALE

Prof. Esp. Ramon Reis Rodrigues (Avaliador)

Faculdade Vale do Aço – FAVALE

Prof. Esp. e Coordenador Randal Silva Gomes (Avaliador)

Faculdade Vale do Aço – FAVALE

Aos meus familiares, a minha noiva e amigos por sempre me incentivarem a querer buscar o conhecimento, a estudar e alcançar a tão sonhada formação acadêmica. E também a me especializar nesta área que é tão importante para mim, como para o meu pai. Ele que sempre foi a pessoa que me incentivou a querer ser engenheiro civil, mesmo não tendo estudo, sempre pode me ensinar muito sobre a vida em construção.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus, pelo dom da vida e de poder estar aqui. Foram anos difíceis, mas sonhos, metas e propósitos estão se realizando. Tudo que eu pedi para Ele em oração me foi concedido. O que me resta é somente agradecer a Deus por todas as coisas até aqui conquistadas.

Quero também agradecer a minha família que sempre me incentivou e me colocou nos eixos quando pensei em sair deles. A minha mãe Alda por me ter colocado no mundo e me conceder a melhor educação que ela pôde me dar. Ao meu pai Alcino que me incentivou a buscar o conhecimento dessa área, mesmo não tendo tido a oportunidade de estudar. Ele sempre me incentivou a procurar o conhecimento na área da construção civil, pois desde pequeno me levava para as obras e me ensinava o que ele sabia fazer de melhor.

Agradeço as minhas seis irmãs que sempre estiveram ao meu lado, me ajudaram e incentivaram nessa caminhada. Elas que sempre me estenderam às mãos, mesmo nas horas difíceis. Aos meus amigos do grupo de oração Emanuel que eu tenho um enorme carinho, a todas as pessoas que ali conheci e pude ter como amigos e irmãos.

Agradeço também a minha noiva Tathianne, que sempre esteve e está ao meu lado desde quando começamos a namorar. Ela que me ajuda, me incentiva e acredita que serei um ótimo profissional na área de trabalho. Ela que sempre me fez o homem mais feliz do mundo e que teremos um grande futuro pela frente.

E por fim, agradeço a todos os profissionais na instituição FAVALE, que sempre proporcionaram uma ótima didática. Profissionais e pessoas que ali pude conhecer e trazer como amigos para minha vida. Um agradecimento especial ao meu orientador, professor Marcondes Ayres Crocia, por todo o apoio na produção desde trabalho.

“Talvez se possa pensar que, porque somos engenheiros, a beleza não nos preocupa ou não tentamos construir estruturas, ao mesmo tempo que elas são sólidas e duradouras, lindas? As funções da força não são sempre as condições de harmonia não escrita?”

Gustave Eiffel

RESUMO

A construção civil está presente em todos os lugares e em quase todos os momentos da história humana. Pode-se citar como referência de construções aquelas que resistiram ao longo do tempo. Como a Parthenon de Atenas, que se trata de uma grande obra estrutural, a qual resiste até os dias de hoje ao tempo e às intempéries. Embora se tenha agregado conhecimento ao longo do aperfeiçoamento da engenharia civil, muitas estruturas apresentaram desempenho de má qualidade e inúmeras deficiências. O objetivo do trabalho é analisar as manifestações patológicas encontradas nas residências do bairro Parque Planalto. Com o intuito de estudar sobre as manifestações patológicas e reforços estruturais nas estruturas de concreto armado, o trabalho apresenta as causas e efeitos que essas patologias podem acarretar nas estruturas. Foram feitos o levantamento e a análise das manifestações patológicas mais presentes em pilares de concreto armado nas residências familiares no bairro Parque Planalto no município de Açailândia-MA. Foram coletadas imagens para realizar comparações com as informações do referencial teórico, a opinião acerca das manifestações patológicas encontradas, procedimentos adotados em relação a processos de intervenções e reforço nos pilares, aspectos dificultadores, facilitadores e ações prioritárias. A partir dos dados coletados constatou-se que nas residências analisadas encontram-se patologias evidentemente ativas e em processo de deterioração. O que está levando a perda de resistência das estruturas, e para evitar essas manifestações é necessário adotar uma postura analista e que possa ajudar com as devidas intervenções.

Palavras-Chave: Patologias. Estruturas. Reforço. Manifestações patológicas.

ABSTRACT

Civil construction is present everywhere and at almost every moment in human history. One can cite as a reference for constructions those that have resisted over time. Like the Parthenon in Athens, which is a great structural work, which resists time and weather to this day. Although knowledge has been added throughout the improvement of civil engineering, many structures presented poor quality performance and numerous deficiencies. The objective of this work is to analyze the pathological manifestations found in the residences of the Parque Planalto neighborhood. With the aim of studying pathological manifestations and structural reinforcements in reinforced concrete structures, the work presents the causes and effects that these pathologies can cause in structures. A survey and analysis of the most common pathological manifestations were carried out in reinforced concrete pillars in family homes in the Parque Planalto neighborhood in the municipality of Açailândia-MA. Images were collected to make comparisons with the information from the theoretical framework, the opinion about the pathological manifestations found, procedures adopted in relation to intervention processes and reinforcement in the pillars, hindering aspects, facilitators and priority actions. From the collected data, it was found that in the analyzed residences there are evidently active pathologies and in the process of deterioration. What is leading to the loss of resistance of the structures, and to avoid these manifestations it is necessary to adopt an analytical posture that can help with the appropriate interventions.

Keywords: Pathologies. Structures. Reinforcement. Pathological manifestations.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Parthenon.....	14
Figura 2 -Concreto Simples.....	19
Figura 3 - Concreto armado: processo de mistura da água com cimento e componentes - Protótipo Controle Tecnológico de Concreto	20
Figura 4- Classificação dos pilares quanto às solicitações iniciais.....	21
Figura 5- Concreto com corrosão avançada e armadura exposta.....	29
Figura 6 - Segregação no Concreto	30
Figura 7- Vibração do concreto por imersão	31
Figura 8 - Exemplo de fissuração por movimentação de formas e escoramentos	32
Figura 9- Fissuras em pilar por recalque da fundação	34
Figura 10- Preparação da fenda para o procedimento de Injeção	36
Figura 11- Costura de fissuras	37
Figura 12 - Tipos de configurações de reforço de pilares.....	39
Figura 13- Configurações de reforço estrutural em ambas as faces	42
Figura 14- Uso de chapas de aço coladas para aumento de resistência dos pilares	43
Figura 15 - Esquematização do polímero de fibra de carbono em um pilar	44
Figura 16 Visão superior do bairro Parque Planalto.....	48
Figura 17 - Deslocamento, armadura exposta e com corrosão.....	49
Figura 18 - Corrosão e deslocamento	51
Figura 19 - Corrosão e armadura exposta.....	51
Figura 20 - Fissura por possível corrosão da armadura no pilar causando deslocamento do revestimento da armadura	52
Figura 21 - Fissuras no revestimento do pilar	53
Figura 22 - Segregação do concreto e armadura com corrosão	55

LISTA DE QUADRO

Quadro 1 - Classificação das fissuras e trincas de acordo com a abertura.....33

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	17
2.1	Objetivo Geral	17
2.2	Objetivos Específicos	17
3	JUSTIFICATIVA	18
4	REFERENCIAL TEÓRICO	19
4.1	Conceitos básicos	19
4.2	Concreto simples	19
4.3	Concreto armado	20
4.4	Pilares	20
4.4.1	Classificação dos pilares.....	20
4.4.1.1	Pilares de borda, internos e cantos.....	21
4.4.1.2	Especificação conforme à esbeltez.....	21
4.4.2	Excentricidade de primeira ordem.....	22
4.4.3	Excentricidade de segunda ordem.....	22
4.5	Patologias nas estruturas	22
4.5.1	Conceito de patologias.....	23
4.6	A origem das patologias estruturais	24
4.6.1	Concepção da estrutura.....	24
4.6.2	Execução das estruturas.....	24
4.6.3	Utilização da estrutura.....	25
4.6.4	Manutenção da estrutura.....	26
4.7	Causas das patologias	26

4.8	Tipos de patologias estruturais	28
4.8.1	Corrosão das armaduras.....	28
4.8.2	Segregação do concreto.....	30
4.8.3	Exsudação.....	31
4.8.4	Fissuras.....	32
4.9	Correções de fendas, fissuras e trincas nas estruturas de concreto armado	34
4.10	Reparos superficiais	37
4.11	Reparos semiprofundos e reparos profundos	37
4.12	Reforço estrutural	38
4.12.1	Reforço de pilares.....	38
4.13	Recuperação das estruturas	39
4.14	Tipos de execução de reforços em pilares	41
4.14.1	Reforço de pilares por encamisamento.....	41
4.14.2	Reforço com perfis metálicos.....	42
4.14.3	Reforço por polímeros de fibra de carbono.....	43
5	METODOLOGIA	43
5.1	O caminho da pesquisa	43
5.2	Caracterização do bairro	47
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	48
6.1	Armaduras exposta, corrosão e deslocamento	48
6.2	Fissuras	51
6.3	Segregação do concreto	54
6.4	Conduta a ser seguida	55
6.4.1	Aspectos para reparar, recuperar e reforçar.....	56
6.4.2	Reparo das fissuras e fendas.....	56
6.4.3	Reparos superficiais.....	57

6.4.4	Reforço das estruturas.....	57
6.4.5	Recuperação das estruturas.....	58
7	CONCLUSÃO	60
	REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

A construção civil está presente em todos os lugares e em quase todos os momentos da história humana. Podemos citar como referência de obras aquelas que resistiram ao tempo. Como a Parthenon de Atenas como mostra a figura a seguir,

Figura 1 Parthenon



Fonte: Google 2021

que se trata de uma grande obra estrutural, a qual resiste até os dias de hoje ao tempo e às intempéries. Pode-se citar também o Coliseu localizado em Roma, as pirâmides de Gizéno Egito, castelos e outras grandes obras datadas de diversas eras humanas.

A história relata o uso do concreto a aproximadamente 2000 mil anos, sendo bastante aplicada na Roma em construções de estradas e aquedutos. Mas os primeiros registros datam de um período mais recente. Por volta de 1756, John Smeaton realizou misturas de agregados miúdos com cimento originando assim o concreto. E em 1793 construiu a primeira obra em concreto, o Eddystone Lighthouse in Cornwall, na Inglaterra.

Outro grande desenvolvimento aconteceu no ano 1824. O inventor inglês Joseph Aspdin desenvolveu o cimento portland. Ele fez concreto queimando giz com terra e finalmente argila, em um forno até que o dióxido de carbono evaporasse, resultando em um forte cimento. (QUIZA, 2017).

O primeiro teste sistemático ocorreu em 1836 na Alemanha, testando-se a resistência do concreto a tração e a compressão. Em 1849 o Joseph Monier introduziu o aço no concreto dando origem ao concreto armado. Ele patenteou o material posteriormente em 1867, onde apresentou a sua idéia no mesmo ano na Exposição de Paris.

Monier exibiu sua invenção na exposição de Paris de 1867. Ele conseguiu sua primeira patente em 16 de julho de 1867 em calhas de ferro reforçado para a horticultura. Ele continuou a encontrar novos usos para o material e conquistou mais patentes – 1868: tubulações e reservatórios de concreto reforçados com ferro; 1869: painéis de concreto em fachadas de edifícios de ferro; 1873: ponte de cimento – concreto; 1878: vigas de concreto armado. Em 1875, a primeira ponte de ferro com cimento/concreto foi construída no Castelo Chazelet. Monier foi o designer. (CONCREVIT, 2018).

A descoberta de novos materiais, implementação e utilização de outros agregados a construção civil, permitiu a engenharia civil ter um desenvolvimento em ritmo acelerado. Para poder atender a demanda que sempre está presente em todos os momentos, seja de uma simples reforma à execução de uma grande obra.

Segundo Helene, apud Murta e Souza (2012), embora se tenha agregado conhecimento ao longo do aperfeiçoamento da engenharia civil, muitas estruturas apresentaram desempenho de má qualidade, apresentando inúmeras deficiências. Isso devido a falhas involuntárias, imperícia, má utilização de materiais, envelhecimento natural, erros de projetos e a uma série de outros fatores que contribuem para a degradação das estruturas.

Os agentes agressivos do meio com o passar do tempo causam degradação e mau funcionamento das estruturas de concreto. Este fato pode causar colapso das peças estruturais provocando riscos à estabilidade e à segurança das edificações (FERNANDES, 2012).

É importante saber diagnosticar, analisar e prever qual a medida será necessária para iniciar esses procedimentos. Uma vez detectado a manifestação patológica, deve-se verificar a estrutura em um todo, averiguando as principais estruturas que estão comprometidas da edificação. Faz-se necessário conhecer os processos de surgimento dessas patologias, quais as principais causas e definir qual foi à etapa de vida da estrutura ficou predisposta a se formar essa patologia (MURTA e SOUSA, 2012). Olivari (2003) evidencia que “as manifestações

patológicas podem ter diversas origens e resultarem de diferentes ações, podendo ser de caráter físico, químico ou mecânico”.

Análise é um processo constante que sempre deve buscar através do estudo aprofundar-se e ter uma melhor determinação de qual ação tomar. As medidas devem ser adotadas permitindo-se criar um sistema de verificação que possibilite validar com mais rapidez e realizar as devidas intervenções. O estudo das manifestações patológicas deve ser um processo contínuo de análise e aprimoramento, iniciado pelo cadastramento da situação existente e estendendo-se ao exame detalhado dos sintomas patológicos e ações profiláticas (SOUZA & RIPPER, 1998).

No passado não se tinha um vasto conhecimento sobre o desempenho das estruturas. Que limitavam a possibilidade de ações, adição de novos materiais e técnicas. No entanto, com o aprimoramento de técnicas de reforço, é possível afirmar que quase sempre haverá uma solução para determinado tipo de patologia estrutural. Evitando-se ao máximo que a estrutura chegue a seu estado de limite.

Com o intuito de estudo sobre manifestações patológicas e reforços estruturais nas estruturas de concreto armado, o trabalho apresenta as causas e efeitos que essas manifestações patológicas podem acarretar nas estruturas. Possibilita a aquisição de um conhecimento sobre reforços estruturais já existentes e aponta métodos que se mais utilizam no Brasil e no mundo. Proporciona adquirir conhecimento de uma área que preza pelo bem-estar da estrutura e do ser humano, evitando acidentes com as pessoas que ali residem ou transitam.

O trabalho traz como um dos objetivos, mapear e propor uma solução para patologias estruturais em um bairro do município de Açailândia – MA, trazendo a análise de casos existentes e pré-existentes com intuito de promover o reforço adequado para aquela determinada situação de risco.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar as manifestações patológicas mais presentes em pilares de concreto armado nas residências no bairro Parque Planalto no município de Açailândia-MA.

