

# **CONCRETO ARMADO: Patologias na estrutura de uma edificação residencial**

**Monittyelle Matos Couto Neves**

**Orientador(a): Luana Mendes**

## **RESUMO**

O objetivo deste trabalho é investigar as manifestações patológicas encontradas em estruturas de concreto de uma edificação residencial unifamiliar e suas causas tendo como propósito analisá-las, diagnosticando-as a partir do conhecimento adquirido e apresentar um estudo de caso real. Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o assunto com intuito de introduzir o tema e explicar os principais tipos de patologias encontradas em edifícios. Posteriormente foi escolhido o local de estudo, uma edificação residencial unifamiliar construída em 1989 onde foram encontradas patologias como fissuras, rachaduras e fendas. A última manutenção realizada pelo proprietário foi em 2010. A edificação foi construída por um mestre de obras e pelo proprietário, então não teve a influência de um profissional da área e nem a elaboração de um projeto. Dessa forma, foi realizado um estudo de caso para explicar as patologias, estudar a forma como isso ocorreu e possível reparação dessa estrutura.

**Palavras chave:** Patologia. Concreto. Edificação.

## **1 INTRODUÇÃO**

Este trabalho tem como objetivo analisar as patologias encontradas em construções civis, com a intenção de aprofundar este conhecimento e procurar conhecer suas causas e lidar com o problema na edificação. A patologia trata-se de uma análise de identificação de fatores e problemas descobertos em uma edificação, esta análise faz com que se obtenha o conhecimento da atual situação e posteriormente sua possível correção.

Um reconhecimento devido de um surgimento patológico deve estabelecer em que etapa do desenvolvimento construtivo teve origem o fato que desencadeou o problema, ao identificar a patologia pode-se evitar o surgimento de mais patologias e conseqüentemente prevenir que venham surgir mais problemas patológicos.

O uso da mão de obra ineficiente, os gastos e o implemento de prazos geram necessidades generalizadas na obra civil. As transformações ambientais, causadas por atividades do homem, como degradação, inversão térmica, ilhas de calor, chuvas ácidas, reações álcali-agregado, hidrólise e trocas iônicas, estimulam os processos de degradação, resultando os mais diferentes tipos de patologia aos sistemas de concreto (REIS, 2001).

O movimento de uma estrutura é fato comprovado por muitos cientistas, ou seja, qualquer construção de concreto “trabalha”. Deste modo, a estrutura fica exposta a uma sucessão de patologias, sendo elas decorrentes de problemas de projeto e execução (SOUZA, RIPPER, 1998).

Assim, este trabalho busca analisar quais são as principais causas de fissuras, rachaduras, fendas dentre outras patologias que possam estar presente em estruturas de concreto nas edificações.

O artigo em questão é um estudo de caso realizado em uma edificação residencial situada na cidade de Campo Belo no sul de Minas Gerais. A residência fica localizada na Rua Porto Alegre no Bairro Centenário e apresenta patologias fazendo-se necessário estudá-las. Após estudo será dado o diagnóstico sobre as patologias existentes e quais os tratamentos podem ser utilizados.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

.O concreto é sinônimo de mistura de pedras e argamassa de cimento. É um material muito usado na construção civil. O concreto pode resistir a grandes pressões de compressão. Entretanto, o concreto não reage adequadamente a outras pressões como tração ou à flexão. Para isto, ele é usado com aço ou armações metálicas que é conhecido como concreto armado. Este tipo de concreto resiste melhor às pressões do que o concreto comum.

As diversas construções feitas pelo homem durante sua trajetória lhe produziram uma grande experiência, que cooperou para a construção civil. Com isso, surgiu uma aceleração no crescimento, e também um maior desenvolvimento na tecnologia e inovação. Assim, o crescimento tecnológico se constituiu de uma questão natural e, em conjunto, o conhecimento sobre estruturas e materiais (SOUZA, RIPPER, 1998).

Sendo um material fixo, o concreto armado está suscetível a mudanças com o decorrer do tempo, em atribuição dos elementos que o constituem como o cimento, areia, brita, água e aço, com os adicionais e intermediários externos, como ácidos, sais, vapores e micro-organismos. Periodicamente, essas interações causam anomalias que provavelmente comprometem a durabilidade da estrutura, causando efeitos indesejáveis na parte estética da estrutura e conseqüentemente causando um incômodo visual (LEITE, 2001).

As origens das várias manifestações patológicas que podem surgir nas estruturas de concreto armado ao longo sua vida útil são as mais distintas possíveis. Estudiosos mostram que certos tipos de problemas estão mais sujeitos a acontecerem com maior frequência em alguns países e que alguns lugares conseguem um conhecimento mais amplo em relação às estruturas de concreto armado (BLÉVOT, 1974).

Além das patologias das estruturas, cresce, ainda mais, a exigência por produtos e serviços com qualidade, fazendo com que as empresas busquem novas técnicas para se adequarem a essas modificações e buscarem soluções para as exigências do mercado.

Assim, pode-se observar a grande preocupação com a condição do concreto para que alcance a durabilidade, fator importante para diminuir o risco de possíveis patologias.

