



**CENTRO UNIVERSITÁRIO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS  
UNIPAC BARBACENA  
ENGENHARIA CIVIL**

**AMANDA DE FREITAS TEIXEIRA  
CRISLEI PATRÍCIA CARVALHO GALDINO**

**PATOLOGIA DO CONCRETO: UM BREVE ESTUDO DE CASO DO  
CÓRREGO DA RUA BAHIA EM BARBACENA - MINAS GERAIS**

**BARBACENA  
2021**



**AMANDA DE FREITAS TEIXEIRA  
CRISLEI PATRÍCIA CARVALHO GALDINO**

**PATOLOGIA DO CONCRETO: UM BREVE ESTUDO DE CASO DO  
CÓRREGO DA RUA BAHIA EM BARBACENA - MINAS GERAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos, de Barbacena como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Emanuel Bomtempo  
Matos

**BARBACENA  
2021**



## RESUMO

A construção civil é um dos ramos de atividade que continuam em crescimento no Brasil. Hoje, se apresenta com novas diversificações em materiais e utilização de tecnologias cada vez mais eficientes, além de contar com uma mão-de-obra cada dia mais qualificada, sempre com o objetivo de procurar soluções que resolvam os problemas existentes e aperfeiçoar tempo e materiais para um melhor resultado. O objetivo deste trabalho é mostrar as principais patologias do concreto, além de algumas falhas construtivas ou de concepção de projeto que podem aparecer após a execução, bem como as possíveis soluções de intervenção e manutenção dos mesmos. Finaliza-se com um breve estudo sobre o caso do Córrego da Rua Bahia, na cidade de Barbacena, em Minas Gerais. Justifica-se a realização desta pesquisa pela importância da análise das causas de patologias das pontes. Para tanto, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema, feita a partir de leitura, fichamento, catalogação de monografias, livros e artigos científicos disponibilizados nos meios eletrônicos, os quais foram lidos para uma posterior análise sobre o tema e sua fundamentação. Concluiu-se a partir dessa revisão bibliográfica que as patologias da construção civil podem ter diversas causas, sendo que muitas delas podem ser evitadas com manutenções preventivas na construção. No caso do Córrego da Rua Bahia, observou-se que as possíveis causas de suas patologias aconteceram pela falta de uma manutenção regular, sendo agravada pela contaminação das estruturas pelo esgoto.

**Palavras-chave:** Patologias. Concreto. Pontes. Canais.



## ABSTRACT

Civil construction is one of the fields of activity that continue to grow in Brazil. Today, it has new diversifications in materials and the use of increasingly efficient technologies, in addition to having an increasingly qualified workforce, always with the objective of seeking solutions that solve existing problems and improve time and materials for a better result. The objective of this work is to show the main pathologies of concrete, in addition to some constructive or design flaws that may appear after execution, as well as possible solutions for their intervention and maintenance. It ends with a brief study of the case of Córrego da Rua Bahia, in the city of Barbacena, Minas Gerais. This research is justified by the importance of analyzing the causes of bridge pathologies. Therefore, a bibliographical review on the subject was carried out, based on reading, listing, cataloging monographs, books and scientific articles available in electronic media, which were read for further analysis on the subject and its rationale. It was concluded from this literature review that civil construction pathologies can have different causes, and many of them can be avoided with preventive maintenance in construction. In the case of Córrego da Rua Bahia, it was observed that the possible causes of its pathologies were due to the lack of regular maintenance, which was aggravated by sewage contamination of the structures.

**Keywords:** Pathologies. Concrete. Bridges. Channels.



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>Principais Tipos de Patologia na Construção Civil</b> .....	<b>11</b>
<b>2.2</b>	<b>Principais Patologias do Concreto</b> .....	<b>18</b>
<i>2.2.1</i>	<i>Fissuras, Trincas ou Rachaduras</i> .....	<i>18</i>
<i>2.2.2</i>	<i>Reação Expansiva Álcali-Agregado</i> .....	<i>21</i>
<i>2.2.3</i>	<i>Ataque de Sulfeto</i> .....	<i>22</i>
<b>2.3</b>	<b>Procedimentos de Manutenção e Intervenção</b> .....	<b>22</b>
<i>2.3.1</i>	<i>Intervenção</i> .....	<i>22</i>
<i>2.3.2</i>	<i>Manutenção</i> .....	<i>23</i>
<b>3</b>	<b>BREVE ESTUDO SOBRE O CASO DO CÓRREGO DA RUA BAHIA EM BARBACENA - MG.</b> .....	<b>25</b>
<b>3.1</b>	<b>A Cidade</b> .....	<b>25</b>
<b>3.2</b>	<b>Contextualização do problema</b> .....	<b>26</b>
<b>3.3</b>	<b>Solução proposta</b> .....	<b>31</b>
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>35</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>37</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos ramos de atividade que continuam em crescimento no Brasil. Hoje ela se apresenta com novas diversificações em materiais e utilização de tecnologias cada vez mais eficientes, além de contar com uma mão-de-obra cada dia mais qualificada, sempre com o objetivo de solucionar problemas existentes, procurando otimizar tempo e materiais para um melhor resultado.

No entanto, muitas vezes, ela precisa lidar com diversos tipos de patologias que surgem nas construções, que geralmente são ligadas a falhas de projeto, falhas de execução, ao próprio desgaste por agentes do intemperismo e pela falta de manutenção. Todo esse enredo motivou a escolha do tema do presente trabalho.

O objetivo deste trabalho é mostrar as principais patologias do concreto. Também tem como alvo demonstrar algumas falhas construtivas ou de concepção de projeto que podem aparecer após a execução do projeto, bem como as possíveis soluções de intervenção e manutenção. Este trabalho finaliza-se com um breve estudo sobre o caso do Córrego da Rua Bahia, na cidade de Barbacena, em Minas Gerais.

Justifica-se a realização deste trabalho pela importância da análise das causas de patologias que certas construções apresentam, principalmente as patologias do concreto. Segundo Ferreira e Oliveira (2021), deve ser levado em consideração que na engenharia civil as construções podem estar sujeitas a imprevistos e, estando expostas ao ambiente e às ações do tempo, podem ir se deteriorando. Por isso, Zuchetti (2015) sugere que o processo construtivo deve ser melhorado tendo um controle de qualidade mais eficiente desde o canteiro de obras.

Foi realizada, neste trabalho, uma revisão bibliográfica sobre o tema a partir de leituras de dissertações, teses, livros e artigos científicos disponibilizados nos meios físicos e eletrônicos.

Para atender aos objetivos propostos e para um melhor desenvolvimento do trabalho, este foi dividido em quatro partes: Introdução, Desenvolvimento (Principais Tipos de Patologias das Construções, Principais Patologias do Concreto, Procedimentos de Manutenção e Intervenção e O Estudo do Caso do Córrego da Rua Bahia em Barbacena-MG), Conclusão e Referências.

Todo o estudo de caso foi baseado em dados oficiais da Prefeitura Municipal de Barbacena, por meio da Secretaria Municipal de Obras e Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil.



