CENTRO UNIVERSITÁRIO ALVES FARIA (UNIALFA)
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Vitória Ketry Toledo

INFILTRAÇÕES E OS MÉTODOS DE PREVENÇÃO E TRATAMENTO:
um mapeamento sistemático da literatura

GOIÂNIA
DEZEMBRO DE 2022

VITÓRIA KETRY TOLEDO

INFILTRAÇÕES E OS MÉTODOS DE PREVENÇÃO E TRATAMENTO:
um mapeamento sistemático da literatura

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil do Centro Universitário Alves Faria (UNIALFA), sob orientação da Profa. Ma. Raquel Hellu Macedo.

Orientador(a):
Profª Ma. Raquel Hellu Macedo

GOIÂNIA
DEZEMBRO DE 2022

VITÓRIA KETRY TOLEDO

INFILTRAÇÕES E OS MÉTODOS DE PREVENÇÃO E TRATAMENTO: um mapeamento sistemático da literatura

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi analisado e julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovado em sua forma final pelo Orientador e Banca Examinadora designada pelo Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Alves Faria (UNIALFA).

_____

Profª Ma. Raquel Hellu Macedo

Aprovado em ___/_____/_____.

BANCA EXAMINADORA

Profª Ma. Raquel Hellu Macedo - Centro Universitário Alves Faria (UNIALFA)

Profª Ma. Fernanda Ferreira Morais de Rezende– Centro Universitário Alves Faria (UNIALFA)

GOIÂNIA

DEZEMBRO DE 2022

Dedico esse trabalho a meus pais, pois foram os meus maiores incentivadores nessa jornada, e aos meus professores e colegas que estiveram comigo neste período.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus.

Aos meus pais e meu irmão por todo o apoio e incentivo.

A minha orientadora pela sua dedicação e ensinamento.

E a todos que colaboraram para que este trabalho pudesse ser concluído.

“Lembre-se que as pessoas podem tirar tudo de você, menos o seu conhecimento.”
Albert Einstein

RESUMO

TOLEDO, Vitória Ketry **INFILTRAÇÕES E OS MÉTODOS DE PREVENÇÃO E TRATAMENTO: um mapeamento sistemático da literatura**. Trabalho de conclusão de curso. 47f. - Graduação em Engenharia Civil. Goiânia, 2022.

A construção civil é um dos grandes setores industriais do País, uma de suas funções é ajudar no desenvolvimento e no bem-estar da sociedade, por meio de obras de infraestrutura e edificações. Dentre esses aspectos, o concreto armado é um material fortemente utilizado na construção de estruturas e grandes obras viárias. Uma estrutura de concreto armado que não foi construída de forma adequada, logo com pouco tempo de uso já pode ser observado algumas patologias, que são falhas apresentadas no decorrer da construção da obra, ou ainda obtidas no decorrer do tempo, que podem prejudicar o desempenho esperado de uma edificação e das suas partes. O objetivo geral desse trabalho é pesquisar o estado da arte das patologias de infiltrações, para isso foi feito um mapeamento sistemático da literatura. Por meio deste estudo, foi possível aprimorar o processo de busca por literatura, adquirindo textos selecionados e aderentes ao tema, verificar vários tipos de patologias decorrentes de infiltrações e analisar quais são métodos de prevenção e tratamentos mais indicados.

PALAVRAS-CHAVE: Patologias. Infiltração. Construção Civil. Umidade.

ABSTRACT

TOLEDO, Vitória Ketry. **INFILTRAÇÕES E OS MÉTODOS DE PREVENÇÃO E TRATAMENTO: um mapeamento sistemático da literatura**. Trabalho de conclusão de curso. 47f - Graduação em Engenharia Civil. Goiânia, 2022.

Civil construction is one of the country's major industrial sectors, one of its functions is to help in the development and well-being of society, through infrastructure and building works. Among these aspects, reinforced concrete is a material widely used in the construction of structures and major road works. A reinforced concrete structure that was not built properly, so with a short time of use, some pathologies can already be observed, which are failed failures in the progress of the construction of the work, or even stopped in the course of time, which can impair performance. expected of a building and its parts. The general objective of this work is to research the state of the art of infiltration pathologies, for which a systematic mapping of the literature was carried out. Through it, it was possible to improve the literature search process, acquiring selected texts that adhere to the theme, verifying various types of pathologies resulting from infiltrations and analyzing which are the most indicated methods of prevention and treatment.

KEYWORDS: Pathologies. Infiltration. Civil Construction. Moisture.

LISTAS

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Patologias no concreto 12
Figura 2 - Corrosão na armadura do pilar 13
Figura 3 - Parede com trincas e fissuras 14
Figura 4 - Eflorescência em piscina 15
Figura 5 - Eflorescência em parede 16
Figura 6 - Banheiro com umidade por condensação 18
Figura 7 – Patologias no concreto devido a erro de execução 19
Figura 8 - Infiltração causada por vazamentos em tubulações 20
Figura 9 - Aplicação de argamassa polimérica 21
Figura 10 - Aplicação de manta asfáltica aderida com maçarico 21
Figura 11 - Etapas do mapeamento sistemático 24
Figura 12 - Quantidade de trabalho por base de dados 25
Figura 13 - Quantidade de trabalhos por ano 27
Figura 14 - Quantidade de trabalhos por modalidade de pesquisa 27
Figura 15 - Quantidade de trabalhos por estados 28
Figura 16 - Principais tipos de prevenção 29
Figura 17 - Manta asfáltica 30
Figura 18 - Principais causas de infiltração 32
Figura 19 - Parede com umidade ascensional 32
Figura 20 - Infiltração na laje devido ação da chuva 33
Figura 21 – Principais patologias abordadas 34
Figura 22 - Eflorescência no piso 35
Figura 23 - Criptoflorescência em parede 36
Figura 24 – Trincas na parede 37
Figura 25 - Aplicação de cristalizante em alvenaria de tijolos maciços 40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Sistemas usados em impermeabilização 22
Tabela 2 - Modalidades de pesquisa 23
Tabela 3 - Etapas seguidas no mapeamento sistemático da literatura.....26
Tabela 4 - Tipos de prevenção abordados pelos autores (Continua).....30
Tabela 4 - Tipos de prevenção abordados pelos autores (Conclusão)..... 31
Tabela 5 - Produtos para tratamento da infiltração e sua área de atuação (Continua) ...38
Tabela 5 - Produtos para tratamento da infiltração e sua área de atuação (Conclusão) .39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 9
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 11
2.1 Construção Civil 11
2.2 Patologias no concreto armado 11
2.2.1 Corrosão nas armaduras 13
2.2.2 Trincas e fissuras 14
2.2.4 Eflorescência 15
2.2.5 Infiltração 16
2.3 Principais causas das infiltrações 16
2.3.1 Principais causas de infiltrações 17
2.3.1.1 Falta de ventilação no ambiente 17
2.3.1.2 Falha de projeto 18
2.3.1.3 Erros de execução 18
2.3.1.4 Vazamentos nas tubulações e captações 19
2.4 Prevenção e tratamento das infiltrações 20
2.4.1 Impermeabilização 20
2.4.2 Tipos de impermeabilização 20
3 METODOLOGIA DA PESQUISA 23
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES 29
4.1 Prevenção 29
4.2 Causas 31
4.3 Tipos de Patologias 34
4.4 Tratamento 37
5 CONCLUSÃO 42
REFERÊNCIAS 44

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos grandes setores industriais do País, uma de suas funções é ajudar no desenvolvimento e no bem-estar da sociedade, por meio de obras de infraestrutura e edificações. Houve grandes evoluções desde o início das civilizações até os dias atuais, porém ainda existem certas limitações e falhas que prejudicam o desempenho de algumas estruturas.

Apesar do grande desenvolvimento de várias técnicas, o setor da construção civil ainda possui inúmeros profissionais que utilizam métodos e procedimentos baseados em experiências acumuladas aos longos dos anos, que algumas vezes são inadequadas, causando assim problemas prejudiciais à própria estrutura (ANSELMO, 2016).

Dentro deste cenário, o concreto armado é um material fortemente utilizado na construção de estruturas e grandes obras viárias. Sua aplicação é conhecida em todo o mundo e seu uso é expandido pela facilidade de execução e adaptação as mais diferentes formas. Todavia, é preciso ter qualidade, segurança e uma série de cuidados desde o projeto até a fase de execução (MARTINS, 2016).

Uma estrutura de concreto armado que não foi construída de forma adequada, não obedecendo os critérios de qualidade e os cuidados exigidos, logo com pouco tempo de uso já pode ser observado algumas patologias.

Essas patologias são falhas apresentadas no decorrer da construção da obra, ou ainda obtidas no decorrer do tempo, que podem prejudicar o desempenho esperado de uma edificação e das suas partes (FERREIRA, A. R. 2021). Essas falhas, muitas vezes são ocasionadas por algum erro em alguma fase do projeto no momento de execução da obra, pela qualidade do material, que também influencia bastante, e por falta de manutenção.

Todo tipo de patologia deve ser tratada, para não desencadear um defeito estrutural grave, que uma vez iniciada na obra, pode ocasionar vários tipos de falhas. Mesmo com os grandes avanços ainda é possível encontrar vários problemas nas construções, problemas esses que poderiam ser evitados com a prevenção e o tratamento adequado (HEERDT, 2016)

Uma das manifestações patológica mais comuns que causa problemas sérios a uma edificação é a infiltração, que se não for analisada corretamente, pode trazer danos mais graves que podem comprometer a vida útil da mesma. O estudo sobre infiltração é de grande importância pois busca entender quais são as principais causas e quais são os mecanismos de proteção, recuperação e conservação, ou seja, sabendo a origem do problema garante uma solução precisa. (FERREIRA, E. D. 2018).

São bem habituais as infiltrações nas construções, elas podem ser encontradas em várias edificações, trazendo desconforto aos usuários, degradação do imóvel, condições de insalubridade e a desvalorização do mesmo (FERREIRA, E. D. 2018).

A infiltração pode causar diversos danos estruturais como: corrosão da armadura, carbonatação do concreto, eflorescência, e também danos na pintura, rachadura e trincas na parede, mofo, danos nos pisos e azulejos, além de problemas estéticos também causa problemas de saúde.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivos.