## **2.1 Patologia e outros conceitos**

As patologias em edificações são as grandes dificuldades que comprometem a vida útil das estruturas. Dentre as patologias, destacam-se as estruturas, objeto de estudo da presente pesquisa.

O agrupamento precoce de dano ao qual uma edificação se submete causa vários tipos de irregularidades nas edificações. Essas irregularidades podem ter diferentes causas, tal como enfraquecimento natural da edificação, acidentes e descuidos profissionais - que decidem pelo consumo de materiais suspeitos, entre outras causas.

Segundo Degussa (2008) a patologia é considerada como parte da engenharia que pesquisa os sinais, os modos, as causas e as fontes dos defeitos das construções civis e o estudo que entende a correção e a maneira desses problemas patológicos, até mesmo aqueles próprios do envelhecimento natural.

### 2.1.1 Desempenho de uma edificação

Por desempenho entende-se o procedimento de cada produto ao longo da sua vida útil onde suas medidas mostrarão os resultados dos trabalhos expostos em cada etapa de projeto, construção e manutenção. As estruturas e seus materiais deterioram-se mesmo se existir uma função de manutenção bem definida, sendo esta deterioração, no limite, inconvertível (SOUZA, RIPPER, 1998).

A explicação do desempenho de uma edificação ocorre por processo de critérios de funcionamento que são informações quantitativas das condições de comportamentos qualitativos, apresentados de forma determinada, a fim de que sejam capazes de serem precisamente concluídos. Para edifícios habitacionais existem doze critérios de desempenho que são fundamentados pela norma ISO 6241 (1984) e adaptados para a realidade brasileira. Nestes critérios o usuário solicita uma segurança estrutural, contra incêndios e operação da construção. Quanto à sustentabilidade, a NBR 15575 engloba a durabilidade, a manutenibilidade e os impactos ambientais da construção.

Para a habitabilidade, são sete requisitos do usuário:

- Estanqueidade da água;
- Desempenho térmico;
- Desempenho acústico;
- Desempenho lumínico;
- Saúde, higiene e qualidade do ar;
- Funcionalidade e acessibilidade;
- Conforto tátil e antropodinâmico.

Para que uma edificação tenha um desenvolvimento adequado deve-se explorar junto ao usuário a captação dos requisitos de desempenho. Com fundamento nos requisitos qualitativos tais como: segurança, resistência, conforto, boa estética, etc. Sendo necessário estabelecer os critérios de desempenho (estabilidade estrutural, resistência ao fogo, conforto térmico e acústico, durabilidade, etc) por meio de resoluções normativas em cada um dos critérios (NBR 15575-1/2013).

### 2.1.2 Durabilidade

A durabilidade é um fator importante quando se refere a patologia no concreto; ela é o resultado do conjunto da estrutura de concreto, do seu ambiente e suas condições, sua operação e manutenção. Uma mesma estrutura pode ter diversos comportamentos, isto é, diferentes atribuições de durabilidade no tempo, pensando em suas variações e forma de utilizá-la.

A durabilidade é a capacidade que uma estrutura tem de satisfazer e atender as exigências do projeto, como uma manutenção planejada por um intervalo específico de tempo seja como resultado do processo de envelhecimento natural ou ações ambientais que a estrutura possa sofrer (ISO 13823, 2008).

Atualmente já se sabe que nenhum material é intrinsecamente durável, pois seus componentes podem modificar em decorrência da interação da estrutura, especificamente de sua microestrutura. As modificações ocorrem com o tempo e a vida útil de um material qualquer é finalizada quando suas propriedades tornam seu uso sem segurança ou antieconômico. Dessa forma, refere-se aos problemas da pouca durabilidade das construções à falta de conhecimento em relação aos materiais e seus componentes de uma estrutura de concreto (HELENE, 2001).

Analisando materiais e componentes “tradicionais”, o conhecimento do seu uso é constituído por um fundamento de dados de vida útil desses produtos, contudo, quando falamos de materiais e componentes de características ditas como novas é necessário explorar métodos de ensaio que possam simular sua utilização na obra.

A durabilidade é um dos principais requisitos que o cliente almeja e cada vez mais vêm deixando de ser atendida. Contudo, ela mostra uma especificidade de que apenas pode ser avaliada concomitantemente com outras exigências, tais como, proteção estrutural e boa performance em serviço.

Para Medeiros, Andrade e Helene (2011), algumas atividades se juntaram para trazer o impacto econômico da consideração da durabilidade.

Segundo Amorim (2010), a ausência de manutenção e de base por lado dos utilizadores sobre elementos adversos e sobre a estrutura de concreto como a exposição

alongada a umidades, uso de produtos desfavoráveis ao concreto e às armadura, podem criar perigosos riscos para a estrutura, podendo atingir a produção e até afetar as etapas antecedentes.

