



**FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**MATHEUS DOS SANTOS BIÂNGULO
PEDRO ANTÔNIO SENA MOURA**

**LEVANTAMENTO DE PATOLOGIAS OCORRIDAS DEVIDO
A UMIDADE NA ENGENHARIA CIVIL**

PUBLICAÇÃO N°: 10

**GOIANÉSIA / GO
2021**



**MATHEUS DOS SANTOS BIÂNGULO
PEDRO ANTÔNIO SENA MOURA**

**LEVANTAMENTO DE PATOLOGIAS OCORRIDAS DEVIDO
A UMIDADE NA ENGENHARIA CIVIL**

PUBLICAÇÃO N°: 10

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA FACEG.**

ORIENTADOR: ROBSON DE OLIVEIRA FÉLIX

GOIANÉSIA / GO: 2021

FICHA CATALOGRÁFICA

BIÂNGULO, MATHEUS DOS SANTOS.
MOURA, PEDRO ANTÔNIO SENA.

Levantamento de patologias ocorridas devido a umidade na Engenharia Civil, 36P, 297 mm (ENC/FACEG, Bacharel, Engenharia Civil, 2021).

TCC – FACEG – FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA

Curso de Engenharia Civil.

1. Patologias	2. Manifestações
3. Umidade	4. Infiltração
I. ENC/FACEG	II. Levantamento de patologias ocorridas devido a umidade na Engenharia Civil

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BIÂNGULO, M. S.; MOURA, P. A. S. Levantamento de patologias ocorridas devido a Engenharia Civil. TCC, Publicação 10 2021/2 Curso de Engenharia Civil, Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG, Goianésia, GO, 36p. 2021.

CESSÃO DE DIREITOS

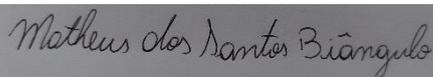
NOME DO AUTOR: Matheus dos Santos Biângulo, Pedro Antônio Sena Moura

TÍTULO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Levantamento de patologias ocorridas devido a umidade na Engenharia Civil.

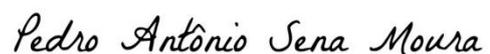
GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2021

É concedida à Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Matheus dos Santos Biângulo
Rua 32, 02, Bairro Carrilho
CEP-76380-775 Goianésia/Goiás-Brasil



Pedro Antônio Sena Moura
Pedro Antônio Sena Moura
Avenida José Maria de Freitas, 92, Centro
CEP-76323-000 Cirilândia/Goiás-Brasil

**MATHEUS DOS SANTOS BIÂNGULO
PEDRO ANTÔNIO SENA MOURA**

**LEVANTAMENTO DE PATOLOGIAS OCORRIDAS DEVIDO
A UMIDADE NA ENGENHARIA CIVIL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA FACEG COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL.**

APROVADO POR:



**ROBSON DE OLIVEIRA FÉLIX, Mestre (FACEG)
(ORIENTADOR)**



**VILSON DALLA LIBERA JÚNIOR, Mestre (FACEG)
(EXAMINADOR INTERNO)**



**LUANA DE LIMA LOPES, Mestre (UFU)
(EXAMINADOR EXTERNO)**

DATA: GOIANÉSIA/GO, 24 de Novembro de 2021.

*Dedico este trabalho:
aos nossos pais, Valdecy e Maristela, Silvia e Mizael;*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me fornecer saúde e inteligência para conquistar a finalização do curso ultrapassando todos os obstáculos.

Aos meus pais, que sempre me apoiaram, incentivando e compreendendo momentos difíceis da vida.

Aos demais familiares, nos quais não serão citados diretamente, mas que foram de suma importância para o enriquecimento de mim como ser humano e como profissional.

Aos docentes e coordenadores do curso, pela oportunidade e compartilhamento de conhecimento, com o comprometimento de nos tornar grandes profissionais.