Geral

Pesquisar o estado da arte das patologias de infiltrações, através de um mapeamento sistemático da literatura, além de analisar os principais métodos de prevenção e tratamento.

Específicos

• Realizar mapeamento sistemático da literatura;

• Verificar quais são os métodos mais eficazes de prevenção para infiltrações;

• Verificar quais são os métodos mais eficazes para o tratamento das patologias por infiltração;

• Identificar quais são as possíveis causas das patologias por infiltrações;

Justificativa

Esta pesquisa se justifica por três fatores: como supracitado, a infiltração causa diversos danos estruturais, o que podem ocasionar em perda de resistência e durabilidade das estruturas de concreto. Outro ponto, pelo qual se justifica a pesquisa, é que várias edificações novas já possuem infiltrações nas suas primeiras idades. E por fim, as infiltrações, além de todos os danos estruturais, podem desencadear problemas de saúde, inclusive respiratórios, nos usuários das estruturas.

Metodologia

Para realização do projeto será feito um mapeamento sistemático da literatura, por meio de pesquisas bibliográficas em artigos, teses, dissertações e periódicos, das bases de dados mais usadas no Brasil. Essa pesquisa se define em aplicada, bibliográfica, descritiva, quantitativa onde serão utilizados parâmetros estatísticos para analisar os dados.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este tópico trará os conceitos fundamentais para o desenvolvimento do trabalho. Nos primeiros itens, será descrito um contexto geral das principais patologias que podem se manifestar no concreto armado. E, posteriormente se concentrará as definições sobre a patologia objeto deste estudo, as infiltrações.

2.1 Construção Civil

A construção civil é um dos amplos setores industriais do país, sua atribuição é auxiliar no desenvolvimento e no bem-estar da sociedade, por meio de obras de infraestrutura e edificações. Apesar das grandes evoluções, ainda existem falhas que prejudicam o desempenho de algumas estruturas.

Mesmo com o grande desenvolvimento de várias técnicas no âmbito da construção civil, ainda existem muitos profissionais que utilizam procedimentos baseados em experiencias acumuladas aos longos dos anos, isso causa problemas para a estrutura (ANSELMO, 2016).

Dentro deste cenário, o concreto armado é um material utilizado na construção de estruturas e grandes obras viárias. Seu uso é de grande proporcionalidade devido facilidade de execução e adaptação as mais diferentes formas. Todavia, é preciso ter qualidade, segurança e uma série de cuidados desde o projeto até a fase de execução (MARTINS, 2016).

2.2 Patologias no concreto armado

As patologias na construção civil são danos que prejudicam a estrutura das edificações e são causados por diversos fatores que manifestam no decorrer da vida útil do concreto. São originados por várias razoes desde execução inadequada ao não cumprimento das normas, causando consequências desagradáveis.

Patologia na engenharia estuda as causas, as técnicas, os sintomas e origens dos problemas nas construções civis, ou seja, é o estudo que diagnostica os defeitos do mesmo. Geralmente se manifestam depois do início da execução e quanto mais cedo for a execução da recuperação desses problemas patológicos, terá correções mais duráveis e eficazes. (OLIVEIRA, 2013).

As causas mais relevantes de patologias são falhas no projeto, falhas na execução, pouca qualidade dos materiais, uso e manutenção inadequado. São originadas por falhas referentes a

etapas básicas da construção civil: concepção (planejamento / projeto / materiais), execução e utilização (FERREIRA, J. B. 2018).

As manifestações patológicas só ocorrem depois da etapa de execução, com maior ênfase na fase de uso, e as vezes muito tempo depois da conclusão do projeto, por isso é necessário um diagnostico adequado, identificando em qual etapa a patologia foi originada. Para saber o que causou esse problema, o ideal é descobrir primeiramente qual a sua origem, pois sabendo qual foi o agente causador será possível determinar medidas corretas para a correção da falha (POZZOBON, 2018).

Segundo o Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia - IBAPE (2012), as patologias podem ser classificadas em: Endógenas que são originadas da própria edificação (erros de projeto, materiais com pouca qualidade, má execução); Exógenas são causadas por fatores externos a edificação, ocasionados por terceiros; Naturais que são provocados por fenômenos da natureza; Funcionais que são originados pelo envelhecimento natural do sistema construtivo.

Figura 1 - Patologias no concreto



Fonte: Orguel (2018)[1]

Como supracitado no item anterior, o concreto armado é um dos materiais mais utilizados nas edificações além de compor seu o sistema estrutural. Todavia, é preciso ter qualidade, segurança e uma série de cuidados desde o projeto até a fase de execução, pois o mesmo pode apresentar falhas recorrentes de diversos fatores. Os itens a seguir, trata das principais patologias encontradas no concreto armado.

[1] Disponível em: https://orguel.com.br/patologias-do-concreto/patologias-do-concreto/. Acesso em: 10/05/2022.

2.2.1 Corrosão nas armaduras

A corrosão das armaduras de aço é uma patologia comum na construção civil e é causada por agentes químicos, especialmente ocasionada pela carbonatação (FERREIRA, A. R. 2021).

A corrosão é um problema recorrente que causa a danificação e reduz a resistência do concreto. Essa patologia é causada pela ação de cloreto e a carbonatação do concreto (LAPA, 2008).

A carbonatação é caracterizada pela despassivação da armadura do concreto por ação do gás carbônico da atmosfera que penetra por difusão e reage com os hidróxidos alcalinos da solução dos poros do concreto reduzindo o pH. Diante disso, esse fenômeno pode reduzir o pH do cobrimento do concreto levando à despassivação da armadura, fato este que expõe o aço a corrosão eletroquímica.

A carbonatação é um processo irreversível pois a camada passivadora do aço já foi rompida, acontecendo a corrosão da armadura. A corrosão, causada pela carbonatação produz um efeito expansivo na camada do concreto causando desplacamento do mesmo, conforme pode ser visto na Figura 2.

A outra forma de corrosão das armaduras se dá pela ação de cloretos, que penetram no concreto através de processos de difusão, de impregnação ou absorção capilar nos poros. Este processo também leva a despassivação da superfície do aço. Este fenômeno é mais corrosivo do que a carbonatação, além de ser localizado na armadura.

Figura 2 - Corrosão na armadura do pilar



Fonte: Speranza Engenharia (2022)[2]

[2] Disponível em: http://speranzaengenharia.ning.com/page/corrosao-nas-armaduras-de-concreto-armado. Acesso em: 10/05/2022.

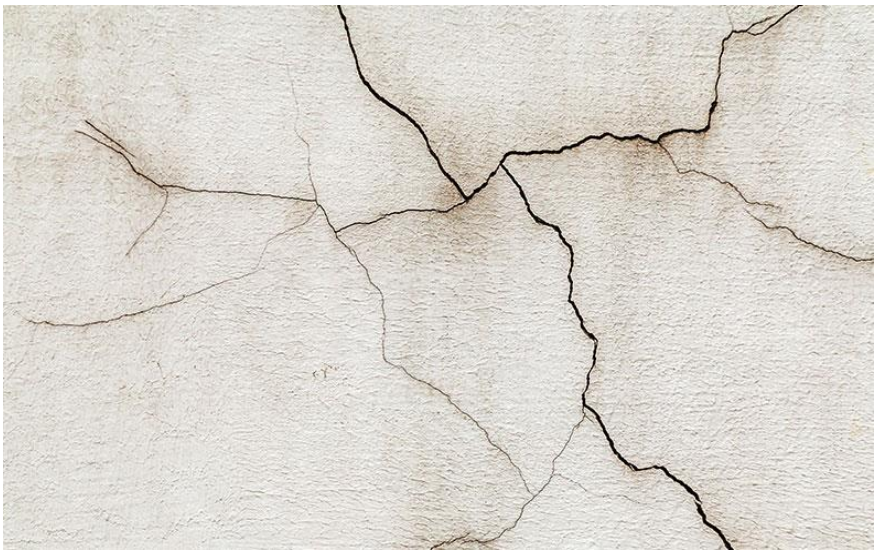
2.2.2 Trincas e fissuras

As trincas podem ser desenvolvidas em um elemento estrutural, é caracterizada como uma fratura linear no concreto, o que diferencia trinca e fissuras são as medidas das aberturas das fissuras.

As fissuras, por sua vez, são falhas muito comum que aparecem nas edificações e podem interferir na estética, na durabilidade e nas características estruturais da obra. Essa falha, pode ocorrer tanto nas alvenarias quanto nas estruturas de concreto. A fissura tem sua origem na atuação de tensões nos materiais. Essa patologia aparece em decorrência do alívio de tensões, quando a solicitação é maior do que a capacidade de resistência do material. Quanto mais frágil um material e quanto maior for a restrição imposta ao movimento do mesmo, maiores serão a magnitude e a intensidade da fissuração (CORSINI, 2010).

A fissura, assim como as demais patologias, pode ter origem em fases diferentes da edificação. De forma geral, as fissuras podem surgir na fase de projetos, de execução da alvenaria, dos vários sistemas de acabamento e, inclusive, na fase de utilização, por mau uso da edificação. Para o tratamento, tanto de trincas, como de fissuras o ideal é usar um selante plástico, para aplicar nas fissuras (LAPA, 2008).

Figura 3 - Parede com trincas e fissuras



Fonte: Mapa da Obra (2016)[3]

[3] Disponível em: https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/entendendo-as-trincas-e-fissuras/. Acesso em: 10/05/2022.

2.2.4 Eflorescência

A eflorescência é provocada pela umidade constante de dentro para fora, por sais solúveis nos componentes da alvenaria (ANSELMO, 2016).

A eflorescência por si só, não representa riscos à estrutura, apenas prejudica a estética. Esta patologia é causada pela lixiviação do hidróxido de cálcio presente no concreto. A lixiviação, por sua vez, pode ser caracterizada pelo depósito de sais na superfície do concreto, gerando manchas esbranquiçadas nas superfícies verticais. Este fenômeno pode levar a um acréscimo na porosidade, diminuindo a resistência e aumentando a permeabilidade, tornando o concreto mais vulnerável a outros ataques (MELO, SANTOS, SILVA, 2009).