### **2.1.3 Patologias**

Segundo Fernández (1988), patologia é uma porção da engenharia que analisa seus sinais, suas fontes, causas e meios dos problemas nas obras. Em alguns casos, é capaz de se fazer uma análise das patologias somente por meio de visualização. Porém, em demais casos o problema é complexo, sendo fundamental analisar o projeto; avaliar as cargas a que foi exposta a estrutura; considerar minuciosamente a forma como foi realizada a obra e, até mesmo, como esta patologia age diante de determinados estímulos. Desse modo, é possível definir a causa destes problemas, corrigindo-os para não se manifestem mais uma vez.

As patologias referentes às fases de planejamento, projeto, fabricação e construção aparecem no período inferior a dois anos, apesar disso durante a utilização as patologias podem surgir depois de muitos anos. Desta forma, é necessário perceber em qual fase da obra surgiram as falhas construtivas, até mesmo para a busca das responsabilidades civis (MACHADO, 2002).

Os processos de construção podem ser divididos em até cinco etapas, que são: planejamento, projeto, materiais, elementos fora da obra e execução (HELENE, PEREIRA, 2007).

Outro termo indispensável que é necessário caracterizar é “vida útil”. A estrutura, ao passar de sua vida útil, estará logicamente sujeita ao “desgaste”, devido à ação de cargas e sobrecargas como vibrações, impactos, dinâmicas, também como a recalques em diferentes pontos da fundação, erosão e cavitação por ação de agentes sólidos e líquidos. Com isso, podemos definir “vida útil” como o período que a estrutura preserva seus índices mínimos para sua resistência e utilidade. Aumentar este tempo ao máximo é um dos sonhos de quem trabalha com construções de edificações (HELENE, 2011).

## 2.2 Método para analisar a vida útil

A vida útil de uma construção pode ser separada conforme os tópicos abaixo:

a) Vida útil de projeto: Intervalo de tempo até o término do procedimento de passivação da armadura, não referindo-se que obrigatoriamente haverá corrosão relevante;

b) Vida útil de serviço: Intervalo onde se surge a manifestação dos efeitos dos agentes adversos, desde o surgimento de manchas na superfície do concreto até o destacamento da cobertura;

c) Vida útil total: Intervalo de tempo em que a construção entra em colapso parcial ou total. No período, a estrutura está condenada ou os esforços de reparo são muito elevados;

d) Vida útil residual: Intervalo em que, a seguir de uma vistoria e/ou tratamento, a estrutura ainda assim será capaz de realizar as funções para a qual foi projetada (Helene, 1997).

Desta forma podemos constatar que a vida útil de uma construção é o período de tempo contido entre o início de operação ou uso da mesma, e o momento em que sua atividade deixa de considerar às condições iniciais do usuário.

## 2.3 Fatores de degradação

A deterioração do concreto ocorre diversas vezes como resultado da associação de muitos fatores externos e internos. Os métodos de degradação alteram a tendência de o material realizar suas funções e nem sempre se apresentam visualmente, podendo mostrar sintomas como a fissuração e/ou desagregação (BRANDÃO, 1999).

Segundo Miotto (2010), corrosão e deterioração observadas em concreto, podem estar associadas a fatores mecânicos, físicos, biológicos ou químicos. A seguir o quadro mostra os fatores causadores da corrosão do concreto.

Quadro 1 - Fatores determinantes da corrosão em concreto. Fonte: Gentil (2003)

<b>Fatores determinantes da corrosão em concreto</b>	
<b>Fatores mecânicos</b>	Entre os fatores mecânicos, as vibrações podem ocasionar fissuras no concreto, possibilitando o contato da armadura com o meio corrosivo. Líquidos em movimento, principalmente contendo partículas em suspensão, podem ocasionar erosão no concreto, com o seu conseqüente desgaste. A erosão é mais acentuada quando o fluido em movimento contém partículas em suspensão na forma de sólidos, que funcionam como abrasivos, ou mesmo na forma de vapor, como no caso de cavitação.
<b>Fatores físicos</b>	Os fatores físicos, como variações de temperatura, podem ocasionar choques térmicos com reflexos na integridade das estruturas. Variações de temperatura entre os diferentes componentes do concreto (pasta de cimento, agregados e armadura), com características térmicas diferentes, podem ocasionar microfissuras na massa do concreto que possibilitam a penetração de agentes agressivos.
<b>Fatores biológicos</b>	Os fatores biológicos, como microrganismos, podem criar meios corrosivos para a massa do concreto e armadura, como aqueles criados pelas bactérias oxidantes de enxofre ou de sulfetos, que aceleram a oxidação dessas substâncias por ácido sulfúrico.
<b>Fatores químicos</b>	Os fatores químicos estão relacionados com a presença de substâncias químicas nos diferentes ambientes, normalmente água, solo e atmosfera. Entre as substâncias químicas mais agressivas devem ser citados os ácidos, como sulfúrico e clorídrico. Os fatores químicos podem agir na pasta de cimento, no agregado e na armadura de aço-carbono.

Fonte: Gentil (2003)

## 2.4 Causas e origens das patologias

Várias falhas são possíveis de acontecer durante a fase de construção da estrutura, podendo aparecer durante o estudo preliminar, na elaboração do anteprojeto, ou no projeto executivo. Tais falhas podem levar ao encarecimento do processo de construção, graves problemas patológicos na estrutura e a aborrecimentos relacionados com a utilização da obra.