2.2 Objetivos Específicos

- Levantar as possíveis manifestações patológicas originadas de má execução, de falta manutenção e erros de projeto;
- Mostrar as causas e sintomas das manifestações patológicas levantadas;
- Trazer os tipos de tratamentos, reforços e produtos que podem ser aplicados para inibir ou retardar o surgimento dessas patologias;
- Analisar os dados levantados e propor intervenções para as patologias mais frequentes.

3 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho busca apresentar as manifestações patológicas em estruturas de concreto armado em pilares, classificar as suas origens e definir um método de tratamento para essas estruturas que se encontram comprometidas devido as patologias apresentadas.

Na Patologia das Construções é analisada a origem, manifestações e consequências do erro em obras, obtendo definição do problema através do estudo das anomalias provenientes de lesão, defeito, falha ou dano que aconteça em uma construção, a chamada manifestação patológica, forma correta de designar o mecanismo de degradação que esteja acontecendo. (BATISTON, 2018, p. 6).

As manifestações patológicas nas edificações são anomalias que ocorrem devido à ação do tempo, nas etapas de planejamento, concepção, na fabricação dos materiais, dentre outros fatores. Por isso a escolha desse tema tem relevância, e se dá devido aos questionamentos do que está levando o surgimento dessas manifestações, porque as indagações desses problemas são comuns entre os profissionais de engenharia civil.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Conceitos básicos

Segundo Murta e Souza (2012) a maioria das normas técnicas vigentes até momento visa garantir a vida útil do concreto, obtendo peças sólidas e garantindo que a durabilidade seja igual ou superior ao planejado. Contudo, a normatização não é o único fator que se leva em consideração em relação ao tempo desejado que se pretenda ter com uma estrutura. Por se tratar de uma estrutura que pode sofrer erros humanos em sua execução causando possíveis falhas em suas estruturas e também ambiental que podem causar perda na resistência do material introduzido na estrutura. Por exemplo, os processos de carbonatação que ataca a estrutura de fora para dentro ocasionando a despassivação do concreto.

4.2 Concreto simples

O concreto simples é um material convencional sem a adição de armaduras. É composto por agregados miúdos e graúdos (areia e pedra), misturado com aglomerante hidráulico (cimento) que são utilizados em pequenas estruturas que estejam sendo solicitadas as cargas de compressão, que se tornam semelhantes a uma rocha. Mas possui baixa resistência a tração quando comparado com o concreto estrutural que se acrescentam o aço tornando-o resistente a tração e suprimindo a sua deficiência pré-existente (MURTA E SOUZA, 2012). A figura 2 a seguir apresenta as características físicas do concreto já pronto em execução:

Figura 2 -Concreto Simples

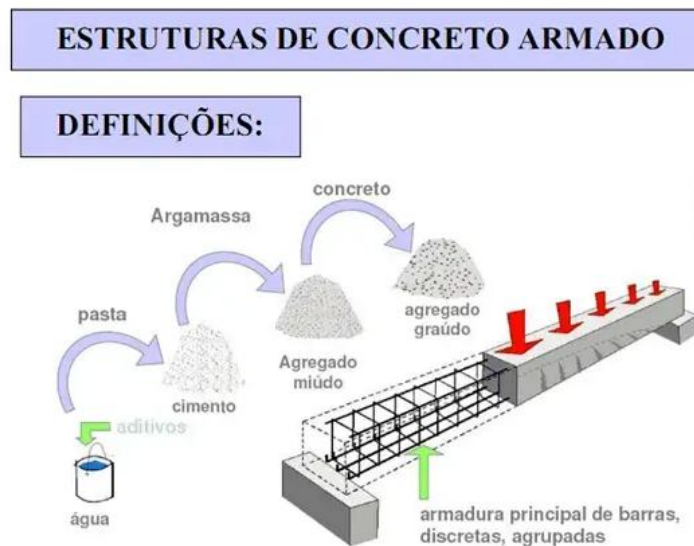


Fonte: Brasil Atex a Fôrma da laje (2018)

4.3 Concreto armado

Murta e Souza, (2012) concreto armado é semelhante ao simples. A diferença é que no armado é introduzido barras de aço que possibilitam à resistência a tração. A técnica de produção do concreto armado é idêntica, agregados miúdos e graúdos (areia e Pedra), misturado com aglomerante hidráulico (cimento). A figura 3 apresenta uma esquematização do concreto em suas etapas até o seu estado final:

Figura 3 - Concreto armado: processo de mistura da água com cimento e componentes - Protótipo Controle Tecnológico de Concreto



Fonte: Viva Decore Pro (2021)

4.4 Pilares

Tagliani (2012) fala que os pilares são elementos estruturais lineares de eixo reto. São responsáveis por suportar as cargas axiais centrais ou não, cuja função principal é receber os esforços das vigas, lajes, telhado dentre outros. E também distribuir esses esforços para as fundações que vão espalhar para solo garantindo assim que tenha a sua utilidade sendo exercida durante todo o seu tempo de útil.

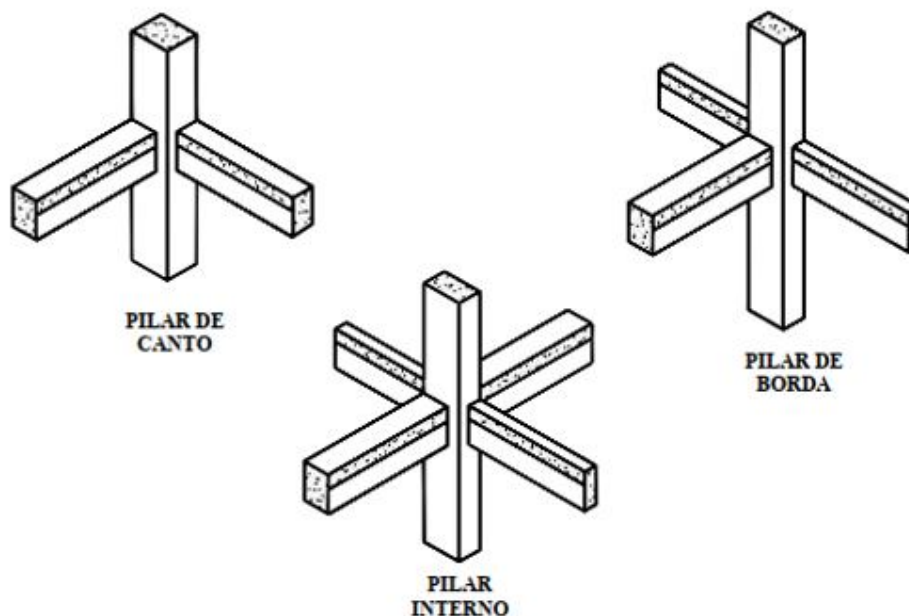
4.4.1 Classificação dos pilares

A classificação dos pilares é feita conforme as solicitações iniciais e a esbeltez.

4.4.1.1 Pilares de borda, internos e cantos

Em relação às solicitações iniciais dos pilares a figura 4 apresenta modelos de solicitações e sua classificação.

Figura 4– Classificação dos pilares quanto às solicitações iniciais



Fonte: Prof. Romel Dias Vanderlei (2008)

Segundo Pinheiro e Scadelai (2005) serão considerados internos os pilares em que se pode admitir compressão simples, ou seja, em que as excentricidades iniciais podem ser desprezadas. Nos pilares de borda, as solicitações iniciais correspondem à flexão composta normal, ou seja, admite-se excentricidade inicial em uma direção.

Para seção quadrada ou retangular, a excentricidade inicial é perpendicular à borda. Pilares de canto são submetidos a flexão oblíqua. As excentricidades iniciais ocorrem nas direções das bordas (PINHEIRO E SCADELAI, 2005).

4.4.1.2 Especificação conforme a esbeltez

Em concordância com a NBR 6118 de 2014 o índice de esbeltez (λ) devem os índices menor ou igual a 200 ($\lambda \leq 200$), e apenas no caso de elementos pouco comprimidos com força normal menor que $0,10 fcdAc$, o índice de esbeltez pode ser

maior que 200. Os pilares com esbeltez superior a 140 quando estiverem sendo analisado em segunda ordem devem-se multiplicar os esforços solicitantes finais de cálculo por um coeficiente adicional

$$\gamma_{n1} = 1 + [0,01.(\lambda - 140) / 1,4].$$

4.4.2 Excentricidade de primeira ordem

Para que os pilares estejam submetidos a flexão composta, ou seja, apresentem excentricidade inicial em duas direções (principais), a partir do centro geométrico do pilar, e com valores numéricos iguais aos dos momentos com plano de ação que contem cada eixo principal divididos pelo módulo da força normal de compressão, as vigas e os pilares devem formar os pórticos tridimensionais (barras retas articuladas entre si) (ALVA, DEBS & GIONGO, 2008).

4.4.3 Excentricidade de segunda ordem

Alva, Derbs e Giongo (2008) falam que a análise dos efeitos de segunda ordem deve assegurar as condições mais desfavoráveis das ações dos cálculos, para que não ocorra perda da estabilidade nem o esgotamento da capacidade que a estrutura foi desempenhada para suportar a resistência de cálculo pré-determinada. Para se determinar os efeitos locais de segunda ordem, utiliza-se o método geral ou métodos aproximados, para isto aplica-se o método do pilar padrão com curvatura aproximada e o método do pilar padrão com rigidez aproximada.

“Os pilares com esbeltez média correspondem à maioria das ocorrências em estruturas, sendo mais raros os casos de pilares com índices de esbeltez maiores do que 90” (ALVA, DEBS & GIONGO, 2008).

4.5 Patologias nas estruturas

Designa-se genericamente por patologia das estruturas o campo da Engenharia das Construções que se ocupa do estudo das origens, formas de demonstração, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas. Entretanto, a patologia da estrutura não é

apenas campo de estudo no aspecto da identificação e conhecimento das anomalias, mas também no que se refere à concepção e ao projeto das estruturas, e, mais amplamente, à própria formação do engenheiro civil (SOUZA; RIPPER, 1998).

4.5.1 Conceito de manifestações patológicas

Segundo Murta e Souza (2012) fala que a manifestação do concreto armado se agregou grandes vantagens à construção civil, viabilizando as edificações. Apesar do grande avanço da construção civil ao longo dos anos, até então, ocorrem inúmeras falhas no desenvolvimento produtivo e tecnológico no setor, ocasionando falhas ao desempenho estabelecido na elaboração dos projetos. A manifestação patológica no âmbito da engenharia civil estuda as origens, ocorrências, efeitos e causas das degradações que ocorrem nas estruturas, verificando o seu desempenho insatisfatório, realizando os diagnósticos corretos e possibilitando a devida correção.

Para limitarmos o surgimento dessas patologias é necessária uma investigação detalhada das origens das ocorrências, assim, entendendo a circunstância do evento e tomadas às decisões de medidas corretivas e prevenções aos problemas verificados.

Segundo Murta e Souza (2012) “A patologia é um termo tradicionalmente utilizado na medicina e refere-se à ciência que estuda as doenças, suas origens, os sintomas, os agentes causadores e os mecanismos ou processo de ocorrência” (apud AZEVEDO, 2011). É importante destacar que o termo patologia e manifestações patológicas são opostos. Onde a patologia estuda as origens e os mecanismos dos problemas que aparecem nas estruturas. As manifestações patológicas são os pontos onde é possível detectar nas estruturas a danificação ocasionada pela anomalia. Que ocorrem tanto no decorrer da execução da obra ou ao longo de da vida útil da edificação (MURTA E SOUZA, 2012).

Entende-se por patologia do concreto armado o campo de estudo que tratados sintomas, mecanismos, causas e origens dos problemas patológicos encontrados nas estruturas de concreto armado. Recordando que para um dano qualquer, existe a possibilidade de inúmeros agentes que podem ser responsáveis. Estes danos podem vir apenas a causar incômodos para aqueles que irão utilizar a

obra segundo o fim para que fosse feita, tais como pequenas infiltrações até grandes problemas que podem levar a estrutura ao colapso (HELENE, 1988).

4.6 A origem das patologias estruturais

De acordo com Murta e Souza (2012) a causa das manifestações patológicas em estruturas de concreto armado eventualmente é ocasionada em função de uma única fonte. Pode haver um conjunto de fatores que conseguem atuar ou não de forma simultânea nas estruturas, ocasionando o processo de deterioração e levando que o seu desempenho seja comprometido.

O motivo das manifestações patológicas pode ser sinalizado por diversos eventos, que são capazes de ocorrer desde as falhas na concepção da estrutura, materiais empregados de baixa categoria, ou até mesmo a utilização inadequada da construção. A origem pode estar associada a qual fase da estrutura surgiu o problema, a causa é um fator que contribuiu para o surgimento das patologias (MURTA E SOUZA, 2012).

4.6.1 Concepção da estrutura

Murta e Souza (2012) fala que as “falhas ocasionadas por imperfeições em projetos estruturais estão dentre um dos fatores que possibilita o surgimento das manifestações patológicas, ocorrendo devido a mau planejamento, erros de cálculos ou falhas técnicas”. Os problemas ocasionados por falhas na concepção inicial do projeto são proporcionais ao tempo que se efetuou. Erros ocorridos no início do projeto são transferidos para próximas etapas, causando maiores problemas e com correções mais complexas (MURTA E SOUZA, 2012).

Ainda de acordo com Murta e Souza (2012) relata que os erros primários estão relacionados aos projetos de estruturas como: ausência de sondagem ou de conhecimento do solo ao qual vai ser executada a edificação; a falha no dimensionamento da estrutura, que acaba sendo um erro primordial, pois pode ocorrer da estrutura não ter sido dimensionada para carga que posteriormente iria vim a ser descarregada ocasionando fissuras dentre outras falhas; erros nas avaliações das cargas provenientes que estarão distribuídas nas estruturas; ausência de detalhes construtivos; divergências entre projetos e falta de

conformidade dos mesmos; falhas ao especificar os materiais; ausência ou omissão das juntas de dilatação e efeitos térmicos; cobrimento incorreto (MURTA E SOUZA, 2012).

4.6.2 Execução das estruturas

Em conformidade com Novais & Poznyakov (2020) grande parte dos problemas patológicos surgem na etapa de execução da obra. Esses erros acontecem durante o processo de execução, não se atentando para os materiais utilizados, se a quantidade está de acordo com o previsto em projeto. O que, por muitas vezes, é prejudicado pela falta de planejamento ou controle inadequado das etapas construtivas.

As falhas ocorrem desde as etapas iniciais da construção, as principais causas são: falta ou baixo teor de qualidade, onde essa qualidade pode ser distribuída entre o material utilizado de péssima qualidade ou de má execução; condições de trabalhos precárias que acabam fazendo com que o colaborador tenha um desgaste físico maior e descontentamento com o andamento da obra, também levando em conta o local de trabalho que possibilita ser um fator de risco; irresponsabilidade técnica que não se atenta para as observações do projeto em um todo para verificar possíveis erros dentre outros; mão de obra desqualificada; erros nas interpretações dos projetos; armaduras mal posicionadas; mal escoramento das formas; não atendimento ao cobrimento indicado; não respeitando o tempo mínimo do processo de cura do concreto; desformas antes do tempo, utilização incorreta dos materiais; falta de fiscalização, dentre inúmeros outros fatores (SCARI & SANTOS, 2020).