A maioria da eflorescência pode ser retirada com escovação, com escova seca ou com água e também com soluções diluídas de ácidos (LAPA, 2008).

As figuras 4 e 5 mostram alguns tipos de eflorescências, causada pela lixiviação.

Figura 4 - Eflorescência em piscina



Fonte: Engenho&Arte, (2020)[4]

[4] Disponível em: https://www.engenhoearte.info/post/efloresc%C3%AAncia-uma-patologia-persistente. Acesso em: 10/05/2022.

Figura 5 - Eflorescência em parede



Fonte: Speranza Engenharia (2021)[5]

2.2.5 Infiltração

Do ponto de vista técnico, a infiltração pode comprometer o sistema estrutural, reduzindo a durabilidade da edificação implicando em um maior custo em caso de correções. Já no campo de visão estética a infiltração pode tornar ambiente interior insalubre, exalar um mau odor, danificar mobiliários, isto sendo observado por qualquer pessoa (DINIZ, 2019).

Ausência de manutenção, necessidade de impermeabilização pode ocasionar a inserção de água na alvenaria. Se as precauções não forem tomadas de forma rápida, o caso pode agravar e gerar outras patologias piores (FERREIRA, E. D. 2018).

Como o objeto deste estudo são as infiltrações, os próximos tópicos descreverão suas principais características.

2.3 Principais causas das infiltrações

Como as infiltrações são patologias prejudiciais para a edificação, destaca-se abaixo suas principais causas e prevenções.

[5] Disponível em: https://speranzaengenharia.ning.com/page/eflorescencias-e-criptoeflorescencias-parte. Acesso em: 10/05/2022.

2.3.1 Principais causas de infiltrações

A infiltração é um dos problemas mais recorrentes na construção, isso porque as superfícies são porosas em sua naturalidade, porque são feitas de argamassa e concreto. As causas podem surgir por efeitos naturais como umidade do solo ou chuvas, ou também a vazamentos de tubulações, falta de ventilação, reservatórios e ambientes desprovidos de proteção (BAUERMANN, 2018)

Geralmente, as patologias manifestadas através da umidade, deve-se ao ambiente propicio e a fatores como, materiais com alto índice de sais, retração e expansão do concreto e a porosidade das argamassas. Tais patologias, diminuem a vida útil e o valor econômico das construções, causam desconforto ao proprietário, e podem trazer problemas relacionado a saúde. (BAUERMANN,2018)

Para solucionar os problemas de infiltrações é necessário saber qual o motivo que está desencadeando tal patologia, e tratar com os produtos indicados para cada casos. Os principais fatores estão listados a seguir.

2.3.1.1 Falta de ventilação no ambiente

Locais onde possui pouca ventilação como banheiros, cozinhas, áreas de serviços, são locais favoráveis a infiltração por condensação (BAUERMANN, 2018).

A condensação ocorre pela presença de uma quantidade considerável de umidade no ar e da superfície que possui uma temperatura abaixo da correspondente ao ponto de orvalho (temperatura na qual a umidade relativa do ar é 100%). (CASTRO, 2021).

Para solucionar esse problema o ideal é manter o ambiente mais ventilado.

Figura 6 - Banheiro com umidade por condensação



Fonte: Amigo Construtor (2021)[6]

2.3.1.2 Falha de projeto

É de grande importância o projeto de impermeabilização, o planejamento e uma boa execução são cruciais para evitar falhas. Projeto incompleto, falta de um projeto específico para suprir as necessidades de determinada construção, podem gerar problemas caros e difíceis de serem restaurados (RODRIGUES, 2017).

Ainda de acordo com Rodrigues (2017), a escolha de um impermeabilizante errado para um local estabelecido, poucas indicações para aplicação, poucos detalhes antes das execuções e não seguir as normas de impermeabilização levam traz diversos problemas.

2.3.1.3 Erros de execução

Mesmo que na obra o sistema de impermeabilização tenha sido feito em todas as etapas necessárias, se executados inadequadamente a estrutura estará sujeita a danificação (SOUZA, 2021).

Muitas vezes esses erros de execução são causados pela falta de fiscalização de quem está executando, pela carência de mão de obra experiente. Outro caso que ocorre na execução é o projeto ter indicado algo, e por algum imprevisto ser alterado na obra sem consultar o projetista.

[6] Disponível em: https://portal.amigoconstrutor.com.br/infiltracoes/. Acesso em: 29/04/2022

A necessidade de um controle de qualidade que também é um fator que causa problemas de infiltração (RODRIGUES, 2017).

Figura 7 – Patologias no concreto devido a erro de execução



Fonte: Fórum da Construção (2020)[7]

2.3.1.4 Vazamentos nas tubulações e captações

Vazamentos nas edificações geralmente acontecem com maior periodicidade em banheiros ou cozinhas, por terem tubulações de passagem de água nesses ambientes, possui soluções mais difíceis, pois as infiltrações acontecem dentro da parede (RODRIGUES, 2017).

Erros de projeto, tais como, dimensionamento inadequado das tubulações, incompatibilidade do revestimento, especificação inadequada de materiais, falta de sistema de impermeabilização dos baldrames, falta de sistemas de drenagem. Erros de execução como: uniões mal executadas, pouco caimento, caixas trincadas, impermeabilização mal executadas etc. e pela baixa qualidade e uso inadequado de materiais (PONTES, 2018).

[7] Disponível em: http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=17&Cod=1670. Acesso em: 10/05/2022.

Figura 8 - Infiltração causada por vazamentos em tubulações



Fonte: Dansoluções de Infiltrações, 2020[8]

2.4 Prevenção e tratamento das infiltrações

2.4.1 Impermeabilização

De acordo com Bertoldo (2017), os métodos impermeabilizantes atuam como uma barreira que impedem que a água penetre na superfície em que foi aplicada, resultando à estrutura uma proteção mecânica ou química. É como se fosse uma película protetora que evita que a umidade entre na superfície.

As principais funções dos sistemas de impermeabilização são evitar o desgaste das armaduras de concreto, promover a conservação das edificações, proteger a estrutura contra infiltrações, eflorescência e contaminações (RIBEIRO, 2019)

Deve-se realizar a impermeabilização em vigas baldrames, devido a umidade ascendente no solo; paredes enterradas, pois ficam em contato direto com o solo; lajes, por estarem diretamente expostas a umidade; reservatório, pois a própria água armazenada pode prejudicar a estrutura (SOUZA, 2021)

2.4.2 Tipos de impermeabilização

Segundo Rodrigues (2016), impermeabilizantes são classificados em dois tipos:

[8] Disponível em: https://dansolucao.com.br/infiltracao-em-condominios-como-surgem-e-como-identifica-las/. Acesso em: 10/05/2022

•**Rígidos:** são originados de resinas termoplásticas ou cimentos poliméricos. São destinadas para cozinhas, banheiros, reservatórios enterrados entre outras áreas cobertas. A maioria das vezes é aplicado com broxas e trinchas, sempre em demãos cruzadas, as vezes usa-se uma tela de poliéster nos ralos e vértices, é chamado de impermeabilização estruturada.

Figura 9 - Aplicação de argamassa polimérica



Fonte: Inovacivil (2019)[9]

•**Flexíveis:** já os flexíveis são usados em áreas externas, como piscinas, reservatórios, solários, locais onde há variação de temperatura. Possui elementos asfálticos ou base epóxi. Os que possuem base epóxi pode ser dissolvidos em um solvente específico e aplicado com broxa, rolo ou trincha. Ou de acordo como informa o fabricante.

Figura 10 - Aplicação de manta asfáltica aderida com maçarico



Fonte: Inovacivil (2019)[9]

[9] Disponível em: https://www.inovacivil.com.br/os-principais-sistemas-de-impermeabilizacao/. Acesso em: 13/05/2022.

A tabela 1 apresenta alguns detalhes dos tipos de impermeabilizantes mais utilizados.

Tabela 1 - Sistemas usados em impermeabilização

TIPOS DE IMPERMEABILIZANTES	INDICADOS PARA LOCAIS SUJEITOS À:	TIPOS DE MATERIAIS	LOCAIS DE APLICAÇÃO
RÍGIDOS	•Não movimentação; •Que não tenha forte exposição solar; •Que não possua variação térmica e vibrações;	Argamassa polimérica; Concreto impermeável; Argamassa com aditivo impermeabilizante;	Muros de arrimo; Reservatório, piscina, caixa d'água (enterrados); Parede de encosta; Pisos em contato com o solo; Subsolos; Alicerces; Poços de elevadores
FLEXÍVEIS	•Movimentação; •Forte exposição solar; •Variação térmica e vibrações;	Membrana asfáltica e acrílica; Argamassas poliméricas; Manta asfáltica;	Lajes de cobertura; Terraços; Reservatórios elevados; Abóbadas; Áreas frias: banheiros, cozinhas; Calhas de concreto; Áreas de serviço;

Fonte: Elaborado pela autora baseado em Vedacit (2010)

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Esta pesquisa pode ser caraterizada em sua finalidade como aplicada, pois gera conhecimento para aplicação prática além de realizar estudo direcionado para solucionar problemas específicos; quanto ao objetivo, é uma pesquisa descritiva, pois expõe características de determinado fenômeno, que no caso deste estudo, é a infiltração.

A pesquisa com relação à abordagem do problema é quantitativa, visto que considera que tudo pode ser quantificável, é basicamente traduzir opiniões e informações em números para classificá-las e analisá-las, porém como busca entender o fenômeno da infiltração e suas possíveis causas, pode ser caracterizada também como qualitativa. Por fim, quanto às técnicas e procedimentos utilizados, é uma pesquisa bibliográfica, pois trará um estudo sistematizado com base em materiais publicados, exemplo: revistas, redes eletrônicas, livros, ou seja, material acessível ao público.