As causas comumente de patologias em obras de edificações são por consequência de:

- a) Falhas na criação do projeto;
- b) Má qualidade dos materiais;
- c) Erros na execução;
- d) Utilização dos cálculos para fins diferentes no projeto;
- e) Falta de manutenção no decorrer do tempo

Cada uma das etapas que foram citadas acima seriam consequência de um grau de incidência de anomalias (PALERMO, 1993). Tais como:

- 52% devido à má execução;

- 24% devido à má utilização;
- 18% devido à deficiência de projeto;
- 6% devido à deficiência das propriedades dos materiais.

Essas proporções variam no tempo e nas regiões. Isso pode ser confirmado na avaliação feita por Cunha (1994), na década de 90, sobre a ocorrência de manifestações patológicas de 709 casos analisados no Brasil, sendo:

- 27% devido à má execução;
- 14% devido à má utilização;
- 49% devido à deficiência de projeto;
- 10% devido à deficiência das propriedades dos materiais.

Segundo Carmona Filho (1998), mestre em concreto armado e patologias das construções, as obras mais suscetíveis às agressões químicas e ambientais são as que estão em proximidade continuamente com a água do mar e as localizadas em ambientes industriais muito prejudiciais "Isso provoca a corrosão das armaduras, conseqüente deslocamento do concreto, perda da durabilidade e da segurança estrutural", esclarece Carmona. No seu conteúdo a cobertura deficiente das armaduras está em primeiro lugar no ranking das razões de patologias, seguida pelas falhas na execução, falhas no projeto e agressividade dos ambientes.

Definidas a qualidade dos materiais na fase de projeto, deve-se controlar bem a compra dos insumos para fabricação do concreto, objetivando a garantia das especificações e que o concreto não seja rejeitado. É necessário que a definição dos materiais componentes do concreto esteja de acordo com o que recomenda a NBR 12654 (ABNT, 1992).

Para Souza e Ripper (1998), a etapa de realização da estrutura é causador por boa parte das falhas patológicas. O acontecimento dos erros é, sobretudo, devido ao meio de produção, que é muito afetado, por muitas vezes refletir os dilemas socioeconômicos, que produzem o baixo nível técnico das equipes menos qualificadas. Tal como, a necessidade de um controle eficiente e um fraco controle de equipes, podem, com capacidade, levar a falhas importantes em determinadas ações como, escoramentos, fôrmas, posicionamento e qualidade das armaduras, qualidade do concreto, entre outras.

Depois de completada a realização da estrutura, ocorre ao seu usuário atentar de utilizá-la da maneira mais apropriada, com o objetivo de continuar as propriedades originais ao longo de sua vida útil. A eficácia relaciona-se vez com as atividades de uso, como, por exemplo, assegurar que não sejam superados os carregamentos previstos em projeto, quanto com as ações de manutenção, já que o comportamento da estrutura tende a reduzir ao longo da sua vida útil (ANDRADE, SILVA, 2005).

A NBR 5674 (ANBT, 1999) apresenta manutenção como o grupo de serviços a serem desempenhados para manter ou resgatar a capacidade útil de uma edificação e de seus elementos constituintes de forma a servir as exigências e segurança dos clientes.

A degradação do concreto pode ocorrer a partir da deterioração do agregado, da pasta ou até mesmo de ambos. No uso a deterioração da pasta é tratada como a principal origem, sendo que, o agregado por ser um tipo de rocha, tem maior resistência ao desgaste químico. Além disso, as perdas na pasta são, em geral, mais relevantes do que nos agregados (BRANDÃO, 1999).

Vários agentes naturais atingem o concreto armado provocando o seu envelhecimento, ou seja, a perda progressiva de seu desempenho estético, funcional e estrutural. Os motivos de deterioração originam-se de diversas ações: mecânicas, físicas, químicas e biológicas, podendo estas ocorrer eventualmente ou simultaneamente, dependendo da rapidez de propagação principalmente, do meio que a estrutura está inserida (ANDRADE, SILVA, 2005).

Ocorre ainda os fatores intrínsecos de deterioração. Souza e Ripper (1998) consideram causas intrínsecas como aquelas em que as ações de deterioração das estruturas são específicas a elas mesmas, ou seja, as que se resultam dos materiais e dos elementos estruturais, enquanto as fases de execução ou utilização, por falhas humanas, por casos específicos ao material concreto e por ações externas, mesmo acidentes.

#### **2.4.1 Falhas no projeto**

As questões técnicas e o custo para esclarecer um problema patológico, proveniente de uma falha de projeto, estão relacionados com a velocidade com que essa falha é

solucionada. Uma falha originada no estudo prévio necessita de uma resposta muito mais complexa do que uma que venha a aparecer na fase de projeto.

Souza e Ripper (1998)“evidenciam as prováveis causas e problemas que podem ocorrer ao longo desta etapa de projeto, tornando-se essas causas ou falhas originadas de um estudo preliminar insuficiente, ou anteprojetos confundidos”.

