

## **FISSURAÇÃO EM LAJE DE CONCRETO ARMADO**

Felipe Augusto Oliveira Souza<sup>1</sup>  
Lamone da Silva Aguiar<sup>2</sup>  
Laio Andrade Sacramento<sup>3</sup>

### **RESUMO**

A estrutura é parte fundamental de uma edificação, pois ela é responsável por receber todos os esforços físicos e mecânicos. Por isso, é de suma importância o estudo dos problemas que pode ser visto em elementos estruturais. O objetivo do trabalho é a análise das fissurações em lajes de concreto armado, com fundamentação teórica sobre o assunto, estudo de caso e as possíveis soluções. O trabalho apresenta uma explicação acerca da estrutura de concreto armado, como identificar e classificar uma fissura e os tipos de tratamento para fissuras ativas e inativas. O trabalho também aborda um estudo de caso de fissuração em laje de concreto armado de um empreendimento na cidade de Ilhéus- Ba, com diagnóstico de falhas de execução e indicação de tratamento com base na fundamentação teórica. Conclui-se, que os cuidados de manifestações patológicas são necessários e exige muito cuidado.

**Palavras-chave:** Concreto armado, patologia, fissuração

---

<sup>1</sup> Discente do curso de graduação de Engenharia Civil da Faculdade de Ilhéus – felipeosouza01@gmail.com

<sup>2</sup> Discente do curso de graduação de Engenharia Civil da Faculdade de Ilhéus – lamonesilva@gmail.com

<sup>3</sup> Professor orientador mestre em Engenharia Civil – laio.a.sacramento@gmail.com

## **1. INTRODUÇÃO**

As estruturas são umas das partes mais importantes da engenharia civil, por serem responsáveis pela distribuição de carga da edificação, ou seja, são elas que absorvem e transmitem os esforços, sendo essenciais para a manutenção da segurança e da solidez de uma edificação. A finalidade de uma estrutura é receber e transmitir os efeitos das ações sofridas para o solo, dessa forma, as estruturas devem ser construídas com materiais que não são perfeitamente rígidos, chamados materiais estruturais (SOUZA; RODRIGUES, 2008).

O concreto armado se encaixa como tal material, por possuir a resistência a tração e compressão, isso é possível por conta da junção do concreto, que possui alta resistência de compressão, com o aço, que possui ótima resistência a tração. Por possuir baixa resistência ao esforço de tração, grande parte de patologias em concreto é pelo desenvolvimento de algum tipo de esforço de tração na peça, tendo uma grande variabilidade no processo que originou esse esforço (VIEIRA, 2017).

A patologia é o estudo das doenças, comumente visto na área de ciências biológicas e da medicina. Na engenharia, a patologia estuda os problemas dos edifícios e as alterações funcionais causadas no mesmo. Essas patologias podem ter sido adquiridas por erros de projetos ou durante a execução da obra, ou seja, fazendo comparação com a medicina, podem terem sido adquiridas congenitamente (OLIVEIRA, 2012).

Neste trabalho serão apresentadas um estudo sobre as fissuras no concreto armado, as possíveis causas, o que pode resultar, seus procedimentos de ocorrência, bem como os possíveis tratamentos. Após isso, será analisado um estudo de caso de uma fissuração em laje de concreto armado, onde são apresentados dados para as possíveis causas e uma possível solução adequada.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

O objetivo geral é analisar as causas de fissuração em lajes de concreto armado de edifícios e propor alternativas de soluções.

## **2.2 Objetivos específicos**

- a) Apresentar a fundamentação teórica sobre fissuras em concreto armado;
- b) Elaborar um estudo de casos com base em fissura encontrada em obra;
- c) Expor soluções viáveis para a patologia encontrada.

## **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **3.1 Concreto armado**

Na antiguidade utilizavam a pedra como material de construção para edificar suas moradias, construir fortificações, vencer vãos de rios ou construir templos. A pedra era um ótimo material para construção, pois era durável e resistia bem a compressão (quando usada como pilar). O problema surgiu quando a pedra era usada como viga em médios ou grandes vãos, pois ela se rompia (BOTELHO e MARCHETTI, 2018).