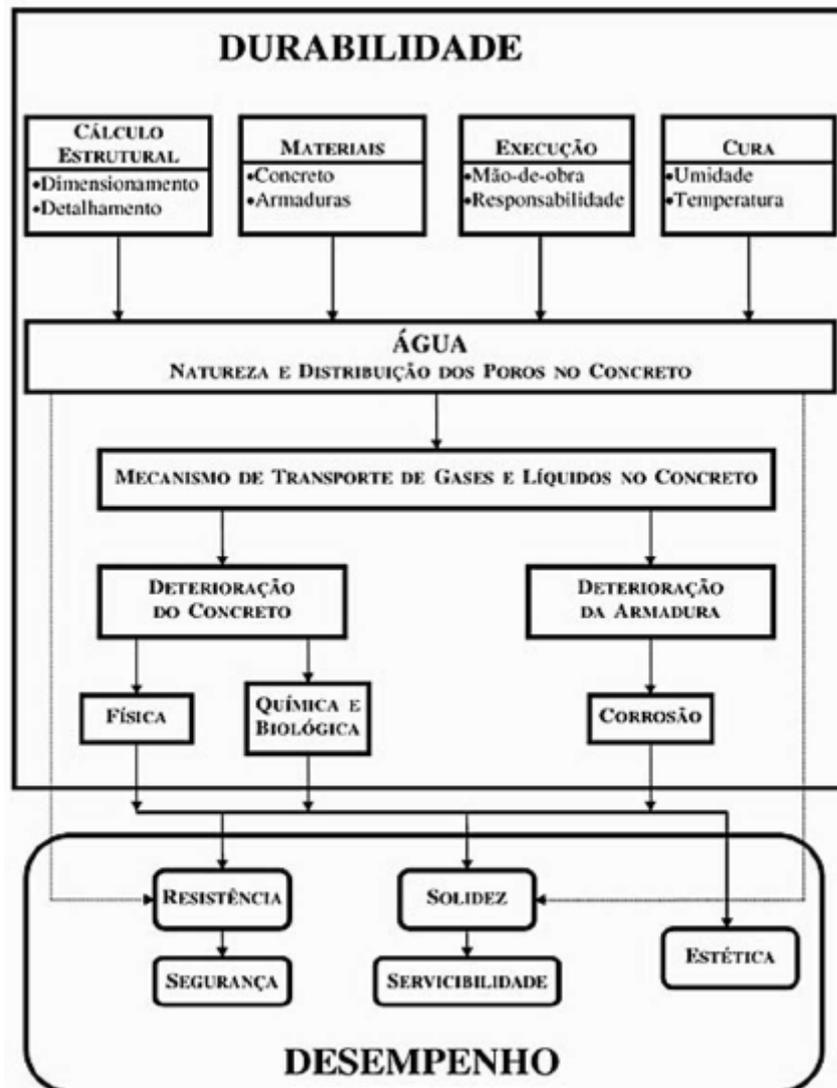
## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Principais Tipos de Patologia na Construção Civil

Patologia é um termo utilizado na Construção Civil, como na medicina, para definir a origem, os sintomas e a natureza dos problemas que as estruturas possam apresentar (GONÇALVES, 2015). A durabilidade da obra irá depender da qualidade do projeto, levando em conta o material utilizado e o ambiente em que se encontra.

Outro fator que deve ser observado é a possível interferência de agentes químicos e biológicos nas construções. A combinação dos agentes ambientais (temperatura, umidade, chuva, vento, salinidade e agressividade química ou biológica) quando transportados para a massa de concreto agem como fatores que podem alterar sua durabilidade (RIPPER; SOUZA, 2009). Como exemplo de causas biológicas, é importante observar que os processos biológicos podem resultar de ataque químico de ácidos (produção de anidrido carbônico) que são gerados pelo crescimento de raízes de plantas ou de algas, que geralmente acabam por se instalar em fissuras ou grandes poros do concreto, ou por ação de fungos, ou pela ação de sulfetos (S) presentes nos esgotos. No caso dos esgotos, a mais comum e importante em termos de ataque biológico é a ação de sulfetos que, inicialmente se dá em forma de gás sulfídrico,  $H_2S$ , dissolvido na água. Quando a solução entra em contato com o cimento Portland na presença de bactérias aeróbicas, forma-se o sulfureto de cálcio, que descalcifica o concreto, amolecendo a pasta de cimento (RIPPER; SOUZA, 2009), como pode ser visto na FIG.1.

Figura 1 - Fatores que interferem na durabilidade e desempenho da estrutura



Fonte: Ripper; Souza (2009, p.20)

Entre as causas das patologias das construções, de modo geral, destacam-se as seguintes:

a) **Patologias geradas na etapa de concepção da estrutura (projeto)** – São falhas que podem estar relacionadas a: elementos de projetos inadequados; falta de compatibilização entre a arquitetura e a estrutura; especificação inadequada de materiais; detalhamento insuficiente ou inadequado de materiais; detalhes construtivos inexecutáveis; falta de padronização das representações; erros de dimensionamento (RIPPER; SOUZA, 2009).

b) **Patologias geradas na etapa de execução da estrutura (construção)** – Cabe observar aqui que poderão ocorrer diversos tipos de falhas, as quais podem estar ligadas

à falta de condições locais de trabalho (cuidados e motivação), falta de mão-de-obra capacitada, inexistência de controle de qualidade de execução, materiais em quantidade e qualidade inferiores aos previstos em projeto, irresponsabilidade técnica e até mesmo sabotagem (RIPPER; SOUZA, 2009).

c) **Patologias geradas na etapa de utilização da estrutura (manutenção)** – Depois das etapas de concepção e execução, pressupondo-se que estas tenham sido de qualidade, as patologias podem aparecer pela utilização errônea e a falta de uma manutenção adequada ou até mesmo ausência total de manutenção. Sua origem pode ser de desconhecimento técnico, incompetência, desleixo e/ou problemas econômicos, sendo que, quanto mais uma estrutura ficar deteriorada, maiores serão os custos para sua recuperação, e em alguns casos, pode ser necessária até mesmo sua demolição.

Segundo a ABNT NBR 6118:2014 em seu item 6.3, alguns mecanismos patológicos de envelhecimento e deterioração são citados, devendo ser considerados a lixiviação; expansão por sulfato, reação álcali-agregado; despassivação por carbonatação; despassivação por ação de cloretos.

Na engenharia civil, torna-se importante estudar as patologias da construção para se saber suas origens, como se manifestam, consequências que podem ter e mecanismos de falhas, tornando imprescindível uma sistematização desses conhecimentos para que se possa fazer um diagnóstico preciso e planos de intervenção que sejam mais adequados para cada tipo de problema apresentado.

Para a resolução ou mitigação dos problemas patológicos apresentados pelas construções, pode ser seguida a seguinte metodologia:

a) **Diagnóstico** - O diagnóstico pode ser definido como a identificação da natureza, causa e da origem dos desgastes. Deve-se, por isso, reunir o maior número de informações possíveis, para depois se separar o que é essencial do que é acessório. As informações podem ser obtidas através do exame visual do desgaste e de seu meio ambiente, de ensaios locais, rápidos e simples; de estudos de laboratório; de consulta aos autores do projeto entre outros (GUIMARÃES, 2009).

b) **Planos de Intervenção** – Depois de feito o diagnóstico, o engenheiro civil responsável deve traçar planos de intervenção que sejam apropriados para cada tipo de situação apresentada com as soluções possíveis de serem aplicadas.

c) **Resolução das Manifestações** – Depois de feito o diagnóstico e traçado os planos de

intervenção, é iniciada a resolução dos problemas manifestados. As soluções aplicadas podem ser feitas através de operações de limpeza, substituição de componentes que tenham uma vida útil limitada, reparação dos defeitos durante as etapas da construção e atividades que possibilitem restaurar os componentes da estrutura as suas características iniciais de desempenho (QUADRO 1). A NBR 15575 (ABNT, 2015) estabelece que todos os componentes das estruturas devem manter sua capacidade funcional pelo que foi estabelecido no projeto (ZUCHETTI, 2015).

Quadro 1 – Tratamentos Usuais das Estruturas de Concreto

<b>Tratamento</b>	<b>Característica</b>
Recuperação	Como recuperação entende-se os procedimentos necessários para a restauração da capacidade resistente ou portante de uma estrutura. A recuperação ainda pode ser entendida como uma intervenção que recondiciona a estrutura aos aspectos estéticos e de capacidade portante originais.
Restauração	Intervenção que restabelece somente as condições estéticas da estrutura.
Reforço	São as atividades promovidas para o aumento da resistência, ou capacidade portante da estrutura.
Limitação da Utilização	Esta é a opção que deve ser escolhida quando a terapia de recuperação não se mostrar economicamente favorável. Também pode ser adotada no caso de não se optar por um reforço estrutural, limitando, portanto, a estrutura a determinadas condições que poderiam ser extrapoladas quando da utilização de um reforço.
Demolição	É a terapia extrema, que pode variar desde uma demolição parcial até completa da estrutura. É optada quando nenhuma das alternativas terapêuticas anteriores mostra-se viável.

