

# MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS CAUSADAS PELA INFILTRAÇÃO: ESTRATÉGIAS PARA MAPEAMENTO E PRIORIZAÇÃO

Leonardo Santos Andrade Goes<sup>1</sup>

João Paulo Andrade de Vasconcelos<sup>2</sup>

Diego Silva Souza<sup>3</sup>

Engenharia Civil



cadernos de  
graduação

ciências exatas e tecnológicas

ISSN IMPRESSO 1980-1777

ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

## RESUMO

Sabe-se que a alvenaria de vedação é essencial como método construtivo para garantir a separação dos ambientes permitindo isolamento térmico e acústico, pois esta garante a proteção da parte interna da edificação contra fenômenos físicos, sendo suscetível a intempéries evitando assim o aparecimento de patologias. Neste contexto, a manifestação patológica é uma expressão resultante de um mecanismo de avaria, podendo ser motivado por certas causas, sendo a umidade uma causa comum em tais sistemas construtivos. Dito isto, o presente trabalho tem como objetivo mapear causas e efeitos das principais manifestações patológicas nas alvenarias de vedação causadas pela infiltração. Para tanto, a proposta de mapeamento consiste no uso do Diagrama de Ishikawa como metodologia de auxílio na identificação destas causas, também da Matriz GUT como metodologia para ordenar a prioridade de atenção destas. O diagrama de Ishikawa é usado normalmente para identificar quais possíveis erros em um processo, de acordo com 6 categorias. Já a Matriz GUT é comumente utilizada para auxiliar na priorização de serviços e resolução de problemas, e para isso leva-se em consideração 3 scores ou pontuações atribuídas nos critérios de gravidade, urgência e tendência. A partir de tais informações, foi possível elencar as possíveis causas relacionadas a cada problema explicado no presente trabalho, e assim estabelecer uma ordem padrão para a solução destas manifestações patológicas, de acordo com seus prós e contras. Há um incentivo promissor para futuros trabalhos, ao constar que é necessária a identificação dos possíveis prognósticos de tais manifestações patológicas.

## PALAVRAS-CHAVE

Alvenaria. Infiltração. Ishikawa. Manifestação Patológica. Matriz GUT.

## ABSTRACT

It is known that fence masonry is essential as a construction method to guarantee the separation of environments, allowing thermal and acoustic insulation, as it guarantees the protection of the internal part of the building against physical phenomena, being susceptible to bad weather, thus avoiding the appearance of pathologies. In this context, the pathological manifestation is an expression resulting from a damage mechanism, which can be motivated by certain causes, with humidity being a common cause in such construction systems. That said, the present work aims to map the causes and effects of the main pathological manifestations in masonry seals caused by infiltration. To this end, the mapping proposal consists of using the Ishikawa Diagram as a methodology to help identify these causes, and also the GUT Matrix as a methodology to order their priority of attention. The Ishikawa diagram is normally used to identify possible errors in a process, according to 6 categories. The GUT Matrix is commonly used to assist in the prioritization of services and resolution of problems, and for this it takes into account 3 scores or scores assigned in the criteria of gravity, urgency and tendency. From this information, it was possible to list the possible causes related to each problem explained in the present work, and thus establish a standard order for the solution of these pathological manifestations, according to their pros and cons. There is a promising incentive for future work, as it is necessary to identify the possible prognoses of such pathological manifestations.

## KEYWORDS

GUT Matrix. Infiltration. Ishikawa. Masonry. Pathological manifestation.

## 1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que a função primordial da alvenaria de vedação é promover o isolamento térmico, acústico e visual, conferindo conforto e proteção aos ocupantes. Contudo, estas encontram-se suscetíveis a um inimigo silencioso e persistente, a infiltração de água, gerando assim manifestações patológicas que afetam a integridade e desempenho dessas estruturas. Neste contexto, a entrada de água nesse sistema construtivo é inevitável e normalmente benigna, no entanto, é de suma importância identificar o tipo de manifestação patológica e seu prognóstico, para que evite avarias ao imóvel.

Com isso, questiona-se sobre: quais as possíveis manifestações patológicas evidenciadas nas alvenarias de vedação causadas por infiltração? Há causas padrões nas manifestações patológicas em alvenarias de vedação causadas por infiltração? Em virtude de tais questionamentos, este estudo justifica-se em virtude de expor a possibilidade de identificar causas relacionadas a determinada patologia associada à umidade.

Diante do exposto, este artigo tem como objetivo principal mapear causas e efeitos das principais manifestações patológicas nas alvenarias de vedação causadas pela infiltração. Para tanto, se fazem necessários os seguintes objetivos específicos:

compreender a alvenaria de vedação enquanto sistema construtivo; relacionar os tipos de infiltrações presentes nas edificações às possíveis manifestações patológicas; propor metodologia para identificação e correção de patologias utilizando-se de ferramentas como a Matriz GUT e o diagrama de causa e efeito de Ishikawa.

No tocante à metodologia inicialmente será feita uma pesquisa bibliográfica e documental, para construção do aporte teórico desta pesquisa. Para isso, a abordagem será qualitativa, ao nível descritiva e exploratória. Dessa maneira, espera-se que este artigo contribua para o aperfeiçoamento na identificação das causas das manifestações patológicas e a execução e solução ideal, proporcionando segurança para os engenheiros civis nas obras.

## 2 APORTE TEÓRICO

No Brasil, por exemplo, a popularização do concreto armado resultou na predominância da alvenaria como elemento de vedação em edifícios. No entanto, essa abordagem tradicional muitas vezes resulta em manifestações patológicas que podem comprometer a integridade das estruturas.

A falta de conhecimento em determinados processos construtivos, no comportamento dos materiais utilizados e negligências quanto a obediência às regras ditas em normas reguladoras, sempre por quem está encarregado da construção de um edifício, juntamente com a falta de manutenção necessária por parte dos próprios usuários da edificação, são os principais motivos que provocam a diminuição drástica da vida útil da edificação.

A água é indispensável na construção civil, mas também emerge como um agente significativo de problemas na engenharia de construção, afetando as estruturas de forma direta e indireta. Algumas das manifestações patológicas causadas pela água incluem eflorescência, bolor e fissuras (retração e dilatação higroscópica). Cada uma destas manifestações possui características distintas para causar danos à integridade do imóvel construído.

### 2.1 MÉTODOS CONSTRUTIVOS

Por volta dos anos 9000-7000 a.C, com as primeiras civilizações, inicia-se a história da arquitetura e da engenharia, surgem então as alvenarias como técnicas construtivas.