Execução de estruturas de concreto armado é definida pela NBR 14931 como, todas as atividades inseridas no desenvolvimento da execução da estrutura de concreto, ou seja, sistema de fôrmas, armaduras, concretagem, cura e outras, como também as relacionadas à fiscalização, documentação do como construído e análise do controle de resistência do concreto. (SCARI & SANTOS, 2020, p. 7).

As deficiências construtivas na fase de execução podem ocasionar graves consequências ao desempenho estabelecido para estrutura de concreto armado. Com o surgimento dessas deficiências no início da execução se atenta para o não

conhecimento ou não observação sobre as normas de execuções referentes às estruturas de concreto armado (MURTA E SOUSA, 2012).

4.6.3 Utilização da estrutura

Murta e Souza (2012) trazem em sua pesquisa que as manifestações patológicas já podem começar a se desenvolver no momento em que a obra é liberada para o usuário, a má utilização da estrutura ou de forma errônea, seja por desleixo ou até mesmo por inocência. Os motivos fundamentais das patologias originadas na construção na fase de utilização são provenientes de: excesso de cargas nas estruturas; danos aos elementos estruturais originados por impactos; a utilização de agentes químicos agressivos que agredem a estrutura possibilitando até a corrosão do material empregado na edificação; erosão por abrasão; modificação de layout das instalações podendo atingir os elementos estruturais existentes (MURTA E SOUZA, 2012).

4.6.4 Manutenção da estrutura

As irregularidades originadas pela manutenção feita de maneira inapropriada ou pela própria ausência de manutenção podem ocorrer devido à negligência dos usuários e/ou construtores em assumir essa necessidade, ou inclusive por desconhecimento ou problemas econômicos. A manutenção deve ser realizada regularmente e executada quando necessário, seja para o prolongamento ou para que se mantenha a qualidade da construção e prolongue a duração da estrutura. A falta de investimento em manutenções é um fator preponderante para a origem de problemas patológicos (MURTA E SOUZA, 2012).

4.7 Causas das patologias

As causas patológicas que podem ser descobertas nas estruturas de concreto armado estão relacionadas à fase de concepção do projeto, execução e qualidade do material. O problema pode ter se iniciado junto com a obra, mas só possível algumas vezes no final ou no uso da mesma.

A origem está relacionada com dos seguintes fatores: planejamento, projeto, execução, materiais e uso. Essas patologias podem ser ocasionadas em cadeia, que não se atentando para isso no início, acaba que passando para outras etapas e assim por diante (GNIPPER; MIKALDO JR, 2007).

Essas manifestações patológicas são capazes ser divididas em três, que são as etapas de concepção do projeto, no decorrer da construção e utilização da edificação pronta. Na etapa de concepção pode-se relacionar com os processos de planejamento e o projeto que são informações coletadas com base no que o usuário deseja. Essa etapa é muito importante para definir o projeto que será executado para evitar o aparecimento de problemas patológicos. Nesta fase são definidas características que envolvem os produtos que serão empregados na obra. Segundo Gnipper; Mikaldo Jr:

Na fase de projeto dos sistemas prediais, os vícios podem ocorrer por falhas de concepção sistêmica, erros de dimensionamento, ausência ou incorreções de especificações de materiais e de serviços, insuficiência ou inexistência de detalhes construtivos, etc. (GNIPPER; MIKALDO JR, 2007, p. 03).

Pina (2013) relata que são falhas nos estudos preliminares, falhas no anteprojeto e falhas nos projetos finais de engenharia que levam a escolhas de elementos inadequados. Elementos que vão levando a perda do desempenho desejado e qualidade proposta inicialmente.

A segunda está relacionada com a etapa de construção, podendo ser relacionada com a falta de mão de obra qualificada e a não existência de um treinamento adequado do colaborador para o devido trabalho e a qualificação dos operários. Segundo Silveira (2009) os operários necessitam de treinamento especializado, buscando a qualificação necessária e visando um custo benefício que a obra precisa.

Nesta etapa também se encontra um dos principais fatores que se deve levar em consideração, o controle da qualidade, que permite diagnosticar o problema em sua raiz evitando que passe para sua etapa sucessora. Cremonini fala que:

Diversos órgãos de pesquisa têm realizado programas de levantamento de manifestações patológicas, visando conhecer a origem dos principais problemas [...] tal fator nos volta ao surgimento de patologias na fase de execução do projeto, acompanhada da falta de processos produtivos de qualidade, sendo importante haver uma cadeia produtiva de qualidade interrelacionada a todas as etapas (CREMONINI, 1988, p. 32).

E por fim, mas não menos importante Cremonini (1988) pode-se relacionar as manifestações patológicas durante o uso da edificação. Nesta etapa é possível diagnosticar o aparecimento das patologias por conta da má utilização e a falta das devidas manutenções em determinados tempos. O que é ocasionado por parte dos moradores. Patologias indesejáveis por parte do morador, mas essa parte não se pode atrelar aos empreendedores e responsáveis técnicos. É comum que não disponibilizem manuais ou formulários de uso e manutenções futuras necessárias.

De acordo com Pina (2013) muitas dessas patologias ocorrem pela má utilização do usuário como: sobrecargas não previstas, alterações nas estruturas, emprego de produtos químicos com agentes altamente agressivos, falta de inspeções periódicas e inspeções para averiguar possíveis manifestações patológicas, falta de programações adequadas para a realização de possíveis manutenções, excesso de deformações das estruturas e retrações do cimento.

O planejamento e possível formulação de um manual atrelado ao uso da edificação usuário/comprador podem ajudara evitar que essas patologias apareçam, por se tratar de um manual que vai auxiliar o uso e as devidas manutenções futuras. Uma vantagem que apresenta esse manual é que ao ser formulado permite que tanto o comprador/usuário e o técnico responsável ganhem em qualidade. Que oferece ao consumidor garantias como qualquer outro produto no mercado (CREMONINI, 1988).

O manual tende a ser de simples didática apresentando ao usuário encargos que deverão ser tomados durante todo o seu uso, necessitarão estar explícitos no manual de usos, operações e manutenções. A CBIC (2013) apresenta algumas disposições que devem conter cada necessidade do respectivo projeto desenvolvido para o seu usuário. Expõem critérios de desempenho, conjuntos de normas a compreender e algumas partes que tratam de elementos que sejam essenciais para garantir o desempenho da edificação. É possível listar aqui que esses elementos podem ser dispostos da seguinte maneira: requisitos gerais, requisitos para o sistema estrutural, requisitos para os sistemas de piso, para o sistema de vedações sejam elas internas ou externas, sistema de cobertura e hidrossanitários. Esses elementos seguem uma sequência de exigências relativas à segurança.

4.8 Tipos de patologias estruturais

4.8.1 Corrosão das armaduras

“Os materiais metálicos em contato com ambientes agressivos estão sujeitos à corrosão” (BERTOLINI, 2010). Geralmente é usado para distinguir a corrosão da corrosão úmida e da corrosão seca. A primeira ocorre quando materiais metálicos entram em contato com certos tipos de soluções aquosas (como água doce ou salgada, soluções ácidas ou alcalinas), ou mesmo quando entram em contato com ambientes contendo água (como solo e concreto). A segunda acontece quando o material se encontra sob alta temperatura (BERTOLINI, 2010). A figura 5 apresenta a corrosão que a armadura está sofrendo e assim permitindo que a armadura fique exposta.

Figura 5- Concreto com corrosão avançada e armadura exposta



Fonte: Marcelo Medeiros (2008)

Esta situação é muito importante, principalmente em projetos de grande porte, como complexos industriais, estruturas portuárias, siderúrgicas, barragens, usinas hidrelétricas e quaisquer projetos onde o meio ambiente possa atuar de forma adversa causando corrosão do concreto (CÁNOVAS, 1988).

Marcelli (2007) destacou que a corrosão do aço é composta por processos eletroquímicos, que podem melhorar sua eficiência por meio de alguns fatores, como agentes corrosivos externos e internos adicionados ao concreto, e até mesmo produzido pelo meio ambiente. Para que a corrosão ocorra, os seguintes elementos

devem estar presentes: a presença de oxigênio e umidade e o estabelecimento de células eletroquímicas. Com o aparecimento de corrosão, as barras de aço irão se expandir, rachando o concreto e reduzindo a adesão às barras de aço.

Nos elementos estruturais em que o aço já foi vítima do processo de corrosão, ocorre um aumento de volume em até oito vezes na parte afetada da armadura, produzindo tensões de tração que o concreto não resiste, surgindo então pequenas fissuras ao longo das armaduras situadas mais próximas da superfície do elemento (MARCELLI 2007, p.113).

Fusco (2008) menciona que além do dano causado pelo que diz respeito à resistência mecânica, há também o fator agravante para facilitar a penetração de outros agentes nocivos, que podem danificar ainda mais o concreto armado.

4.8.2 Segregação do concreto

A segregação do concreto também é conhecida como “bicheira ou ninho”, são falhas que apresentam no preenchimento das formas durante o processo de concretagem. Ao se preparar e lançar o concreto corretamente, o mesmo se transforma em uma massa homogênea, a qual todas as pedras estão totalmente cobertas pela pasta de cimento, areia e água. A imagem a seguir apresenta a segregação, possivelmente uma não vibração ou vibração incorreta do concreto, possibilitando observar os vazios após a retirada das formas (MURTA E SOUZA, 2012).

Figura 6 - Segregação no Concreto



Fonte: Tecnosil (2021)

Quando ocorre um erro de lançamento ou de vibração, estas pedras se difundem pelo resto da pasta, formando assim, um concreto cheio de vazios,

permeável, e que permite a passagem de água para o piso inferior, sendo este fenômeno característico de pilares (MURTA E SOUZA, 2012). Segundo Gusmão (2017) no Manual de Vibração do Concreto da Multiquip, “a vibração do concreto pode tornar melhor a resistência do concreto à compressão por cerca de 3% a 5% para cada unidade percentual de ar removido”.

A vibração concretiza o concreto em duas etapas: a primeira se dá pelo movimento das partículas de concreto, e a segunda pela remoção do ar retido. A vibração faz com que o concreto submeta suas partículas individuais a uma rápida sessão de impulsos, que causam o movimento diferenciado, ou seja, faz com que cada partícula se mova independentemente da outra (MURTA E SOUZA, 2012).

A figura 7 apresenta um dos métodos disponíveis para a vibração do concreto, para evitar a segregação, “bicheira ou ninho”.

Figura 7- Vibração do concreto por imersão



Fonte: Royal (2015)

Segundo Murta e Souza orienta que para se eliminar os vazios e trazer à pasta a superfície para que a mesma possa ajudar no acabamento, as partículas devem se consolidar à medida que o ar retido é forçado para a superfície, permitindo assim, que o concreto corra nos cantos em torno das ferragens e se comprima à parede da forma.

Ainda em Conformidade de Murta e Souza (2012) apresenta outra forma que causa as falhas está na falta de compatibilidade dos projetos de formas e armação com o traço do concreto, que acaba inviabilizando o adensamento correto. O concreto precisa ter a granulometria do maior agregado compatível com o menor espaçamento da armadura, além da plasticidade e fluidez do material.

Como o concreto flui melhor com vibração, a mistura poderá conter menos água, ocasionando desta maneira uma maior resistência ao produto acabado. O

concreto só estará plenamente consolidado após a conclusão das duas etapas da vibração (MURTA E SOUZA, 2012).

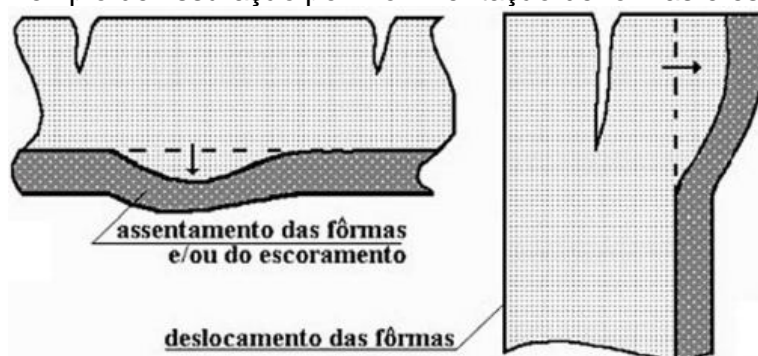
4.8.3 Exsudação

Murta e Souza (2012) apresentam que o termo é utilizado para indicar o fenômeno de que a água presente na composição (aumento da água) migra para a superfície do material, com pasta de cimento. Isso resultará em uma força de adesão mais fraca entre os materiais de concreto, tornando mais fácil a segregação, resultando em agregados soltos ou fácil remoção. A exsudação ocorre nas fases iniciais do concreto, mas pode prejudicar sua durabilidade com o passar dos anos. Falhas do processo, como vibração excessiva (ou falta de vibração), muita água, baixo teor de cimento, cura incorreta (ou falta de cura), acabarão por levar à exsudação.

4.8.4 Fissuras

“Fissuras são descontinuidades que ocorrem no concreto em virtude de sua baixa resistência à tração” (VITÓRIO, 2003). As fissuras podem ser retratadas como aberturas que apresentam vários de alertas, “atenção” ou “crítico”. A verificação de um destes níveis descreve acontecimentos de uma conduta anormal o que leva, conseqüentemente, os componentes da estrutura a perder em suas características de integridade, de segurança, de durabilidade, de impermeabilidade e demais requisitos estabelecidos na sua concepção. A figura 7 apresenta fissurações por escoramento.

Figura 8 - Exemplo de fissuração por movimentação de formas e escoramentos



Fonte: Souza e Ripper (1998)

O quadro tabela a seguir apresenta dados enquanto a classificações dos tipos de aberturas, tamanhos, o que cada um traz sua representatividade, diferenças de tamanho e onde encaixa cada uma delas.

Quadro1 - Classificação das fissuras e trincas de acordo coma abertura

Anomalias	Aberturas (mm)
Fissuras	Até 0,5
Trinca	De 0,5 a 1,5
Rachadura	1,5 a 5,0
Fenda	5,0 a 10,0
Brecha	Acima de 10,0

Fonte: Zanzarini (2016)

Segundo Vitório (2003) as fissuras geralmente apresentam um índice de menor gravidade. “Elas aparecem na superfície da estrutura apresentando características estreitas e alongadas, com uma abertura de aproximadamente 0,5mm como apresenta a tabela acima”.