Fonte: Ripper; Souza, (2009); Cardoso; Quaresma (2019). Adaptado pelas autoras

As construções estão sujeitas a imprevistos, por estarem expostas a diversos fatores ambientais, além de sofrerem com a deterioração ocasionada pelo próprio tempo ou por algum defeito construtivo. Toda construção possui uma vida útil, e alguns fatores também podem fazer com que esta vida útil seja reduzida (FERREIRA; OLIVEIRA, 2021).

A patologia pode abranger todas as fases da Construção Civil, podendo ocorrer na elaboração do projeto, na execução (que inclui erros em materiais e da mão-de-obra especializada no setor), levando a problemas que podem aparecer nas diversas fases da vida útil da construção. Por isso, o setor de Construção Civil se preocupa em conseguir identificar as manifestações patológicas e propor intervenções de manutenção. “O uso de materiais de boa qualidade e que atendam aos requisitos das normas específicas para evitar eventuais transtornos no decorrer da obra, desde o desperdício do material até o compromisso da

entrega de uma moradia digna com conforto e segurança faz-se necessário” (FERREIRA; OLIVEIRA, 2021, p. 04).

Os projetos desenvolvidos para as construções devem ter um bom planejamento, facilitando a manutenção e mantendo a deterioração nos menores níveis possíveis (RIPPER; SOUZA, 2009; GONÇALVES, 2015).

Há diversos processos que podem ocasionar a deterioração das estruturas de concreto, sendo classificadas as suas origens em causas intrínsecas (inerentes às estruturas) (QUADRO 2) e extrínsecas (externas às estruturas) (QUADRO 3) e podem ser resultado de falhas humanas, causas naturais próprias ao material concreto e ações externas (FIM, 2021).

As causas intrínsecas estão relacionadas ao processo de deterioração das estruturas de concreto que estão ligadas à própria estrutura, que tem suas origens nos materiais e peças estruturais, por falhas humanas, por questões próprias ao material concreto e por ações externas, inclusive acidentes (RIPPER; SOUZA, 2009).

Já as causas extrínsecas são independentes do corpo estrutural em si, assim como da composição interna do concreto, ou de falhas inerentes ao processo de execução, podendo ser entendidas como fatores que irão atacar a estrutura “de fora para dentro” (RIPPER; SOUZA, 2009).

Quadro 2 – Causas Intrínsecas

Falhas humanas durante a construção	Deficiência de Concretagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Transporte</li> <li>– Lançamento</li> <li>– Juntas de Concretagem</li> <li>– Adensamento</li> <li>– Cura</li> </ul>
	Inadequação de Escoramentos e formas	
	Deficiência nas Armaduras	<ul style="list-style-type: none"> <li>–Má interpretação dos projetos</li> <li>–Insuficiência de armaduras</li> <li>–Mau posicionamento das armaduras</li> <li>–Cobrimento de concreto insuficiente</li> <li>–Dobramento inadequado das barras</li> <li>–Deficiência nas emendas</li> <li>–Má utilização de anticorrosivos</li> </ul>

Quadro 2 – Causas Intrínsecas (continuação)

	Utilização incorreta dos materiais de construção	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fck (resistência do concreto) inferior ao especificado</li> <li>– Aço diferente do especificado</li> <li>– Solo com características diferentes</li> <li>– Utilização de agregados reativos</li> <li>– Utilização inadequada de aditivos</li> <li>– Dosagem inadequada do concreto</li> </ul>
	Inexistência de controle de qualidade	
Falhas humanas durante a utilização (ausência de manutenção)		
Causas naturais	Causas próprias à estrutura porosa do concreto	
	Causas químicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Reações internas ao concreto</li> <li>– Expansibilidade de constituintes do cimento</li> <li>– Presença de cloretos</li> <li>– Presença de ácidos e sais</li> <li>– Presença de anidrido carbônico</li> <li>– Presença de água</li> <li>– Elevação da temperatura interna do concreto</li> </ul>
	Causas físicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Variação de temperatura</li> <li>– Insolação</li> <li>– Vento</li> <li>– Água</li> </ul>
	Causas biológicas	

Fonte: Ripper e Souza, (2009, p.28-29); Fim (2021, p.07). Adaptado pelas autoras

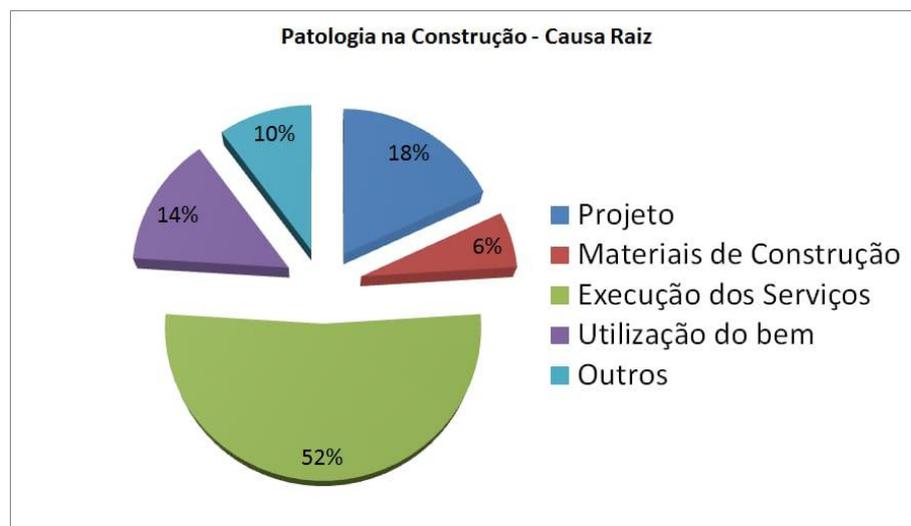
Quadro 3 – Causas Extrínsecas.

Falhas humanas durante o projeto	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Modelização inadequada da estrutura</li> <li>– Má avaliação das cargas</li> <li>– Detalhamento errado ou insuficiente</li> <li>– Inadequação ao ambiente</li> <li>– Incorrecção na interação solo-estrutura</li> <li>– Incorrecção na consideração de juntas de dilatação</li> </ul>
Falhas humanas durante a utilização	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Alterações estruturais</li> <li>– Sobrecargas exageradas</li> <li>– Alteração das condições do terreno de fundação</li> </ul>
Ações mecânicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Choque de veículos</li> <li>– Recalque de fundações</li> <li>– Acidentes (ações imprevisíveis)</li> </ul>
Ações físicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Variações de temperatura</li> <li>– Insolação</li> <li>– Atuação da água</li> </ul>
Ações químicas	
Ações biológicas	

Fonte: Ripper e Souza (2009, p.41); Fim (2021, p.08). Adaptado pelas autoras

Os principais tipos de patologias da construção civil podem acontecer nas fundações, no concreto, na alvenaria, nas coberturas e impermeabilizações (LOPES; VELLOSO, 2010). A FIG.2 apresenta um gráfico com as principais fontes das patologias na construção.

Figura 2– Gráfico das principais fontes de Patologia



Fonte: M2obras (2021)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> <https://www.custodaconstrucao.com/patologia-na-construcao-civil>

A seguir serão explicadas algumas patologias do concreto que estão ligadas ao estudo do caso do Córrego da Rua Bahia em Barbacena-MG.

## **2.2 Principais Patologias do Concreto**

### **2.2.1 Fissuras, Trincas ou Rachaduras**

Um dos tipos mais comuns de patologias são as fissuras. Elas surgem devagar e sua origem está ligada à execução do projeto, geralmente relacionada à utilização de materiais de baixa qualidade, à não observância da proporção das misturas de cimento e agregados, aos elementos de projeto inadequados, à especificação inadequada de materiais, ao detalhamento insuficiente e à falta de padronização das representações (FERREIRA; OLIVEIRA, 2021).