A alvenaria vem, historicamente, sendo utilizada nas construções das mais simples edificações até grandes aquedutos e igrejas. Sabendo disso, no passar dos séculos ela foi empregada em várias obras, com função estrutural ou de vedação, passando por mudanças ao passar do tempo, seja em seu método construtivo ou em sua composição material (Barbosa, 2015). De acordo com Tauil e Nese (2010), define-se a alvenaria como um conjunto de elementos colados entre si, cuja finalidade além de dividir e vedar ambientes, promove a segurança, proporciona o conforto acústico e térmico, e protege os ambientes internos contra fenômenos físicos.

A técnica, também conhecida como alvenaria de vedação, possui um propósito primordial que consiste em operar como um sistema de delimitação, segregando os

ambientes delineados pelos elementos estruturais, além de permitir isolamento térmico e acústico de acordo com a NBR 15270 (ABNT, 2005).

Devido à sua mão de obra acessível e execução simplificada, muitos profissionais podem, infelizmente, negligenciar práticas conformes com as normas estabelecidas, resultando em desvios das diretrizes ideais. Essas discrepâncias, por sua vez, podem resultar em adversidades futuras. E, apesar de a alvenaria de vedação se apresentar como uma opção construtiva excelente, é prudente reconhecer a possibilidade de surgimento de patologias que poderiam impactar a durabilidade e a integridade da estrutura (Lacerda; Pereira, 2017)

Já a alvenaria estrutural configura-se como um sistema construtivo no qual as paredes são feitas utilizando blocos de concreto NBR 6136 (ABNT, 2016). Este sistema vai além de seu papel como elemento de vedação, adquire também a responsabilidade estrutural, uma vez que assume a tarefa de sustentar tanto o seu próprio peso quanto as sobrecargas provenientes de lajes e outros variados tipos de carregamentos.

A viabilidade econômica desse método pode ser favorecida em projetos específicos, uma vez que a eliminação da necessidade de estruturas em concreto armado pode resultar em uma vantagem econômica. Para Busi (2009), a utilização da alvenaria estrutural tem sido amplamente adotada nos últimos anos, principalmente devido às suas características intrínsecas de qualidade, desempenho, otimização dos recursos e rapidez no processo construtivo.

Contudo, se faz importante ressaltar um aspecto negativo das alvenarias estruturais: após a execução, não é permitido quebras de parede e evitar ao máximo alterações, não é possível mudanças sem um estudo estrutural prévio com um engenheiro qualificado (ABNT, 2020).

Dessa maneira, a relação entre os métodos construtivos apresentados nos parágrafos anteriores, em especial a alvenaria de vedação, está estreitamente ligada à prevenção de manifestações patológicas causadas pela infiltração. Pois, como mencionado anteriormente, de acordo com Lacerda e Pereira (2017), a importância de uma excelente execução desses métodos é extremamente crucial para garantir uma grande vida útil à estrutura. Pois a água pode até parecer inofensiva, mas é um dos principais agentes causadores de problemas na engenharia civil, podendo causar problemas tanto na parte estrutural, quanto nas alvenarias de vedação. Destarte, é importante identificar os tipos de manifestações patológicas que a infiltração pode causar, para assim saber como resolver o problema e evitar problemas maiores no futuro.

## **2.2 TIPOS DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS CAUSADAS POR INFILTRAÇÃO**

A água é um dos maiores agentes causadores de problemas de engenharia, de forma direta ou indireta, ou seja, mesmo não estando em seu estado líquido, ela continua provocando complicações na estrutura. Não apenas causando, mas também sendo propulsor de reações químicas e na instalação de outros agentes.

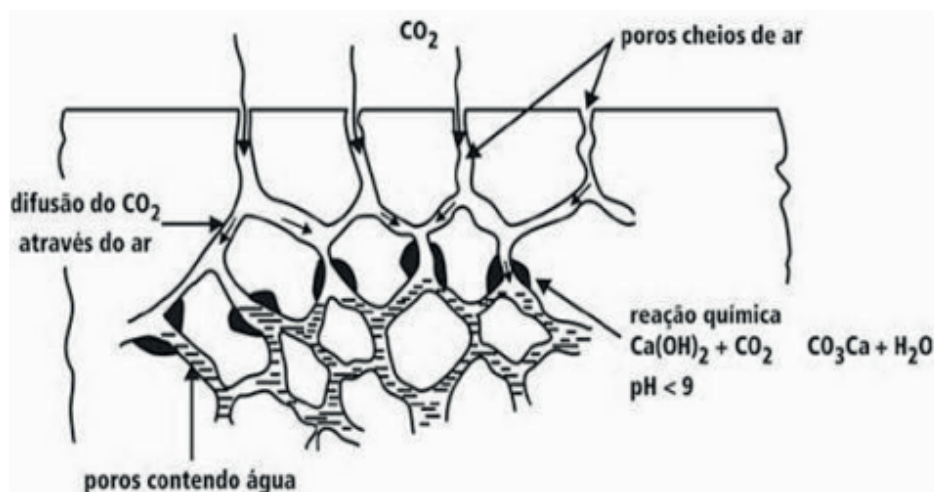
É impossível que a estrutura não tenha contato com a água e os efeitos dessa percolação normalmente são estéticos e as causas são facilmente identificadas,

normalmente, apenas observando as manifestações patológicas. É importante salientar que mesmo com um bom projeto e com a execução ideal, não é garantido uma perfeita integridade da estrutura, se não houver manutenção periódica, no entanto, a estrutura sempre estará suscetível à patologia.

A origem de manifestações patológicas deve ser tratada com cautela, focado a priori na identificação da causa para que busque o melhor prognóstico a fim de evitar novos aparecimentos. Neste contexto, nos parágrafos a seguir, tratar-se-á das principais manifestações e suas relações.

Fusco (2008) afirma que se a estrutura não estiver completamente submersa, a exposição ao ar permitirá a penetração do gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) atingindo os poros úmidos que contém o hidróxido de cálcio dissolvido, iniciando assim a reação de carbonatação. O processo físico-químico, mostrado na Figura 1, da carbonatação também pode acontecer em ambientes rurais, porém é acelerado no ambiente urbano, principalmente em garagens com pouca circulação de ar, pois favorece o acúmulo de  $\text{CO}_2$ .

**Figura 1** – Processo de carbonatação do concreto



Fonte: Fusco (2008).