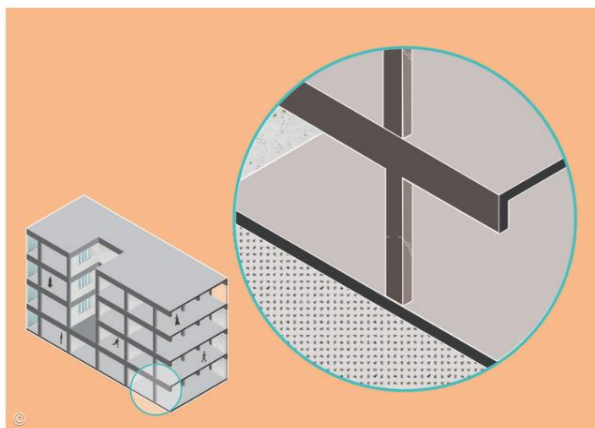
As trincas apresentam aberturas mais acentuadas podendo ser observadas a olho nu, geralmente se encontra entre 0,5mm a 1,5mm de espessuras. Elas são mais perigosas que as fissuras, pois já ocorreu a ruptura do elemento estrutural e pode afetar começar a afetar a segurança da peça (VITÓRIO, 2003).

Vitório (2003) fala que as rachaduras são anomalias encontradas nas estruturas podendo ter dimensões de 1,5mm a 5,0mm. Caracterizam-se pelas suas aberturas profundas e bem destacadas. Com essas características permite uma facilidade superior a entrada de água e ar, possibilitando que cheguem ao interior da peça com mais facilidade e comprometendo a estabilidade da peça (VITÓRIO, 2003). Necessita de uma atenção imediata para evitar a corrosão da armadura ou reações químicas indesejadas no material original. Não se pode simplesmente fechá-las, mas encontrar a causa e providenciar a elucidação do problema para que o mesmo não retorne (VITÓRIO, 2003).

Murta e Souza (2012) apresentam que se deve fazer uma exata classificação da fissura, quanto a sua origem, suas dimensões, sobretudo, quanto a sua gravidade, para que se possa identificar a necessidade de passar ao seu tratamento

e a escolha da técnica e dos materiais adequados para o seu reparo. Adiante a manifestação e evolução, as fissuras podem vir a apresentar aberturas que se modificam ao longo do tempo (fissuras ativas ou evolutivas) ou aberturas que estão estabilizadas (fissuras inativas e estáveis), tal definição é básica para a escolha do tratamento que a fissura deve receber. Conforme pode ser ilustrado na figura 9.

Figura 9- Fissuras em pilar por recalque da fundação



Fonte: João Carlos Souza (2017)

Quanto aos agentes agressivos, inúmeras são as substâncias químicas e agentes físicos capazes de acelerar o processo de deterioração dos materiais, podendo se destacar o processo de corrosão da armadura nas peças de concreto armado. Murta e Souza (2012) ainda apresentam que os “principais fatores que levam a corrosão de armadura os cobrimentos insuficientes, mau adensamento e/ou alta permeabilidade do concreto, bem como sua má execução”.

Esse processo é comum em lajes, vigas e pilares expostos aos agentes, e ocorre devido à presença de água e ar que desencadeiam a oxidação de todas as regiões mal protegidas da armadura. Pode-se dizer que essas fissuras se apresentam paralelas à direção da armadura principal. Quanto à retração por secagem, pode-se dizer que são comuns a pilares e vigas, ao qual a redução de volume é causada pela diminuição de umidade. Ao perder umidade, o concreto se contrai, e ao ganhar, se expande (MURTA E SOUZA, 2012).

Este efeito de variação de volume das estruturas de concreto é prejudicial à mesma, pois ele não permite uma liberdade em sua movimentação. No entanto, isso não acontece devido ao engaste na fundação, à existência de armadura e a outros fatores que impedem a flexibilidade das peças da estrutura. Este impedimento à movimentação leva ao aparecimento de tensões de tração que são capazes de

romper o concreto, gerando o surgimento de fissuras. Sendo assim, pode-se dizer que quanto maior for o consumo de cimento acrescentado à mistura, relação água-cimento e finura dos agregados, maior será a retração do concreto (MURTA E SOUZA, 2012).

4.9 Correções de fendas, fissuras e trincas nas estruturas de concreto armado

Conforme Scheidegger e Calenzani (2019):

“A sua estabilidade, as fissuras são analisadas e classificadas. Elas podem estar estabilizadas e passivas quando o que as provocou foi eliminado, portanto esta não se movimenta. Uma fissura é ativa quando a causa que a provocou continua existindo, portanto, tem movimento e afeta cada vez mais as estruturas, como na maioria das vezes ocorre devido às tensões de cisalhamento e tração”. (SCHEIDEGGER E CALENZANI, 2019).

Deve-se observar e realizar o procedimento correto para evitar o aumento e assim permitir que tenha uma viabilidade maior.

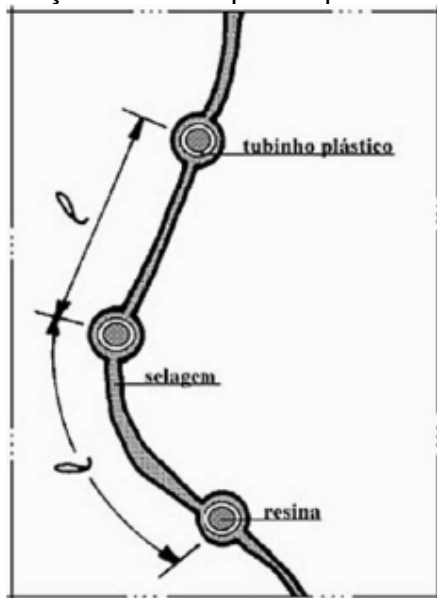
Os procedimentos para fazer a reparação em fissuras nas estruturas em concreto armados são necessários realizar a limpeza na fissura com jato de ar ou realizando uma escovação do local devido à viabilidade econômica na hora de se procurar um método para o selamento dessas fendas, assim sua espessura irá aumentar para posteriormente ser tratada. Em seguida aplica-se o material epóxi sobre a superfície como selante; injeta-se resina epóxi nos orifícios na parte inferior até que o material transborde pela parte superior e por fim, fecham-se os orifícios (SCHEIDEGGER E CALENZANI, 2019).

Conforme Vieira (2017) apud Ripper e Souza (1998), o procedimento de injeção propriamente dito deve seguir os seguintes passos conforme a ilustração na figura 10:

1º. Abertura de furos ao longo do desenvolvimento da fissura, com diâmetro da ordem dos 10 mm e não muito profundos (30 mm), obedecendo a espaçamento l que deve variar entre os 50 mm e os 300 mm, em função da abertura da fissura; 2º. Limpeza da fenda e dos furos, com ar comprimido, por aplicação de jatos, seguida de aspiração, para remoção das partículas soltas; 3º. Fixar tubinhos plásticos nos furos de diâmetro imediatamente inferior ao da furação, com parede pouco espessa, através dos quais será injetado o produto. A fixação é feita através do próprio adesivo que selará o intervalo de fissura entre dois furos consecutivos; 4º. A selagem¹⁶ é feita pela aplicação de uma cola epoxidicabi componente, em geral aplicada a espátula ou colher de pedreiro. Ao redor dos tubos plásticos, a concentração da cola deve ser ligeiramente maior, de forma a garantir a

fixação deles. 5º. Antes de se iniciar a injeção, a eficiência do sistema deve ser comprovada, o que pode ser feito pela aplicação de ar comprimido, testando então a intercomunicação entre os furos e a efetividade da selagem. Se houver obstrução de um ou mais tubos, será indício de que haverá necessidade de reduzir-se o espaçamento entre eles, inserindo-se outros a meio caminho; 6º. Testado o sistema e escolhido o material, a injeção pode então iniciar-se, tubo a tubo, sempre com pressão crescente, escolhendo-se normalmente como primeiros pontos aqueles situados em cotas mais baixas. (VIEIRA, 2017, apud RIPPER e SOUZA, 1998).

Figura 10- Preparação da fenda para o procedimento de Injeção



Fonte: Souza e Ripper (1998)

Ripper e Souza (1998) afirmam que:

De acordo com o tipo de fenda, ativas ou não ativas, são realizadas duas formas de procedimento. Para as fendas ativas: limpa-se a fenda, aumentando seu tamanho com jato de ar, preparando-a para ser selada e em seguida aplica-se um selante com betume elástico à base de poliuretano. Já para as fendas não ativas, o procedimento é o mesmo do anterior, porém o selante utilizado se faz com argamassa de cimento. (RIPPER e SOUZA, 1998).

Ainda segundo os escritores Ripper e Souza (1998) a técnica de grampeamento é utilizada quando a capacidade resistente é inferior ao solicitado. Dessa forma o método de grampeamento da estrutura é uma forma de reforçar a estrutura, a fim de aumentar a resistência a tração. Em função do seu propósito, essas armaduras são chamadas de grampos, sendo este o processo de costura da fissura.

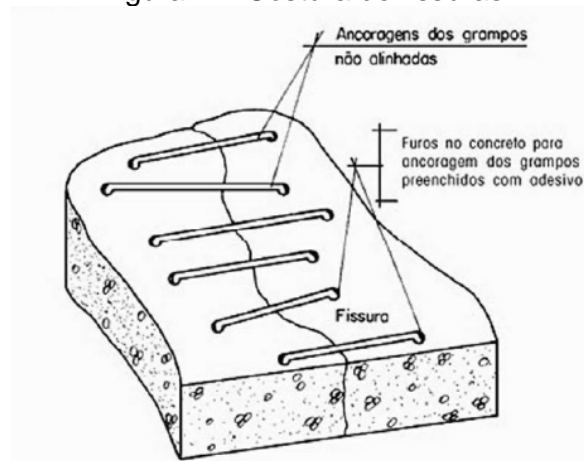
Segundo Vieira (2017) apud Ripper e Souza, (1998) apresentam controversas sobre essa técnica, visto que proporciona um aumento na rigidez de maneira pontual na estrutura, caso o esforço continue, pode acarretar o surgimento de uma nova

fissura adjacente ao local de aplicação da técnica. Notasse que para minimizar os efeitos dos grampos são recomendados os seguintes procedimentos.

1º. Sempre que possível descarregamento da estrutura, pois o processo em questão não deixa de ser um reforço; 2º. Execução de berços na superfície do concreto, para assentamento das barras de costura, incluindo, se a opção for por ancoragem mecânica, a execução de furação no concreto para amarração das extremidades dos grampos, sendo estes buracos devidamente cheios com adesivo apropriado; 3º. Se a opção for esta, injeção da fenda com resinas epoxídicas ou cimentícias, fazendo a selagem a um nível inferior ao do berço executado. O grampeamento deve ser, sempre e necessariamente, posterior à injeção; 4º. Colocação dos grampos e complementação dos berços executados com o mesmo adesivo utilizado para a selagem; 5º. As fendas devem ser costuradas nos dois lados da peça, se for o caso de se estar lidando com peças tracionadas. (VIEIRA, 2017, apud RIPPER e SOUZA, 1998).

Segundo Vieira ((2017) (apud Ripper e Souza), 1998) também sugeriram que, como opção de costura, vergalhões de compressão podem ser introduzidos aplicando cabos de aço ou vergalhões comuns para compensar a tensão imposta aos componentes. O autor afirma que esse processo está mais relacionado ao projeto estrutural de barras de aço, ao invés de tratar as trincas como técnica em si. Para a aplicação desta tecnologia, deve ser considerada a força na área onde a barra de aço ou cabo está ancorada.

Figura 11- Costura de fissuras



Fonte: Ripper e Souza (1998)

4.10 Reparos superficiais

Reparo raso ou superficial refere-se a reparos cuja profundidade seja inferior a 2,0 cm e não ultrapasse a espessura da cobertura reforçada (SOUZA e RIPPER,

1998). Eles podem ser locais ou generalizados. Exemplos típicos são o preenchimento de lacunas, ajuste de lajes, reconstrução de ângulos quebrados, erosão ou desgaste, etc. Isso requer conhecimento prévio do material, do lugar da obra, sua estrutura, ferramentas e equipamentos para tratamento de superfície e aplicação do material.

4.11 Reparos semiprofundos e reparos profundos

Reparos semiprofundos referem-se a reparos com profundidade entre 2,0 e 5,0 cm, geralmente atingindo barras de aço (SOUZA & RIPPER, 1998). Conforme Souza e Ripper (1998) “normalmente requerem montagem de moldes com tubos e verificação de suportes. A reconstrução desta peça pode ser feita com graute mineral, com retração compensatória e alta resistência mecânica, cura por umidade”.

Reparo profundo refere-se a reparos com mais de 5,0 cm de profundidade. Segundo Piancastelli (1998), restauração profunda diz respeito àquelas aberturas que são utilizadas para remover concreto danificado ou contaminado, cuja profundidade é 1,5 vezes maior que as outras duas dimensões.

4.12 Reforço estrutural

O reforço estrutural é uma medida de correção no sistema já existente, visando recuperar a segurança, melhorar o desempenho, e/ou atender as solicitações existentes ou novas. Torna-se necessário quando existem patologias ou manifestações patológicas, como o mau funcionamento não suportando as cargas atuantes ou quando ocorre risco ao ser humano quanto à construção (SCHEIDEGGER E CALENZANI, 2019).

Para que a solução seja eficaz, toda a aplicação da alternativa selecionada e os materiais a serem utilizados devem ser estudados em profundidade. Portanto, é importante que essa escolha tenha embasamento para a opção selecionada, envolvendo principalmente fatores econômicos, ambientais e técnicos (SCHEIDEGGER E CALENZANI, 2019).

Conforme Scheidegger e Calenzani (2019): “Para uma seleção completa das possibilidades de tratamento, é importante analisar os problemas da zona onde se

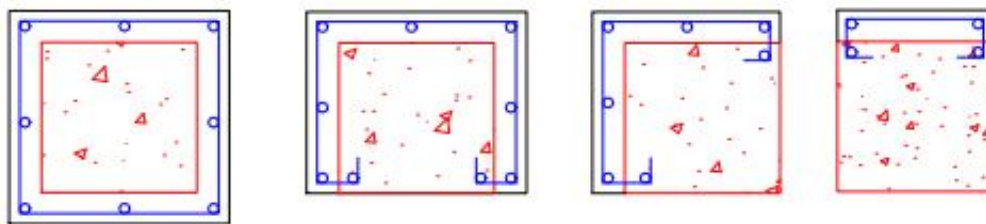
encontra o edifício e a flexibilidade de ferramentas para que seja efetuado o tratamento correto”.

Pelas vantagens econômicas e facilidade de implantação, o concreto é utilizado para reforço da estrutura. Todavia, a desvantagem é a perturbação da construção e o tempo primordial para a entrada em serviço da estrutura. Para Scheidegger e Calenzani (2019) “o concreto no vergalhão pode levar a uma espessura menor, eliminando a necessidade de alterações mais significativas nas dimensões originais dos elementos do vergalhão”. Para obter resultados satisfatórios de reparo, necessita da boa adesividade do concreto novo e do concreto antigo e da competência de transferência de tensões entre eles.