Assim como as pedras naturais, o concreto apresenta alta resistência à compressão, o que faz dele um excelente material para ser empregado em elementos estruturais submetidos à compressão, por outro lado, suas características de fragilidade e baixa resistência à tração restringem seu uso isolado em elementos submetidos totalmente ou parcialmente à tração, como vigas, lajes e outros elementos fletidos (BASTOS, 2019).

É na baixa resistência à tração e na fragilidade do concreto que temos o aço para aumentar a resistência e tornar viável a sua utilização em outros elementos estruturais. Segundo BOTELHO e MARCHETTI (2018) “na parte tracionada do concreto, mergulha-se o aço e, na parte comprimida deixa-se só o concreto (o aço resiste bem a tração)”.

Os aços normalmente empregados no concreto armado são: aços comuns e aços especiais (possuem maior percentual de carbono). Os fabricados no Brasil são definidos nas seguintes categorias, levando-se em consideração o valor da resistência de escoamento do aço à tração: CA 25, CA 50 e CA 60. A armadura da peça deverá ser colocada no interior das formas de modo que, durante o lançamento do concreto, mantenha-se na posição indicada no projeto, conservando-se inalteradas as distâncias das barras entre si e às faces internas das formas. Para que a armadura permaneça no lugar e com a distância indicada em projeto é utilizado espaçadores ou distanciadores de armadura como pode ser visto na Figura 1 (COELHO, 2008).

É necessário que o aço seja convenientemente envolvido e com um cobrimento adequado de concreto para proteção de corrosão, elevadas temperaturas provocadas por incêndio, perda de resistência por contato com líquidos ou gases (BASTOS, 2019).



**Figura 1:** Concretagem de laje maciça de concreto armado. Detalhe do uso de espaçadores nas armaduras da laje. (Fonte: autor).



**Figura 2:** Concretagem de laje maciça de concreto armado. (Fonte: autor).

### 3.1.1 Cimento Portland

O cimento é o material mais utilizado na construção civil em todo o mundo, onde é caracterizado por um composto químico seco, finamente moído, que, se misturado com água, reage lentamente, gerando um novo composto, desta vez, sólido. Tecnicamente, pode-se interpretar cimento como um pó fino, com propriedades aglomerantes, aglutinantes ou ligantes, que endurece sob a ação de água. Depois de endurecido, o cimento portland não se decompõe mais a ação da água (COELHO, 2008).

É com base desse material e uso de aglomerantes que é possível dar origem ao concreto.

Pode-se dizer que o cimento é o principal responsável pela transformação da mistura dos materiais componentes dos concretos e das argamassas no produto final desejado (uma laje, uma viga, um revestimento etc.). (ABCP, 2012)

No Brasil, temos diferentes tipos de cimento portland no mercado, como mostra o Quadro 1.