O processo de carbonatação tem como principal consequência o “enfraquecimento” do concreto por conta da diminuição do pH, no entanto, o produto desta reação química é a causa crítica de um processo denominado como lixiviação.

A NBR 6118 (ABNT, 2014) conceitua a lixiviação como o mecanismo responsável por dissolver e transportar os compostos hidratados da pasta de cimento por ação de águas puras, carbônicas agressivas, ácidas e outras.

Para Mehta e Monteiro (2008), o produto da lixiviação, íons de cálcio, reagem facilmente com  $\text{CO}_2$  presente na atmosfera, resultando no aparecimento de crostas brancas de carbonato de cálcio na superfície do concreto, conhecidas como eflorescências. E além da estética indesejável, a lixiviação ainda causa perda de resistência mecânica do concreto.

Assim, as eflorescências, de acordo com Neves (2021), são depósitos cristalinos de cor esbranquiçada que surgem na parte externa do revestimento por meio de reações químicas, tal como pode-se verificar na Figura 2. Estes depósitos são formados quando sais solúveis são transportados pela água, que em contato com o ar, se solidifica, formando esta crosta branca. A condição principal para que a eflorescência apareça é a existência de cal livre em qualquer substrato que tenha cimento.

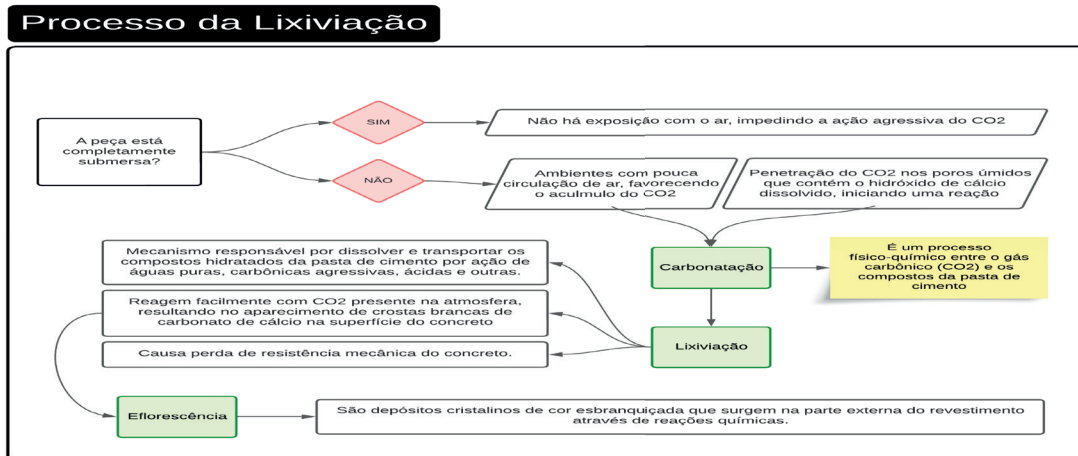
**Figura 2** – Eflorescência em muro de tijolinho



Fonte: Equipe Viva e Decora (2022).

Devido às características dos materiais de construção utilizados nas obras, não é possível reduzir a zero a quantidade de sais solúveis, pois eles fazem parte da composição desses materiais. Entretanto, medidas preventivas podem ser tomadas para prevenir o surgimento das eflorescências, como: realizar um bom acabamento; fazer o correto preenchimento das juntas de assentamento entre os blocos; garantir uma boa hidratação dos materiais compostos de cimento; entre outras.

Resumindo, a lixiviação é o transporte do carbonato de cálcio, produto final da carbonatação, pela água até a parte externa do material poroso, o encontro deste composto hidratado com o  $\text{CO}_2$  forma as manchas esbranquiçadas, conhecidas como eflorescência. Este processo pode ser observado no fluxograma da Figura a seguir.

**Figura 3** – Fluxograma do processo de lixiviação

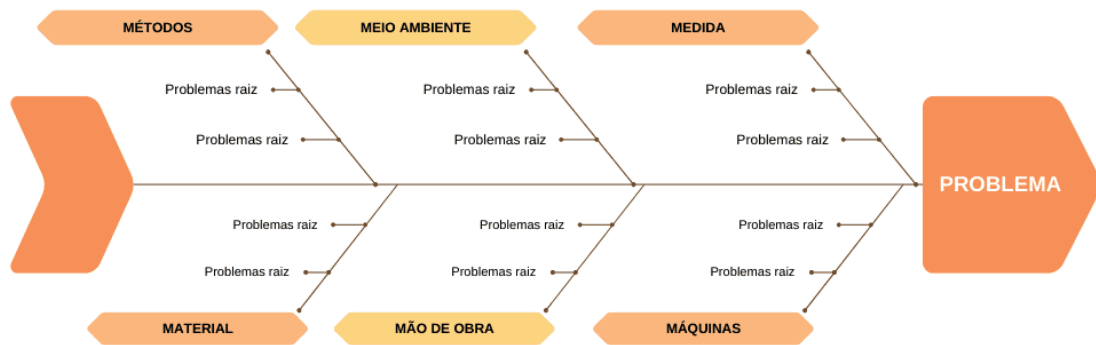
Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

### 3 METODOLOGIA

Nesta seção apresentam-se os procedimentos metodológicos adotados para concluir os objetivos propostos anteriormente na introdução. Primeiramente, o presente artigo trata-se de uma pesquisa com abordagem qualitativa, com o uso de pesquisas exploratórias e descritivas para proporcionar melhor entendimento sobre as causas e os efeitos de tais manifestações patológicas por conta da percolação indesejada da água.

Dessa maneira, para o aporte teórico, foram coletadas obras (artigos, teses, dissertações) na plataforma Google Acadêmico, além de possuir informações retiradas em vídeos e palestras de especialistas no Youtube. Em ambas as plataformas, o acesso se deu entre setembro e novembro de 2023. Convém informar que as razões de escolha das referidas bases para realização desta pesquisa, se deram por possuírem os maiores acervos científicos do mundo, além de fornecerem as informações gratuitamente.