4.12.1 Reforço de pilares

O reforço de pilares é geralmente tratado como uma intervenção com a função de aumentar a resistência dos elementos estruturais previstos inicialmente ou por decorrência do surgimento de patologias, como consequência modificar a sua utilização e/ou ampliar o seu tempo de vida útil evitando a chegar a estados críticos. CANOVAS (1988) atribui também a função de corrigir falhas nos elementos estruturais por deficiências, nas dosagens do concreto, cura inadequada, ou ainda, erros cometidos nas avaliações das condutas atuantes. O reforço dos pilares pode ser uma de suas faces, ou nas quatro faces como a figura a seguir nos permite visualizar.

Figura 12 - Tipos de configurações de reforço de pilares



Fonte: Takeuti (1999)

O reforço de pilares pode ser feito a partir do aumento de sua seção transversal com concreto de resistência adequada e com a utilização de armaduras longitudinais e transversais adicionais. O acréscimo de seção não precisa ser feito em todo contorno do pilar, podendo ser feito em apenas algumas faces, ou seja, este tipo de reforço pode envolver total ou parcialmente a seção original da estrutura existente (PADUA; *et al.*, 2012, p. 76).

Segundo Padua, *et al.* (2012, p. 76) “existem várias técnicas de recuperação de estruturas de concreto armado, dentre elas pode-se citar: a protensão externa, a adição de chapas ou perfis metálicos, o uso de materiais compósitos tais como fibras de carbono, e a adição de concreto com ou sem aço à seção transversal do elemento”. Essa última técnica, também conhecida por encamisamento da seção, é relativamente simples, pois usa os materiais mais comuns da construção civil, que são o aço e o concreto. Isso faz com que o custo da reabilitação seja bastante competitivo quando comparado a outras técnicas, sendo uma das mais utilizadas no Brasil. Este reforço é muito empregado devido às suas vantagens econômicas e facilidade na execução. No entanto, produz elementos finais de dimensões superiores às iniciais, e exige um tempo de espera para que o reforço alcance a resistência apropriada antes da liberação das ações na parte estrutural reforçada.

4.13 Recuperação das estruturas

Scheidegger e Calenzani (2019) dizem que para “a recuperação de uma estrutura de concreto é devolvê-la às suas características originais, esclarecendo que antes de qualquer recuperação, devem ser identificadas e solucionadas as causas que ajudaram a predisposição dos problemas patológicos na estrutura”. Caso isso não ocorra, é capaz de acontecer prejuízos em outros locais da estrutura, além dos que a mesma já possui.

Andrade (1992), fala que:

Para podermos iniciar o processo de recuperação das estruturas de concreto, deve-se preparar a superfície que é uma das fases mais críticas do trabalho, pois, sem preparar adequadamente o substrato os resultados dos reparos podem não ter sucesso. A superfície que receberá o tratamento seguirá com as etapas do procedimento. (ANDRADE, 1992).

Um dos procedimentos é o polimento. Esta técnica é utilizada para reduzir a aspereza da superfície do concreto, tornando-a novamente lisa e isenta de partículas soltas, utilizando-se de equipamentos mecânicos, como lixadeiras portáteis ou máquinas de polir pesadas utilizadas quando a área a ser recuperada é muito extensa (SOUZA E RIPPER, 1998).

Souza e Ripper(1998) sugerem que:

No caso da utilização de jatos de água fria para limpeza de superfícies, o trabalho deve ser feito no sentido descendente em movimento circular para manter constante a pressão do compressor. Técnicas de lavagem e limpeza de superfícies de concreto devem ser realizadas, pois a estrutura deve ser limpa de forma que remova substâncias ou contaminantes e se impregne, pois, a estrutura está exposta a um ambiente potencialmente corrosivo. Existem várias técnicas para limpar superfícies de concreto, mas as soluções ácidas associadas ao reforço de concreto devem ser usadas com cuidado. (SOUZA e RIPPER, 1998).

Ainda segundo Souza e Ripper (1998) as principais normas técnicas de limpeza da superfície do concreto são:

Saturação: Atua para aumentar a aderência do material de recuperação. A saturação dura em média 12 horas. Deve-se deixar a superfície a ser recuperada apenas úmida. **Corte:** neste processo, todos os materiais prejudiciais à armadura são removidos, e a profundidade de corte é de no mínimo dois cm ou o diâmetro da armadura, de forma que toda a armadura fique imersa no meio alcalino. Após a realização do corte, a superfície do concreto deve passar por uma sequência de limpeza, a saber: jato de areia, jato de ar comprimido e jato de água. Durante o corte, os produtos químicos prejudiciais à estrutura devem ser totalmente removidos. Em alguns casos, ainda é necessário dar suporte à estrutura que está realizando o corte, e esses fatores acabarão por torná-lo mais caro e exigir um maior tempo de intervenção. **Demolição:** A demolição geralmente é projetada em função do porte e tipo da estrutura a demolir. Podem ser usados martelos demolidores, explosivos, agentes demolidores expansivos e etc. Dependendo da grandeza dos danos ou riscos, é julgada demolição total ou parcial. (SOUZA e RIPPER, 1998).

4.14 Tipos de execução de reforços em pilares

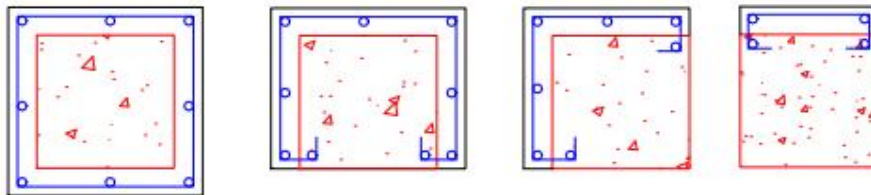
Scheidegger e Calenzani (2019) dizem que para as técnicas de reforços normalmente são tratadas como métodos de intervenções que visam à recuperação da estrutura, aumentando em alguns casos a sua seção e podendo ser ela somente em uma face ou nas quatro faces do pilar. A função do reforço estrutural do pilar está ligada diretamente para poder devolver ou aumentar a capacidade resistente da estrutura, que previamente foi prevista em projeto ou condicionado o melhoramento da falta de um dimensionamento que talvez não foi previsto em projetos (SCHEIDEGGER E CALENZANI, 2019).

Scheidegger e Calenzani (2019) dizem que para “os reforços dos pilares podem-se pelos seguintes métodos: encamisamento, chapas metálicas e utilização de fibra de carbono. Cada método em particular pode ser utilizado dependendo da deficiência que o pilar apresentar”.

4.14.1 Reforço de pilares por encamisamento

O encamisamento do concreto armado é uma técnica que equivale em realizar o envolvimento parcial ou total, através do concreto podendo haver o adicionamento ou não de barras de ações em suas seções transversais e longitudinais. É um dos métodos mais utilizados no Brasil por apresentar um ótimo desempenho e a suas vantagens podem ser econômicas e rapidez em sua execução. Mas com suas vantagens também possui suas desvantagens, e o aumento da sua seção é a principal delas por apresentar após o reforço duas dimensões superiores ao que foi desenvolvido em projeto. Outra desvantagem é o tempo de cura do concreto introduzindo junto ao concreto velho que precisa esperar um tempo indispensável para que se atinja a devida eficiência que retarda e impossibilita a liberação. A imagem 13 mostra a uma esquematização das possíveis faces do pilar que pode ocorrer o encamisamento.

Figura 13- Configurações de reforço estrutural em ambas as faces



Fonte: Takeuti (1999)

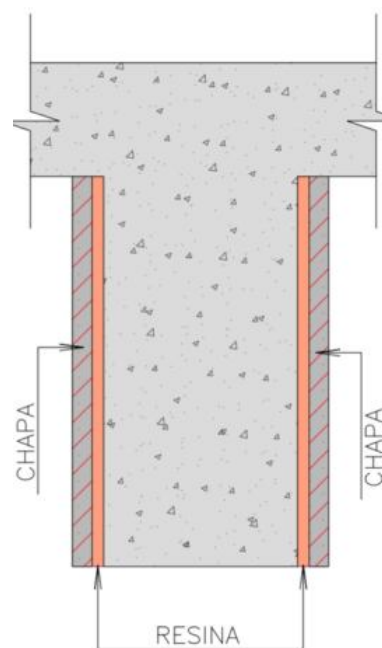
Esse método também requer que a parte que ganhará o reforço tenha que conter rugosidade realizando assim com marteleto e provocando a aparição de partes rugosas que permitirá o concreto ter uma melhor adaptação com o existente. Nesse processo ainda podemos citar que a limpeza é realizada através de água e jatos de ar comprimido para tirar todas as impurezas e despeitos que possam impossibilitar a fixação.

É importante ressaltar que a utilização do método de suporte só se aplica a colunas curtas. Para pilares delgados, outros procedimentos precisam ser considerados, devendo ser verificados os limites de deformação de cada elemento e eventual aumento de carga em vigas e lajes (IBRACON, 2016).

4.14.2 Reforço com perfis metálicos

Rocha (2015) destacou que a tecnologia de reforço com elementos metálicos não causará grandes alterações na geometria da peça. Geralmente é utilizado em situações de emergência devido ao seu curto tempo de execução. Os perfis são colocados por ancoragem com buchas de expansão ou adesivos epóxi. A utilização de placas metálicas como estribos é corretamente soldada ao perfil metálico para garantir a contenção do núcleo de concreto e aumentar a capacidade de carga do pilar. Segurança adicional deve ser considerada (SOUZA; RIPPER, 1998).a figura 14 demonstra a utilização das chapas de aço para reforçar o pilar.

Figura 14- Uso de chapas de aço coladas para aumento de resistência dos pilares



Fonte: Procalc (2016)

4.14.3 Reforço por polímeros de fibra de carbono

A resistência e a rigidez dos compósitos PRF estão relacionadas ao tipo de fibra, à matriz polimérica e à interface entre os dois. Portanto, esses componentes devem fornecer um conjunto de propriedades compostas satisfatórias (HOLLOWAY, apud BEBER, 2003). O autor também destacou que a matriz polimérica transfere requisitos externos às fibras, mantendo-as devidamente posicionadas para evitar a propagação de trincas e posterior ruptura do compósito. No Brasil, esse método não é amplamente utilizado em comparação com outros locais. A engenharia civil é uma

das áreas mais interessadas em explorar FRP, enquanto o Japão se interessa por pré-fabricação e reforço sísmico (JUVANDES, 2002).

Segundo Takeuit (2003), a desvantagem dessa técnica é a fragilidade das trincas, sendo menos eficiente para pilares de seção quadrada e retangular, pois os cantos são altamente concentrados e a pressão de restrição sobre o plano é reduzida. Conforme a ilustração os reforços através de PFC se pode dá conforme a imagem 15.

Figura 15 - Esquemática do polímero de fibra de carbono em um pilar



Fonte: Manual de Reforço das Estruturas de Concreto Armado com Fibras de Carbono (2020)

5 METODOLOGIA

Esse capítulo é sobre a metodologia do trabalho e os passos percorridos até se obter o resultado da pesquisa.

5.1 O caminho da pesquisa

A pesquisa pode ser definida como qualitativa, descritiva, de campo e bibliográfica. Segundo Silveira; Córdova (2009), a abordagem qualitativa se preocupa: “com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais” (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009, p. 32).

O materialismo histórico vem a contribuir com uma abordagem qualitativa que procura valorizar a percepção “das relações e das interpretações dos diferentes atores sobre o processo, visando a compreender os sentidos e as contradições das ações e os contextos onde se desenvolvem as intervenções” (MINAYO *et al.* 2010 p.96).

Os dados qualitativos são utilizados no método estudo de caso. Que busca explicar os fenômenos a partir de eventos reais como explica Eisenhardt (1989); Yin (2009):

O estudo de caso é um método de pesquisa que utiliza, geralmente, dados qualitativos, coletados a partir de eventos reais, com o objetivo de explicar, explorar ou descrever fenômenos atuais inseridos em seu próprio contexto. Caracteriza-se por ser um estudo detalhado e exaustivo de poucos, ou mesmo de um único objeto, fornecendo conhecimentos profundos (EISENHARDT, 1989; YIN, 2009).

Em conformidade com Gil (2010) a pesquisa descritiva tem como propósito a descrição de determinadas características da população, identificar as relações entre variáveis, levantar opiniões, atitudes ou crenças de uma população. Como pesquisa de campo entende-se o processo de coleta de dados pelo pesquisador no local onde ocorre o fenômeno a ser estudado (BARROS, 2007).

Já segundo Rudio (2002, p.71), a pesquisa descritiva tem como função “descobrir e observar fenômenos, procurando descrevê-los, classificá-los, interpretá-los, de modo que possamos conhecer sua natureza, composição e os processos que nele se constituem ou se realizam”.

Cervo (2007) aponta que “a pesquisa descritiva é uma pesquisa que se desenvolve principalmente nas ciências humanas e sociais, abordando aqueles dados e problemas que merecem ser estudados, mas cujo registro não consta em documentos”.

Acerca da pesquisa de campo Gonçalves (2001, p.67) afirma que:

A pesquisa de campo é o tipo de pesquisa que pretende buscar a informação diretamente com a população pesquisada. Ela exige do pesquisador um encontro mais direto. Nesse caso, o pesquisador precisa ir ao espaço onde o fenômeno ocorre, ou ocorreu e reunir um conjunto de informações a serem documentadas [...] (GONÇALVES, 2001, p.67).

Assim é possível afirmar que a pesquisa de campo busca as informações diretas com a população ou de locais pesquisados ao contrário da pesquisa bibliográfica que busca a resolução de um problema através de referenciais teóricos como explica Boccato (2006, p. 266):

A pesquisa bibliográfica busca a resolução de um problema (hipótese) por meio de referenciais teóricos publicados, analisando e discutindo as várias contribuições científicas. Esse tipo de pesquisa trará subsídios para o conhecimento sobre o que foi pesquisado, como e sob que enfoque e/ou perspectivas foi tratado o assunto apresentado na literatura científica. Para tanto, é de suma importância que o pesquisador realize um planejamento sistemático do processo de pesquisa, compreendendo desde a definição temática, passando pela construção lógica do trabalho até a decisão da sua forma de comunicação e divulgação (BOCCATO, 2006, p. 266).

Segundo Minayo (1996) a fase exploratória é muito significativa e pode ser considerada uma pesquisa, pois envolve todo o processo de construção, desde os conceitos até a exploração do campo. Como afirma:

De acordo com meus conhecimentos, a fase exploratória de campo é tão importante que pode ser considerada como uma pesquisa por si só, pois envolve não apenas a definição de objetivos e do objeto de estudo, mas também todo o processo de construção dos marcos teóricos conceituais,

dos instrumentos de coleta de dados e da exploração do campo propriamente dita (MINAYO, 1996).