A pesquisa está definida de acordo com a tabela 2:

Tabela 2 - Modalidades de pesquisa

QUANTO À FINALIDADE
Pesquisa aplicada
QUANTO AO OBJETIVO
Pesquisa descritiva e Exploratória
QUANTO À ABORDAGEM DO PROBLEMA
Pesquisa quantitativa e qualitativa
QUANTO ÀS TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS UTILIZADOS
Pesquisa bibliográfica

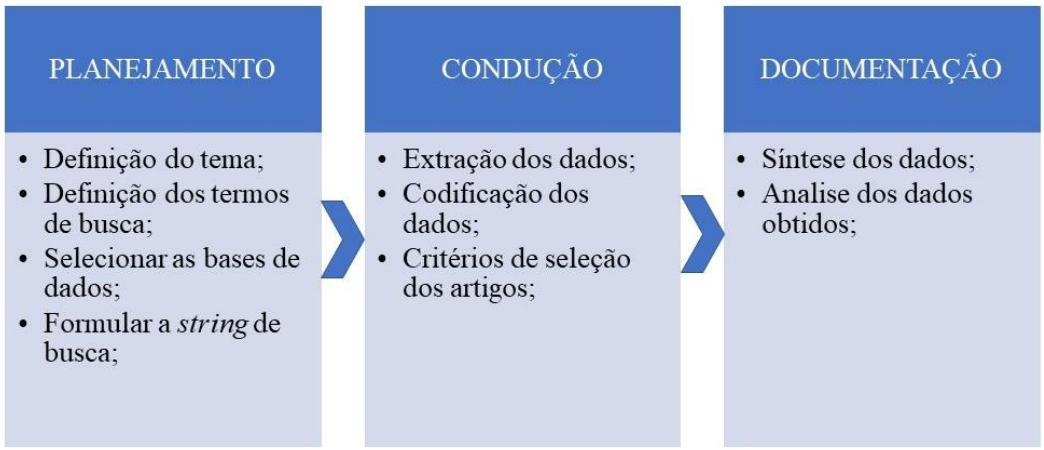
Fonte: elaborado pela autora, 2022.

Esta pesquisa será feita por meio de um mapeamento sistemático da literatura, cujo objetivo é aprimorar o processo de busca por literatura, melhorar a revisão sistemática, adquirindo textos selecionados e aderentes ao tema, busca base de dados solidas para garantir publicações com mais qualidade.

Para Kitchenham (2007), o Mapeamento Sistemático tem questões de pesquisa de caráter mais abrangente e pode ser usado para identificar a literatura disponível antes de realizar revisões sistemáticas. Apoiando mais em tabulações de estudos primários em categorias definidas, o Mapeamento Sistemático visa construir uma estrutura e esquema de classificação em um campo de interesse. A análise de resultados foca na regularidade de publicações por categoria dentro desse esquema, ainda que diferentes particularidades possam ser combinadas para responder questões de pesquisa mais específicas. Seguindo o método do Mapeamento

Sistemático, para realização do trabalho foram elaboradas as seguintes etapas apresentadas na Figura 11.

Figura 11 - Etapas do mapeamento sistemático



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Definido o tema da pesquisa (Patologias de infiltrações, suas causas e prevenções), foram escolhidos os termos/*strings* de busca. Para o desenvolvimento do trabalho foram realizadas pesquisas nas bases de dados; *Scielo*, Periódicos Capes, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações e Google Acadêmico, *Science Direct e Scopus.*

Após realizadas as buscas, a pesquisa foi conduzida por meio de extração de dados nos trabalhos encontrados, codificação de dados por meio de tabelas e planilhas, além de escolhidos os critérios de seleção dos trabalhos, que se fundamentarão no tema central da pesquisa.

Após a extração e análise dos trabalhos, foi realizado o desenvolvimento e parte central da pesquisa, com a síntese e análise dos dados obtidos, visando o aprofundamento no tema em questão.

3.1 Planejamento

Diante do tema da pesquisa, foram escolhidos os termos/*strings* de busca, a saber: PATOLOGIAS & INFILTRAÇÕES & PREVENÇÃO & CONCRETO. Para realizar a pesquisa foram utilizados os termos em português e inglês, para aumentar a busca. Realizou-se a pesquisa nas bases de dados: *Scopus; Science Direct;* Periódico Capes*;* Google Acadêmico*; Scielo;* Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações. Apenas teses, dissertações, artigos e publicações aderentes, fizeram parte da pesquisa.

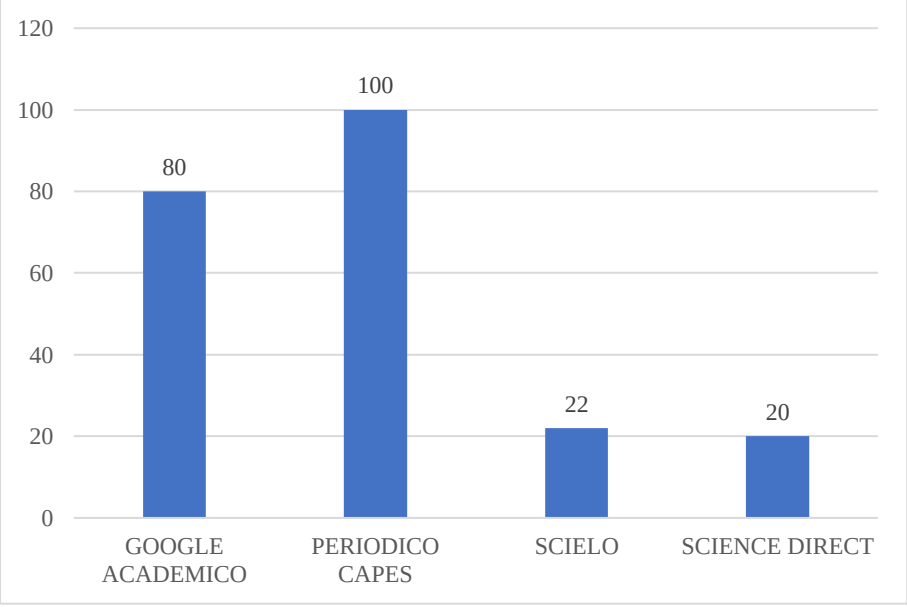
Mesmo com a existência de muitos trabalhos publicados que abordam a área de infiltrações e os métodos de prevenção e tratamento, é necessário que se faça uma análise de todos os trabalhos nessa temática para melhor aprofundamento, assim obtendo maior esclarecimento e solucionando falhas no processo.

3.2 Condução da pesquisa e obtenção de dados

A pesquisa foi realizada em outubro de 2022, com a etapa de planejamento definida; tema, estratégia de busca, bases de dados, *strings* de busca e os critérios de inclusão e exclusão iniciou-se as buscas nas bases de dados selecionadas, quando foram encontradas 222 publicações inicialmente, nas bases de dados citadas, e pelos critérios de seleção, foram escolhidos 19 artigos aderentes à pesquisa, na primeira etapa.

Inicialmente foram selecionados 222 trabalhos pelas *strings* de busca, conforme mostrado na Figura 12. Cabe salientar, que pela base de dados *Scopus* não foram encontrados trabalhos.

Figura 12 - Quantidade de trabalho por base de dados



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Para a condução da pesquisa, e afinamento de artigos aderentes, foram adotados alguns critérios de seleção, o primeiro deles foi a exclusão pela leitura dos títulos, onde foram excluídos o total de 190 artigos.

Após isso, a próxima exclusão foi feita pela leitura dos resumos, onde se chegou à exclusão de 9 trabalhos. Logo após, foram excluídos pela etapa de leitura dos trabalhos 4 trabalhos não aderentes ao tema.

Com isso, pelos critérios de seleção, foram escolhidos um total de 19 artigos aderentes à pesquisa.

Com a finalidade de encontrar trabalhos que poderiam ter escapado da busca usou-se a técnica *snowballing* (amostragem por bola de neve), essa técnica consiste na utilização das referências bibliográficas citadas nos trabalhos selecionados previamente como fonte para identificação de novas referências, retornando um total de 9 trabalhos. Além disso, foram verificadas as pesquisas já usadas como referências no tópico 2 deste trabalho, e foram selecionados 19 estudos por essa amostragem, somando um total de 47 trabalhos aderentes.

Logo após isso, houve também uma outra exclusão por repetição, excluindo os trabalhos duplicados. Toda a etapa de condução da pesquisa pode ser vista na tabela 3.

Tabela 3 - Etapas seguidas no mapeamento sistemático da literatura

Artigos selecionados pelas *strings* de busca	222
Exclusão pela leitura dos títulos	190
Exclusão pela leitura dos resumos	9
Exclusão pela leitura dos artigos	4
Amostragem por bola de neve	9
Amostragem das referências já utilizadas no trabalho	19
Exclusão por repetição	13
TOTAL DE TRABALHOS ADERENTES	34

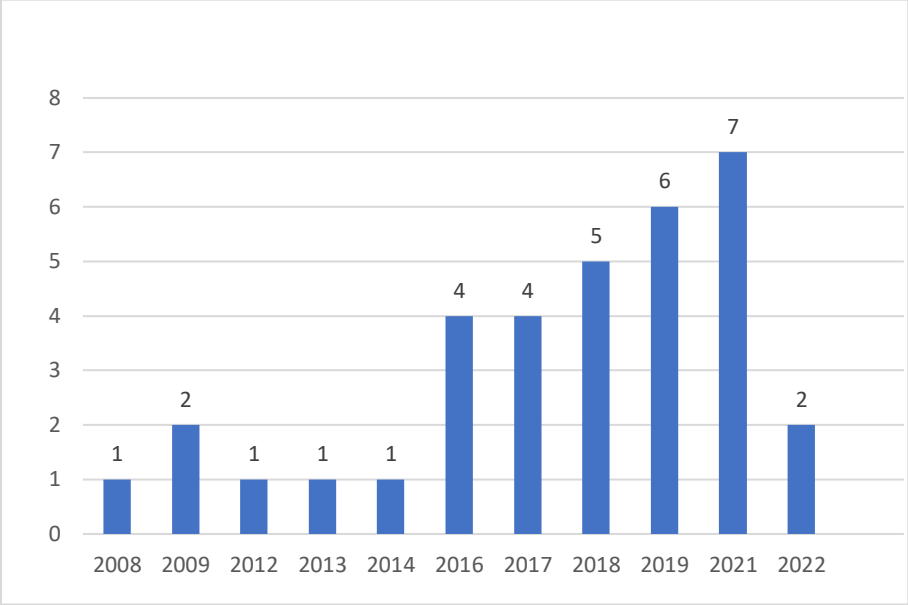
Fonte: Elaborado pela autora (2022)

3.3 Análise dos dados obtidos

Os estudos retornados por meio das buscas compuseram a lista de trabalhos mais relevantes. No total foram selecionados 34 artigos aderentes a essa pesquisa, no qual foi aplicado os critérios de seleção, para identificar estudos que contribuem com evidências diretas sobre as questões buscadas. Logo após isso, os dados foram analisados com relação a cada questão de pesquisa levantada. Também foram gerados gráficos e tabelas para auxiliar na análise.