As fissuras são encontradas frequentemente nas estruturas de concreto e podem se manifestar após anos ou horas, podendo ter várias origens e causas. Por isso, seu diagnóstico se torna tão difícil. É necessário conhecê-la e compreender o porquê de seu aparecimento a fim de se aplicar a terapia correta (RIPPER; SOUZA, 2009).

As fissuras (FIG. 6) acontecem quando a superfície do elemento estrutural é afetada com a entrada de agentes agressivos à estrutura. São designadas como rupturas que ocorrem no concreto sob ações mecânicas (que estão ligadas à resistência dos materiais e se originam pela tensão solicitante - para aliviar a tensão surge a fissura, podendo ainda estar ligada a tensões de compressão, cisalhamento e tração nas paredes) ou físico-químicas (ligadas à origem térmica, variação de umidade, retração) (GONÇALVES, 2015).

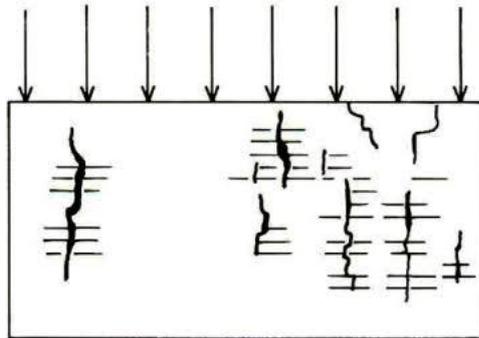
No caso de acontecerem fissuras, a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT em sua norma NBR 6118:2014 estabelece os seguintes valores máximos das aberturas das fissuras para determinado grau de agressividade ambiental:

- a) Classe de agressividade I abertura máxima de 0,4 mm;
- b) Classe de agressividade II e III abertura máxima de 0,3 mm;
- c) Classe de agressividade IV abertura máxima de 0,2 mm;
- d) Em casos específicos, esses limites devem ser reduzidos.

As fissuras são classificadas de acordo com seu agente causador, que podem ser, segundo MASONEQUIPMENT (2019)<sup>2</sup>:

- a) Sobrecarga ou acúmulo de tensão: quando é colocada uma carga acima do peso máximo estimado da estrutura do concreto (FIG. 3);

Figura 3 – Fissuração típica da alvenaria causada por sobrecarga ou Acúmulo de Tensão



Fonte: Valle (2008, p. 29)

- b) Retração de cimento: quando uma grande quantidade de água misturada ao cimento acaba reduzindo o volume do concreto e interfere na movimentação das peças que fazem a estrutura da obra. Caso a tensão seja maior que a resistência da tração do concreto, surgem as fissuras (FIG. 4);

Figura 4 – Retração de Cimento



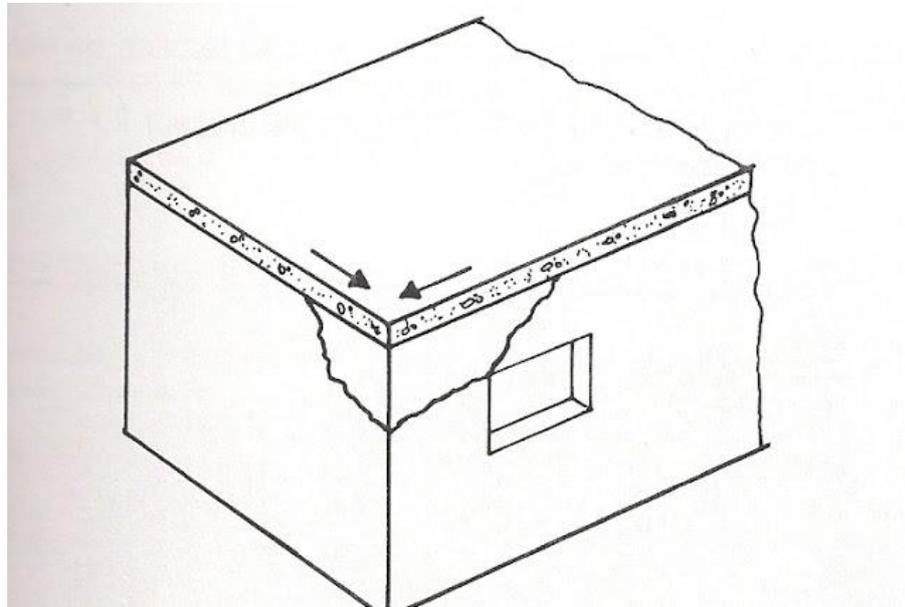
Fonte: Tecnosil (2015)

---

<sup>2</sup> MASONEQUIPMENT. (Site). **Patologias na Construção Civil: Quais são as principais?** 2019. Disponível em: <<https://www.masonequipamentos.com.br/blog/patologias-na-construcao-civil/>>. Acesso: 21 de out. de 2021.

- c) Movimentação térmica: a variação diária de temperatura ocasiona a dilatação da estrutura (FIG. 5).

Figura 5 – Demonstração de Movimentação Térmica



Fonte: Houselab (2015)

d) Recalque diferencial: ocorre quando há o rebaixamento de uma edificação devido ao adensamento ou deformação do solo sob sua fundação, podendo provocar desequilíbrio de cargas e esforços solicitantes imprevistos em suas bases, desenvolvendo, assim, as patologias citadas (LOPES, VELLOSO, 2010).

Geralmente as fissuras se apresentam como aberturas finas, atingindo principalmente a pintura e o revestimento, não oferecendo grandes riscos à construção. A maior problemática que envolve as fissuras é que elas poderão continuar evoluindo na espessura e profundidade (FIG. 6), ocasionando as trincas, que já atingem a estrutura e oferecem riscos a segurança da construção. Se o processo continuar, as trincas darão origem às rachaduras, que terão aberturas acentuadas, maiores e mais profundas, podendo comprometer a estrutura da construção (FERREIRA; OLIVEIRA, 2021).

“Para identificar cada trinca, geralmente são analisadas as inclinações, espaçamento, abertura, trajetória e posições que as fissuras estão apresentando”. Com a identificação da causa e tipo de patologia, poderão ser aplicadas as medidas preventivas e corretivas, que serão específicas para cada caso (SOUZA, 2019, p. 16).

Figura 6 – Exemplo de Fissura.



Fonte: Corsine (2010) *apud* Ferreira, Oliveira (2021, p.06)

### ***2.2.2 Reação Expansiva Álcali-Agregado***

É a expansão por ação das reações entre os álcalis do concreto e agregados reativos. A reação álcali-agregado do tipo mais comum é a que envolve a sílica ativa composta no agregado com os álcalis do cimento. Geralmente sua manifestação acontece em forma de fissuras de 0,1mm até 10mm, o que poderá facilitar que agentes agressivos à estrutura entrem e causem danos. Desenvolve-se a partir da combinação de três agentes: álcalis do cimento, agregado reativo ou potencialmente reativo e a presença constante de umidade. Pode fazer surgir, por vezes, danos irreversíveis. (CARDOSO; QUARESMA, 2019).

Conforme o item 6.3.2.3 da ABNT 6118:2014, o projetista deve identificar no projeto o tipo de elemento estrutural e sua situação quanto à presença de água, bem como deve recomendar as medidas preventivas, quando necessárias, de acordo com a ABNT NBR 15577-1(ABNT, 6118:2014) (FIG. 7).

Figura 7 – Exemplo de Reação Álcali-Agregado



Fonte: Gonçalves (2015, p.23)

### ***2.2.3 Ataque de Sulfeto***

Os efeitos do esgoto nas estruturas de concreto podem gerar corrosão induzida pelo metabolismo bacteriano em que efluentes transportam materiais inorgânicos e orgânicos como sulfatos e proteínas, que liberam sulfeto de hidrogênio gasoso que solubiliza-se nas gotas de água do ar e na própria água das paredes de concreto, condensando-se e liberando enxofre, o que favorece o desenvolvimento da micro-flora bacteriana, que por sua vez secreta ácido sulfúrico provocando ataque ao concreto (RIPPER; SOUZA, 2009).