Minayo (1996) ainda reforça a importância do processo de escolha das informações essenciais na pesquisa qualitativa. Como se observa na afirmação:

a) definir claramente o grupo social mais relevante para as entrevistas e para a observação; b) não se esgotar enquanto não delinear o quadro empírico da pesquisa; c) embora desenhada inicialmente como possibilidade, prever um processo de inclusão progressiva encaminhada pelas descobertas de campo e seu confronto com a teoria; d) prever uma triangulação. Isto é, em lugar de se restringir a apenas uma fonte de dados, multiplicar as tentativas de abordagem (MINAYO, 1996, p. 36).

As questões que envolvem o procedimento de análise e arrecadação de informações referentes ao material de estudo sobre patologias estruturais, visam buscar informações sobre o conteúdo, buscando formas de diagnosticar o problema e mostrá-los para o usuário/proprietário. Além de descrever a importância da recuperação adequada da estrutura.

Os dados serão analisados a partir do método de Análise de Conteúdo de Bardin sendo extraídos os trechos mais importantes e interpretados com base no referencial teórico exposto anteriormente. Conforme o Bardin (1977, p. 31 apud RICHARDSON, 1999, p. 223) a análise de conteúdo consiste em:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, através de procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam inferir conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens (BARDIN 1977, p. 31 apud RICHARDSON, 1999, p. 223).

A produção do trabalho também terá uma abordagem de pesquisa bibliográfica. Com análise e estudo de informações e textos para o levantamento de um parecer próprio. Como por exemplo, textos acerca de manifestações patológicas, tipos de patologias, reforços estruturais, métodos de reforços em estruturas de concreto armado, soluções para evitar o surgimento dessas patologias e etc.

5.2 Caracterização do bairro

Foi escolhido o bairro Parque Planalto no município de Açailândia no Maranhão para coleta de dados referentes às patologias presentes no mesmo. Este bairro está localizado nas proximidades da BR222, perto do bairro Vila São Francisco, na Avenida Alexandre Costa. É um bairro residencial com cerca de vinte e três anos e os lotes foram vendidos pela extinta imobiliária Parati. A imagem 16 apresenta o bairro o qual foi coletado as imagens para confecção do trabalho.

Figura 16 Visão superior do bairro Parque Planalto



Fonte: Google (2022)

O bairro é bem localizado, pois nas suas imediações é possível encontrar uma Unidade de Pronto Atendimento (UPA), hotéis, escolas, postos de gasolina, restaurantes, polícia civil/militar, fórum de justiça eleitoral, Mix Atacarejo e etc. Possui cerca de 80 a 100 residências das quais foram possíveis realizar a coleta dos dados em 15 delas.

A idéia foi realizar uma vistoria nas residências buscando encontrar patologias nos pilares de concreto armado. Um dos motivos de escolher este bairro foi por conta das manifestações patológicas poderem ser vistas com facilidade ao transitar pelos seus arredores. As residências são uni familiares, ou seja, de uso exclusivo dos proprietários.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo tratará das patologias encontradas nas residências vistoriadas, onde é possível diagnosticar, realizar um levantamento detalhado delas e das possíveis causas. Será realizada a caracterização dos achados e também a proposta de uma possível intervenção para solucionar os problemas.

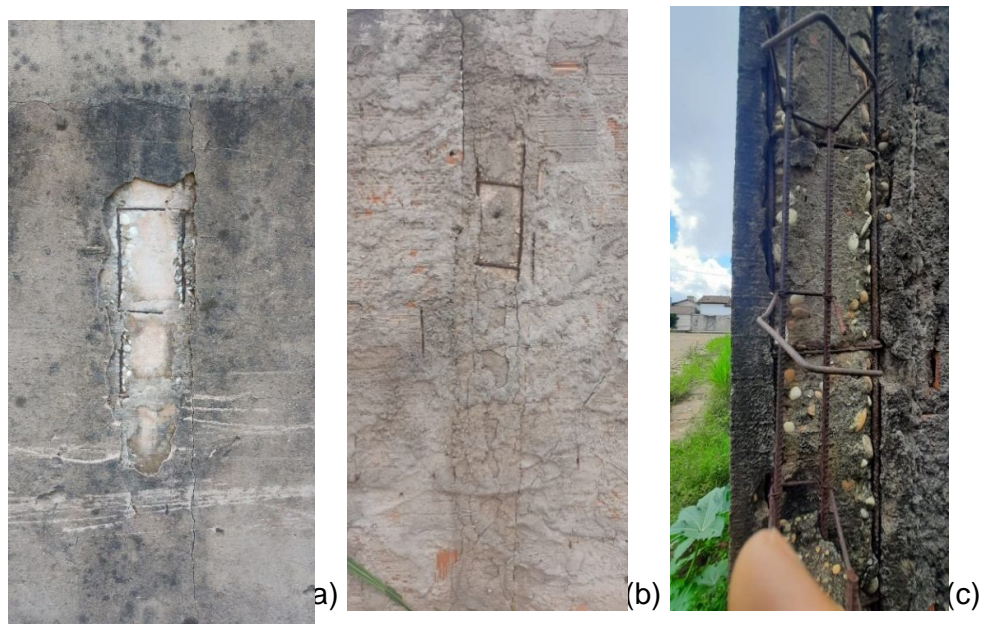
Os resultados encontrados nas residências através das vistorias são anomalias causadas por agressividades do meio ambiente e vícios construtivos. Segundo a ABNT NBR 13752 de 1996 os vícios construtivos são:

Anomalias que afetam o desempenho de produtos ou serviços, ou os tornam inadequados aos fins a que destinam, causando transtornos ou prejuízos de materiais ao consumidor. Podem decorrer da falta de projeto, ou da execução, ou ainda da informação defeituosa sobre sua utilização ou manutenção". (ABNT NBR 13752, 1996).

6.1 Armaduras exposta, corrosão e deslocamento

Os pilares que estão em análise apresentam patologias que foram ocasionadas por agressividades do meio ambiente, provocando o deslocamento e assim a corrosão das armaduras.

Figura 17 - Deslocamento, armadura exposta e com corrosão



Fonte: O autor (2022)

As figuras acima apresentam manifestações patológicas em desenvolvimento, que está impedindo a funcionalidade adequada da estrutura, as figuras “a”, “b” e “c” apresentam armaduras expostas com processo de corrosões iniciadas.

As patologias presentes nas imagens acima foram ocasionadas por agressões ambientais, o que afetou as estruturas do concreto e permitiu a entrada de agentes patógenos. Também a danificou e possibilitou chegar às armaduras, às oxidando e facilitando o deslocamento.

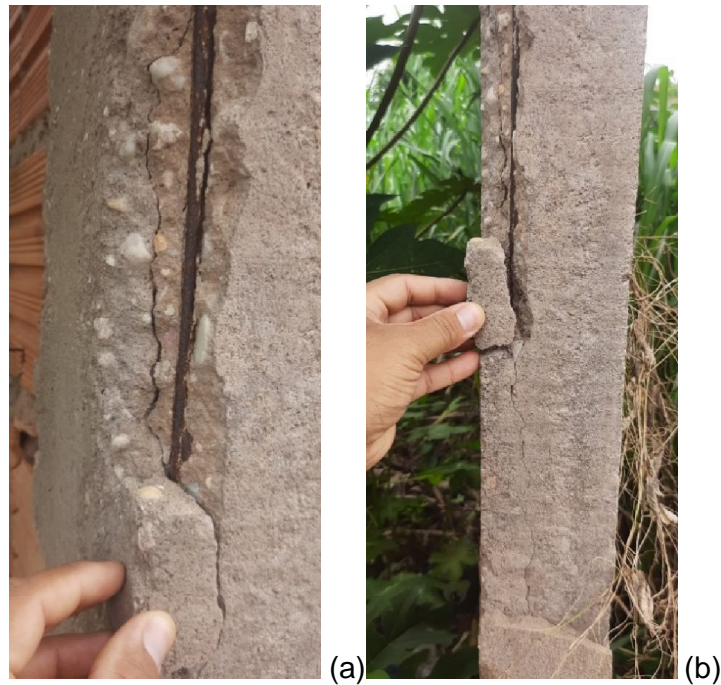
Foi constatado nos casos acima que as agressividades que levaram ao deslocamento do material que revestia a armadura, foram pela falta de revestimento adequado. Assim a armadura começou a ser atingida fazendo com que iniciasse o processo de corrosão. Segundo Bertolini (2010) os materiais metálicos ao estar em contato com ambientes agressivos estão sujeitos à corrosão.

Souza e Murta (2012) abordam tipos de corrosão que permitem verificar qual está sendo desenvolvido na armadura, podendo ser definida em corrosão úmida ou corrosão seca. A primeira ocorre quando existe o contato entre os materiais metálicos e soluções aquosas (capaz de ser água doce ou salgada), soluções ácidas ou alcalinas e também ambientes que contenham teor de umidade que possa causar danos à estrutura desenvolvida. Já a segunda ocorre devido o material se encontrar em altas temperaturas.

Devido ao fato de os materiais metálicos serem utilizados, na construção, em diferentes aplicações e funções, a corrosão pode causar vários efeitos sob a edificação, alguns destes são: Implicar na segurança estrutural, reduzindo a seção resistente dos elementos de suporte ou dos elementos de junção; Se o componente for vinculado ou mesmo completa ou parcialmente imerso em um material rígido e frágil, a ação expansiva dos produtos de corrosão pode induzir distorções ou fissurações; Se o ataque for localizado, a corrosão pode determinar a perfuração do componente; no caso de tubulações ou recipientes, existe, portanto, o risco de perda de líquidos ou gases; Em combinações específicas de material metálico, ambiente e 16 condições de solicitação mecânica, podem se formar fissuras as quais podem levar a perigosas rupturas imprevistas, mesmo nos materiais mais resistentes; A corrosão pode meramente alterar o aspecto exterior (BERTOLINI, 2010).

No pilar acima o concreto que envolve a armadura está sofrendo com processo de expansão. O que permite que ocorra o deslocamento que envolve a armadura, deixando-a exposta a agentes patógenos. A figura 18 apresentar duas imagens das quais a “a” mostra a corrosão da armadura e a “b” o deslocamento devido ao processo de deterioração do concreto que viabiliza essas manifestações

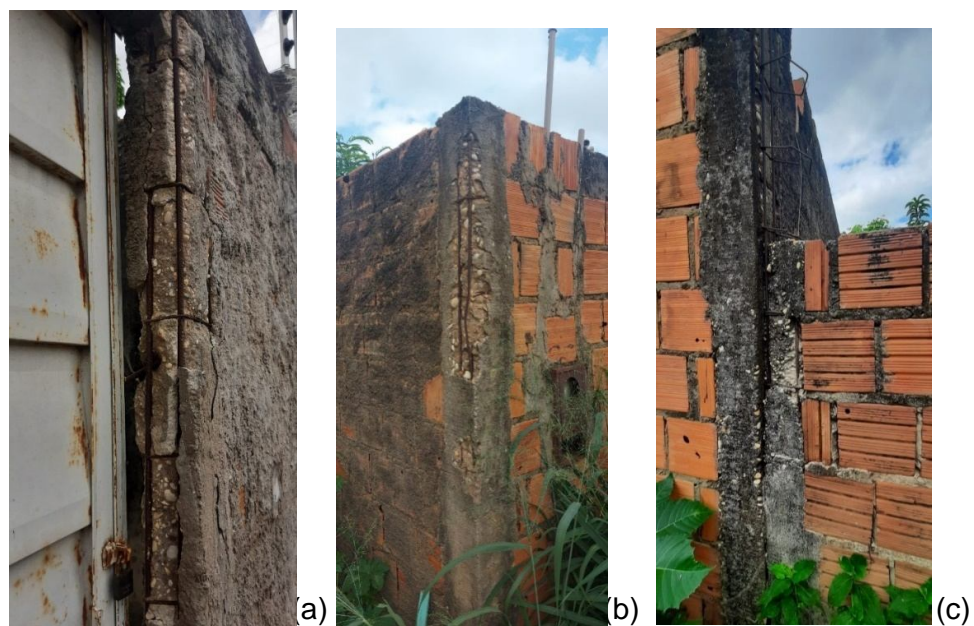
Figura 18 - Corrosão e deslocamento



Fonte: O autor (2022)

No cobrimento é possível notar fissuras surgindo, possibilitando que as barras sofram a corrosão. Esse processo é devido à carbonatação que afeta o concreto retirando a sua resistência e viabiliza uma porta de entrada para agravar o processo de corrosão.

Figura 19 - Corrosão e armadura exposta



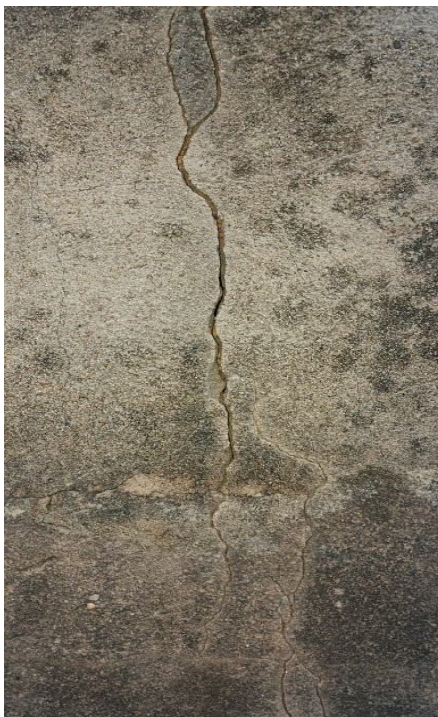
Fonte: O autor (2022)

6.2 Fissuras

No Parque Planalto, durante as vistorias pode-se verificar o surgimento de algumas fissuras, que segundo Vitório (2003), são descontinuidades que ocorrem em virtude da baixa resistência a tração. Podendo ser um sinal de alerta ou atenção. Essas fissuras encontram-se na região onde estão localizados os pilares, sendo capaz de evidenciar que o aço está sofrendo ações que estão inviabilizando a resistência atual e causando as fissuras.

As fissuras encontradas nas residências do Parque Planalto devem estar em classificação para uma eventual intervenção e recuperação. Devem-se identificar suas dimensões e a sua gravidade para indicar o tipo de tratamento necessário, escolha da técnica e dos materiais adequados para o reparo. A manifestação e evolução das fissuras podem apresentar aberturas que modifiquem ao longo do tempo fissuras ativas ou evolutivas, ou aberturas que estão estabilizadas ao longo do tempo. Essas definições são básicas para a escolha de qual tratamento é mais adequado utilizar (SOUZA E MURTA, 2012).