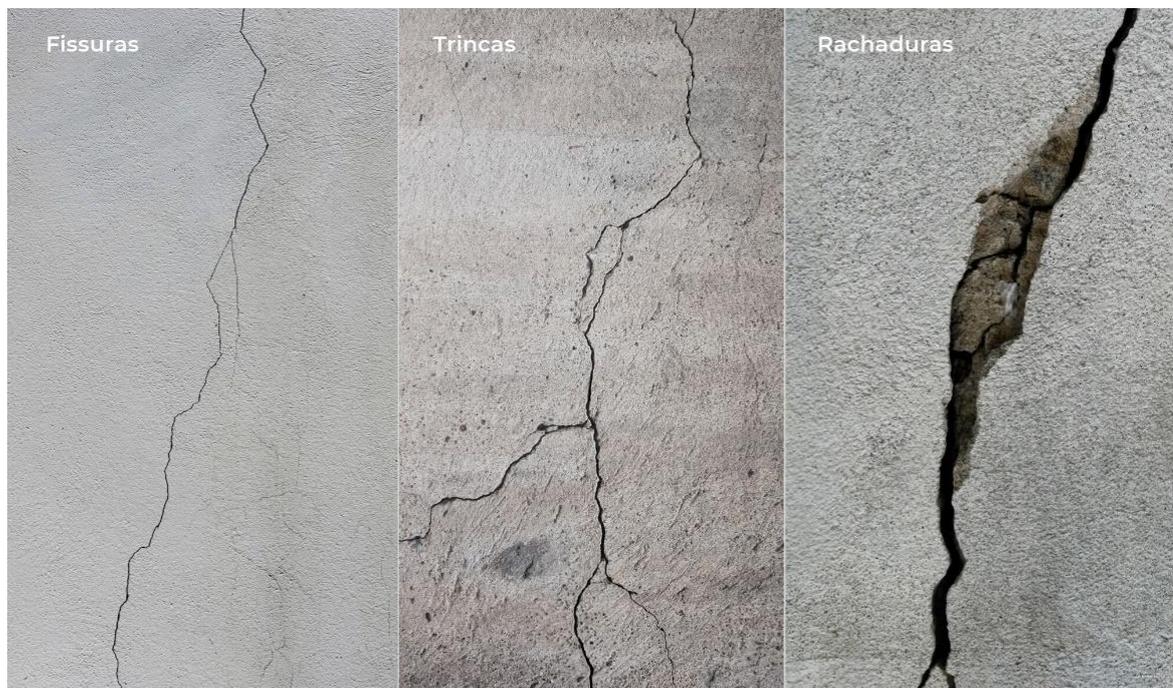
Descrição	Sigla - tipo classe	Norma ABNT	Tipo de adição
Comum	CPI-S-32 CPI-S-40	NBR 5732	Escória, pozolana ou fíler (até 5%)
Composto	CPII-E-32 CPII-E-40	NBR 11578	Escória (6% - 34%)
	CPII-Z-32	NBR 11578	Pozolana (6% - 14%)
	CPII-F-32 CPII-F-40	NBR 11578	Fíler (6% - 10%)
Alto forno	CPIII-32 CPIII-40	NBR 5735	Escória (35% - 70%)
Pozolânico	CPIV-32	NBR 5736	Pozolana (15% - 50%)
Alta resistência inicial	CPV-ARI	NBR 5733	Material carbonático (até 5%)
Resistentes sulfatos	São designados pela sigla original acrescida de (RS)	NBR 5737	
Baixo calor de hidratação	São designados pela sigla original acrescida de (BC)	NBR 13116	
Branco	CPB-32	NBR 12989	Estrutural
	CPB		Não estrutural

Quadro 1: Tipos de Cimento Portland fabricados no Brasil. (Fonte: IBRACON, 2000)

### 3.2 Fissuras, trincas e rachaduras

Fissuras, trincas e rachaduras são manifestações patológicas das edificações observadas em alvenarias, vigas, pilares, lajes, pisos, revestimentos entre outros elementos, geralmente causadas por tensões dos materiais. Se os materiais forem solicitados com um esforço maior que sua resistência acontece a falha provocando uma abertura, e a sua classificação vai variar conforme sua espessura (OLIVEIRA, 2012).

Na Figura 3, nota-se a diferença visual das espessuras das patologias. Para qualquer pessoa leiga é uma indicação de problemas estruturais graves, porém para um diagnóstico correto da situação deve ser feito a classificação da patologia para melhor estudo do caso e posteriormente a solução viável do problema.



**Figura 3:** Imagem da diferença visual das fissuras, trincas e rachadura. (Fonte: <https://www.blok.com.br/blog/fissuras-e-trincas-em-reboco> )

De acordo BRAGA (2010), as fissuras apresentam-se como aberturas finas e compridas, mas de pouca profundidade. Normalmente são superficiais atingindo aberturas de até 0,5mm. As trincas são mais acentuadas e profundas que as fissuras, provocando a separação das partes (aberturas de 0,5 mm a 1,5 mm), portanto, requerem atenção. Já as rachaduras são aberturas grandes, acentuadas e profundas (aberturas de 1,5 mm a 5,0 mm), também com divisão das partes e de gravidade acentuada uma vez que afetando a alvenaria e elementos estruturais como

vigas, colunas e laje, por exemplo, comprometem a estabilidade da edificação tornando-se um risco à segurança dos usuários.