## **2.3 Procedimentos de Manutenção e Intervenção**

### ***2.3.1 Intervenção***

A intervenção que será aplicada para a correção dos problemas estruturais com patologias só deve ocorrer depois de consideradas suas causas. Quando executada a restauração das fissuras, trincas, rachaduras, fendas e brechas em alvenaria estrutural, seus agentes causadores já devem ter sido eliminados. Quando acontecem fissuras causadas por recalque diferencial da fundação, por exemplo, pode ser que aconteça uma evolução do movimento. Nesse caso, nenhum método de reparo aplicado será eficiente, podendo inclusive

colocar em risco a estrutura da edificação (FERREIRA; OLIVEIRA, 2021; ZANZARINI, 2016).

Para que haja intervenção, será necessária uma prévia elaboração de cálculo estrutural, que pode ser ocasionada pela necessidade de alteração da funcionalidade da estrutura, como, por exemplo, aumento da carga de utilização, ou até mesmo como consequência de danos sofridos pela estrutura, casos estes em que os reforços estarão inseridos nos trabalhos de recuperação (RIPPER; SOUZA, 2009).

Só a partir dos cálculos é que poderão ser estabelecidos os elementos básicos para:

- a) definição precisa das peças da estrutura em que será necessário proceder-se ao reforço - e à extensão desta intervenção - e daquelas em que será suficiente apenas a recuperação, entendendo-se como tal a reconstituição das características geométricas, de resistência e desempenho originais;
- b) determinação da capacidade resistente residual da estrutura, ou da peça estrutural, e, conseqüentemente, definição do tipo, intensidade e extensão do reforço necessário;
- c) indicação da necessidade ou não da adoção de procedimentos de escoramento durante os trabalhos;
- d) avaliação do grau de segurança em que se encontra a estrutura, antes, durante e depois da execução do reforço;
- e) escolha da técnica executiva a utilizar;
- f) determinação das tarefas necessárias e das quantidades reais de trabalho a realizar, isto é, definição do custo real da empreitada, em conjunto com os elementos da inspeção técnica realizada (RIPPER; SOUZA, 2009, p.105).

Portanto, será a partir do diagnóstico e da feitura de novos cálculos inerentes à construção que as medidas de intervenção poderão ser aplicadas.

### **2.3.2 Manutenção**

Depois de analisadas as causas dos problemas que originaram as patologias e as intervenções necessárias serem feitas, recomenda-se que a manutenção das construções ocorra de forma regular, evitando assim problemas maiores.

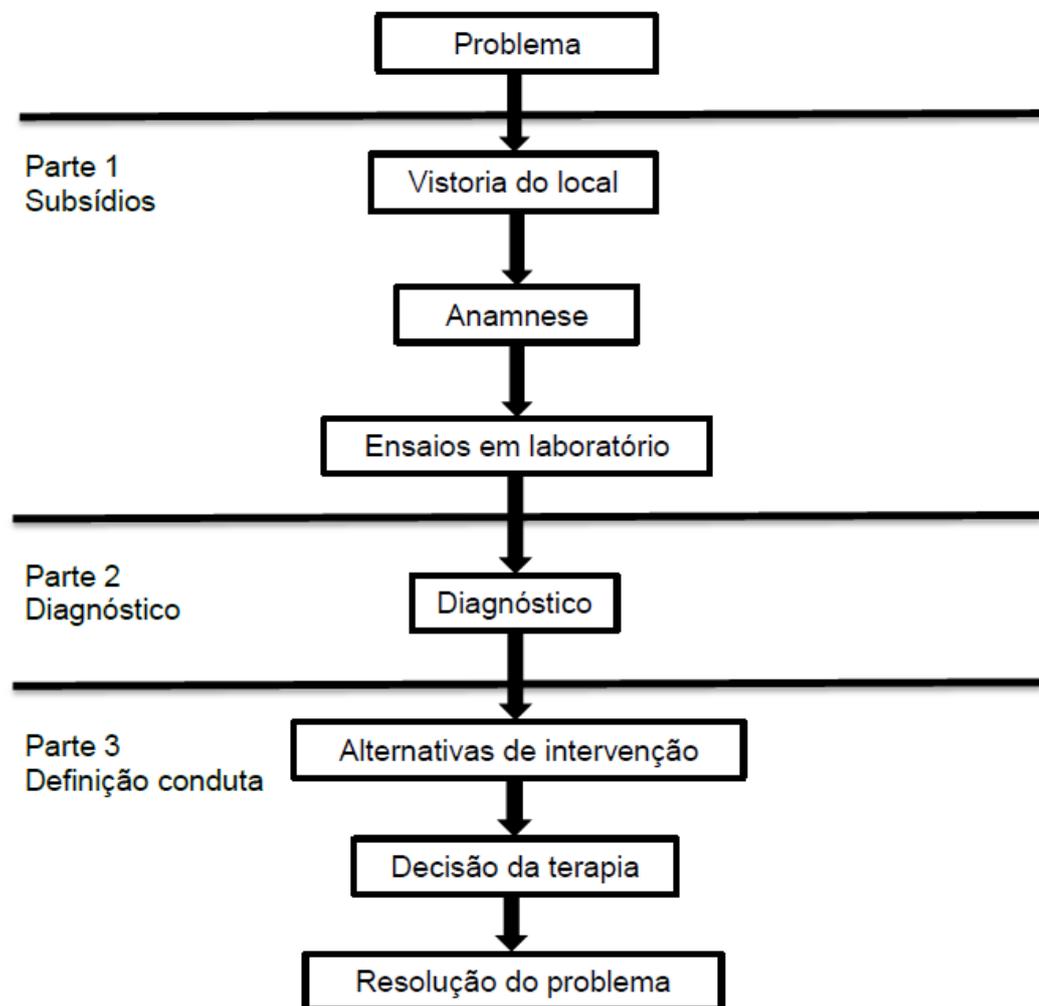
No caso da manutenção das estruturas, a ABNT NBR 5674 (ABNT, 2012, p. 4) recomenda:

Manutenção de edificações. Requisitos para o sistema de gestão de manutenção, define o termo como o conjunto de atividades a serem executadas com o objetivo de conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de todos os elementos

que a compõem, atendendo a requisitos de desempenho e segurança por tempo determinado em projeto.

As manutenções quando são feitas de forma regular e eficiente ajudam a assegurar que todos os componentes utilizados na construção tenham uma vida útil prolongada, garantido a segurança das construções (FIG. 8) (MACEDO, 2017).

Figura 8 – Fluxograma para a resolução de patologias na construção civil



Fonte: Zuchetti (2015, p.42)

### 3 BREVE ESTUDO SOBRE O CASO DO CÓRREGO DA RUA BAHIA EM BARBACENA-MG.

#### 3.1 A Cidade

Barbacena é uma cidade localizada na Serra da Mantiqueira, pertencente ao estado de Minas Gerais, distante 169 quilômetros da capital Belo Horizonte, com uma população aproximada de 139.061 pessoas. Seu gentílico é denominado barbacenense. A cidade possui um clima tropical de altitude e seu bioma predominante é a Mata Atlântica (IBGE<sup>3</sup>, 2017).