Dos 34 trabalhos considerados aderentes, foi realizado um mapeamento para quantificar a quantidade de trabalhos por ano (Figura 13). Pode-se constatar através do gráfico, uma tendência de aumento na quantidade de trabalhos em relação ao tema, e ainda a grande quantidade de publicações recentes.

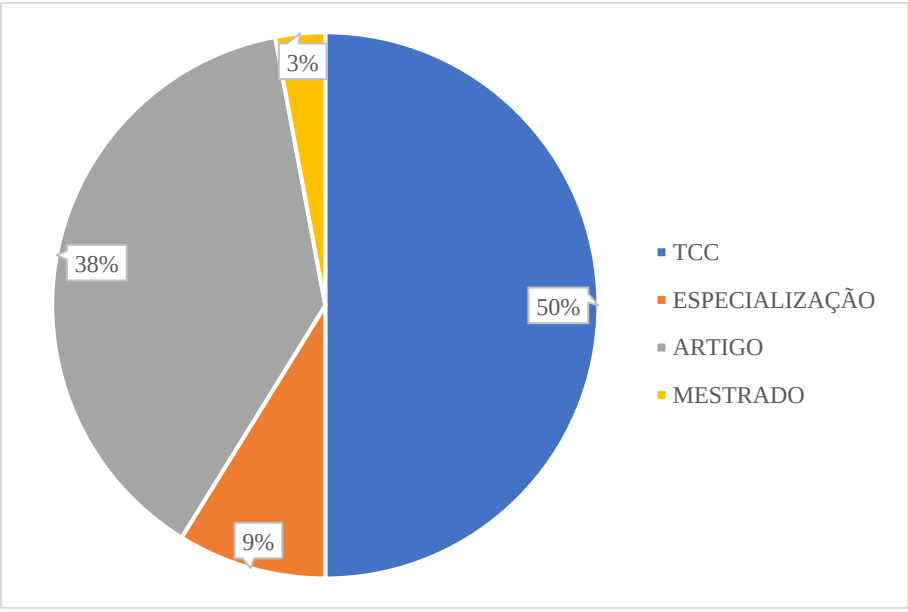
Figura 13 - Quantidade de trabalhos por ano



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Com relação a modalidade dos trabalhos selecionados, conforme a Figura 14, mostra que o assunto Patologias de infiltrações, suas causas e prevenções, é muito aderido por alunos que estão concluindo sua graduação, os trabalhos de conclusão de curso somam cerca de 50% dos trabalhos aderentes. Ainda assim, foram encontradas outras modalidades de pesquisa.

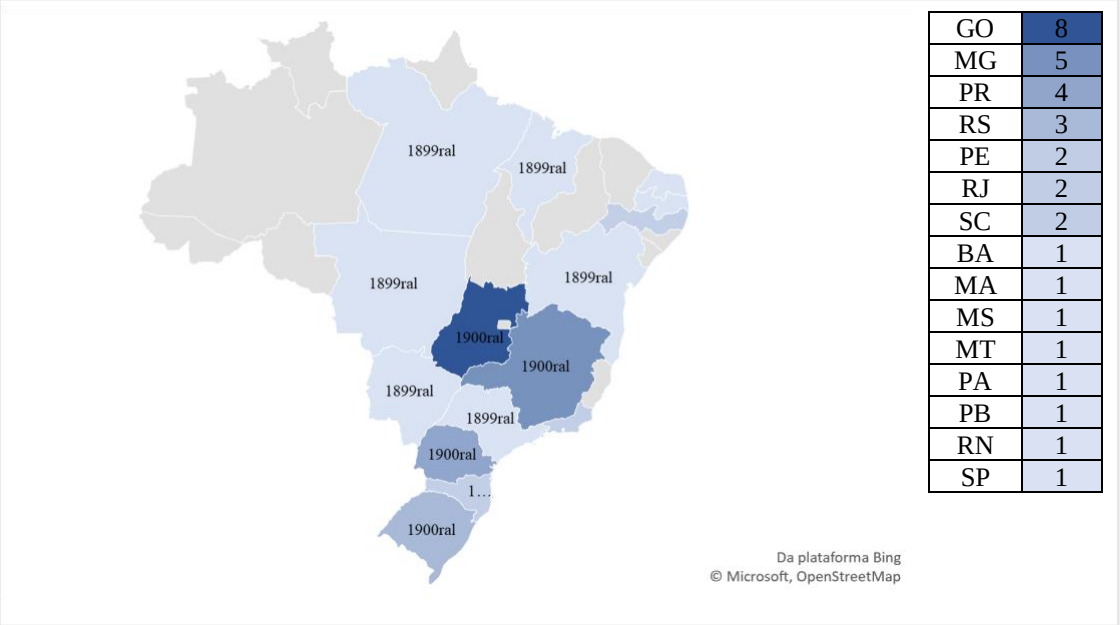
Figura 14 - Quantidade de trabalhos por modalidade de pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Foi verificado também as regiões que tiveram mais trabalhos relacionado ao tema Patologias de infiltrações, suas causas e prevenções. Percebe-se pela Figura 15, que a maior quantidade de publicações encontradas foram os estados de Goiás e Minas Gerais.

Figura 15 - Quantidade de trabalhos por estados



GO	8
MG	5
PR	4
RS	3
PE	2
RJ	2
SC	2
BA	1
MA	1
MS	1
MT	1
PA	1
PB	1
RN	1
SP	1

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

A análise dos dados relacionados à pesquisa estão demonstrados no tópico 4.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

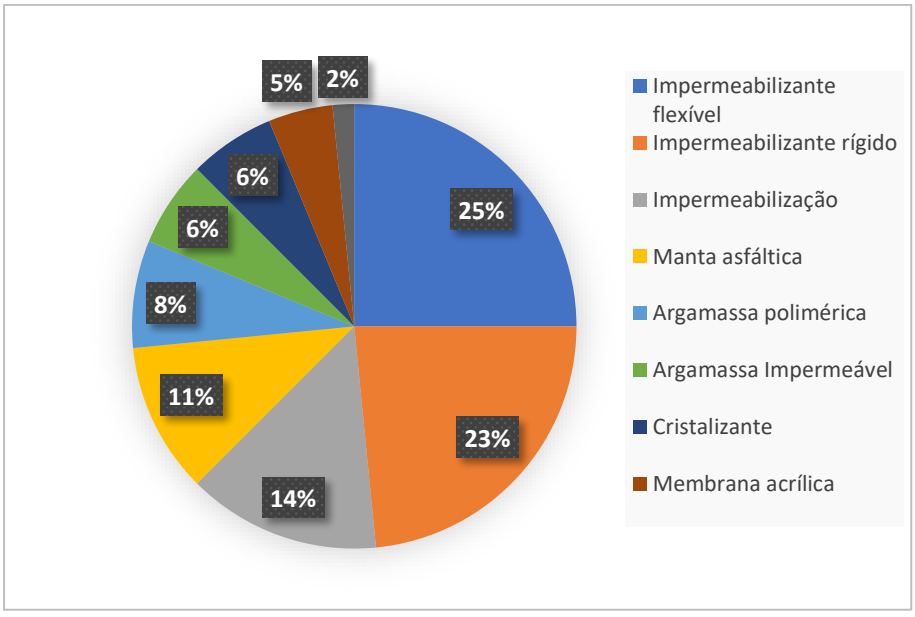
Com o mapeamento sistemático foi possível identificar vários estudos dentro do contexto de infiltração. Através dos 34 artigos aderentes foram analisados as prevenções, causas e tratamento da infiltração e os principais tipos de patologias decorrentes da infiltração, que estão descritos nos tópicos a seguir.

Através dos 34 artigos aderentes foram analisados a prevenção, causa, tipo de patologia e tratamento de infiltração, que estão descritos nos tópicos a seguir.

4.1 Prevenção

A prevenção é de grande importância para a construção, com base nisso, foi verificado nos artigos aderentes que a melhor maneira para evitar problemas com infiltração é utilizando impermeabilizantes. Analisando os trabalhos, percebe-se que a maioria dos autores trataram de maneira geral os impermeabilizantes rígidos e flexíveis, e a impermeabilização sem especificar o material impermeabilizante (Figura 16).

Figura 16 - Principais tipos de prevenção



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Com o mapeamento sistemático dos trabalhos selecionados, verificou-se que em relação aos demais produtos o impermeabilizante flexível foi o mais citado entre os autores.

Para RIGH (2007) a impermeabilização flexível é aplicada em partes construtivas com fissuras, é um tipo de impermeabilização que pode ser moldado no local (membranas) ou pré-fabricada (mantas).

Dentro do sistema de impermeabilizantes flexíveis a manta asfáltica foi um dos métodos mais citado entre os artigos. Segundo, SOUZA; MELO (2021) a aplicação desse método é mais adequado para aplicação em lajes pré-fabricadas, lajes prediais de concreto armado, terraços, coberturas, varandas, estacionamentos, e em certos casos até em piscinas. São feitas de um lençol pré-fabricado a base de asfalto com polímeros (Figura 17).

Figura 17 - Manta asfáltica



Fonte: SOUZA; MELO (2021)

Com a pesquisa foi possível mapear os tipos de prevenção mais utilizados e qual foram os mais abordados pelos autores (Tabela 4).