Os maiores erros de projetos que podem trazer perdas patológicos a construção são:

- Divergências entre projetos;
- Especificação inadequada de materiais;
- Detalhamento insuficiente ou inadequado;
- Detalhes construtivos inexequíveis;
- Erro de dimensionamento;
- Falta de padronização das convenções;
- Sobrecargas não previstas;
- Não consideração de efeitos térmicos;

#### **2.4.2 Materiais inadequados**

Segundo Azevedo (2011), o projetista deve estabelecer, sobretudo nos projetos estruturais, de forma clara as características dos materiais e as propriedades que possam interferir no desempenho dos elementos estruturais, como a resistência característica do concreto, quer na idade padrão ou em outras idades, o módulo de deformação longitudinal, coeficiente de Poisson. Tais dados precisam ser conferidos durante a execução, por meio de ensaios com as amostras dos materiais usados.

Definidas as informações dos materiais na etapa de projeto, deve-se regular bem a obtenção dos insumos para fabricação do concreto, visando a garantia das características e que o concreto não seja rejeitado.

#### **2.4.3 Erros na execução**

A eventualidade dos erros é, sobretudo, muito afetada, devido ao processo de produção por diversas vezes ponderar os problemas socioeconômicos, que geram a baixa

capacidade técnica dos trabalhadores menos qualificados (SOUZA, RIPPER, 1998). Sendo assim, a falta de uma fiscalização suficiente e um fraco controle de equipes, podem levar a falhas graves em determinadas práticas como, escoramentos, fôrmas, posicionamento e qualidade das armaduras, qualidade do concreto. (COUTO, 2007).

#### **2.4.4 Utilização indevida e manutenção inexistente**

Ainda que as etapas de produção tenham sido de capacidade adequada, as estruturas podem vir a desenvolver problemas patológicos originados do uso incorreto ou da ausência de um planejamento de manutenção adequado. Os problemas patológicos gerados por manutenção inapropriadas, ou pela falta total de manutenção, tem sua origem ligada à ignorância profissional na incompetência e em problemas econômicos (SOUZA, RIPPER, 1998).

Situações decorrentes do mau uso e má manutenção da construção atualmente demonstram ser bastante graves. E, a manutenção periódica é capaz prevenir problemas patológicos desse tipo e em vários casos, impedir a própria ruína da estrutura.

### **2.5 Tipos mais comuns de patologias**

As manifestações patológicas podem surgir de diversas origens que resultam de diversas ações, podendo ser de característica química, física ou mecânica. A maioria das patologias são visíveis e através de suas características é possível determinar suas origens e causas com finalidade de diagnosticá-las e posteriormente revertê-las (OLIVARI, 2003).

#### **2.5.1 Fissuras**

A fissura é a abertura ocasionada por ruptura de um material ou componente, com abertura inferior ou igual a 0,5 mm (NBR 9575:2003).

De acordo com Souza e Ripper (1998), as fissuras podem ser conhecidas como a demonstração patológica particular das estruturas de concreto, sendo mesmo o dano de acontecimento mais global e aquele que, a par das mudanças muito acentuadas, mais chama a

atenção dos leigos, donos e usuários, para o fato de que alguma coisa de anormal está a acontecer.

Atividades biológicas podem ser fatores de degradação do concreto em condições em que a vegetação penetra por através de as falhas da concretagem ou mesmo em juntas de dilatação deixando a estrutura mais porosa e assim reduzindo a resistência mecânica.

Souza e Ripper (1998), pensam a desagregação do concreto, como a divisão física do próprio em fatias, de forma que a estrutura passa por perder a força resistente a esforços na região desagregada.

Cánovas (1988) diz que os elementos do concreto perdem sua coesão, diminuindo significativamente a resistência mecânica.

### **2.5.2 Corrosão das armaduras**

As trincas em concreto armado são muito comuns em nossas edificações e precisam ser tratadas adequadamente, a fim de bloquear o processo e não às agravar como ocorre em diversas obras, nas quais não se procura identificar, diagnosticar e corrigir a verdadeira causa do problema (MARCELLI, 2007).

A corrosão de elementos metálicos é a alteração de um metal em íon metálico pela sua alteração química com o meio ambiente (CASCUDO, 2005)

Os agentes agressivos causadores da corrosão das armaduras são: redução de PH do aço, ação dos íons cloretos e corrosão localizada sob tensão fraturante (CASCUDO, 1997).

## **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

Para o desenvolvimento do presente trabalho, foi realizado um estudo de caso em uma residência no município de Campo Belo - MG.

O estudo de caso é uma pesquisa aprofundada que observa e estuda o fenômeno dentro de seu cenário real, em que se fundamenta em fontes de vestígios para favorecer o desenvolvimento das suposições teóricas que transportam para análises e apresentar um estudo de caso com qualidade.

### **3.1 Critérios para delimitação do estudo de caso**

O trabalho foi executado na residência de uma família, no município de Campo Belo - MG. Essa residência foi escolhida, devido ao surgimento de uma patologia comum em construções que se não tratada de forma correta pode comprometer a estrutura e trazer riscos aos demais ocupantes do imóvel.