A responsabilidade do tratamento da água e do esgoto da cidade de Barbacena-MG pertence ao SAS (Serviço de Água e Saneamento). O SAS<sup>4</sup>, desde sua criação pela Lei nº 1.180, em 12 de maio de 1972, como DEMA, exerce ações no Município de Barbacena, competindo-lhe:

- a) Estudar, projetar e executar, diretamente ou mediante contrato com organização especializada em engenharia sanitária, as obras relativas à construção, ampliação ou remodelação dos sistemas públicos de abastecimento de água potável e de esgotos sanitários, que não forem objeto de convênio entre a Prefeitura e os órgãos Federais ou Estaduais específicos;
- b) Atuar como órgão coordenador e fiscalizador da execução dos convênios firmados entre o Município e órgãos Federais ou Estaduais, para estudos, projetos e obras de construção, ampliação ou remodelação dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotos sanitários;
- c) Operar, manter, conservar e explorar diretamente os serviços de água potável e de esgotos sanitários;
- d) Lançar, fiscalizar e arrecadar as taxas e tarifas decorrentes de serviços de água e esgotos;
- e) Lançar e arrecadar a contribuição de melhoria exigível, em razão da obra que executar;
- f) Promover estudos e pesquisas para o aperfeiçoamento dos seus serviços e manter intercâmbio com entidades que atuem no campo de saneamento básico;
- g) Promover atividades de combate à poluição dos cursos d'água do Município;
- h) Exercer quaisquer outras atividades relacionadas com os sistemas públicos de água potável e esgotos sanitários, compatíveis com suas finalidades e com as leis gerais e específicas.<sup>5</sup>

Os esclarecimentos sobre as funções do SAS são importantes, porque o esgoto que corre no córrego da Rua Bahia é responsabilidade dessa instituição. E como explicam

---

<sup>3</sup> IBGE – **Barbacena**. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/barbacena/panorama>>. Acesso: 05 de nov. de 2021.

<sup>4</sup> SAS. Disponível em:<<http://sas.barbacena.mg.gov.br/2/historia.php>>. Acesso: 05 de nov. de 2021.

<sup>5</sup> SAS. Disponível em:<<http://sas.barbacena.mg.gov.br/2/historia.php>>. Acesso: 05 de nov. de 2021.

Cardoso e Quaresma (2019), patologias em infraestrutura podem surgir quando a fundação da mesma se encontra submersa em água, podendo apresentar danos como exposição da armadura e perda da seção do concreto e do aço.

### 3.2 Contextualização do problema

O córrego da Rua Bahia recebe águas de várias bacias de contribuição da cidade. Originariamente, suas águas eram compostas da água do Ribeirão Caieiro e da água das chuvas. Com o passar do tempo e o aumento da população da cidade, foram sendo construídas muitas casas e o esgoto passou a ser despejado dentro do córrego sem nenhum tipo de tratamento. Até 1993, o córrego da Rua Bahia não era canalizado. Entre 1993 e 1996 (não se tratando, portanto, de uma construção antiga) foi feita sua canalização, sendo ampliado ao longo dos últimos anos.

O Córrego da Rua Bahia foi construído há cerca de 20 anos, mas nem sempre teve manutenção, o que ocasionou desabamento em diversas partes do córrego. Segundo nota da prefeitura em uma matéria<sup>6</sup> do jornal Barbacena Mais:

a cada período de chuvas fortes, somado à falta de manutenção (matos, entupimentos, entre outros), partes isoladas em pontos distintos desabaram, chegando ao ponto de o trânsito no local ser interrompido. A construção foi praticamente refeita, o que demandou tempo, dada a complexidade para a realização dos trabalhos. Além da canalização, à época foram construídas as margens do córrego duas avenidas com extensão de 1,5 km.<sup>6</sup>

A problemática do córrego da Rua Bahia em Barbacena-MG foi causada por vários fatores, inclusive pelo grande fluxo de água que passa por ali e a alta velocidade que essas águas alcançam (PMB, 2021). É válido salientar que estas águas são provenientes de vários lugares e sua maior parte é constituída por esgoto não tratado. Porém, deve ser considerado que a maioria das patologias ocorridas no córrego canalizado estão ligadas às várias etapas do seu processo: a confecção do projeto, execução, utilização e manutenção.

Por conta do contexto apresentado anteriormente, abriram-se fissuras em um trecho de sua extensão que ainda é observável em diversos pontos do canal, que com o passar do tempo

---

<sup>6</sup> **Córrego da Rua Bahia está com 90% das obras concluídas.** 2016. Disponível em:<<https://www.barbacenamais.com.br/cotidiano/19-cidade/4774-corrego-da-rua-bahia-esta-com-90-das-obras-concluidas>>. Acesso: 05 de nov. de 2021.

evoluíram para rachaduras. Devido ao grande volume de águas no local (esgoto e chuvas) foi carreado o solo da parte posterior da cabeceira esquerda, provocando uma erosão debaixo da via que sofreu recalque, sendo feita a interdição do local (FIG. 9, FIG. 10 e FIG.11).

Figura 9– Interdição da Ponte do Córrego da Rua Bahia-MG.



Fonte: Acervo das Autoras (2021)

Segundo o laudo da Defesa Civil<sup>7</sup>,

De acordo com análise de prioridades e riscos, [a Defesa Civil] agendou a vistoria de monitoramento da Ponte da Rua Bahia para o dia 24.05.2021.

*In locu*, constatamos que, a ponte da rua Bahia no cruzamento com a rua Professor Noé de Lima (21°12'51.30"S; 43°46'53.52"O), tem estrutura em concreto e apresenta danos em suas cabeceiras que perderam a proteção de concreto resultado da velocidade e volume de chuvas, levando a interação direta da água com o solo e carreamento do material. A perda da proteção, resultou em erosão que já avança 3m para dentro da via sentido Shopping Bahamas (montante). Há agravamento da situação onde a água, que apresenta material orgânico, está em contato direto com o solo, levando a aumento de poropressão e queda da tensão efetiva do solo o que resulta na perda de capacidade de carga do tráfego. A queda da tensão efetiva (contato entre as partículas de solo), leva a perda de resistência do solo acelerando o processo erosivo. No sentido da Pedreira da SEMOP (lado do posto Shell a jusante), há inícios de processo erosivo devido à queda da proteção de concreto, idem a mesma origem patológica da cabeceira esquerda.

Salvo melhor juízo, entendo que a via próxima a cabeceira a montante apresenta risco alto de desabamento parcial da via em consequência das afetações geotécnicas supracitadas.

De todo o exposto, decido pela interdição total da estrutura (ponte) e recomendo o estreitamento em meia pista no sentido bahamas shopping (montante), de modo a impedir que os veículos trafeguem próximo a erosão. Também recomendo impedir todo e qualquer tráfego de veículos automotores sobre a ponte, a fim de evitar vibrações e preservar a integridade física dos municípios (sic) (PMB, 2021, sem página).

<sup>7</sup> Secretaria Municipal de Obras Públicas. Diretoria Municipal de Defesa Civil. Notificação V4: nº 043/2021

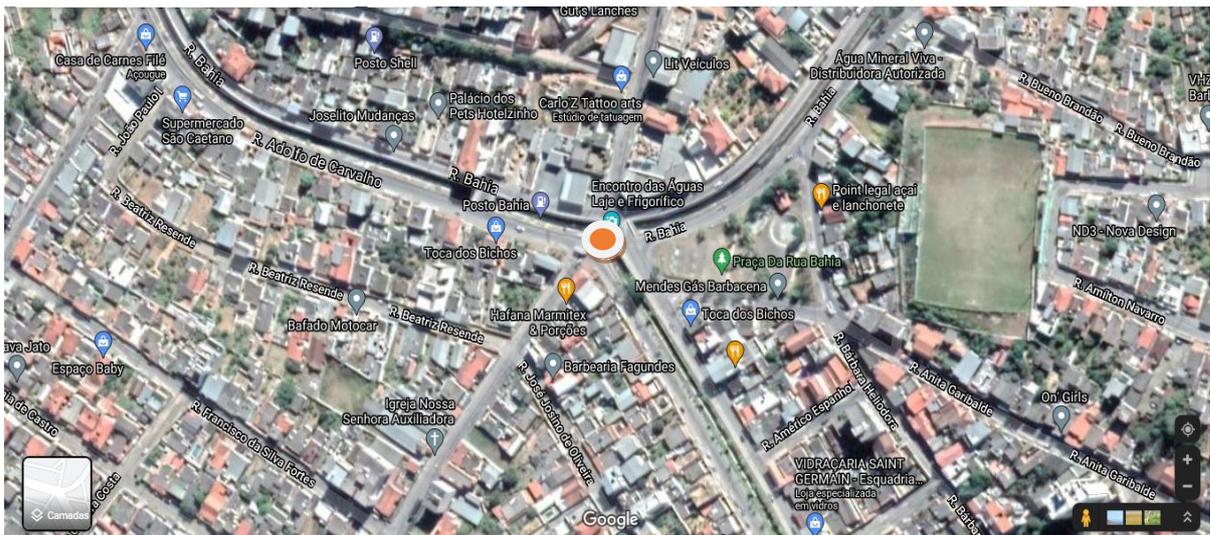
O problema apresentado pelo laudo acontece desde 2017, quando o local já teria sido interditado por duas vezes. No início de fevereiro de 2021, o local sofreu interdição novamente. Segundo matéria do jornal Vertentes das Gerais<sup>8</sup>, esta nova interdição aconteceu quando parte do guarda-corpo lateral e da calha do córrego cedeu com as fortes chuvas.