“A vida só pode ser comprendida, olhando-se para trás; mas só pode ser vivida, olhando-se para frente.”
Soren Kierkegaard

RESUMO

Patologia é um termo iniciado no ramo da medicina que tem por finalidade analisar e descrever sinais externos em pacientes, no qual suas ocorrências se davam por motivos internos. No ramo da engenharia civil o termo é designado para descrever a ciência que analisa manifestações patológicas, ou seja, aparições no acabamento de uma estrutura devido a ações internas. Dentre os motivos pelos quais essas manifestações podem vir a ocorrer a umidade é a mais ocorrente e nociva para a residência, o grau de reação da água nos elementos utilizados para edificação faz com que a infiltração demonstre risco a integridade do local, e essa umidade pode ser ocasionada em locais e de formas variadas, cada forma com um risco específico e devendo ser tratado de forma individual. Dentre as formas de tratamento mais eficazes em grande parte dos problemas de infiltração está a impermeabilização. Fabricado a partir de produtos com capacidade de repulsão ou resistência de infiltração de umidade, os impermeabilizantes têm a função de impedir que a água infiltre a residência, existem variados produtos que são utilizados e agem de maneira diferente, modificando-se de acordo com sua finalidade, seu local de aplicação e forma de fabricação. O recomendado ao iniciar uma obra é que a mesma seja completamente impermeabilizada, mas com a falta desta aplicação ou falha e construção, ocorrem patologias referente a forma de infiltração, assim, o estudo e análise correta de ocorrência de patologias devido a umidade é essencial para sua manutenção e garantia de que a construção está segura e livre de infiltrações. Cada espécie de infiltração possui um método de impermeabilização correspondente, variando em correspondência com sua origem. Através de estudos de caso, foram analisados casos de infiltração onde foi realizado uma análise de suas patologias correspondentes, onde cada caso possuiu uma abordagem e forma de ocorrência particular para uma abordagem geral com maior dinamismo, para assim através deste estudo ser possível escolher corretamente a reforma que se é necessário realizar através da análise das manifestações patológicas fornecidas pela residência, sendo identificada como sendo falhas na concepção da construção, falta de impermeabilização adequada ou ausência de reformas devido a acontecimentos singulares.

Palavras-chave: Água, infiltração, impermeabilização, manifestação patológica, patologia.

ABSTRACT

Pathology is a term initiated in the field of medicine that had the purpose of analyzing and describing external signs in patients, in which its occurrences occurred for internal reasons, in the field of civil engineering the term is designated to describe the science that analyzes pathological manifestations, that means, appearances in the finishing of a structure due to internal actions. Among the reasons why these manifestations may occur, humidity is the most frequent and harmful to the residence, the reaction level of the water in the elements used for building causes the infiltration to demonstrate the risk of the integrity of the place, this humidity can be caused in places and in different ways, each form with a specific risk and should be treated individually, among the most effective forms of treatment in most infiltration problems is waterproofing. acquired through single-use products for this purpose, waterproofing has the function of preventing water from infiltrating the residence, there are several products that are used and act differently, changing according to their purpose, their place of application and form of manufacturing. The recommended thing when starting a work is that it be completely waterproof, but with the lack of this application or failure and construction, pathologies concerning the form of infiltration occur, so the study and correct analysis of the occurrence of pathologies due to humidity is essential for its maintenance and guarantee that the construction is safe and free from infiltrations. Each species of infiltration has a corresponding method of waterproofing, varying in correspondence with its origin. Through case studies, infiltration cases were analyzed where an analysis of their corresponding pathologies was performed. where each case has a particular approach and form of occurrence for a more dynamic general approach, so that through this study it is possible to choose correctly the reform that is necessary through the analysis of the pathological manifestations provided by the residence, being identified as failures in the design of the construction, lack of adequate waterproofing or absence of reforms due to singular events.

Keywords: Water, infiltration, waterproofing, pathological manifestation, pathology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Infiltração por capilaridade.....	6
Figura 2 - Condensação em ambiente.....	6
Figura 3 - Infiltração da chuva	7
Figura 4 - Tipos de abertura na alvenaria	9
Figura 5 - Mancha devido a goteira.....	10
Figura 6 - Mancha na base da parede	11
Figura 7 - Formação de bolor	11
Figura 8 - Corrosão da armadura de pilar.....	12
Figura 9 - Eflorescência na alvenaria.....	13
Figura 10 - Criptoflorescência em alvenaria	14
Figura 11 - Aplicação de manta asfáltica	19
Figura 12 - Vedação com manta líquida.....	19
Figura 13 - Processo de calafetagem	20
Figura 14 - Abertura do conduto hidráulico	24
Figura 15 - Quebra da parede atingida pela infiltração	25
Figura 16 - Manchas na parede.....	26
Figura 17 - Trincas na parede	27
Figura 18 - Viga baldrame com cobrimento de manta líquida	28
Figura 19 - Deteriorização do concreto	29
Figura 20 - Exposição da armadura do muro	29
Figura 21 - Formação de mofo	30
Figura 22 - Pingadeira de concreto.....	31
Figura 23 - Danificação de cobertura	32
Figura 24 - Alteração visual de alvenaria.....	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;