<b>ANOMALIAS</b>	<b>ABERTURAS (mm)</b>
Fissura	até 0,5
Trinca	de 0,5 a 1,5
Rachadura	de 1,5 a 5,0
Fenda	de 5,0 a 10,0
Brecha	acima de 10,0

**Quadro 2:** Classificação das patologias de acordo sua abertura. (Fonte: <https://demc.ufmg.br/adriano/> )

### **3.2 Fissuras em concreto armado**

A fissura é uma abertura de pequena espessura no concreto. O seu aparecimento no concreto armado deve-se à baixa resistência do concreto à tração, caracterizando-se por um fenômeno natural, embora indesejável. A abertura das fissuras deve ser controlada, geralmente até 0,3 mm, a fim de atender condições de funcionalidade, estética, durabilidade, resistência e impermeabilização. O engenheiro projetista deve garantir que as fissuras apresentem aberturas menores que as aberturas limites estabelecidas pela Norma de Estruturas de Concreto NBR 6118:2014. Dispondo-se barras de aço de pequeno diâmetro e de maneira distribuída, as fissuras terão apenas características capilares, não levando ao perigo de corrosão do aço (BASTOS, 2019).

De acordo a Norma de Estruturas de Concreto NBR 6118:2014, a fissuração em elementos estruturais de concreto armado é inevitável, desde que não exceda valores da ordem de 0,2 mm a 0,4 mm, sob ação das combinações frequentes, não tem importância significativa na corrosão das armaduras passivas.

As fissuras podem se manifestar em cada uma das três fases da vida do concreto: a fase plástica, fase de endurecimento e fase de concreto endurecido. Na fase plástica podem surgir fissuras em virtude da retração plástica e do assentamento plástico; na fase de endurecimento, ocorre por restrições à precoce movimentação térmica, precoce retração do endurecimento e ao assentamento diferencial dos apoios (LAPA, 2008).

Ainda como aponta LAPA (2008), na fase de concreto endurecido, as principais causas do aparecimento das fissuras são o subdimensionamento, o detalhamento inadequado, a

construção sem os cuidados indispensáveis, as cargas excessivas, o ataque de sulfatos ao cimento do concreto, a corrosão das armaduras devida ao ataque de cloretos, a carbonatação e a reação álcali-agregado. Para um tratamento viável de fissuras é necessário, inicialmente, de uma correta classificação de fissuras e do conhecimento de suas causas.

### **3.4 Fissuras em laje de concreto armado**

Denomina-se laje uma placa de concreto que sustenta o piso das edificações ou uma estrutura para cobertura. Placas com espessura maior que  $1/3$  do vão são estudadas como placa espessa (COELHO, 2008).

Segundo SILVA (1996), as principais causas das fissuras em lajes sem a consideração de probabilidade do fenômeno de frequência, são: movimentação de fôrmas e escoramentos, movimentações térmicas, falhas ligadas ao projeto estrutural ou execução e falhas de uso/manutenção (sobrecargas).

A fissuração causada pelo movimento de fôrmas e escoramentos pode resultar de dois fatores: a deformação acentuada da peça concretada com quadro de fissuração pela perda de resistência e a deformação das fôrmas por mau posicionamento, por falta de fixação correta, pela existência de juntas mal vedadas ou por absorção da água do concreto, possibilitando a criação de juntas não previstas (RIPPER e SOUZA, 1998).

As movimentações térmicas são capazes de causar o aparecimento das fissuras por conta das variações de temperaturas sazonais e diárias que geram uma variação dimensional dos materiais e a intensidade vai variar de acordo as propriedades físicas dos mesmos (BRAGA, 2010).

Quando a fissuração está ligada a falhas estruturais frente as solicitações mecânicas, os passos utilizados para a resolução do problema, são: a verificação do projeto estrutural, verificação da execução da estrutura e a possibilidade de ocorrência de sobrecarga não prevista em projeto (SILVA, 1996).

A prevenção de fissuras começa no planejamento da obra, fazendo-se um projeto com os cálculos adequados e bem detalhados, se atentando para as características dos materiais que serão utilizados, execução da obra de acordo o projeto e normas, acompanhamento de profissionais capacitados e controle da qualidade dos respectivos materiais e dos serviços (MAGALHÃES e OLIVEIRA, 2017).

### **3.5 Tratamento de fissuras**

Para o tratamento correto da fissura, é necessário ter o diagnóstico correto da patologia, ou seja, o tipo de tratamento vai variar de acordo a classificação dada pela espessura e profundidade da fissura. Havendo ou não atividade, o tratamento sempre consistirá em criar uma barreira ao transporte nocivo de líquidos e/ou gases para dentro das fissuras, impedindo a contaminação do concreto e armaduras (SOUZA e RIPPER, 1998).