Tabela 4 - Tipos de prevenção abordados pelos autores (Continua)

Impermeabilizante flexível	Almeida, Faria (2017); Barbosa (2018); Bauermann, Do Pantanal (2018); Bertoldo (2017); Galvão (2019); Hussein (2013); Magalhaes (2021); Oliveira (2021); Pontes (2018); Ribeiro (2019); Righi (2009); Rodrigues (2016); Rodrigues (2017); Schonardie (2009); Silva (2019); Souza, Farias (2022).
Impermeabilizante rígido	Almeida, Faria (2017); Barbosa (2018); Bauermann, Do Pantanal (2018); Bertoldo (2017); Galvão (2019); Hussein (2013); Oliveira (2021); Pontes (2018); Ribeiro (2019); Righi (2009); Rodrigues (2016); Rodrigues (2017); Schonardie (2009); Silva (2019); Souza, Farias (2022).
Impermeabilização	Anselmo (2016); De Souza (2008); Diniz (2019); Dos Santos (2022); Ferreira (2018); Ferreira (2021); Macedo (2017); Maia (2018); Morais (2021).

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Tabela 4 - Tipos de prevenção abordados pelos autores (Conclusão)

Manta asfáltica	Barbosa (2018); De Almeida, Faria (2017); Hussein (2013); Lage (2012); Righ (2009); Souza, Farias (2022); Souza, Melo (2021).
Argamassa polimérica	Almeida, Faria (2017); Barbosa (2008); Gonçalves (2019); Hussein (2013); Righ (2009); Souza, Farias (2022).
Argamassa Impermeável	Almeida, faria (2017); Barbosa (2018); Hussein (2013); Lage (2012);
Cristalizante	Barbosa (2018); Hussein (2013); Righ (2009); Souza, Farias (2022).
Membrana acrílica	Barbosa (2018); Righ (2009); Souza, Farias (2022).

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

De acordo com os autores encontrados no mapeamento, é possível constatar que vários problemas relacionados as impermeabilizações podem ser evitados fazendo o planejamento já nas primeiras etapas da construção.

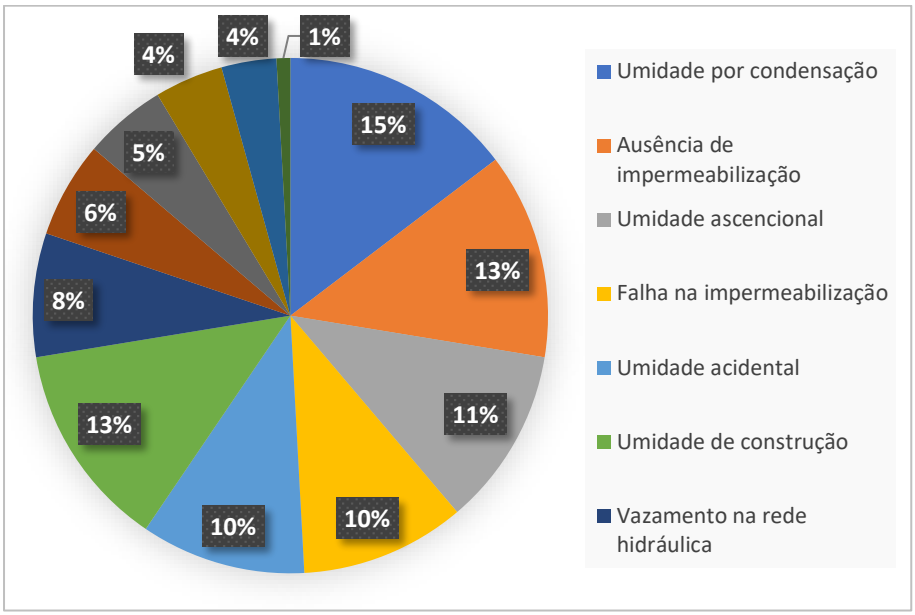
Existem diversos tipos de impermeabilizantes para atender várias solicitações na obra, a impermeabilização é considerada uma das etapas mais importantes da construção, sendo uma ótima solução para infiltrações e deve ser usada na fase preliminar da obra, além de proporcionar uma vida útil maior da obra, possibilita a proteção da edificação contra diversos problemas relacionados a umidade.

4.2 Causas

São grandes as causas que influenciam o aparecimento de problemas recorrentes da infiltração. Nos trabalhos selecionados foram observados vários fatores que causaram esse problema, a maioria das causas são em relação a umidade. O mais citado entre os autores foi a umidade por condensação, que é causada pela umidade do ar e pelo vapor da água, os locais mais suscetíveis a condensação são cozinhas, banheiros, áreas de serviço, saunas e em locais onde há pouca ventilação.

Conforme o gráfico, foram apontados também, outros tipos de causa de infiltração decorrentes da umidade no ambiente.

Figura 18 - Principais causas de infiltração



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

De acordo com Heerdt (2016):

- Umidade ascensional: é originada do solo, podendo ser notadas em paredes e solos.

Parede externa da residência com infiltração.

Figura 19 - Parede com umidade ascensional



Fonte: Heerdt (2016)

- Umidade de infiltração: aquela que passa da área externa para interna através de pequenas trincas.

Figura 20 - Infiltração na laje devido ação da chuva



Fonte: Castro e Oliveira (2021)

- Umidade de construção: é a umidade existente na execução da obra, presente em argamassas.

Se tratando da umidade por capilaridade muitos autores abordaram sendo a mesma umidade ascensional, aquela que vem do solo.

Para Righ (2009) umidade por capilaridade é o efeito da água sobre partes das construções que estão em contato com o solo úmido ou em bases alagadas; umidade acidental é a que ocorre por vazamentos nas tubulações; umidade por percolação é onde existe livre escoamento da água sem pressão sobre os elementos da construção.

Devido a ação dessas umidades acontecem as patologias, por ausência ou falha na impermeabilização. Para atender uma impermeabilização eficiente é importante que atenda a alguns requisitos. Exemplo: qualidade do impermeabilizante; projeto de impermeabilização, o sistema a ser utilizado para que possa optar por um produto adequado, qualidade de execução da mão de obra.

A ausência e a falha na impermeabilização são outras causas que foram bastante abordadas entre os autores dos artigos selecionados. Segundo Righ (2009), pelo fato de muitas vezes não estar dentro do alcance visual após a edificação pronta, a impermeabilização é ignorada, não sendo tratada com a devida importância ou muitas vezes não sendo utilizada.

Levando em consideração o custo, caso haja falta ou falha de impermeabilização os gastos serão muito maiores com os reparos posteriormente, pois além dos impermeabilizantes terão os gastos com os materiais complementares.

Com o mapeamento sistemático, foi possível verificar nos trabalhos selecionados que 8% das causas de infiltrações estão relacionadas ao vazamento em redes hidráulicas, muitos edifícios sofrem com isso, e a maioria das vezes é pelo tipo de material usado ou execução de mão de obra de forma incorreta, causando transtornos associados aos problemas recorrentes de infiltração.

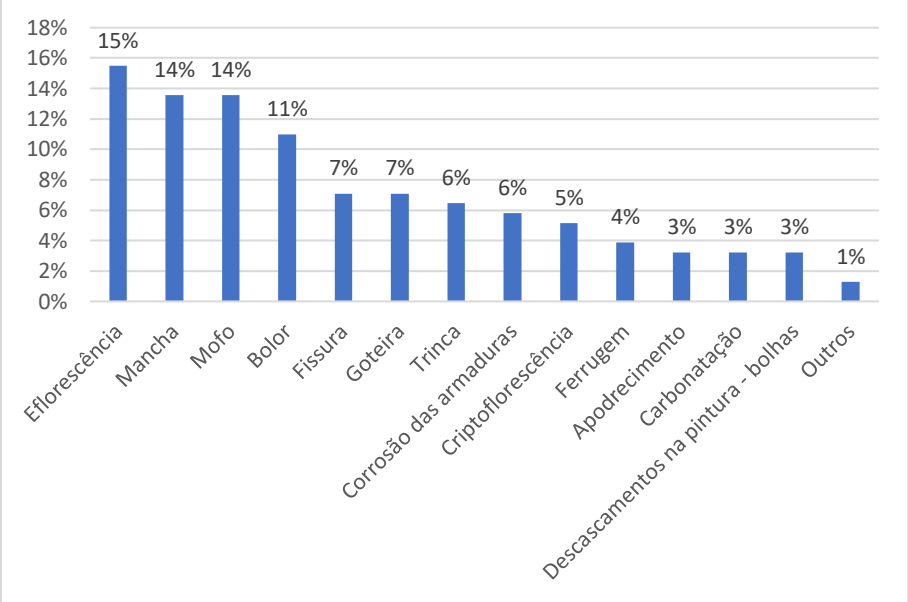
4.3 Tipos de Patologias

Foi possível verificar com os dados extraídos que são muitas as causas para o aparecimento de diversas patologias decorrentes das infiltrações nas construções. Ausência e a falha na impermeabilização, qualidade do impermeabilizante; falta de projeto de impermeabilização, qualidade de execução da mão de obra, vazamentos nas redes hidráulicas, entre outros.

Segundo Souza (2021), todas as etapas da construção devem ser executadas seguidas criteriosamente, para que não aconteça patologias no futuro, desde impermeabilização da fundação, até o acabamento com impermeabilizantes que são mais resistentes, fazendo isso terá uma redução de custo e de tempo, e também mais bem-estar aos usuários do edifício

Dentre os trabalhos aderentes, e analisando os dados do mapeamento sistemático, foi possível verificar que os tipos de patologias mais tratados pelos autores, são eflorescência 15%, mancha e mofo 14%, bolor 11%, conforme Figura 21.

Figura 21 – Principais patologias abordadas



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

A eflorescência (Figura 22) pode acontecer em qualquer parte da construção, trazendo modificações estéticas e podendo ser também agressiva. No primeiro momento, ela muda a aparência do elemento onde ela está aplicada, e no segundo, por causa dos sais componentes, pode causar até deterioração profunda (SOUZA, 2008).