Figura 20 - Fissura por possível corrosão da armadura no pilar causando deslocamento do revestimento da armadura



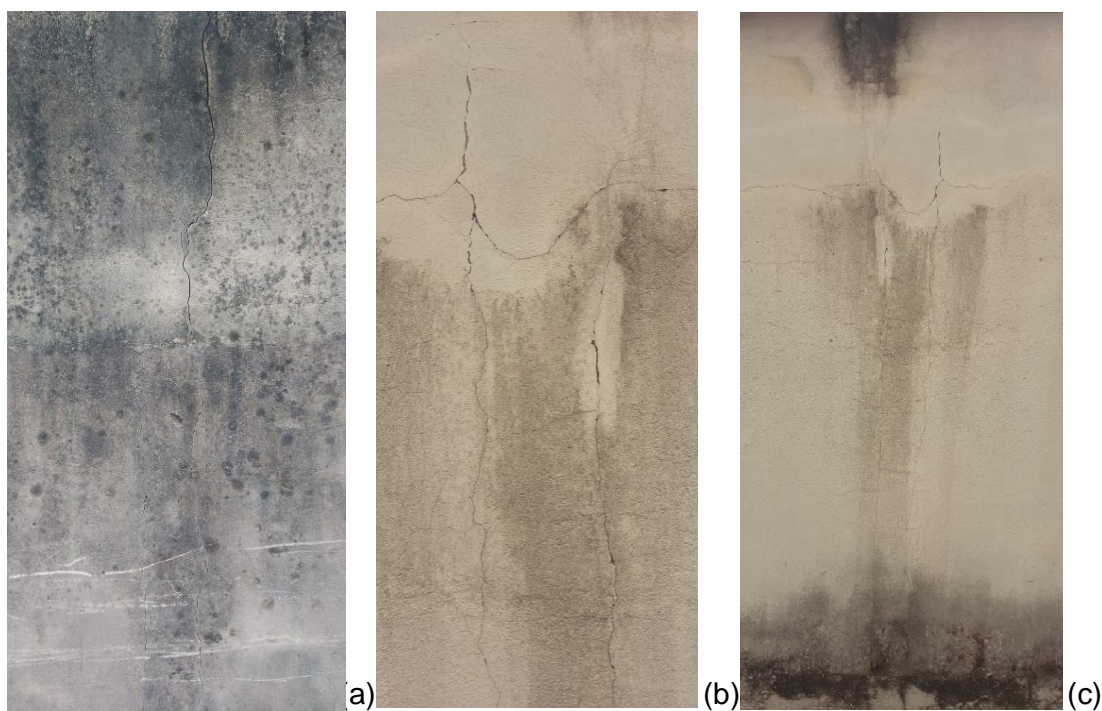
Fonte: O autor (2022)

Dentre os inúmeros fatores que causam aparecimento das fissuras destacam-se os recalques diferenciais, as sobre cargas, agentes agressivos e a retração por secagem.

Thomaz (1996) diz que os recalques decorrentes dos elementos de fundações promovem fissuras por esmagamento localizado. Trincas inclinadas em direção ao ponto recalçado aberto apresentam variáveis ao longo do comprimento das mesmas. As fissuras ocasionadas por sobrecargas na edificação podem ser ocasionadas por peças de concretos submetidas à flexão, cisalhamento, flexo-compressão, torções e compressões axiais. As fissuras que são formadas por sobrecargas são diferenciadas em função das suas solicitações.

As fissuras encontradas nas residências do Parque Planalto são em partes ocasionadas por agentes agressivos, inúmeras substâncias químicas e agentes físicos capazes de acelerar o processo de deterioração dos materiais presentes na estrutura. Dentre os processos que são acelerados pode-se destacar o de corrosão das armaduras nas peças de concreto armado. No meio dos fatores que levam a corrosão da armadura devido a fissurações, é possível citar o cobrimento insuficiente, mau adensamento, alta permeabilidade do concreto bem como uma má execução.

Figura 21 - Fissuras no revestimento do pilar



Fonte: O autor (2022)

Souza e Murta (2012) reiteram que a retração por secagem são processos comuns e que ocorrem com frequência em vigas e pilares, no qual é a redução de volume causada pela diminuição da umidade. Quando o concreto perde a umidade presente na estrutura, o concreto se contrai, e quando ganha expande. Esse efeito de variação de volume das estruturas é prejudicial à mesma, pois não há uma liberdade em sua movimentação.

As imagens coletadas no bairro Parque Planalto permitem verificar que as fissuras presentes podem estar relacionadas com a expansão da armadura, que provocam as fissuras presentes na mesma. Devido ao surgimento das fissuras a estrutura fica mais propícia a degradação, o que favorece a penetração de gás carbônico, que reage com hidróxido de cálcio (composto químico presente no concreto).

Como consequência o concreto o concreto sofre uma instabilidade na camada passivadora que exerce uma proteção do aço contra a corrosão. Assim o aço oxida e conseqüentemente há uma expansão do volume na estrutura, o que permite o surgimento das trincas nas direções longitudinais e o deslocamento do concreto. Que por fim, deixa a armadura exposta sofrendo as agressividades do meio ambiente.

6.3 Segregação do concreto

Souza e Murta (2012) dizem que quando ocorre o lançamento correto do concreto, o mesmo se transforma em uma massa homogênea, que permite todas as pedras estarem totalmente cobertas pela pasta de cimento, areia e água. Souza e Murta ainda relatam que o mal lançamento do concreto, ou até mesmo uma má vibração do mesmo, pode formar um concreto cheio de vazios. Isso possibilita a passagem da água do dióxido de carbono, dentre outros agentes nocivos para armadura, podendo compromete-la por inteiro. Este é um fenômeno muito comum nos pilares.

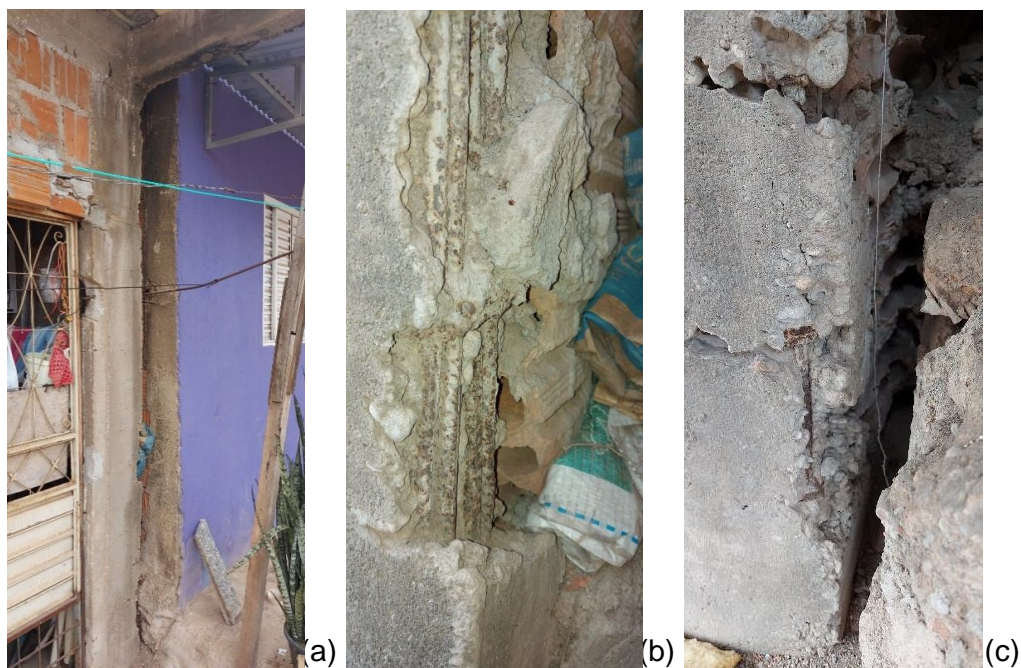
Neste caso a patologia encontra-se evidente devido a má vibração do concreto, que está ocasionando uma série de problemas, deixando a armadura exposta às agressividades do meio ambiente, que está prejudicando a sua resistência dimensionada em cálculo.

“A vibração faz com que o concreto submetta suas partículas individuais a uma rápida sessão de impulsos, que causam o movimento diferenciado, ou seja, faz com que cada partícula se mova independentemente da outra. Para se eliminar os vazios e trazer a pasta superfície para que a mesma possa ajudar no acabamento, as partículas devem se consolidar à medida que o ar retido é forçado para a superfície, permitindo assim que o concreto corra nos cantos em torno das ferragens e se comprima à parede da forma”. (Souza e Murta, 2012)

“Os componentes do concreto no estado fresco estão sujeitos à separação durante o transporte, lançamento e adensamento. Esta separação é chamada segregação e tem efeitos bem conhecidos nas construções” (RIBEIRO, 2006).

A figura 22 a seguir apresenta a segregação do concreto, que ocorre quando não se tem a devida vibração ou até mesmo a falta dela. Imagem “a” apresenta o pilar que apresenta nichos, a imagem “b” apresenta os nichos que o pilar tem e que deixou a armadura exposta aos agentes agressivos, e a imagem “c” apresenta nichos ocorridos pela má vibração onde é possível detectar um processo de corrosão iniciada.

Figura 22 - Segregação do concreto e armadura com corrosão



Fonte: O autor (2022)

A segregação exposta nas imagens coletadas no Parque Planalto pode estar relacionada com o lançamento do concreto, sendo uma das causas mais comuns.

Também está relacionada com a vibração pela falta da mesma. É importante destacar que a falta de uma vibração correta ocasionou as segregações presentes.

Tem-se como causa primária da segregação do concreto as diferenças de tamanho e massa específica entre as partículas. Pela areia possuir grãos menores e mais leves que o agregado graúdo, a pasta composta de água e cimento é mais leve e mais fina que a mesma. Pode-se perceber visivelmente quando o concreto é vibrado excessivamente ou até mesmo quando sua dosagem não é adequada, através da brita, pois, a mesma tende a descer para o fundo da forma, criando uma camada pouco resistente, fazendo o concreto ficar sujeito à fissuração e ao desgaste. (Souza e Murta, 2012).

6. 4 Conduta a ser seguida

Nesta etapa já é possível elaborar as mediações essenciais acerca dos possíveis tratamentos para as manifestações patológicas encontradas nas residências vistoriadas do bairro Parque Planalto. É possível apresentar os diagnósticos e prognósticos. São elas: consertar pequenos erros, devolver as estruturas a desempenho inicial (que se perdeu devido às manifestações patológicas) ou até mesmo aumentar o rendimento da mesma.

Realizada a conduta que será adotada, definisse o material que será utilizado na revitalização da estrutura. Em concordância com Scheidegger e Calenzani (2019), “é indispensável o armazenamento de dados obtidos durante todos os estágios do processo de soluções das manifestações patológicas, sejam eles, relatórios fotográficos, método utilizados, soluções adotadas, pois as informações obtidas são as ferramentas que serão utilizadas para solucionar os problemas presentes”.

A escolha de uma alternativa de intervenção e formulação de um plano de ação adequado é viável se houver disponibilidade de recursos tecnológicos e financeiros para sua execução, sempre deve ser levada em consideração a engenharia financeira da terapêutica adotada, procurando a melhor relação custo/benefício aplicada à patologia. (SCHEIDEGGER E CALENZANI, 2019).

6.4.1 Aspectos para reparar, recuperar e reforçar

Para Moreira (2006) “quando a estrutura em si é insatisfatória, devem ser realizadas as intervenções necessárias para restabelecer o desempenho da estrutura”. E também é importante que sejam transmitidas possibilidades para que

seja viável reparar, restaurar, reforçar e, mesmo nos casos mais graves, declarar a estrutura em falência e demoli-lo. Ele ainda afirma que:

Antes de qualquer intervenção na estrutura afetada, deve ser determinada a melhor estratégia a ser utilizada no estudo de caso. O tipo de intervenção dependerá de como as manifestações patológicas se apresentam. Para selecionar adequadamente as alternativas de intervenção com base no grau de lesão e na disponibilidade de materiais na área onde a edificação está localizada, deve-se realizar uma análise do tipo de tratamento a ser empregado (MOREIRA, 2006).

Para iniciar o processo de restauração ou fortalecimento de uma estrutura, primeiro é necessário um extenso trabalho investigativo sobre tudo relacionado à obra, projetos iniciais, planos, memória computacional, especificações de materiais, documentos etc. Uma vez detectada a existência desses documentos, eles podem ser revistos e verificados durante uma inspeção no local. Por outro lado, se não for encontrado, uma investigação detalhada da estrutura deve ser fornecida. Ao realizar inspeções no trabalho, é necessário garantir a segurança pessoal dos profissionais, geralmente equipamentos de segurança como roupas especiais, máscaras, botas, etc.

Para começar o procedimento de restauração ou complementação de estruturas, é necessário primeiro ter em conta o grande número de casos de anomalias em estruturas de betão armado, bem como as preocupações com o controlo de qualidade e manutenção estrutural geral de estruturas recentes, ensaios de avaliação de estruturas acabadas nas últimas duas décadas. A tecnologia tem sido intensamente desenvolvida com o propósito de precaver e reparar tais deficiências de engenharia (EISINGER & LIMA, 2000).

6.4.2 Reparo das fissuras e fendas

As fissuras são examinadas e apontadas de acordo com sua estabilidade. Quando o gatilho é dispensado, eles podem ser estabilizados e passivos para que não se movam. Na ocasião em que a rachadura persiste, a rachadura está ativa, conseqüentemente tem movimentações.

O procedimento para reparar fissuras em estruturas de concreto é limpar a jato as fissuras para aumentar sua espessura para posterior tratamento. O material epóxi é então aplicado à superfície como um selante. O epóxi é injetado no orifício

na parte de baixo até que o material extravase do topo, fechando finalmente o orifício.

Dependendo do tipo de fissura, ativa ou inativa, dois procedimentos são realizados. Para fissuras ativas: limpe a fissura, aumente seu tamanho com um jato de ar, prepare para selar e aplique o selante com uma massa de poliuretano resiliente. Scheidegger e Calenzani (2019) dizem que “já para as fendas não ativas, o procedimento é o mesmo do anterior, porém o selante utilizado se faz com argamassa de cimento”.

6.4.3 Reparos superficiais

Em algumas estruturas do Parque Planalto é possível realizar reparos superficiais. Souza e Ripper (1998) dizem que “reparos rasos ou superficiais são aqueles que apresentam profundidade de 2,0 a 5,0 cm não ultrapassando a espessura do cobrimento”. Os reparos, nas residências em que as fendas ainda estão no em seu estágio inicial, podem ser realizados a regularização, conhecendo previamente as matérias existentes e as causas da mesma.

6.4.4 Reforço das estruturas

Valenzuela e Saavedra (2010) falam que “o reforço em uma estrutura é necessário quando há a necessidade de aumentar a capacidade resistente ou para corrigir falhas que fazem supor que a capacidade de carga prevista inicialmente diminuiu”.

As soluções são eficazes quando tem um estudo previamente aprofundado referente às possibilidades de métodos e matérias que podem ser utilizados. Sendo importante realizar uma seleção e propor a mais eficiente, realizando um reforço para ampliação da vida útil da estrutura estudada. Para que isso aconteça de forma assertiva, devem-se levar em considerações os fatores econômicos, ambientais e técnicos.

Segundo Scheidegger e Calenzani (2019) “para que aconteça uma seleção adequada da alternativa de intervenção, é crucial que sejam analisados os agravos e a disponibilidade de materiais na região onde está inserida a construção para assim haver a execução da terapia correta”.