#### **3.5.1 Fissuras ativas**

Denomina-se fissuras ativas ou vivas aquelas que possuem uma variação sensíveis a abertura e fechamento, ou seja, apresentam abertura sempre crescente, com um maior probabilidade de representar problemas estruturais (CORSINI, 2016).

##### **3.5.1.1 Grampeamento**

Para que a peça resista aos esforços, pode ser necessário o uso de armaduras adicionais. Devido seu aspecto e seu propósito, essas armaduras são chamadas de grampos (SOUZA e MURTA, 2012).

Em qualquer situação, e para minorar os efeitos de rigidez, os grampos devem ser dispostos de forma a não introduzirem esforços em linha, nem mesmo os de ancoragem no concreto, com inclinação variada em relação ao eixo da fissura e ter comprimento diferente, à semelhança do que é feito no caso de emendas de barra de aço embutida no concreto (SOUZA e RIPPER, 1998).

##### **3.5.1.2 Selagem das fissuras**

Segundo SOUZA e RIPPER (1998), a selagem é a técnica de vedação das fissuras ativas por meio da utilização de um material necessariamente aderente, resistente mecânica e quimicamente, não retrátil e com módulo de elasticidade suficiente para adaptar-se à deformação da fenda.

Os mastiques é um tipo de material que pode ser usados como selantes. Nos mastiques aromáticos ocorre à dissipação dos solventes durante a secagem, implicando no aparecimento de micro-poros em seu interior. Nos mastiques alifáticos não existem solventes, portanto não ocorre a formação de micro-poros por evaporação (SOUZA e MURTA, 2012).

#### **3.5.2 Fissuras inativas**

As fissuras inativas ou mortas, não possuem variações sensíveis ao decorrer do tempo, ou seja, é estável, não tem abertura crescente (CORSINI, 2016).

#### 3.5.2.1 Injeção de fissuras

A injeção é uma técnica que garante o perfeito enchimento do espaço formado entre as bordas de uma fenda, podendo ser usados materiais rígidos, como epóxi ou grouts, ou em situações mais raras, resinas acrílicas ou poliuretânicas (SOUZA e RIPPER, 1998).

As resinas rígidas são geralmente usadas em elementos estruturais, por possuírem maior resistência aos esforços de compressão e tração.

As resinas epoxídicas são as preferidas na grande maioria dos casos em que se pretende injetar fissuras inativas, por serem produtos não retráteis, de baixa viscosidade, altas capacidades resistente e aderente e bom comportamento em presença de agentes agressivos, além de endurecerem muito rapidamente e de continuarem a manter suas características básicas mesmo quando carregadas com "fillers" (SOUZA e RIPPER, 1998).

São utilizados bicos adequados para a técnica de injeção. Para OLIVEIRA (2014), quando utilizada a forma cruzada (em 45° graus em relação a superfície da estrutura), ou seja, com bicos injetores de perfuração, o espaçamento dos furos deve ser da ordem de 50% da espessura do elemento, quando a injeção ocorrer por somente uma face, enquanto que no caso de injeção pelas duas faces, o espaçamento deve ser da ordem de 25%.

## 4 METODOLOGIA DE PESQUISA

A coleta de dados, os estudos para a compreensão do que aconteceu e a verificação de projetos, fundamenta os estudos dos problemas patológicos. Segundo Lichtenstein (1986), a estrutura do método genérico, criado pelo mesmo, é formado em três partes:

**Parte 1 – Levantamento de subsídios:** juntar e organizar as informações necessárias e suficientes para o entendimento completo dos fenômenos. Essas informações podem ser obtidas através de três fontes básicas, são elas: a história do local, o levantamento da história do problema e do edifício e o resultado de análises e ensaios complementares.

Será analisada a situação de uma laje em um edifício localizado na cidade de Ilhéus-BA. Foram levantados os projetos arquitetônicos e estrutural da edificação junto à construtora. Foi realizada uma inspeção in situ com acompanhamento de três meses para análise visual e registro fotográfico da patologia encontrada.