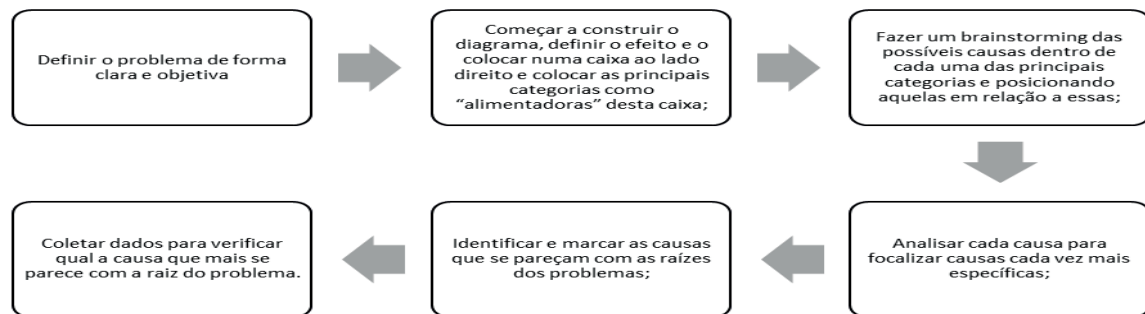
Para auxiliar na identificação da causa de certa manifestação patológica, foi escolhido o diagrama de Ishikawa, pois esta ferramenta não identifica necessariamente a causa do problema, porém ela auxilia na organização do raciocínio, na qual possibilita analisar as causas e correlacionar ao efeito, encontrando então a causa mais provável da patologia (Antônio; Teixeira; Rosa, 2016). Desta maneira, na Figura 4 é ilustrado um exemplo genérico do Diagrama de Ishikawa.

**Figura 4** – Exemplo do diagrama de Ishikawa

Fonte: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/diagrama-de-ishikawa>

O diagrama de Ishikawa também pode ser chamado de diagrama dos 6 M's, na qual são as causas podem estar relacionadas a 6 fatores que começam com a letra M: Máquina, Material, Mão-de-obra, Meio ambiente, Medida e Método.

O procedimento para elaboração de um Diagrama de Ishikawa deve ser efetuado de acordo com o fluxograma da Figura 5 (PEREIRA; REQUEIJO, 2008).

**Figura 5** – Fluxograma com os critérios de elaboração do diagrama de causa e efeito

Fonte: Organizado pelos Autores (2023).

Após a análise das causas e efeitos, utilizou-se a ferramenta da Matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) para auxiliar na prioridade do problema a ser solucionado. Segundo Alves (2017), a matriz GUT é uma ferramenta de gestão que pode ser aplicada na análise de priorização de problemas ou de ações de correção a serem implementadas. Esta ferramenta consiste em atribuir pontuações de 1 a 5 nas 3 classes do GUT e logo após é gerado uma pontuação que se relaciona com prioridade de



resolução do problema. Dessa forma, aqueles que apresentarem as maiores pontuações devem ser considerados como prioridades para solução (Trucolo, 2016). Para exemplificar a ferramenta, na Figura a seguir consta um exemplo de Matriz GUT.

**Figura 6** – Matriz GUT

<b>G</b> GRAVIDADE	<b>U</b> URGÊNCIA	<b>T</b> TENDÊNCIA
<b>5</b> = extremamente grave	<b>5</b> = precisa de ação imediata	<b>5</b> = irá piorar rapidamente se nada for feito
<b>4</b> = muito grave	<b>4</b> = é urgente	<b>4</b> = irá piorar em pouco tempo se nada for feito
<b>3</b> = grave	<b>3</b> = o mais rápido possível	<b>3</b> = irá piorar
<b>2</b> = pouco grave	<b>2</b> = pouco urgente	<b>2</b> = irá piorar a longo prazo
<b>1</b> = sem gravidade	<b>1</b> = pode esperar	<b>1</b> = Não irá mudar

Fonte: Persico (2021)1.

É relevante citar que, na Matriz GUT, o G vem de Gravidade e está relacionada ao impacto do problema ou ação; U é de Urgência, relacionada ao prazo de resolução do problema; e por fim o T de Tendência, relaciona-se ao agravamento do problema caso nenhuma ação corretiva for efetuada.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção do artigo, tendo em vista tais pontos de manifestações patológicas e suas possíveis prevenções, apresentar-se-á uma proposta para identificação e correção de problemas relacionados à umidade nas edificações utilizando o diagrama de Ishikawa.

Pode-se afirmar, sabendo que este diagrama tem como objetivo auxiliar a equipe a chegar nas causas reais de problemas, que o diagrama de Ishikawa é uma ferramenta importante para expor a relação entre as causas e efeitos que tecnicamente possam afetar um serviço (Werkema, 2006). Neste sentido, sua utilização é de suma importância para auxiliar no prognóstico ideal, tendo em vista que a visualização antecipada da causa, impede a progressão dos problemas. Contudo, segundo Cintra (2015), para que a correção seja eficaz, é essencial que a causa do problema seja precisamente bem definida.

Neste contexto, após análise da causa real de tal problema, é necessário buscar uma solução, porém, certamente há dificuldade em analisar qual problema deve ser

1 Disponível em: <https://www.jreng.net/post/matriz-gut-ferramenta-de-priorizacao-de-problemas>. Acesso em 23 nov. 2023.

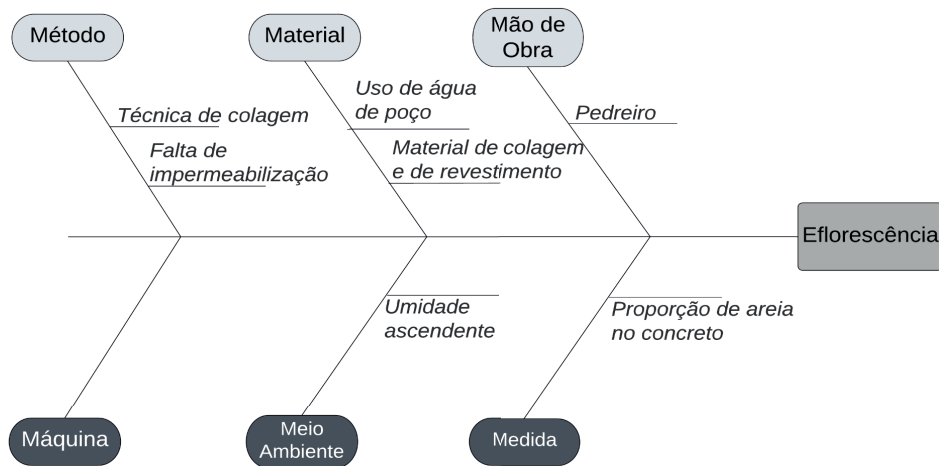
tratado primeiro. Para tal tarefa, será implementada a Matriz GUT e assim buscar um certo grau de priorização, ao analisar a urgência, gravidade e tendência de cada problema.