O presente critério de escolha de ambiente para estudo foi o da presença real de manifestações patológicas e também por meio de relatos iniciais das pessoas que ocupam e estão ligadas ao ambiente.

Foi realizada uma vistoria no imóvel onde detectado a patologia mais significativa, fazendo parte do presente estudo.

### **3.2 Localização e descrição do imóvel**

- Descrição: Edificação residencial unifamiliar em alvenaria;
- Localização: Município de Campo Belo - MG;
- Área construída: 125m<sup>2</sup>;
- Número de pavimentos: dois;
- Idade da Edificação: 30 anos.

**Figura 1 - Residência do município de Campo Belo - MG.**



Fonte: A autora

### 3.2.1 Visita ao local e coleta de dados

A visita foi realizada em três etapas:

1ª etapa: Realizado dia 3 de novembro de 2019, com finalidade de conhecer a edificação, identificar as patologias e realizar o seu registro fotográfico.

2ª etapa: Realizado dia 4 de novembro de 2019, com finalidade de conhecer o histórico da edificação, conversar com o proprietário sobre todos os processos que já foram realizados na edificação desde sua fundação até seus últimos reparos.

3ª etapa: Realizado dia 15 de novembro de 2019, com a finalidade de verificar a espessura da trinca localizada na parte interior da residência, realização da medição e coletas de dados da patologia.

## 4 RESULTADOS

Em entrevista realizada com o proprietário da edificação foi possível constatar que a trinca observada teve sua origem um período após a ocorrência de eventos, como uma obra

iniciada ao lado de sua residência, escavações do terreno, vibrações causadas pela construção e intensificação do trânsito nas proximidades do imóvel.

Deste modo, foi observado que a edificação desde sua fundação até a construção do 2º pavimento foram calculados por um mestre de obras e pelo proprietário. Ao passar do anos houve modificações estéticas na edificação. Os cálculos mal elaborados resultaram em um comprometimento da estrutura, devido a sobrecargas de uso previstas inadequadas.

A fundação mal projetada pode causar impassibilidade não prevista. Ao construir uma edificação, há uma clemência do solo, um assentamento em menor ou maior grau, dependendo de como foi efetuado a fundação, uma parte tende a ceder mais que a outra e com este deslocamento causa as fendas, na área técnica é conhecido como recalque diferencial. É fundamental analisar o terreno e escolher o tipo correto de fundação a ser realizada no terreno, com finalidade de obter uma construção sólida, que suporte as cargas devidamente calculadas.

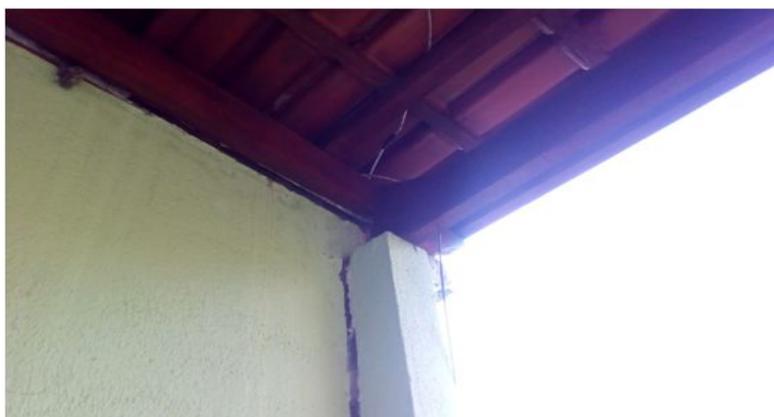
As vibrações e trepidações em excesso como veículos trafegando na rua, proximidades com obras em conjunto com fundações mal projetadas podem ocasionar as fendas, fissuras, trincas, rachaduras ou fendas.

A fundação foi feita por tubulão com 6 metros de profundidade, porém a casa era apenas um pavimento quando o proprietário resolveu construir mais um pavimento com base no pavimento já existente, não levando em conta todos os cálculos necessários e realizado por um mestre de obras capacitado, porém não engenheiro calculista. Hoje a residência apresenta um grave problema com a trinca que tem comprometido a estrutura da área e deformado a área de serviço com levantamento do pilar, pois o pilar está com sobrecarga e é necessária a avaliação de um profissional da área para verificar a fundação, com o adensamento no solo a edificação está com recalque em sua fundação, provocado pelo terreno úmido que com passar dos anos foi se modificando e pelas cargas não previstas.

Segundo ABNT: NBR 9575 e NBR 15575 fissuras, trincas, rachaduras e fendas são aberturas em forma de linha, classificadas de acordo com a espessura, e não quanto ao comprimento. Abaixo, segue as classificações de cada uma:

- Fissura: abertura de até 0,5 cm.
- Trinca: de 0,5 cm a 1,0 cm.
- Rachadura: de 1,0 cm a 1,5 cm.
- Fenda: superior a 1,5 cm.