Considerando seus benefícios econômicos e meios de execução, a estrutura é reforçada com concreto. Ainda assim, a desvantagem é a perturbação da estrutura e o tempo que leva para a estrutura ser posta em serviço. O concreto na armadura pode resultar em uma espessura menor, suprimindo a obrigação de mudanças mais consideráveis nas dimensões originais dos componentes da armadura. O reparo satisfatório depende da boa aderência do concreto novo ao concreto antigo e da capacidade de transferência de tensão entre eles (SCHEIDEGGER E CALENZANI, 2019).

6.4.5 Recuperação das estruturas

A recuperação de uma estrutura de concreto armado é repor às suas condições originais, a recuperação deve estar organizada, desde determinadas e resolvidas às causas que ocasionam os problemas patológicos na estrutura. Essa identificação se faz necessária para evitar outros danos à estrutura e possibilitar que ela ganhe novamente a resistência podendo ser superior ao que foi preestabelecida para ela em cálculo.

Andrade (1992) apresenta que “o início da recuperação das estruturas de concreto, deve-se preparar a superfície para receber o devido tratamento”. Uma vez feito isso, analisamos com cuidado e preparamos a estrutura, sendo esta uma das etapas mais críticas, pois sem a devida restauração e o preparo correto da superfície os resultados dos reparos podem ser um fracasso.

Souza (2006) afirma que “o polimento é uma técnica utilizada para reduzir a aspereza da superfície do concreto tornando-a novamente lisa e isenta de partículas soltas, sendo utilizados equipamentos mecânicos para recuperar as áreas afetadas”.

7 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que as manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado nos pilares do bairro parque planalto, apresentam características semelhantes com processos de deterioração de sua matéria. Isso implica dizer que esse processo é devido às corrosões encontrada, o não cobrimento adequado, a exposição das armaduras, etc.

O trabalho buscou analisar as manifestações patológicas encontradas nas residências estudadas e propor uma possível intervenção e pode se constatar que o objetivo geral foi atendido e também os específicos que permitiu realizar o levantamento desses dados para a conclusão deste trabalho. Dentre os específicos pode se analisar as manifestações patológicas encontradas, propor uma possível intervenção e uma avaliação enquanto ao seu surgimento as suas possíveis causas.

O presente estudo abordou sobre manifestações patológicas, recuperação e reparo das estruturas de concreto. O tema proposto era analisar as patologias e as manifestações patológicas presentes nas estruturas no bairro Parque Planalto. As manifestações patológicas são encontradas no cotidiano e muitas vezes as pessoas não têm a completa informação das principais causas delas nas estruturas de concreto.

Portando durante o trabalho foi possível perceber que as manifestações patológicas elas são bem evidentes, apresentam grandes transtornos a estruturas e aos moradores, e ainda que a essas manifestações são por erros de execução, por má utilização, por erros de projetos, que são pontos fundamentais que são portas de entrada para o surgimento dessas manifestações.

O diagnóstico das situações no bairro se faz necessário para o entendimento das causas patológicas e de todas essas manifestações patológicas que estão presentes nas devidas estruturas.

Com o diagnóstico formado, podemos citar as origens, causas e mecanismos que predisponha o surgimento dessas patologias. Observados e colhidos os dados o engenheiro está preparado para tomar as medidas cabíveis para solucionar os problemas existentes. Ao iniciar o tratamento devem-se realizar levantamentos de alternativas que previna ou retarde ainda mais a evolução futura desses fenômenos. Estabelecido uma previsão de danos, deve-se definir através de estudos e sempre

levando em considerações o custo benefício de cada uma delas, se atentado não somente ao valor, mas a garantia de uma melhora.

A importância em se elaborar pesquisas assim, é que auxilia no mapeamento de patologias existentes no bairro Parque Planalto, que por sua vez acaba por ajudar o município de Açailândia no Maranhão para que se possa ter em um futuro um catálogo que permita tirar dúvidas e sanar os problemas que possam aparecer futuramente. E também a atingir qualidade nas edificações, uma vez que as patologias das construções estão ligadas a falta da mesma.

REFERÊNCIAS

ALVA, DEBS & GIONGO, Gerson M.S. Ana L.H.C. El, José S.. **Concreto armado: projeto de pilares de acordo com a NBR 6118:2003**. Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, São Paulo. 2008. <<http://site.ufvjm.edu.br/icet/files/2016/08/apostila-pilares-usp.pdf>>. Acesso em 12 de outubro de 2021.

ANDRADE, C. **Manual para Diagnóstico de obras deterioradas por corrosão de armaduras**. São Paulo, Pini 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estrutura de concreto Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. **NBR 13752**: Projeto de estrutura de concreto Procedimento. Rio de Janeiro, 1996

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. **NBR 15575**: Projeto de estrutura de concreto Procedimento. Rio de Janeiro, 2013.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 1977.

BARROS, Aidil de Jesus da Silveira. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 3.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

BERTOLINI, Luca. **Materiais de Construção: Patologia, Reabilitação, Prevenção**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

BATISTON, Kamilla Nayara. **Patologia nas Fundações de Estruturas de Concreto: Gênese das Fissuras nas Estruturas**. UNIARA. Araraquara-SP 2018. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/kamilla_nayara_batiston_-_artigo.pdf> Acesso em: 15 de abril de 2021

BOCCATO, V. R. C. Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação. **Rev. Odontol. Univ. Cidade São Paulo**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 265-274, 2006.

CÁNOVAS, M. F. **Patologia e terapia do concreto armado**. Tradução e adaptação de: Maria Celeste Marcondes et al., coordenação técnica L. A. Falcão Bauer. Editora PINI: São Paulo, 1988.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. da. **Metodologia Científica**. 6 ed. São Paulo: Person 2007.

CREMONINI, Ruy Alberto. **Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares da região de Porto Alegre: Recomendações para projeto, execução e manutenção**. Porto Alegre, 1988. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/1420>>. Acesso em 04/01/2022

CONCREVIT. Concreto Vitoria LTDA. **Um Jardineiro Francês e a Origem do Concreto Armado**. 2018. Disponível em: <http://concrevit.com.br/um-jardineiro-frances-e-a-origem-do-concreto-armado/>. Acesso em: 04 de janeiro de 2022.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **NORMA DNIT 084/2006**: Tratamento da corrosão – Especificação de Serviço. Rio de Janeiro, 2006.

FARIA, C. **Galvanização**. 16 de fevereiro de 2011. Info Escola. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/quimica/galvanizacao/>>. Acessado em 15 de janeiro de 2022

FERNANDES, R. M. **Recuperação Estrutural como Solução Estratégia para prédios antigos**. 01 de fevereiro de 2012. Artigonal – Diretório de Artigos Gratuitos. Disponível em:<<http://www.artigonal.com/ciencias-artigos/recuperacao-estrutural-como-solucao-estrategia-para-predios-antigos-5623149.html>>. Acesso em 04 de outubro de 2021.

FUSCO, Pericles. **Técnica de armar as estruturas de concreto**. São Paulo: Pini. 392p

Eisenhardt, K.M. (1989) **Building theories form case study research**. Academy of Management Review. New York, New York, v. 14 n. 4.

GIL, A. C. **Como elaborar Projeto de Pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GNIPPER, Sérgio F.; MIKALDO JR. Jorge. **Patologias frequentes em sistemas prediais hidráulicosanitários e de gás combustível decorrentes de falhas no processo de produção do projeto**. Curitiba, 2007. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/55289233-Patologias-frequentes-em-sistemas-prediais-hidraulico-sanitarios-e-de-gas-combustivel-decorrentes-de-falhas-no-processo-de-producao-do-projeto.html>>. Acesso em 03 de janeiro de 2022.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, mai./jun. 1995.

GONÇALVES, Elisa Pereira. **Iniciação à pesquisa científica**. Campinas, SP: Editora Alínea, 2001.

GUNTHER, H. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão? **Psicologia: teoria e pesquisa**. Brasília, v. 22, n. 2, p. 201-210, mai./ago. 2006.

GUSMÃO, Thomas Vilanova. **Manual de Vibração de Concreto**. 20 de Junho de 2017. Disponível em <https://silo.tips>. Acesso em 04 de janeiro de 2022.

MONTEIRO, E.B. **Reabilitação de Estruturas de Concreto**. 2ª edição. São Paulo: IBRACON, 2005

JUVANDES, L. F. P. **Reforço e Reabilitação de Estruturas: Módulo 2**. 2002. 184p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Madeira, Portugal, 2002. Disponível em: <http://civil.fe.up.pt/pub/apoio/mestr_estr/novosmateriais/apontamentos/teorica/REFORCO%20E%20REABILITacao%20DE%20ESTRUTURAS%20%20Curso%20de%20formacao%20%20Modulo%20%20%20Parte%20I.pdf>. Acesso em 04 de janeiro de 2022

TAKEUTI, Adilson Roberto. **Comportamento resistente imediato e ao longo do tempo de pilares reforçados por meio de encamisamento com concreto de alto desempenho**. 2003. Tese (Doutorado em Estruturas) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo USP, São Carlos, 2003. doi:10.11606/T.18.2003.tde-09062006-152306. Acesso em: 04 de Janeiro de 2022

MARCELLI, M. **Sinistros na construção civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras**. São Paulo: Pini, 2007.

MINAYO, M. C. S. **O Desafio do Conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. São Paulo/Rio de Janeiro: Hucitec/Abrasco, 1996.

MOREIRA, Christian. **Realcalinização de estruturas de concreto carbonatado com utilização de gel saturado de solução alcalina**. Goiânia, 2006.

MURTA, Mirna Moreira.; SOUZA, Marilsa Inês. **Patologias, Recuperação e Reforço Estrutural em Concreto Armado**. Caratinga – MG, Instituto Doctum de Educação e Tecnologia, publicado em 2012. Disponível em <<https://dSPACE.doctum.edu.br/bitstream/123456789/1190/1/TCC%20-%20Marilsa%20e%20Mirna.pdf>>. Acesso em 16 de outubro de 2021

NOVAES, Isabella Mathias de Moraes; POZNYAKOV, Karolina. Patologias em Estruturas de Concreto Armado. **Boletim do Gerenciamento**, [S.l.], v. 22, n. 22, p. 67-78, jan. 2021. ISSN 2595-6531. Disponível em: <<https://nppg.org.br/revistas/boletimdoGerenciamento/article/view/539>>. Acesso em: 16 out. 2021.

OLIVEIRA, Denevaldo De Jesus. Et al. **Estudo de restauração em pilares com patologias através do método de encamisamento em pilares de concreto armado**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 12, Vol. 02, pp. 05-40. Dezembro de 2020. ISSN: 2448-0959. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/estudo-de-restauracao>>. Acesso em: 04 de janeiro de 2022

OLIVARI, Giorgio. **Patologia em Edificações**. Defesa – trabalho de conclusão de curso, graduação em engenharia civil, dissertação. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi.2003. 95p.

Pádua, R. C. de, Liserre, A. P. A. R., Silva, A. F. da, & Aguiar, D. A. (2012). **Pilares de concreto armado reforçados por meio de encamisamento**. REEC - Revista Eletrônica De Engenharia Civil, 5(1). <<https://doi.org/10.5216/reec.v5i1.20933>>. Acesso em: 16 out. 2021.

PIANCASTELLI, E. M. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto Armado**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1998. 160p. Notas de Aula.

PINA, G. L. **PATOLOGIA NAS HABITAÇÕES POPULARES**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do rio de Janeiro, Escola Politécnica, 2013

PINHAL, Paulo. **O que é exsudação?**. Colégio de Arquitetos. Publicado em: 04 de fevereiro de 2013. Disponível em: <<http://www.colegiodearquitetos.com.br/dicionario/2013/02/o-que-e-exsudacao/#respond>>. Acesso em 15 de novembro de 2021.

PINZAN, José Roberto. **Patologia na Construção Civil**. Desenhos Arquitetônicos e Serviços. Ribeirão Preto-SP. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/desenhoarquitetonicipinzan/home/patologias-construtivas?tmpl=%2Fsystem%2Fapp%2Ftemplates%2Fprint%2F&showPrintDialog=1>> Acesso em 15 de abril de 2021

QUIZA, Eduardo, **A História do Concreto**. Publicado no blog ConstrucaoCivilPet em 22 de março de 2017. Disponível em: <<https://www.google.com/amp/s/civilizacaoengenharia.wordpress.com/2017/03/22/a-historia-do-concreto/amp/>> acesso em 29 de setembro de 2021

SANTOS, Luiz C. **Pesquisa documental: Um procedimento metodológico**. 2000, São Paulo. Disponível em: <http://www.lcsantos.pro.br/arquivos/32_PESQUISA_DOCUMENTAL01042010-175228.pdf>. Acesso em 30 dezembro 2021

SILVA, Isaias Martinez Matias da & SANTOS, Gabriel Dardengo Moraes dos. **Levantamento e Análise de Fissuras em Elementos Estruturais de Concreto Armado em Edificações no Município de Serra – ES**. Disponível em: <<https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2018/06/levantamento-e-analise-de-fissuras-em-elementos-estruturais-de-concreto-armado-em-edificacoes-no-municipio-de-serra-es.pdf>>. Acesso em 14 de novembro de 2021

SILVEIRA, Denise Tolfo; CÓRDOVA, Fernanda Peixoto. A pesquisa científica. In: **Métodos de pesquisa**. GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (Orgs.). Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

SCHEIDEGGER, Guilherme Marchiori, CALENZANI, Carla Lorencini. **Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 03, Vol. 05, pp. 68-92. Março de 2019. ISSN: 2448-0959. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/recuperacao-e-reparo>>. Acesso em 15 de novembro de 2021

SOUZA, E. S. **Técnicas de recuperação e reforço de estruturas de concreto armado. Monografia (Graduação)**. Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2006.

SOUZA, João Carlos. "**O que as rachaduras nas estruturas de concreto querem dizer?**" ArchDaily Brasil. 21 agosto 2019. ISSN 0719-8906. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/879222/o-que-as-rachaduras-nas-estruturas-de-concreto-querem-dizer>>. Acesso em 15 novembro 2021.

SOUZA, Pamela Scari; SANTOS, Odair. **Patologias em Estruturas de Concreto Armado**. Boletim do Gerenciamento, [S.l.], v. 24, n. 24, p. 1-11, maio 2021. ISSN 2595-6531. Disponível em: <<https://nppg.org.br/revistas/boletimdoGerenciamento/article/view/548>>. Acesso em: 16 out. 2021.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; RIPPER, Thomaz. Patologia, **Recuperação e Reforma de Estruturas**. 1. ed. São Paulo: Pini, 1998.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social**: métodos e técnicas. São Paulo: Editora Atlas, 1999.

VITÓRIO, Afonso. Fundamentos da Patologia das Estruturas nas Perícias de Engenharia. Instituto Pernambucano de Avaliações e Perícias de Engenharia. Recife, Pernambuco, 2003.