Por conseguinte, no presente artigo foi escolhido tratar a água como fator causador, porém a construção civil não existe sem a água, ela está presente em tudo que é produzido. Contudo, quando há infiltração da mesma posterior à execução, pode-se haver inúmeros problemas, dessa forma nos tópicos a seguir serão apresentadas algumas análises de manifestações patológicas nas alvenarias causadas pela água.

#### 4.1 O CASO DA EFLORESCÊNCIA

A percolação da água unida com a cal livre no material poroso, acarreta no problema já descrito no tópico 2.2, a eflorescência. Dessa maneira, para buscar uma solução e redução dos possíveis danos relacionados à eflorescência, faz-se necessário saber a causa raiz para seu aparecimento, para este auxílio foi elaborado um diagrama de Ishikawa elencando as possíveis causas para este problema, conforme ilustrada na Figura a seguir.

**Figura 7** – Diagrama de Ishikawa para eflorescência



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

A identificação da causa real é essencial para agilizar o melhor tratamento, no entanto, é necessário elaborar uma ordem de prioridade para solução dos problemas, para isso foi elaborada a seguinte Matriz GUT no quadro 1 a seguir.

**Quadro 1** – Matriz GUT para eflorescência

<b>MATRIZ GUT</b>			
<b>PROBLEMA</b>	<b>G (Gravidade)</b>	<b>U (Urgência)</b>	<b>T (Tendência)</b>
<b>Eflorescência</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

Fonte: Elaborado pelos Autores (2023).

A pontuação de prioridade atribuída pelos autores ao problema de eflorescência foi 12. Entende-se que não há risco iminente ao colapso da estrutura, porém, a depender de onde for a patologia, pode ser indício de carbonatação do concreto, por isso a pontuação 2 foi atribuída a ela em Gravidade. Como o principal defeito é estético, foi aplicado como pouco urgente neste caso, ou seja, pontuação 2. Para tendência, foi utilizado o critério de piora no caso de postergar sua solução, sabendo que a percolação constante de água pode causar estalactites, portanto foi atribuída a pontuação 3 ao problema.

#### 4.2 BOLORES E MOFOS

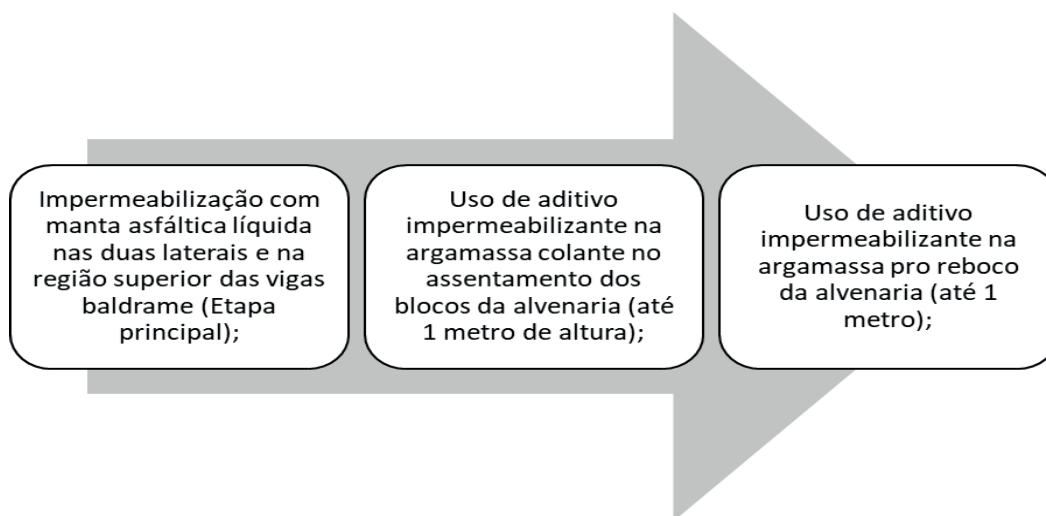
A chuva é a forma mais fácil para identificar alguma infiltração, no entanto, muitas pessoas, até engenheiros, não sabem que a água também pode ser infiltrada pelo lençol freático, e esse processo chamado de capilaridade é muito comum em regiões onde ele se encontra em um nível mais alto. Assim, de acordo com Paranhos, Vechia e Beltrame (2007), capilaridade é o fenômeno de atração e repulsão onde se observa o contato dos líquidos com um sólido possibilitando a ascensão desse líquido. Neste sentido, a tendência de os líquidos subirem nos tubos capilares é chamada de capilaridade, sendo isso consequência da tensão superficial.

Para Freitas *et al* (2008), a maioria dos materiais utilizados na construção civil possuem estruturas porosas e isso facilita a ação da capilaridade. Neste sentido, pode-se afirmar que só há ascensão da umidade sob a estrutura quando os materiais não possuem nenhuma barreira física ou química de impermeabilização. Dessa maneira, a infiltração ocorre por capilaridade, os pequenos vasos capilares permitem que a água ascenda até encontrar o seu equilíbrio com a força gravitacional, segundo Verçoza (1991 *apud* Souza, 2008), a água não costuma subir a uma altura maior que 80 cm. Portanto, adota-se uma altura aproximada de 1 metro para impermeabilização, facilitando a execução e garantindo maior segurança nestas etapas de proteção.

De acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2003), impermeabilização é a combinação resultante de diversos serviços executados com o objetivo de proteger as edificações contra a ação prejudicial da umidade. Neste contexto, pode-se afirmar que o momento ideal para se evitar manifestações patológicas, causadas pela capilaridade da água em materiais porosos, é na execução correta da impermeabilização da obra.

Seguindo as seguintes etapas proposta no fluxo da Figura 8, de acordo com Matheus Leoni (2023) durante live no Youtube para o canal Engenheira Karine Baptista.