Figura 10 - Vista parcial da interdição da Ponte da Rua Bahia



Fonte: PMB (2021)

Figura 11 – Ponte Interditada - Córrego da Rua Bahia-MG-Marcação no Google Maps.



Fonte: GoogleMaps (2021)

<sup>8</sup> **Defesa Civil de Barbacena interdita ponte sobre o córrego da rua Bahia.** Disponível em < <https://vertentesdasgerais.com.br/defesa-civil-de-barbacena-interdita-ponte-sobre-o-corrego-da-rua-bahia/>> Acesso em 02/12/2021.

Oliveira (2013, p. 24) explica que os problemas patológicos que ocorrem nas construções têm sua origem em falhas em alguma parte do processo da construção, “processo este que pode ser dividido, em três etapas básicas: concepção (planejamento / projeto / materiais), execução e utilização”. (FIG. 12). Além das falhas construtivas, as patologias podem acontecer pela falta de manutenção, agentes externos (clima, chuva) e outros.

Figura 12 – Falha apresentada na Ponte do Córrego da Rua Bahia – Barbacena-MG.



Fonte: Acervo das Autoras (2021)

O diagnóstico será a identificação e descrição das possíveis causas da patologia apresentada por determinada construção (HELENE, 1999). Isto permitirá identificar qual deverá ser o tipo de intervenção mais adequada para ser aplicada. Uma falha no diagnóstico poderá fazer com que o reparo seja inválido ou ineficiente (FIG. 14 e FIG. 15).

Sobre os efeitos do esgoto nas estruturas de concreto, Collazzi (2019, p.53) explica que a “alteração do pH provoca a expansão interna do cimento, gerando um aspecto de ‘inchamento’ e conseqüentemente a desagregação dessa fração do restante do concreto”.

Complementando, deve ser considerado que as mudanças higroscópicas irão ocasionar modificações nos materiais porosos que fazem parte da construção. Havendo um aumento da umidade, existirá uma expansão do material e, com a redução da umidade, ocorrerá o contrário, ou seja, uma contração do mesmo. Esses vínculos irão impedir ou restringir a

ocorrência dessas movimentações por umidade, surgindo então as fissuras (FIG.13) (SOUZA, 2009).

Figura 13 – Erosão no concreto das alas do Córrego da Rua Bahia.



Fonte: Acervo das Autoras (2021)

Brito (2017) explica que quando acontece o processo de inspeção de uma estrutura, o mesmo deve possibilitar a identificação da patologia existente, determinando ainda se a mesma é localizada ou generalizada.

Tutikian e Pacheco (2013) *apud* Brito (2017, p.42) afirmam que:

Deve-se observar e registrar os sinais aparentes de corrosão da armadura (manchas, extensão, grau de degradação, etc.), regiões de desprendimento do concreto com e sem exposição da armadura, degradação do concreto, fissuras (localização, direção, dimensão, abertura, etc.), assim como qualquer outra não conformidade julgada pertinente. Para isso, julga-se de alta importância a elaboração de um registro fotográfico amplo.

Brito (2017) ainda explica que os diagnósticos preliminares devem ser realizados, podendo ser uma inspeção visual dos problemas patológicos, indicando quais são as manifestações patológicas encontradas e suas possíveis causas e soluções.

### 3.3 Solução proposta

Em visita *in loco*, foi detectado que o local possui pedra argamassada e concreto não armado, sendo que o problema foi causado por turbilhonamento e pelo excesso de volume de água e de esgoto. Com o passar do tempo, esse excesso de água por turbilhonamento fez com que as trincas evoluíssem para rachaduras. A presença de sulfetos no interior do concreto, desencadeou uma série de fatores, como a perda ativa de suporte de carga, erosão por carreamento de material e turbilhonamento (FIG. 14) (PMB, 2021).

Figura 14 –Erosão sofrida nas alas do córrego



Fonte: Das Autoras (2021)

Para a solução dos problemas apresentados, uma alternativa seria utilizar Estaca prancha do tipo Berlim para a recuperação das estruturas das cabeceiras e recomposição do solo carreado. O muro se compõe de trilhos metálicos (estacas) e madeira, a fim de conter o solo e não deixar a água entrar enquanto a equipe executa a obra. A função da estaca tipo Berlim é o suporte do terreno e parte da estrutura, além de ser mais econômica e possuir facilidade de manobra e de construção, sem a necessidade de uma mão-de-obra especializada (FIG.15) (CORTESÃO, 2014).

Figura 15: Estaca prancha tipo Berlim



Fonte: FRANKI FOUNDATIONS<sup>9</sup>

As etapas de execução descritas abaixo ilustram de forma resumida as etapas de recuperação da área afetada. Alguns tópicos não foram aprofundados, por não se tratar do tema proposto e sim da área de geotecnia. Estas etapas da obra passam por:

- a) Utilizar a escavadeira hidráulica abrindo a área de trabalho colocando os taludes em ângulos seguros para o trabalho dos colaboradores. Remoção do concreto afetado, solo mole, restos de materiais decorrentes da ruína da proteção do canal;
- b) Estaqueamento em madeira ou metal;
- c) Fechamento com madeiras colocadas de forma justaposta, de modo que garanta a estanqueidade da água e do solo ao mesmo tempo. O material (madeira ou metal) de fechamento pode ser amarrado, parafusado ou soldado na estaca.
- d) Compactação do solo em camadas de 15cm, com placa vibratória até que atinja a cota do pavimento.;

---

<sup>9</sup>FRANKI FOUNDATIONS. **Estaca prancha tipo Berlim.** Disponível em:< <https://www.archiexpo.com/pt/prod/franki-foundations-belgium/product-61404-1122171.html>>. Acesso: 07 de dez. de 2021.

e) Muro de gravidade com a finalidade de reduzir os empuxos horizontais do solo e da sobrecarga sobre ele instalada, prevenção de novas erosões e instalação de drenos barbacã. O muro deve ser executado com cimento RS (resistente a sulfeto) (FIG. 16).

O muro de arrimo é uma estrutura que tem como finalidade estabilizar as encostas junto às áreas urbanas - pontes, estradas ou ruas. Seu projeto e execução devem ser feitos por um engenheiro civil ou profissional qualificado. Suas especificações estão estabelecidas pela ABNT NBR 11682:2009 (PEREIRA, 2019).

Figura 16: Ilustração do muro de concreto ciclópico - muro de gravidade

### Muros de concreto ciclópico ou concreto (muro de gravidade)



Fonte: Pereira (2019)

Algumas sugestões podem contribuir para que cenários como esse não sejam frequentes na engenharia. A intenção das sugestões abaixo é ligada a economicidade aliada a boas práticas que podem economizar milhares ou milhões de reais de órgãos públicos e privados (PEREIRA, 2019). Sugestões que passam por:

- Cadastro de obras de artes do município (Pontes)
- Criação de banco de dados de material utilizado em cada estrutura;
- Controle tecnológico do concreto e de materiais utilizados

- d. Equipes de vistoria para realização de inspeção antes de períodos chuvosos;
- e. Inserção da manutenção das pontes no Plano Municipal de Redução de Riscos.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho sobre patologias da construção é importante, pois serve para esclarecer às pessoas - não só do ramo acadêmico e da engenharia - o que são alguns tipos de patologias, os prejuízos que elas trazem para as construções, e como a manutenção e preservação das edificações são importantes.