**Parte 2 – Diagnóstico da situação:** o objetivo do diagnóstico é entender os motivos a partir de dados conhecidos.

Para diagnóstico da situação encontrada, foram analisados os projetos compulsados, bem como o registro fotográfico desenvolvido. Três hipóteses iniciais para origem da patologia foram levantadas;

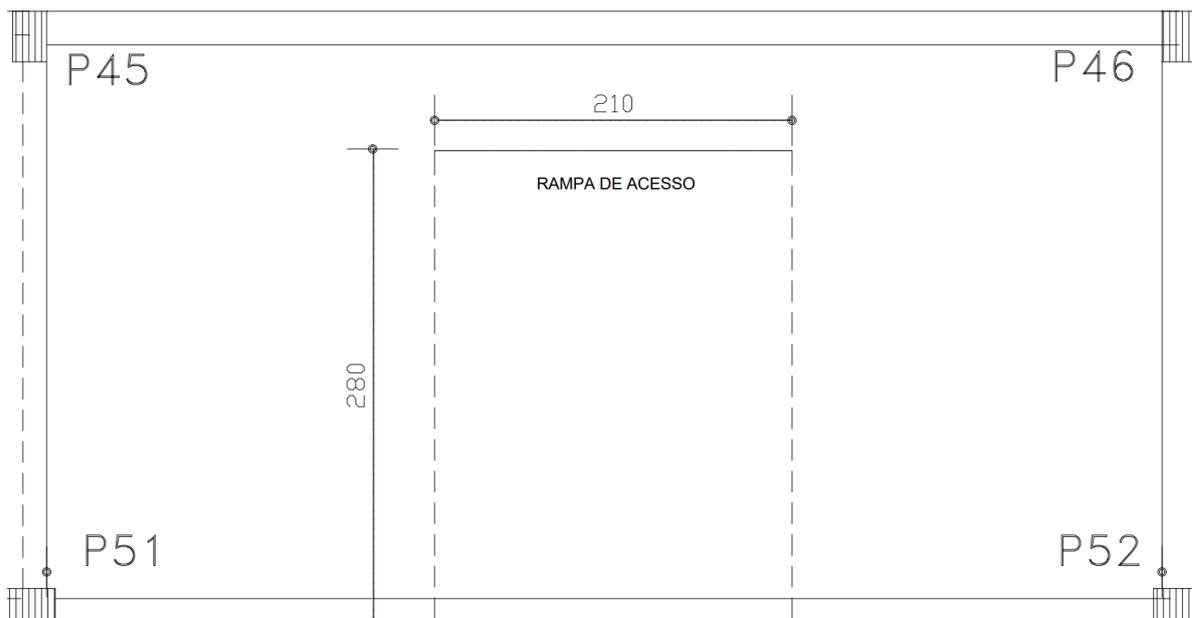
- 1) Não conformidade com o projeto estrutural;
- 2) Não conformidade nos materiais;
- 3) Não conformidade na execução.

**Parte 3 – Definição de conduta:** para definir a conduta, inicialmente é feito o prognóstico da situação, ou seja, são levantadas hipóteses da tendência de evolução futura do problema e as alternativas de intervenção acompanhadas dos respectivos prognósticos.

Após os primeiros passos, foi apresentada uma solução com a finalidade de sanar a fissura estudada, de maneira correta e eficaz.

## 5 ESTUDO DE CASO

O presente estudo foi realizado na cidade de Ilhéus, Bahia, em uma laje maciça de concreto armado no térreo da edificação, com idade próxima há oito meses (concretada em setembro de 2021), exposta a ações do tempo como variações climáticas. Na parte inferior, localiza-se o subsolo do prédio, onde não é revestido por nenhum material, seja forro ou argamassa.