Figura 22 - Eflorescência no piso



Fonte: Souza (2008)

Para Souza (2008), as criptoflorescência (Figura 23) são formações salinas, que tem a mesma causa da eflorescência, porém os sais formam grandes cristais que ajustam no interior da própria estrutura, quando crescem podem pressionar a massa, formando rachadura e até a queda da parede.

Figura 23 - Criptoflorescência em parede



Fonte: Silva (2019)

Os mofos e bolores são patologias causadas por fungos que prejudicam o ambiente afetado, ocorre em ambientes úmidos que estão sujeitos a infiltração. É consequência da proliferação dos micro-organismos conhecidos como fungos (SOUZA, 2008).

Frequentemente as alterações causadas pelos fungos são tantas, que para realizar a reparação da estrutura é preciso que tenha a substituição de revestimentos e até das alvenarias (RIGHI, 2009).

Segundo Castro e Martins (2014), além dos gastos, os fungos causam diversos tipos de doenças, algumas são cancerígenas e problemas respiratórios.

Em relação as trincas e as fissuras elas podem acontecer em toda alvenaria, em razão da expansão das argamassas por umidade e retração de secagem (HUSSEIN, 2013). Para Castro e Martins (2014) os locais mais propensos a essa anomalia é a base das paredes, cantos desprotegidos, platibandas, entres outros devido a infiltração expandir a alvenaria causando fissuras e trincas. Na figura abaixo, o autor mostra um caso houve umidade excessiva ocasionando as trincas

Figura 24 – Trincas na parede



Fonte: Castro; Martins, (2008)

Essas patologias são causadas pela umidade, essas manifestações patológicas vão gradativamente, deteriorando os materiais e a construção. Por isso a impermeabilização não é somente para manter uma boa aparência é para que a edificação tenha uma vida útil maior.

4.4 Tratamento

Na busca de soluções para infiltrações, é primordial conhecer as causas de tal patologia, para que se possa prescrever o tratamento adequado para o problema, pois caso tratar a patologia sem extinguir a causa, a manifestação patológica tende a aparecer novamente.

Através do mapeamento sistemático foi possível verificar que os autores buscaram de maneira geral soluções parecidas, que primeiro é conhecer a origem, para que haja correção da mesma, e logo após isso usar a proteção necessária para cada tipo de infiltração, que seria a impermeabilização.

É importante salientar, que para cada tipo de patologia tem produtos indicados para o tratamento correto.

Conforme a tabela foram indicados os produtos para tratamentos e os locais por área de atuação da infiltração, porém não foi esclarecido como é feito a preparação e aplicação, para Schönardie (2009) essa decisão se deve ao fato de que algumas soluções podem ser usadas para mais de um tipo de problema, podendo ser repetitivo o detalhamento.

Tabela 5 - Produtos para tratamento da infiltração e sua área de atuação (Continua)

PRODUTOS	ÁREA DE ATUAÇÃO
Aditivo Hidrófugo	Vigas de fundação
	Paredes
	Contrapisos
	Argamassa de assentamento (evita umidade ascendente)
	Reservatórios
Aditivo Hidrorepelente	Fachadas
	Paredes externas
Argamassa Polimérica	Reservatórios
	Piscinas
	Subsolos
	Paredes internas e externas
	Pisos
	Pedras naturais antes do assentamento (evita eflorescências)
Cristalizante	Rodapés (evita umidade ascendente)
	Paredes em subsolo (evita infiltração por lençol freático-pressão negativa)
Manta Asfáltica de alta performance	Lajes
	Coberturas
	Piscinas
Manta Asfáltica à base de asfalto modificado	Lajes
	Piscinas
Manta Asfáltica anti-raiz	Floreiras
	Contrapisos e paredes em contato com o solo
Manta Asfáltica aluminizada	Áreas expostas e sem trânsito
	Lajes inclinadas
	Coberturas
	Marquises
Manta Asfáltica à base de asfalto modificado com polímeros	Lajes
	Contrapisos
	Terraços
	Varandas
	Baldrames
	Lavabos
	Banheiro
	Cozinha
	Lavanderia

Tabela 5 - Produtos para tratamento da infiltração e sua área de atuação (Conclusão)

Tinta betuminosa	Proteção de superfícies de concreto
	Alvenaria
	Madeira e metálicas
	Baldrames
	Fundações
	Paredes em contato com o solo
Membrana Polimérica	Lajes de cobertura
	Marquises
	Sheds
	Lajes
	Terraços
	Calhas
	Baldrames
	Paredes em contato com umidade
	Rodapés (evita umidade ascendente)
	Floreiras
	Piscinas
Membrana asfáltica elastomérica	Lajes
	Floreiras
	Marquises
	Pisos
	Terraços
	Calhas
	Baldrames
	Piscinas
Membrana acrílica	Lajes
	Marquises
Membrana de poliuretano	Lajes
	Floreiras
	Marquises
	Pisos
	Terraços
	Calhas
	Baldrames
Resina termoplástica	Piscinas
	Reservatórios
Emulsão Asfáltica	Lajes
	Pisos
	Baldrames
Emulsão acrílica	Lajes
	Pisos
	Paredes
	Calhas

Fonte: Elaborado pela autora baseado em Schönardie (2009)

Para soluções com problemas de impermeabilização em paredes enterradas, tem produtos que pelas suas propriedades, não podem ser aplicados na parte interna da edificação, pois eles não suportam as pressões negativas, de fora para dentro. As estruturas enterradas sofrem muito pela falta de tratamento útil contra umidade (RIGH, 2009)

Segundo Righ (2009), existe uma grande diversidade de produtos com diversas características, tem pouca probabilidade que apenas um tipo de produto tenha desempenho satisfatório. As soluções de impermeabilização que serão citadas logo a seguir, são as mais comuns que são utilizadas.

Os melhores sistemas para o Tratamento nas estruturas enterradas pela ausência ou falta de impermeabilização no lado externo da parede são as membranas acrílicas com argamassa modificada com polímeros, o mínimo para ser aplicado são três demãos. Também podem ser usadas mantas asfálticas, e deve ser executado um sistema de drenagem que está situado entre a impermeabilização e o aterro. Já para lado interno da parede deve ser usada argamassa polimérica mais argamassa com aditivo hidrófugo, aplicar quatro demãos no intervalo de seis horas entre cada demão.

De acordo com Righ (2009), para a correção de problemas de infiltrações nas fundações em alvenaria de tijolos maciços é aplicar cristalizantes na alvenaria como mostrado na figura 25.

Figura 25 - Aplicação de cristalizante em alvenaria de tijolos maciços



Fonte: Righ (2009)

E para paredes de tijolos furados O tratamento é o mesmo para o caso de estruturas enterradas, visto que há impossibilidades de fazer o processo pelo lado externo. Righ (2009), apresenta o seguinte procedimento:

a) Delimitar a área a ser tratada, com pelo menos 30 cm acima da patologia, em todo local onde aparece a umidade ascensional;
b) Remover o revestimento da parede, deixando a alvenaria exposta;
c) Regularizar com uma argamassa desempenada, e aplicar uma demão de argamassa polimérica com a parede molhada;
d) Aplicar mais três demãos, totalizando quatro, de seis horas em seis horas entre cada demão
e) Fazer novamente o revestimento usando argamassa com aditivo hidrófugo para ter um melhor desempenho.

Para boxes de banheiro Righ (2009), também destaca as soluções para os problemas de infiltração que é a reimpermeabilização total com membranas acrílicas ou asfálticas, mantas asfálticas e argamassa polimérica com tela de poliéster.

5 CONCLUSÃO

Através dos estudos realizados por meio do mapeamento sistemático da literatura, foi possível com base na compilação dos trabalhos fazer o levantamento de forma coerente, dos métodos de correções e tratamentos das infiltrações.

Além disso, percebeu através do mapeamento que a umidade é um dos maiores causadores de manifestações patológicas, relacionados a infiltração, essas patologias prejudicam a estética e podem também prejudicar a estrutura, exemplo: eflorescências, manchas, mofo, bolores, trincas, fissuras, corrosão das armaduras, entre outros.

De acordo com o que foi apresentado pelos autores, certificou-se que a infiltração está presente em várias etapas da construção, e a melhor maneira para evitá-la é na fase inicial da obra, buscando meios eficazes para prevenir essa anomalia.

Por meio do mapeamento, foi visto que a melhor forma para prevenções da infiltração é a utilização de impermeabilizantes, todavia devem ser usados de maneira correta com produtos de boas qualidades e mão de obra qualificada, para que não tenha problemas no futuro. Pois sempre vai existir a presença de água na construção, desse modo é fundamental que se tenha medidas preventivas eficazes.

Foi constatado que mesmo com vários estudos e normas ainda ocorre muitas falhas no processo de impermeabilização, algumas dessas falhas devido à falta de projeto de impermeabilização, ausência de manutenção e as vezes por querer diminuir alguns gastos, porém com os reparos posteriores terá um custo maior, pois além dos impermeabilizantes que serão usados, tem também os materiais complementares.

O uso da metodologia de mapeamento sistemático para o trabalho mostrou bons resultados, com extrações de dados capazes de identificar as principais patologias recorrentes das infiltrações e formas de prevenir e tratar da maneira correta. Também contribuiu para ampliação de conhecimentos teóricos acadêmicos, por meio do mapeamento foi possível averiguar muitos tipos de patologias decorrentes de infiltrações e verificar quais são métodos de prevenção e tratamentos mais indicados.

Diante do exposto, é possível verificar que as medidas preventivas é sempre a melhor opção, sendo um método bastante eficaz, pois além de ter gastos econômicos menores, terá mais segurança e maior durabilidade da estrutura. E para os casos de tratamento é imprescindível, descobrir a causa que está originalizando a infiltração para que ela seja tratada da melhor forma.

Como sugestão para futuros trabalhos é o aprofundamento na parte de sistema de impermeabilizações como prevenção aos efeitos da umidade, visando melhorar a qualidade e a vida útil das edificações, mostrando sua devida importância, além da conscientização dos profissionais envolvidos na construção civil.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Murillo Augusto de; FARIA, Paulo Afonso Ricarte. **MÉTODOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO COMO PREVENÇÃO AOS EFEITOS PATOLÓGICOS DA AÇÃO DA ÁGUA EM RESIDÊNCIAS NA CIDADE DE GOIANESIA-GO**. 2017. 68 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade Evangélica de Goianésia, Goianésia, 2017.