As patologias da construção podem acontecer no início, meio ou término de uma obra. Qualquer tipo de edificação está sujeita a ter algum tipo de patologia, que na maioria das vezes pode estar ligada ao próprio desgaste sofrido ao longo da vida útil de uma edificação.

Geralmente os problemas patológicos interferem não só no aspecto visual de uma construção, como também em suas estruturas. Trincas, fissuras e rachaduras são os tipos mais comuns de patologias que aparecem nas construções. Suas causas podem vir de falhas do projeto, ou até mesmo pela utilização de materiais e técnicas inadequadas, ou ainda pela falta de sua manutenção.

Cabe ainda observar que o quanto antes medidas preventivas e corretivas sejam aplicadas, melhor, pois isso ajuda a cessar o processo de deterioração, o que evita que os danos possam ser maiores e/ou agravados com o tempo, garantindo, portanto, maior segurança e durabilidade às estruturas.

Concluiu-se a partir desta revisão bibliográfica que as patologias da construção civil podem ter diversas causas, sendo que muitas delas poderiam ser evitadas se existisse uma manutenção regular da construção. No caso do Córrego da Rua Bahia pode ser observado que as causas de suas patologias aconteceram pela falta de uma manutenção regular, sendo agravada pela contaminação das estruturas pelo esgoto, que deu origem a fissuras e recalques no local.



## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11682**. Estabilidade de encostas. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15577-1** Agregados — Reatividade álcali-agregado Parte 1: Guia para avaliação da reatividade potencial e medidas preventivas para uso de agregados em concreto. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**. Manutenção de edificações. Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**. Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

BARBACENA, Prefeitura Municipal de. Secretaria de obras. **Planta da Recuperação/ Drenagem do Córrego da Rua Bahia**. 2021

BARBACENAMAIS (Site). **Córrego da Rua Bahia está com 90% das obras concluídas**. 2016. Disponível em:<<https://www.barbacenamais.com.br/cotidiano/19-cidade/4774-corrego-da-rua-bahia-esta-com-90-das-obras-concluidas>>. Acesso: 05 de nov. de 2021.

BRITO, Thaís. **Análises de manifestações patológicas na construção civil pelo método gut**: estudo de caso de uma Instituição de Ensino Superior. (Monografia). Universidade Federal da Paraíba – UFPB. Paraíba: 2017.

CARDOSO, Luciano Albino, QUARESMA, José Eduardo. **Análise de manifestações patológicas em pontes e viadutos de concreto armado na cidade de São Paulo-SP**. Universidade de Araraquara. Uniara. Araraquara, SP: 2019.

COLLAZZI, Rafaela Colombo. **Patologias construtivas em uma estação de tratamento de esgoto**: causa, recuperação e prevenção em reatores UASB's. Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Florianópolis, SC: 2019.

CORTESÃO, Joana. **Contenções periféricas**. 2014. Disponível em:<<https://engenharia-civil-virtual.blogspot.com/2014/04/contencoes-perifericas.html>>. Acesso: 07 de dez. de 2021.

FERREIRA, Angélica Rodrigues, OLIVEIRA, Ricardo Fonseca de. Patologias na Construção Civil: Estudo de Caso em duas residências na cidade de Iraí de MG. **GETEC**, v.10, n.26, p.1-16/2021.

FRANKI FOUNDATION. (Site). **Estaca prancha tipo Berlim**. Disponível em:<<https://www.archiexpo.com/pt/prod/franki-foundations-belgium/product-61404-1122171.html>>. Acesso: 07 de dez. de 2021.

FIM, Victor Hugo Pinheiro. **Patologias da construção civil**: Investigação em marquises na cidade de Uberlândia –MG. Universidade Federal de Uberlândia (UFU). 2021.

GUIMARÃES, Leonardo Eustáquio. **Manutenção de edifícios: metodologia para a racionalização de despesas.** UFG. 2009.

GONÇALVES, Eduardo Albuquerque Buys. **Estudo das patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações.** Rio de Janeiro: UFRJ/ ESCOLA POLITÉCNICA, 2015.

HOUSELAB. (Site). **Movimentação térmica.** 2015. Disponível em:<<http://houselab.pt/movimentacao-termica-lajes-cobertura/>>. Acesso: 07 de dez. de 2021.

HELENE, Paulo R. Do Lago. **Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto.** São Paulo, Red Rehabilitar, 1999.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Barbacena.** Disponível em:<<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/barbacena.html>>. Acesso: 21 de out. de 2021.

LOPES, Francisco de Rezende; VELLOSO, Dirceu de Alencar. **Fundações: critérios de projeto, investigação do subsolo, fundações superficiais, fundações profundas.** Oficina de Textos São Paulo: 2010.

MACEDO, Eduardo Augusto Venâncio Britto. **Patologias em obras recentes de construção civil: análise crítica das causas e consequências.** UFRJ/ ESCOLA POLITÉCNICA. Rio de Janeiro: 2017.

MASONEQUIPMENT. (Site). **Patologias na Construção Civil: Quais são as principais?** 2019. Disponível em:<<https://www.masonequipamentos.com.br/blog/patologias-na-construcao-civil/>>. Acesso: 21 de out. de 2021.

M2OBRAS (Site). **Causas da patologia da construção.** 2021. Disponível em:<<https://www.custodaconstrucao.com/patologia-na-construcao-civil/>>. Acesso: 07 de dez de 2021.

OLIVEIRA, Daniel Ferreira. **O Conceito de Qualidade Aliado às Patologias na Construção Civil.** Rio de Janeiro: UFRJ. Escola Politécnica, 2013.

PEREIRA, Caio. **Muro de arrimo.** 2019. Disponível em:<<https://www.escolaengenharia.com.br/muro-de-arrimo/amp/>>. Acesso: 07 de dez. de 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BARBACENA – PMB. Disponível em:<<http://barbacena.mg.gov.br/2/noticias/>>. Acesso: 05 de nov. de 2021.

RIPPER, Thomaz; SOUZA, Vicente Custódio Moreira de. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.** São Paulo: Pini, 2009.

SERVIÇO DE ÁGUA E ESGOTO – SAS. Disponível em:<<http://sas.barbacena.mg.gov.br/2/historia.php>>. Acesso: 05 de nov. de 2021.

SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS PÚBLICAS – SEMOP. Disponível em:<<http://www.barbacena.mg.gov.br/semop/>>. Acesso: 05 de nov. de 2021.

SOUZA, Pedro Henrique Maciel de. **Patologias em estruturas de concreto armado de pontes localizadas em Minas Gerais.** (Monografia) Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG. Belo Horizonte, MG: 2019.

TECNOSIL. (Site). **Retração do concreto.** 2021. Disponível em:  
<<https://www.tecnosilbr.com.br/retracao-do-concreto-o-que-e-e-como-minimiza-la-2/>> .  
Acesso: 07 de dez. de 2021.

VALLE, Juliana B. de Senna. **Patologia das alvenarias.** Monografia (Especialização em Tecnologia da Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

VERTENTESDASGERAIS. **Defesa Civil de Barbacena interdita ponte sobre o córrego da rua Bahia.** 2021. Disponível em:< <https://vertentesdasgerais.com.br/defesa-civil-de-barbacena-interdita-ponte-sobre-o-corrego-da-rua-bahia/>>. Acesso: 20 de set. de 2021.

ZANZARINI, José Carlos. **Análise das Causas e recuperação de fissuras em edificação residencial em alvenaria estrutural.** Estudo de Caso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

ZUCHETTI, Pedro Augusto Bastiani. **Investigação patológica em edifício corporativo de administração pública no vale do Taquari/RS.** Centro Universitário Univates. Lajeado, RS:2015.