DF – Distrito Federal;

FACEG – Faculdade Evangélica de Goianésia;

GO – Goiás;

MM – Milímetros;

NBR – Norma Brasileira;

PVC – Policloreto de Vinila;

S/D – Sem data.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA	2
1.2 OBJETIVOS	2
1.2.1 Objetivo Geral.....	2
1.2.2 Objetivos Específicos	3
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	3
2 REVISÃO DE LITERATURA (REVISÃO BIBLIOGRAFICA).....	4
2.1 PATOLOGIA	4
2.2 ATUAÇÃO DA ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES	4
2.2.1 Umidade durante a construção.....	5
2.2.2 Umidade por capilaridade.....	5
2.2.3 Umidade por condensação	6
2.2.4 Umidade por percolação	7
2.2.5 Umidade por precipitação.....	7
2.2.6 Umidade por causas acidentais.....	8
2.3 OCORRÊNCIAS PATOLÓGICAS POR FALTA DE IMPERMEABILIZAÇÃO	8
2.3.1 Trincas e fissuras	8
2.3.2 Manchas	10
2.3.3 Mofo e Bolor	11
2.3.4 Corrosão de armaduras.....	12
2.3.5 Eflorescência.....	13
2.3.6 Criptoflorescência	14
2.4 PROCESSOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO.....	14
2.4.1 Classificação quanto a aderência.....	15
2.4.2 Classificação quanto à Flexibilidade	15
2.4.2.1 Impermeabilização rígida	15

2.4.2.2 Impermeabilização flexível.....	16
2.4.3 Classificação quanto ao Método de aplicação	16
2.5 MATERIAIS IMPERMEABILIZANTES	17
2.5.1 Concreto impermeável	17
2.5.2 Argamassa polimérica	18
2.5.3 Manta asfáltica	18
2.5.4 Manta líquida	19
2.5.5 Rejuntamento e calafetagem.....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1 ROMPIMENTO DE ENCANAÇÃO.....	24
4.2 MANCHA EM PAREDE.....	26
4.3 IMPERMEABILIZAÇÃO INEFICIENTE	27
4.4 DETERIORAÇÃO DE MURO.....	28
4.5 VAZAMENTO NO TELHADO	31
5 CONCLUSÕES.....	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

1 INTRODUÇÃO

Desde o período em que a espécie humana decidiu abandonar o estilo nômade e possuir residências fixas, a humanidade e a construção civil vêm evoluindo juntos. Com esta evolução o homem passou a criar ambições em relação as suas construções, o que o obrigou a aperfeiçoar tecnologias para que suas moradias atendessem suas expectativas (FERNANDES, 2018).

Assim, com a evolução das construções, surgiram questões que exigiam um conhecimento técnico sobre o comportamento das estruturas, abrindo caminho para a engenharia civil. Ao longo da história, esta engenharia foi protagonista de construções incríveis e airosas, construções essas que ao longo do tempo vem se tornando cada vez mais ambiciosas, podendo se tornar frágeis em consideração a fatores internos e externos, ampliando a necessidade de conhecimento de técnicas para aperfeiçoar as construções, garantindo para os locais segurança e durabilidade (MACHADO, 2019).

Em vista disso, estes aperfeiçoamentos são constantemente afetados por causas naturais, dentre eles, a umidade, considerada para muitos, a mais nociva para as construções, levando em consideração a frequência e degradação proporcionada (MACHADO, 2019).

A infiltração de água em residências traz um risco muito grande para a estabilidade da estrutura, além disso, sua correção é de difícil resolução, o que pode ser agravado pela falta de conhecimento de sua origem. Normalmente sua correção ocorre por eliminação da área danificada, método que além de não haver necessidade em diversas ocasiões, gera maior custo e pode não ser o suficiente para solucionar o problema (MACHADO, 2019).

A água é a maior vilã das construções atuais, a sua infiltração pode acontecer por diversas naturezas e em qualquer tipo de construção independente de sua idade. É uma das manifestações mais preocupantes devido a possível ocorrência de fenômenos imprevisíveis, são difíceis de prevenir, além disso, exige manutenções complexas.