**Figura 8** – Etapas para impermeabilização

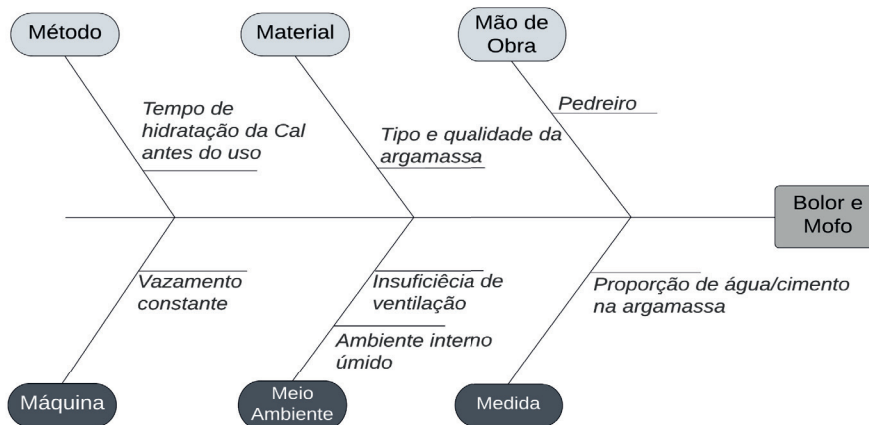


Fonte: Organizado pelos Autores (2023)

Além do mais, é relevante acrescentar que a identificação de umidade ascendente se dá por manchas de umidade semelhantes a qualquer infiltração por água, sendo necessário o tratamento. Caso a umidade ascendente não seja solucionada, esta contínua infiltração podendo acarretar problemas maiores, como bolor e mofo ou problemas com fissuras (dilatação higroscópica).

Santos Filho (2008) afirma que o mofo é uma patologia causada por fungos que deterioram os locais afetados. Eles aparecem na forma de manchas escuras com diversas tonalidades: preta, marrom e verde, o que dá uma aparência de imóvel descuidado, além disso há possibilidade de comprometer a saúde dos que ali residem, causando problemas respiratórios e alérgicos.

Dessa maneira, pode-se afirmar que uma das causas para o aparecimento de bolor e mofo é a falta de tratamento da umidade ascendente, e conseqüente ausência ou ineficiência da impermeabilização. No entanto, há outras possíveis causas que podem desencadear este problema com fungos, conforme ilustrado no diagrama da Figura 9.

**Figura 9** – Diagrama de Ishikawa para Bolor e Mofo

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A identificação da causa real é essencial para melhor tratamento, no entanto é necessário elaborar uma ordem de prioridade para a solução dos problemas, para este auxílio foi elaborada a seguinte Matriz GUT no Quadro 2:

**Quadro 2** – Matriz GUT para Bolor e Mofo

MATRIZ GUT			
PROBLEMA	G (Gravidade)	U (Urgência)	T (Tendência)
Bolor e Mofo	1	2	3

Fonte: Elaborado pelos Autores (2023).

A pontuação de prioridade atribuída pelos autores ao problema de bolor e mofo foi 6. Entende-se que não há risco à estrutura, o único problema é estético, por isso a pontuação 1 foi atribuída a ela em Gravidade. A limpeza dos fungos é bem simples e rápida, no entanto, é tratado com pouca urgência pois o dano é estético e não é permanente, ou seja, pontuação 2 adotada. No caso de tendência, foi utilizado o critério de piora no caso de postergar sua solução, tendo ciência que o aumento da manifestação de fungos pode causar alergias e doenças respiratórias nos moradores, portanto foi atribuída a pontuação 3 ao problema.

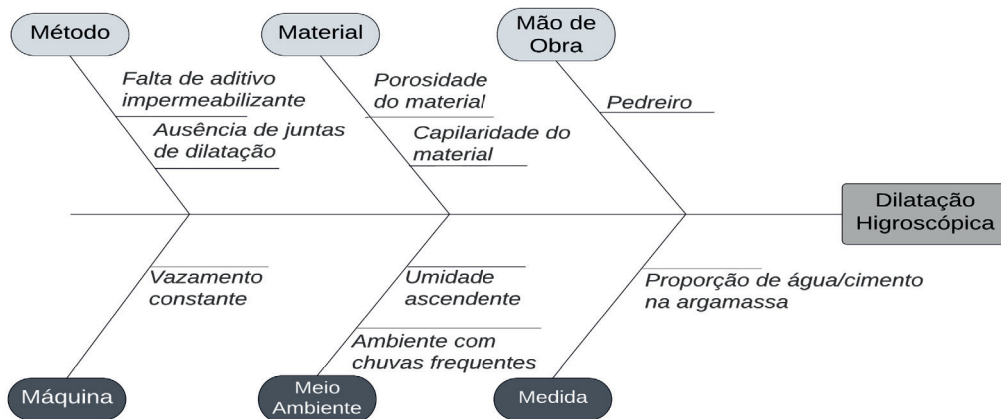
### 4.3 DILATAÇÃO HIGROSCÓPICA E RETRAÇÃO

Outra consequência da constante umidade é a dilatação higroscópica, de acordo com Thomaz (2020), as mudanças higroscópicas provocam variações dimensionais nos materiais porosos que integram os elementos construtivos. O aumento do

teor de umidade produz expansão do material, enquanto a diminuição desse teor provoca uma contração, podendo assim, acarretar fissuras nos elementos do sistema construtivo.

Em seguida, Thomaz (2020) explica que as trincas provocadas pela variação no teor de umidade dos materiais são semelhantes às provocadas pelas variações de temperatura. As aberturas das trincas, podem variar em função das propriedades higrotérmicas dos materiais e da variação da temperatura ou da umidade. Assim, a explicação para tanto tem relação com a física, uma movimentação constante de expansão e contração em um material rígido tende a causar fissuras. Para elencar as possíveis causas desta variação volumétrica foi elaborado o diagrama da Figura 10:

**Figura 10** – Diagrama de Ishikawa para o problema de Dilatação Higroscópica



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A identificação da causa real é essencial para melhor tratamento, no entanto é necessário elaborar uma ordem de prioridade para solução dos problemas, para este auxílio foi elaborada a seguinte Matriz GUT no Quadro 3:

**Quadro 3** – Matriz GUT para Dilatação Higroscópica

MATRIZ GUT			
PROBLEMA	G (Gravidade)	U (Urgência)	T (Tendência)
Dilatação Higroscópica	3	3	3

Fonte: Elaborado pelos Autores (2023).

A pontuação de prioridade atribuída pelos autores ao problema de Dilatação Higroscópica foi 27. Sabe-se que não há risco de colapso da estrutura, porém, o fato de haver fissuras por expansão e contração de materiais pode causar avarias além do

dano estético, podendo causar deslocamentos de revestimento e entrada facilitada para água, por isso a pontuação 3 foi atribuída a ela em Gravidade. Há certa urgência de profilaxia, pois as fissuras facilitam a passagem da água na qual causa outros problemas, ou seja, pontuação 3 atribuída. No caso de tendência, foi utilizado o critério de piora no caso de adiar sua solução, tendo em vista que caso nada seja feito as fissuras vão aumentar e acarretará maiores danos principalmente pela água, portanto foi atribuída a pontuação 3 ao problema.