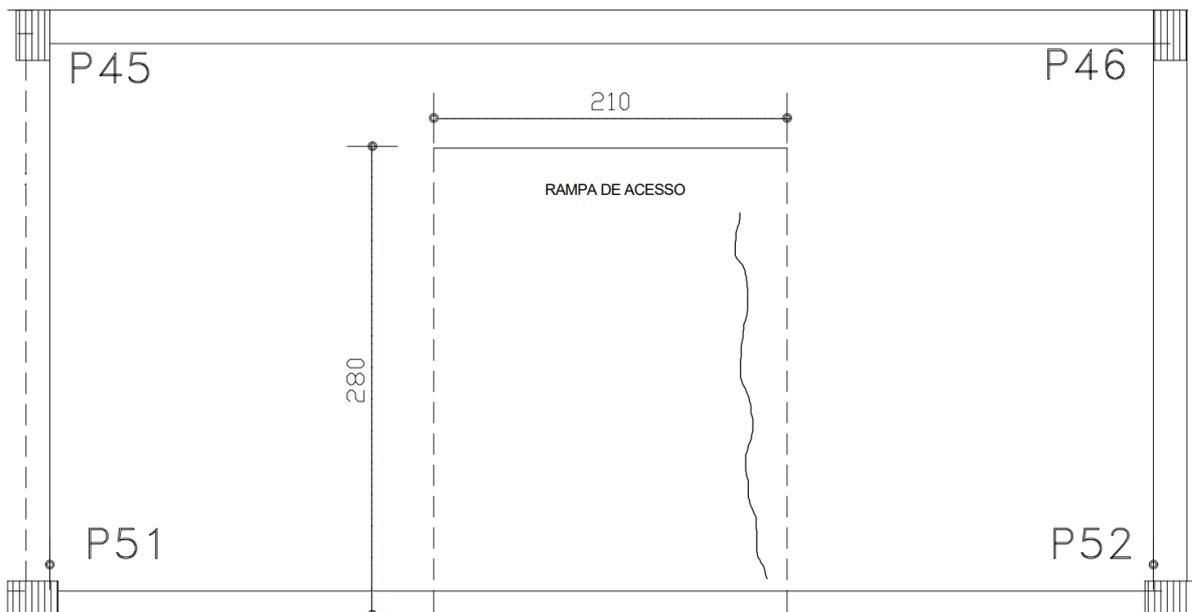
**Figura 4:** Croqui da laje onde foi identificada a fissura. (Fonte: autor).

A manifestação patológica se localiza precisamente na rampa de acesso ao lado da guarita do empreendimento, porém só pode ser vista pela parte inferior da laje, ou seja, no subsolo. A

fissura possui 0,5 milímetros de espessura (medida com utilização de um paquímetro), com 2,6 metros de comprimento e 0,13 metros da face lateral direita da rampa, conforme mostra a figura 5 e 6.



**Figura 5:** Fissuração na rampra do térreo. (Fonte: autor).



**Figura 6:** Croqui da fissura com base na planta baixa. (Fonte: autor).

## 5.1. Hipóteses de Verificação

### 5.1.1 Verificação dos materiais utilizado

A execução da concretagem da rampa foi realizada junto a toda área externa do térreo. O concreto usado foi do tipo usinado, com as seguintes características:

- Volume: 8 m<sup>3</sup>
- Fck: 30 MPa
- Slump: 100 +/- 2 mm
- Brita: 0-1
- Cimento (CP V): 2944 kg
- Brita: 7,20 m<sup>3</sup>
- Areia: 5,60 m<sup>3</sup>
- Aditivo: 25,02 L

A NBR 5739 (1994), prescreve o método pelo qual devem ser ensaiados à compressão dos corpos de prova de concreto, moldados de acordo com a NBR 5738 (1994). A norma prevê uma tolerância de tempo para execução do ensaio de compressão em função da idade de ruptura.

Os ensaios de resistência à compressão foram realizados a partir de 21 dias após o dia da concretagem, com a moldagem de cinco corpos de prova para cada caminhão betoneira. De acordo com o relatório de compressão (figura 7), todos os ensaios realizados atingiram a resistência característica a compressão prevista em projeto, igual ou superior a 30 Mpa.





**Figura 8:** Processo de aplicação de cura química na laje. (Fonte: autor).

## 5.2 Diagnóstico

Conforme todo o estudo teórico realizado e, o estudo do caso exposto, foi identificado erro na execução do projeto, pelo grande intervalo de tempo entre um caminhão betoneira e outro. Esse intervalo pode ter resultado em uma formação de junta fria na laje.

O plano de concretagem deve prever a relação entre as operações de lançamento e adensamento, de forma que seja suficientemente elevada para evitar a formação de juntas frias e baixa o necessário para evitar sobrecarga nas fôrmas e escoramentos (ABNT NBR 14931, 2004).