Todos estes fatores podem ser percebidos através de manifestações que ficam evidenciadas na estrutura denominadas patologias, e estes sinais podem aparecer em decorrência de anos de infiltração, logo após a sua construção ou durante sua execução. Com isso, a cada maneira como a evidência de umidade se mostra na construção, é demonstrada a forma como ela iniciou, podendo assim ser descoberto a natureza de sua infiltração, dessa maneira sua manutenção pode ser feita de modo eficiente e ágil (ZUCHETTI, 2015).

Vindo do grego Páthos (doença) e Lógos (estudo), o termo patologia é comumente utilizado para denominar alterações em um corpo inicialmente estabilizado, sendo empregado

em diversas áreas da ciência. Deu-se início no ramo da medicina, onde o termo é empregado para denominar a análise de possíveis doenças através de alterações teciduais (SILVA, 2011).

A partir deste conceito, o termo passou a ser incrementado na engenharia civil a partir de uma análise comparativa entre uma estrutura e o corpo humano, onde desgastes e evidências de comprometimento nas estruturas seriam interpretados como “doenças”. Atualmente este conceito é empregado frequentemente no ramo da engenharia civil (SILVA, 2011).

Sendo assim, no âmbito da engenharia civil, patologia consiste em um ramo da ciência especializado em realizar análises de possíveis causas e consequências de degradações na estrutura, identificadas através de manifestações patológicas (SILVA, 2011).

1.1 JUSTIFICATIVA

Ao iniciar uma construção, diversas práticas de impermeabilização e escoamento são utilizadas para livrar a estrutura do contato com a água, mas caso isso não seja realizado ou não tenha sido o suficiente para frear uma infiltração, a construção pode estar correndo sérios riscos. As manifestações patológicas ocorridas pela ação da água estão entre as mais nocivas e severas, sendo prejudicial de diversas maneiras, em relação a segurança, a beleza e a saúde (ZUCHETTI, 2015).

Degradações causadas por umidade comumente carregam um custo elevado para manutenção, o que pode ser agravado sem a interpretação correta da espécie da patologia, podendo assim acarretar na necessidade de amiar manutenções futuras e comprometer a integridade da estrutura (CARVALHO, 2020).

Por esta razão, o trabalho tem por fim evidenciar e descrever manifestações patológicas oriundas da ação da água na edificação, informando sua origem e causa, para assim sua manutenção ser executada de modo eficiente e a causa do problema erradicada.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O trabalho tem como objetivo analisar e descrever patologias ocasionadas pela infiltração de água em edificações residenciais e sua correta manutenção.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analisar as diferentes formas de infiltração de água em construções;
- Analisar as causas das patologias oriundas de ação da água;
- Realizar estudos de caso, para demonstração das patologias de maneira prática;
- Desenvolver habilidades em relação ao estudo de prevenção de infiltração em residências;
- Conhecer e aprender diferentes técnicas e produtos utilizados para impermeabilização.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho se divide em cinco capítulos principais, o capítulo 1 trata-se do tema do trabalho sendo descrito de maneira introdutória. O capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica, onde são descritos conceitos, ações do objeto de estudo e suas consequências, sendo cada tópico sub dividido. O capítulo 3 descreve o método que será utilizado para realização dos objetivos propostos. O capítulo 4 é constituído dos resultados obtidos seguido de análises e discussões acerca da observação dos dados apresentados. E por fim, o capítulo 5 trata-se da conclusão após todo o trabalho realizado, apontando perspectivas e soluções.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PATOLOGIA

Para Ferreira (2021), o termo patologia, empregado às construções civis, é compreendido como perda ou redução do desempenho esperado dos materiais, em particular a estrutura, seja quanto a questões de estabilidade, durabilidade, utilização ou até mesmo arquitetônicas. A patologia, também chamada de Patologia das Construções, é o ramo que procura estudar o comportamento irregular de estruturas, fazendo com que estas passem a sofrer alterações em relação ao objetivo inicial planejado para a construção, podendo acarretar em comportamentos instáveis.

O ramo procura determinar todos os detalhes que levam ao surgimento de manifestação que comprometem questões citadas acima, desde sua causa até sua correção. Algumas manifestações ocorrem com frequência e não trazem consequências a estabilidade da estrutura, apenas de maneira estética, no entanto, alguns sinais podem ser preocupantes, podendo colocar em risco as configurações originais de uma estrutura, portanto, o ramo de patologias é considerado um dos mais importantes em relação a segurança de edificações (ZUCHETTI, 2015).