ANSELMO, Mauruzan. **Patologias na construção civil causadas por infiltrações e percolação de águas pluviais.** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, julho, 2016.

BARBOSA, Rafael Madeira Estevam. **PATOLOGIA DA IMPERMEABILIZAÇÃO DE EDIFICAÇÕES:** aspectos técnicos e metodológicos. 2018. 106 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

BAUERMANN, Cristiano Vieira. **Patologias provocadas por umidade em edificações**. 2018. 50 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Para O Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal, Anápolis - GO, 2018.

BERTOLDO, Matheus Sampaio Machado; SILVA, Murilo Ramos. **Análise e tratamento de patologias causadas por infiltrações em construções** Anápolis, GO: TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, 2017.

CASTRO, Maicon Dioni de, MARTINS, Renato Moser. **Análise e sugestões terapêuticas das patologias de infiltração de um edifício com mais de 20 anos- Estudo de caso**. 2014. 78. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2014.

CASTRO, Nicolas Camara; OLIVEIRA, Anderson Lima. **Estudo do sistema de impermeabilização de edifícios: patologias, prevenções e correções:** estudo de caso. São Luíz-MA: CONTECC – Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, 2021.

CHIMENES, Bruno Alexandre; YANAGUITA, Wellyngton da Silva. PATOLOGIAS CAUSADAS PELA UMIDADE DEVIDO A FALHA OU AUSÊNCIA DE IMPERMEABILIZAÇÃO. **Revista Científica Eletrônica de Ciências Sociais Aplicadas Eduvale**, Jaciara-Mt, v. 4, p. 24-37, nov. 2021.

CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 2021, São Luís - MA. **Estudo do sistema de impermeabilização de edifícios: patologias, prevenções e correções:** estudo de caso. São Luís – MA: SOAEA CONNECT, 2021.

CORSINI, Rodinei. **Trinca ou fissura?.** Téchne, [S. l.], p. 1-10, 1 jun. 2010. Disponível em: https://www.inbec.com.br/blog/como-identificar-se-trinca-fissura. Acesso em: 20 abr. 2022.

DINIZ, Aleilson da Silva; COUTO, Leônidas Machado. **Análise das patologias devido aos processos de infiltração e como evitá-las por meio de sistemas de impermeabilização**: estudo de caso. João Monlevade: TCC, Curso de Engenharia Civil, Rede De Ensino Doctum Unidade João Monlevade, 2019.

FERREIRA, Angélica Rodrigues; OLIVEIRA, Ricardo Fonseca. **Patologias na construção civil:** estudo de caso em duas residenciais na cidade de Iraí de minas – MG**.** Iraí de minas – MG: GETEC, v.10, n.26, p.1-16/2021.

FERREIRA, Elen Daiane; CANDIOTTO, Manoel Luiz; MENDES, Allana Ribeiro. **Infiltração:** estudo de caso em prédio público na cidade de Paranavaí – PR. Paranavaí-PR: Unipar, 2018.

FERREIRA, Jackeline Batista; LOBÃO, Victor Wandir Neves. **manifestações patológicas na construção civil.** *Ciências exatas e tecnológicas*, Aracaju, v. 5, n.1, p. 71-80, outubro 2018.

GALVÃO, Luan Martins; RESENDE, Carlos Diego Costa; CARRIJO, Selma Araújo. A importância do sistema de impermeabilização na prevenção de manifestações patológicas na construção civil. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA MULTIDICIPLINAR, 2., 2019, Mineiros. **IV colóquio estadual de pesquisa multidisciplinar.** Mineiros: PESQUISA UNIDIMES, 2019. p. 1-9.

GONÇALVES, Beatriz José; BORGES, Eliomar Alves. **Estudo de patologias causadas por infiltração em paredes de alvenaria devido à falta ou má execução de impermeabilização.** Goiânia: Uni-ANHANGUERA, 2019.

HEERDT, Giordano Bruno; PIO, Vanessa Mafra; BLEICHVEL, Natália Cristina Thiem. **Principais Patologias na Construção Civil**. 2016. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade Metropolitana de Rio do Sul, Rio do Sul, 2016.

HUSSEIN, Jasmim Sadika Mohamed. **Levantamento de patologias causadas por infiltrações devido à falha ou ausência de impermeabilização em construções residenciais na cidade de Campo Mourão - PR**. 2013. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia -**IBAPE**. Norma de Inspeção Predial Nacional. São Paulo, 2012.

KITCHENHAM B. ***Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering***. EBSE Technical Report, EBSE-2007-001, 2007.

LAGE, Adriana Duarte Brina. **PATOLOGIAS ASSOCIADAS À UMIDADE SOLUÇÕES AO CASO CONCRETO**. 2012. 53 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Construção Civil, Engenharia de Materiais e Construção, Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 2012.

LAPA, José Silva. **Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto.** Escola de Engenharia da UFMG. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

MACEDO, J. V. S.; BATISTA, P. I. B.; LOPES, Pedro; SOUZA, Ruan; MONTEIRO, E. C. B.. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS CAUSADAS PELA UMIDADE DEVIDO À FALHA OU AUSÊNCIA DE IMPERMEABILIZAÇÃO: ESTUDO DE CASO. In: Conferência Nacional de Patologia e Recuperação de Estruturas, 2017, Recife. **CONPAR** POLI/UPE 2017, 2017. v. 1.

MAGALHÃES, Gabriela Ramires. **ESTUDO DE CASO**: análise e prevenção das manifestações patológicas em sistema de impermeabilização. 2021. 75 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

MAGALHÃES, Rayra Assunção Barbosa; ASSUNÇÃO, Ronaldo Furtado de; SILVA, Luzilene Souza; FERREIRA, Márcio Santos; ASSUNÇÃO, Welton Raiol de. Estudo de caso de patologias causadas pela umidade face a inexistência de implantação do sistema de impermeabilização nas garagens do 1º e 2º subsolo de um edifício residencial multifamiliar de múltiplos pavimentos em Belém/PA. **Revista de Ciência e Tecnologia**, Belém - PA v. 5, n. 9, p. 1-18, 2019.

MAIA, Davi Moreira; GURGEL, Marcelo Tavares. **Manifestações patológicas causadas pela infiltração em moradias do programa minha casa minha vida**. 2018. 11 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semiárido - UFERSA, Mossoró - RN, 2018.

MARTINS, Juliana Furtado Arrobas. **Investigação de manifestações patológicas em sistemas estruturais de concreto armado: estudo de caso em edificação pública.** Revista Brasileira de Iniciação Científica, Itapetininga, v. 3, n. 4, 2016.

MORAIS, Carlos Drumond do Nascimento. Principais patologias causadas pela umidade na alvenaria e a importância da impermeabilização como medida preventiva. **Brazilian Journal Of Development**, Porto Velho-RO, v. 7, n. 3, p. 27958-27971, maio 2021.

OLIVEIRA, Caio Santos de; SILVA, Jefferson Santos. **Estudo de patologias causadas por umidade em edificações residenciais**. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA, Anápolis-GO, 92p. 2021.

OLIVEIRA, Daniel Ferreira**. Levantamento de causas de patologias na construção civil.** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio De Janeiro, agosto, 2013.

PONTES, Bianca Roriz. **Patologias de infiltrações em unidades habitacionais:** estudo de caso em residências no município de Anápolis-Goiás. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 67p. 2018.

POZZOBON, Fernanda Perdigão. **Principais manifestações patológicas em estruturas de concreto armado e estudos de casos.** Gávea-RJ: ACADEMIA, junho, 2018.

RIBEIRO, Andressa Clécia Ribeiro Gonçalves; AZEVEDO, Flávia Garrett; FERREIRA, Flávia Gonçalves Domingues; FILHO, Rildo Duarte de Azevedo. **Impermeabilização a base de polímero acrílico: estudo de caso no tratamento de infiltração da laje de cobertura.** Edição Especial de Engenharias, Recife, Vol. 5 – N° 2 - dezembro, 2019.

RIGH, Geovane Venturini. **Estudo dos sistemas de impermeabilização**: patologias, prevenções e correções - analise de casos. 2009. 94 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

RODRIGUES, João Paulo Philippi; MENDES, Murilo Machado. **Patologias ocorridas por infiltrações relacionadas com a impermeabilização e métodos de correções.** Tubarão: Universidade do Sul de Santa Catarina, 2017.

RODRIGUES, Renato Moura; JUNIOR, Antônio Da Silva Sobrinho; LIMA, Evelyne Emanuelle Pereira. **Erros, diagnósticos e soluções de impermeabilização na construção civil.** Interscientia, Vol. 4, n.2, 2016.

ROSSO, Talita dos Santos. **Estudo das manifestações patológicas em estruturas de concreto armado na fazenda experimental da Universidade Federal Da Grande Dourados**. 2019. 22 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados – MS, 2019.

SANTOS, Marcelo dos. **Patologias na Construção Relacionadas à Umidade**. 2022. 38 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Unirb - Alagoinhas, Alagoinhas-Ba, 2022.

SCHÖNARDIE, Clayton Eduardo. **Análise e tratamento das manifestações patológicas por infiltração em edificações**. 2009. 84 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, UNIJUÍ/DETEC, Ijuí/RS, 2009.

SOUZA, Ademir Francisco; FARIAS, Bruno Matos. **Impermeabilização em vigas baldrame: infiltração por capilaridade.** Engenharia na prática: construção e inovação, Rio de Janeiro, Vol. 4, p.111-153.

SOUZA, Ana Júlia Almeida; MELO, Mayara Moreira. **Patologias de infiltração na construção civil: origem, classificação e prevenção.** TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, 50p. 2021.

SOUZA, Marcos Ferreira de. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. 2008. 64 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Construção Civil, Departamento de Engenharia de Materiais de Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

VEDACIT – **Manual técnico de impermeabilização de estruturas**. 2010. 6° Edição. Disponível em: https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/manual-sobre-impermeabilizacao. Acesso em: 10/05/2022.