Figura 2 - **Trinca horizontal entre a viga e telhado**



**Fonte: A autora**

A imagem 2 mostra a trinca com comprimento de 40 cm x 1,0 cm de largura entre o telhado e a viga, onde foi o início da patologia.

**Figura 3 - Fenda na lateral da edificação apresentando porosidade e umidade**



**Fonte: A autora**

Esta fenda está localizada na lateral esquerda da residência na parte externa da edificação tem 1,5m de comprimento e espessura variadas ao final tem 1,5 cm e no início 3,5 cm e possui diversas trincas ao seu redor sendo elas horizontais, verticais e inclinadas com espessuras variadas. A parte em que sua abertura é maior está localizada entre o pilar e a viga perto do telhado, onde começou a rachadura a lateral sofre com constante umidade já que os pilares que sustentam tem sua fundação em um terreno com alto teor de umidade e sem reparos e vistoria há muito tempo. Sua deformação mostra que a umidade tem penetrado a peça fazendo com que dilate o concreto causando a trinca e rachadura e posteriormente pode causar sua ruptura caso não obtenha os reparos necessários.

Figura 4 - **Rachadura no chão**



Fonte: A autora

Esta rachadura no chão de 2,0 cm x 1,2 cm precisamente em pedras São Thomé é devido ao levantamento do pilar, causado pelo excesso de carga e recalque devido ao um adensamento no solo sob sua fundação. O pilar tem 3 metros de altura por 15cm de espessura.

Figura 5 - **Parede na parte interior com fissuras**



Fonte: A autora

A parede no interior da edificação apresenta problemas devido a umidade, possui fissuras com 20 cm por 0,5 cm e deformação.

**Figura 6 - Forro de madeira na parte da área externa**



**Fonte: A autora**

Este forro apresenta mofo e início de deterioração de seu material devido a umidade nos pilares.

**Figura 7 - Porosidade e fissuras na base do pilar**



**Fonte: A autora**

O pilar inicial do lado direito onde encontra -se a fenda, apresenta visivelmente umidade e porosidade e diversas fissuras em sua base.

**Figura 8 - Porosidade e degradação da pintura**



**Fonte: A autora**

A parede na parte interior da residência localizada no primeiro pavimento mostra um processo acelerado de degradação do material, devido a umidade e falta de impermeabilização.

#### **4.1 Conduta a ser seguida**

Escolher a melhor forma de intervenção para um planejamento adequado se torna viável caso tenha a disponibilidade de recursos financeiros, tecnológicos para a execução do projeto. Deve ser levado em consideração a parte financeira, sempre procurando a melhor opção em relação ao custo e benefício aplicado à patologia (CARMO, 2003).

Com a identificação e análises das patologias, pode-se iniciar o processo de reparação da estrutura com a finalidade de conter o problema e possivelmente resolvê-lo. Após analisar a construção, pesquisar sobre sua fundação, analisar o terreno, pesquisar seu histórico de reparos e observar as condições climáticas do ambiente foi possível constatar que na

edificação existem patologias como uma trinca horizontal entre o telhado e a viga, uma rachadura no chão e uma fenda na lateral esquerda da edificação.

## 4.2 Reparos

As patologias encontradas no concreto, foram causadas por excessos de cargas como a construção do segundo pavimento, cálculos mal elaborados resultando em falhas na fundação e em cargas não previstas. Devido a estas falhas no dimensionamento a calha da residência possui pontos que escorre água diretamente na região destas patologias lidando também com o problema da umidade no concreto, principalmente no período chuvoso, onde segundo o proprietário houve aumento de espessura nas patologias e surgimento de mais problemas patológicos.

Para reparação destas patologias, é necessário conhecer o tipo de patologia suas causas e suas espessuras e posteriormente começar a revertê-las.

Os métodos que são utilizados para fazer a reparação em fissuras e trincas nas estruturas de concreto são: lavar e limpar a fissura aplicando um jato de ar pois assim sua espessura aumentará para em seguida ser tratada. Logo após aplica-se o material epóxi sobre a superfície como um selante; onde injeta-se resina epóxi nos orifícios na parte inferior da peça até que a resina transvase pela parte superior e por fim selam os orifícios. Com o tipo de fenda, sendo ativas ou não são realizadas duas formas de procedimento. Para as fendas ativas faz -se a utilização da limpeza da fenda, aditando seu tamanho com jato de ar, ajustando-a para ser selada e em sequência faz a aplicação do selante com betume elástico à base de poliuretano. Para as fendas não ativas, o processo é igual ao realizado nas fendas ativas, porém o selante utilizado se faz com argamassa de cimento.

Na fenda da edificação é necessário realizar seu reparo com urgência devido o recalque na fundação. Este recalque se classifica com primário, onde deve analisar e projetar a melhor forma de retirar os resíduos vazios como a água e ar da fundação. Essa umidade tem feito com que o concreto inicie o processo de deterioração comprometendo a estrutura.

Em seguida analisar a necessidade de montagem de fôrmas e escoras para retirada do concreto deteriorado fazendo a limpeza da sessão com jato de ar e o processo de reconstrução

para selar a fenda. Os reparos profundos apresentam aberturas o suficiente para a retirada do concreto deteriorado (PIANCASTELLI, 1998).