Manifestações patológicas são sintomas sofridos por uma estrutura dentro do ramo da patologia de construções, no qual exigem uma análise dentro deste meio, nesse contexto, e normalmente acaba por haver um equívoco entre este meio e a patologia, sendo manifestações patológicas um termo empregado para situações específicas (SILVA, 2011).

Lottermann (2013) afirma que o termo “manifestações patológicas” é empregado pelo fato da ocorrência se dar por circunstâncias e aspectos variados, podendo ser apontado de formas diversas como fissuras, trincas, mofo, eflorescência, corrosão em armaduras, dentre outras.

2.2 ATUAÇÃO DA ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES

A água é o reagente com o maior poder de influência em uma estrutura, e dentre os fatores que contribuem para tal afirmação, uma das principais é sua facilidade de penetração. Sendo assim, a infiltração acarreta em diversos problemas para uma construção, já que a maioria dos materiais utilizados não tem a capacidade de manter suas propriedades químicas imersos em água (IANTAS, 2010).

Impedir que uma construção se encontre na presença da água é praticamente impossível, logo o objetivo é procurar meios que reduzam a ação da água de forma prejudicial às construções com métodos de impermeabilização, fazendo com que o teor de água nas estruturas se mantenha em níveis considerados satisfatórios e não prejudiciais (EXTERCKOETTER; ZANCAN, 2018).

2.2.1 Umidade durante a construção

Infiltrações ocasionadas durante a construção de uma edificação geram riscos claros, devido ao fato que a maioria dos materiais utilizados em obra necessitem de água. Com alto potencial de interação, a água pode infiltrar nos elementos de uma construção através de ocasiões acidentais, chuvas ou por ar úmido, normalmente esta espécie de infiltração cessa com o decorrer do tempo e não causa prejuízo a estrutura (CECHINEL et al., 2011).

As residências podem sofrer interferências se houver alterações no seu método construtivo, e essa alteração ocorrendo por entrada de água, causa a modificação de sua estrutura interna previamente planejada, é uma situação em que não há a possibilidade de utilizar produtos impermeabilizantes, suas principais prevenções são o posicionamento de proteções para intempéries e um devido planejamento de obra (MAGALHÃES, 2019).

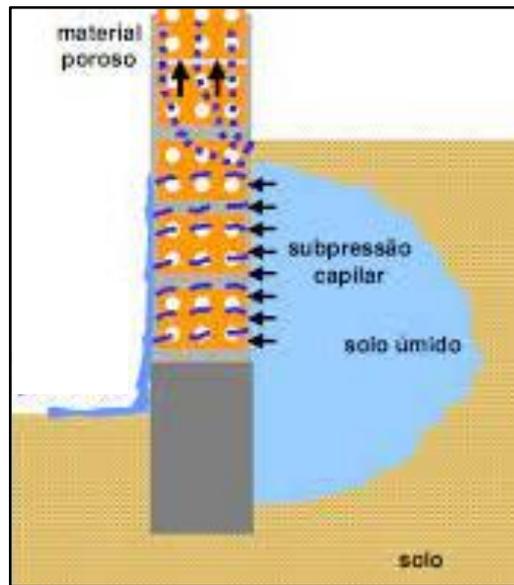
2.2.2 Umidade por capilaridade

Capilaridade é um fenômeno de atração e repulsão entre um líquido e um sólido, na patologia o termo é utilizado no contato da água com uma parede, fazendo com que o líquido seja atraído pelo sólido e puxado através de uma pressão, percorrendo a estrutura de maneira ascendente, umedecendo a parede (SANTANA; ALEIXO, 2017).

Este acontecimento ocorre quando o líquido se comporta como sólido através de sua tensão superficial em decorrência da atração, que trabalha como uma espécie de cola entre as moléculas de água (SANTANA; ALEIXO, 2017).

Com isso, a capilaridade acontece quando a umidade localizada no solo de uma fundação ou em um piso sobe para as paredes através dos poros localizados no concreto da edificação. A Figura 1 demonstra o fenômeno (EXTERCKOETTER; ZANCAN, 2018).