Assim sendo, é possível relacionar dilatação higroscópica e retração, porém, são causas opostas em sua essência. Neste sentido, enquanto a dilatação higroscópica está relacionada à absorção de umidade e conseqüentemente sua expansão dimensional, para Romano *et al.* (2011), a retração é o fenômeno que após a cura, o concreto sofre redução de suas dimensões sem a aplicação de cargas externas, produzidas pelas forças capilares. Assim, a contração da massa do concreto induzirá tensões de tração à peça e conseqüentemente a formação de fissuras.

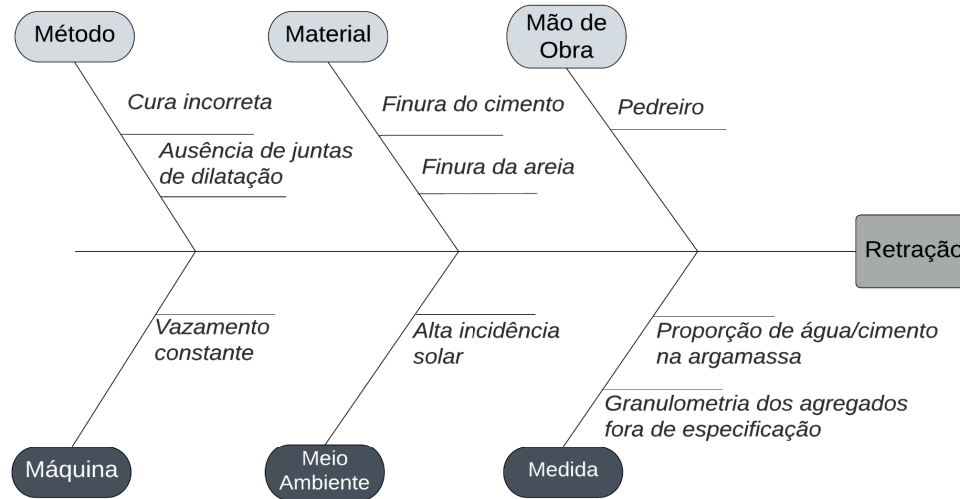
As fissuras por retração têm um padrão, elas são do tipo fissura mapeada, leva-se este nome pela aparência de pequenos mapas, como mostrado na Figura 11, normalmente são aberturas superficiais.

**Figura 11** – Fissuras de retração



Fonte: Próprios autores (2023).

Para resumir e exemplificar as possíveis causas, de maneira análoga aos casos anteriores, foi elaborado um diagrama de Ishikawa na Figura 12, onde são relacionadas possíveis causas com o problema de retração.

**Figura 12** – Diagrama de Ishikawa para retração

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A identificação da causa real é essencial para melhor tratamento, no entanto é necessário elaborar uma ordem de prioridade para solução dos problemas, para este auxílio foi elaborada a seguinte Matriz GUT no Quadro 4:

**Quadro 4** – Matriz GUT para Retração

<b>MATRIZ GUT</b>			
<b>PROBLEMA</b>	<b>G (Gravidade)</b>	<b>U (Urgência)</b>	<b>T (Tendência)</b>
<b>Retração</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A pontuação de prioridade atribuída pelos autores ao problema de Retração foi 18. Sabendo que não há risco de colapso da estrutura, foi levado em consideração, além do dano estético, o fato de haver enfraquecimento do reboco, por isso a pontuação 3 foi atribuída a ela em Gravidade. Há pouca urgência na solução, como não há dano estrutural e nem danos a moradores, foi atribuída uma pontuação de 2. No caso de tendência, foi utilizado o critério de piora no caso de adiar sua solução, tendo em vista que caso nada seja feito, irá aumentar a área afetada e o enfraquecimento do reboco pode causar deslocamento do mesmo, portanto foi atribuída a pontuação 3 ao problema.

É essencial que o erro não continue, mas para solucionar, é preciso ordenar os problemas por prioridade, sendo assim necessário o uso da Matriz GUT, com auxílio da mesma foi elaborado um quadro de pontuação com a análise de todas as manifestações patológicas exploradas, levando em consideração os prós e contras.



Dessa maneira, com a pontuação obtida na Matriz GUT dos problemas, evidenciados no tópico anterior deste artigo, fora possível comparar cada problema e seu *ranking* de prioridade no Quadro 5.

**Quadro 5** – Relação geral da Matriz GUT

MATRIZ GUT					
PROBLEMA	G (Gravidade)	U (Urgência)	T (Tendência)	G x U x T	PRIORIDADE
Eflorescência	2	2	3	12	3º
Bolor e Mofo	1	2	3	6	4º
Dilatação Higroscópica	3	3	3	27	1º
Retração	3	2	3	18	2º

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

É importante frisar que a Matriz GUT é feita sob uma análise subjetiva, para melhor efetividade a quantidade de opiniões auxilia na melhor validade da elaboração da tabela. Dito isto, após a análise dos autores juntamente com a opinião do orientador do presente trabalho, foi elencada a dilatação Higroscópica como problema de maior prioridade, pelo *score* obtido de 27, por conta dos seus prós e contras. Nenhuma das manifestações patológicas exploradas trazem risco de colapso da estrutura e nem danos estruturais, porém, as fissuras são suscetíveis a carregar outros problemas, como exemplo da dilatação higroscópica na qual ajuda com a infiltração da água, e esta recorrência pode apresentar bolor e mofo ou até eflorescência.

## 5 CONCLUSÃO

Diante do exposto, pode-se afirmar que o objetivo geral foi plenamente atingido, tendo em vista que o mapeamento das causas e efeitos das principais manifestações patológicas nas alvenarias de vedação causadas por infiltração foi claramente explorado e descrito com auxílio do diagrama de Ishikawa.

A priori foram descritos detalhadamente os principais métodos construtivos, logo em seguida, identificou-se e descreveu-se as principais manifestações patológicas causadas por infiltração da água. Estes tópicos foram essenciais para seguir adiante e por fim adquirir os resultados desejados.