O processo de impermeabilização é crucial para edificação que passa por problemas com a umidade constante na parte exterior e interior da residência. A parte interior o ideal é usar um impermeabilizante próprio para paredes internas, rodapés e pisos. A parte externa precisa ser impermeabilizada para proteção de chuvas e raios ultravioletas evitando que a estrutura seja danificada e um dimensionamento correto das calhas para evitar vazamentos pela edificação.

Para o forro de madeira, o ideal é retirar e refazer um novo porém antes é necessário rever a fundação, refazer os cálculos e tratar o problema da umidade na edificação.

## **5 CONCLUSÃO**

O presente trabalho abordou a patologia, causas e reparos das estruturas de concreto, tema este escolhido e elaborado pelo fato de ser encontrado no cotidiano e porque muitas das vezes as pessoas não têm a informação completa do causador desse problema e de como se devem agir. Desta forma, poderá ser utilizado para complementar os conhecimentos já obtidos sobre o assunto.

Ao transcorrer do trabalho, teve-se o objetivo de apresentar sobre o conteúdo, como alguns conceitos sobre os problemas patológicos das estruturas de concreto, como é possível detectá-los e apresentar como intervir a tempo de uma possível recuperação. Os conceitos apresentados tiveram como objetivo apresentar as patologias, suas causas e possíveis reparos. É de extrema importância compreender sobre o problema e distinguir em qual etapa se encontra tal patologia, para posteriormente obter um diagnóstico e possivelmente seu reparo.

Na edificação analisada, as patologias encontradas foram observadas e analisadas com o intuito de entender as suas causas, diagnosticá-las para depois proceder com a reparação necessária. O proprietário do imóvel não tem interesse imediato de realizar as reparações, porém, como ética profissional, foram mostradas as possíveis consequências de demorar para agir, como o caso da fenda que se formou por não ter tido o diagnóstico e posteriormente a

reparação correta. Isto, acarretou em diversos problemas como maior abertura da sessão e consequentemente aparecimentos de mais fissuras.

Dessa forma, é imprescindível o conhecimento da reparação para que saiba analisar e escolher a melhor forma de reparação para a estrutura.

Por fim, cabe ressaltar que, mesmo havendo melhorias nas técnicas construtivas e utilizando materiais de construção com melhor qualidade, ainda poderá ser observado edificações que apresentam patologias, porém uma manutenção e inspeção feitas regularmente asseguram a sua durabilidade.

A importância em se elaborar pesquisas assim é a necessidade em atingir qualidade nas edificações, uma vez que as patologias das construções estão associadas a falta de durabilidade das edificações.

#### **ABSTRACT**

The objective of this work is to investigate the pathological manifestations found in concrete structures of a single-family residential building and its causes with the purpose of analyzing them, diagnosing them based on the acquired knowledge and presenting a real case study. Initially, a bibliographic review on the subject was carried out in order to introduce the theme and explain the main types of pathologies found in buildings. Subsequently, the study site was chosen, a single-family residential building built in 1989 where pathologies such as cracks, cracks and crevices were found. The last maintenance carried out by the owner was in 2010. The building was built by a foreman and the owner, so it did not have the influence of a professional in the area or the elaboration of a project. Thus, a case study was carried out to explain the pathologies, to study the way it occurred and possible repair of this structure.

**Linguae Kay:** Pathology. Concrete. Edification.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ANDRADE, T.; SILVA, A.J.C. **Patologia das Estruturas**. In: ISAIA, Geraldo Cechella. (Ed) Concreto: In.: Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações. Editor: Geraldo Cechella Isaia. São Paulo: IBRACON, 2005, V.1, Cap. 32.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12654:1992: **Controle tecnológico de materiais componentes do concreto**. Rio de Janeiro, 1992.

ABNT -Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14931:2004: **Execução de Estruturas de Concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5674:1999: **Manutenção de Edificações – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1999.

BRANDÃO, A.M.S.; PINHEIRO, L.M. **Qualidade e durabilidade das estruturas de concreto armado: aspectos relativos ao projeto**. Cadernos de Engenharia de Estruturas, Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999

COUTO, J. P.; COUTO, A. M. **Importância da revisão dos projectos na redução dos custos de manutenção das construções**. In: CONGRESSO CONSTRUÇÃO 2007, 3, 2007, Coimbra, Portugal. Universidade de Coimbra, 2007.

FERNADEZ, **Concreto armado**. Editora Saraiva. São Paulo 1998.

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

HELENE, P. **Manutenção para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto**. Pini, 2ª ed. São Paulo, 1992.

MEDEIROS, M. H. F.; HELENE, P. R. L. **Durabilidade e proteção do concreto armado**. Revista Técnica, São Paulo. V.1, n. 151, out. 2009. Mensal.

REIS, L. **Sobre a recuperação e reforço de estruturas de concreto armado**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Universidad

SOUZA, V. C.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.**  
São Paulo: Pini, 1998. 255 p.