Por se tratar de uma fissura inativa, é indicado a realização da injeção de fissuras com uso de resinas rígidas.

O sucesso desta técnica estará diretamente ligado, além da correta seleção do material a utilizar, à experiência do aplicador e à conveniente seleção da bomba de injeção, que será variável em função da pressão a ser aplicada, ou, melhor dizendo, da espessura da fissura e de sua profundidade (SOUZA e RIPPER, 1998).

Com esse tipo de tratamento, a peça terá um ótimo cobrimento contra materiais ou gases que possam interferir no bom funcionamento do concreto e da armadura, além de um ótimo índice de resistência no lugar preechido.

## 6 CONCLUSÃO

A patologia na construção civil está ligada diretamente com a durabilidade e qualidade do produto. A busca de conhecimento sobre a prevenção e resolução desses problemas é fundamental para um tratamento de qualidade.

A fissuração é o sintoma patológico mais visto em uma edificação, pois são inevitáveis e suas causas podem variar por meios mecânicos, químicos, biológicos ou físicos.

Neste trabalho foi estudado a manifestação patológica do tipo fissuras, como classifica-las, a diferença entre fissuras, trincas e rachaduras e o estudo de caso com base nessa problemática.

No estudo de caso foi identificada uma fissuração na rampa da laje do térreo de uma edificação, onde com a coleta de dados (projetos, relatório de ensaio de compressão e medição), pôde ter melhores informações para o diagnóstico do problema. Foi visto que um problema na execução da concretagem da laje estudada teve impotência para o aparecimento da fissura.

Por fim, foram expostos tipos de fissuras em concreto armado, as suas causas e o que pode resultar, com a finalidade de facilitar a classificação, o diagnóstico e a solução do problema, além de informar sobre a importância do estudo das patologias na construção civil.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Guia básico de utilização do cimento portland**. 7.ed. São Paulo: ABCP, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de Estruturas de Concreto - NBR 6118**. Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Concreto ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos - NBR 5739**. Rio de Janeiro, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos ou prismáticos de concreto - NBR 5738**. Rio de Janeiro, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Execução de estruturas de concreto (procedimento) - NBR 14931**. Rio de Janeiro, 2004.
- BASTOS, Paulo Sérgio. **Fundamentos do concreto armado**. 2019 - Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2019.
- BOTELHO, M. H. C.; MARCHETTI, O. **Concreto armado – Eu te amo**. Vol. 1. São Paulo, 2018.
- BRAGA, Natália Maria Teixeira. **"Patologias nas construções: trincas e fissuras em edifícios"**. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

COELHO, Ronaldo Sérgio de Araújo. **Concreto armado na prática**. São Luís: UEMA, 2008.

CORSINI, Rodnei. Trinca ou fissura. **Téchne**, p. 1-9, 23 jul. 2016.

LAPA, José Silva. **Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto**. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das construções procedimento para diagnóstico e recuperação**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

MAGALHÃES, L. F.; OLIVEIRA, C. A. M. **Análise e reparação de fissuras em estruturas de concreto armado e alvenaria**. Instituto Tecnológico de Caratinga, Caratinga, 2017.

NUNES, N.L.; FIGUEIREDO, A.D. **Retração do Concreto de Cimento Portland**. Boletim Técnico. São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2006. 59 p.

OLIVEIRA, Alexandre Magno de. **Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações**. Monografia (Especialização em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

OLIVEIRA, Jerfran Januário. **Recuperação de estruturas de concreto com injeção de resina de poliuretano**. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

SILVA, L. M. B. **Desenvolvimento de um sistema especialista para diagnóstico de fissuras em concreto armado**. Univerdade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

SOUZA, M. I.; MURTA, M. M. **Patologias, recuperação e reforço estrutural em concreto armado**. Instituto Dotum de Educação e Tecnologia, Caratinga, 2012.

SOUZA, Vicente C. M; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: PINI, 1998.

SOUZA, M. F. S. M.; RODRIGUES, R. B. **Sistemas estruturais de edificações e exemplos**. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

VIEIRA, Thamirys Luyze. **Fissuras em concreto: estudos de caso em Florianópolis**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.