Os resultados e discussões trataram exclusivamente do mapeamento das causas e efeitos das principais manifestações patológicas causadas pela umidade na alvenaria de vedação, explorando também os problemas que a água pode acarretar e com auxílio do diagrama de Ishikawa como metodologia de identificação da possível causa raiz. Também foi exposto com sucesso a Matriz GUT como metodologia para ordenar a correção dos problemas por prioridade com uso de uma pontuação.

Concluiu-se que há problemas com causas em comum, sendo assim, a execução cautelosa com uso ideal da impermeabilização, seguindo os projetos e principalmente

seguindo as normas, pode-se evitar vários problemas causados pela umidade. De maneira análoga, pode-se também concluir que é possível utilizar ferramentas para auxiliar na identificação da causa possível, expondo assim uma ampla utilidade para o diagrama de Ishikawa.

## REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6136: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria** - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas NT. **NBR 6118: Projetos de estruturas de concreto** - procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9575: Impermeabilização – Seleção e Projeto** - Rio de Janeiro: ABNT 2010.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15270: Componentes cerâmicos - Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ALVES, R.; KINCHESCKI, G. F.; SILVA, V. R.; VECCHIO, H. P.; OLIVEIRA, C. L.; CANCELIER, M. V. L. Aplicabilidade da Matriz GUT para identificação dos processos críticos: o estudo de caso do departamento de direito da Universidade Federal de Santo Catarina. Colóquio Internacional de Gestão Universitária, 17, 22 a 24 de novembro, 2017. **Anais [...]**, Mar del Plata, Argentina. Artigo. Argentina, 2017. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos15/42622532.pdf>. Acesso em: 4 dez. 2023.

ANTÓNIO, N. S.; TEIXEIRA, A.; ROSA, A. **Gestão da qualidade: de Deming ao Modelo de Excelência da EFQM**. 2. ed. rev. e aum. Lisboa: Sílabo, 2016. Disponível em: <https://static.fnac-static.com/multimedia/PT/pdf/9789726188544.pdf>. Acesso em: 4 dez. 2023.

BARBOSA, E. M. L. Análise comparativa entre alvenaria em bloco cerâmico de vedação e drywall. **Revista Especialize On-line IPOG**, ed. 10, 2015.

BAPTISTA, Karine (engenheira). Problemas com umidade na construção civil - o vilão é a água? Entrevista Matheus Leoni. **YouTube**, 31/05/2023. Disponível em: <https://youtu.be/G5i6hPwWD8g?si=dfEPpKTUzTsJ0WmH>. Acesso em: 4 dez. 2023.

BUSI, T. P. **Análise comparativa de edifícios em alvenaria estrutural de blocos cerâmicos: geometria em planta baixa mais recomendada**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande

do Sul. Porto Alegre, 2009. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28535/000769445.pdf?sequence=1>. Acesso em: 3 dez. 2023.

CINTRA, A. L. B. **Utilização da metodologia 8d para resolução de problemas:** estudo de caso de fornecedores de uma multinacional da linha branca. São Carlos, 2015.

FREITAS, V. P.; TORRES, M. I.; GUIMARÃES, A. S. **Humidade Ascensional**. Porto: FEUP, 2008.

LACERDA, B. M.; PEREIRA, A. G. Análise comparativa de sistema de alvenaria bloco cerâmico x bloco vazado de concreto. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 9, n. 3, páginas 234-251, 2017. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/11994>. Acesso em: 5 out. 2023.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto, microestrutura, propriedades e materiais**. 3. ed. IBRACON: São Paulo, 2008.

NEVES, A. Eflorescência: saiba tudo sobre essa manifestação patológica. **Blok**, Sorocaba, 2021. Disponível em: <https://www.blok.com.br/blog/eflorescencia>. Acesso em: 4 dez. 2023.

PARANHOS, A.; VECHIA, D.; BELTRAME, M. Capilaridade: um fenômeno de superfície com aplicações cotidianas. Encontro Latino-Americano de Iniciação Científica, 12 e Encontro Latino-Americano de Pós-Graduação, 8, 2007. **Anais [...]**, Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2007. Disponível em: [https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2008/anais/arquivosINIC/INIC1653\\_01\\_O.pdf](https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2008/anais/arquivosINIC/INIC1653_01_O.pdf). Acesso em: 3 dez. 2023.

PEREIRA, L. P.; REQUEIJO, J. G. **Planeamento e controlo estatístico de processos:** qualidade. Lisboa: EdFCT, 2008.

ROMANO, Roberto Cesar de O.; CARDOSO, Fábio A.; PILEGGI, Rafael G., **Propriedades do concreto no estado fresco - concreto:** ciência e tecnologia. V. 1, São Paulo: IBRACON, 2011.

SANTOS FILHO, L. M. **Apostila patologia das construções**. Curitiba, out. de 2008.

SOUZA, F. M. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, MG, 2008. Disponível em: [https://minascongressos.com.br/sys/anexo\\_material/63.pdf](https://minascongressos.com.br/sys/anexo_material/63.pdf). Acesso em: 4 dez. 2023.

TAUIL, C. A.; NESSE, F. J. M. **Alvenaria estrutural**. São Paulo: Pini, 2010.

THOMAZ, Ercio. **Trincas em edifícios causas, prevenção e recuperação**. 2. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2020.

TRUCOLO, A. C.; TALASKA, T. T. R.; ASSUMPÇÃO, V. T.; CHAGAS FILHO, J. G. A. Matriz GUT para priorização de problemas: estudo de caso em empresa do setor elétrico. **Revista Tecnológica**, v. 5, n. 2, p. 124-134, dez. 2016. ISSN 2358-9221. Disponível em: <https://uceff.edu.br/revista/index.php/revista/article/view/183>. Acesso em: 4 dez. 2023.

VIVA DECORA. **O que é eflorescência**: causas, como evitar + dicas para remover. 5 out. 2022. Disponível em: <https://www.vivadecora.com.br/pro/eflorescencia/>. Acesso em: 4 dez. 2023.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Curitiba: Werkema, 2006.

---

**Data do recebimento:** 9 de Abril de 2023

**Data da avaliação:** 29 de Outubro 2023

**Data de aceite:** 29 de Novembro de 2023

---

---

1 Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Tiradentes (UNIT SE);  
e-mail: leonardo.sgoes@souunit.com.br.

2 Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Tiradentes (UNIT SE);  
e-mail: joao.andrade01@souunit.com.br.

3 Professor da Universidade Tiradentes (Unit SE); e-mail: souza\_ds@outlook.com.br.