Figura 1 - Infiltração por capilaridade



Fonte: CASA D'ÁGUA, 2016

2.2.3 Umidade por condensação

A umidade ocorrida através de condensações são as mais incomuns se tratando de uma residência, devido a situação em que o ambiente está. Ela ocorre quando a umidade de um ambiente entra em contato com um vento de temperatura baixa, tornando assim a água no ar líquida. Além destas condições, necessita haver troca de temperatura entre o ambiente e as partes internas e externas da parede (EXTERCKOETTER; ZANCAN, 2018).

Nesta situação, a água que infiltra a estrutura já estava presente alterando apenas seu estado físico (Figura 2). Para a condensação ocorrer, o local deve ser fechado e propício ao aumento da quantidade de ar úmido (LAJE, 2012).

Figura 2 - Condensação em ambiente



Fonte: Inspectapedia, 2009.

2.2.4 Umidade por percolação

A infiltração de água por percolação ocorre devido a interação entre solos com diferentes saturações, ocorrendo a passagem de água de um meio a outro de maneira descendente, nesta situação, o solo, que se encontra ligeiramente úmido, ou seja, está praticamente saturado ou totalmente saturado, transfere parte de sua umidade para os solos mais secos a sua volta, podendo fragilizar a fundação (CECHINEL et al.; 2011).

2.2.5 Umidade por precipitação

Esta espécie de umidade ocorre com a entrada de água pelos elementos que compõem a cobertura da edificação (Figura 3), é diretamente relacionada pela intensidade de água pluvial e velocidade do vento, que fazem com que o contato com as paredes ocorra de maneira horizontal e vertical (EXTERCKOETTER; ZANCAN, 2018).

É uma das infiltrações mais recorrentes em uma edificação, ocorrendo por ineficiência na cobertura, seja por conta da instalação ou por falta de qualidade dos materiais. Podem adentrar a região interna da construção através de fissuras e descer por gravidade fragilizando a estrutura, também podendo ocorrer pela região externa da parede, assim prejudicando o acabamento (CECHINEL et al.; 2011).

Figura 3 - Infiltração da chuva



Fonte: HABITÍSSIMO, 2018

Se a região superior da edificação estiver impermeabilizada, comumente esta infiltração evapora antes de adentrar a estrutura, não sendo prejudicial para sua integridade, no entanto, precipitações muito longas ou que estejam em conjunto com ventos podem facilitar a

propagação de outras maneiras de haver uma infiltração devido ao acúmulo de água e criação de um ambiente propício (CECHINEL et al.; 2011).

2.2.6 Umidade por causas acidentais

Sendo um processo praticamente inevitável e ocorrido de maneiras variadas e complexas, alguns tipos de umidade não são determinados de maneira sistematizada, sendo algo nocivo para a estrutura, em uma construção sempre se é evitado qualquer espécie de infiltração. No entanto, situações pontuais onde ocorrem falhas podem acarretar em vazamentos em condutos de água, gerando uma infiltração não esperada para uma obra, portanto, sem um sistema que as combata, podendo não ser percebida e proporcionar problemas futuros (CECHINEL et al.; 2011).

Estes vazamentos ocorrem com o rompimento do sistema hidrossanitário, seja pelo sistema coletor, sistema de distribuição ou sistema de esgoto, é caracterizada por gerar encharcamento em locais pontuais (STUCKERT; JÚNIOR, 2016).

Além de problemas ocorridos no processo de instalação, vazamentos de sistemas hidrossanitários podem ser ocasionados de maneiras adversas, levando em consideração que estes dutos se encontram instalados em um ambiente natural, podem haver deteriorações e fissuras em regiões expostas ao ambiente externo ou que enfrentaram manutenções executadas de maneira ineficiente, assim, provocando consequências semelhantes (TEIXEIRA, GNIPPER, MONTEIRO, 2011).

2.3 OCORRÊNCIAS PATOLÓGICAS POR FALTA DE IMPERMEABILIZAÇÃO

As ocorrências patológicas oriundas da ação da água, segundo Soares (2014), podem se apresentar de inúmeras formas, visto que a água é encontrada em estados diversos, todos eles com características de permeabilidade.

2.3.1 Trincas e fissuras

Trincas e fissuras são fendas que surgem na parede ou na cobertura de uma residência devido a consequências ocasionadas pela falha de concepção de uma obra, podem ser verticais ou horizontais. Estas aberturas, quando ocasionadas por umidade, demonstram características típicas (SUPLICY, 2012).

Podem ocorrer por infiltração na alvenaria da construção, o que pode acarretar na expansão da cerâmica, assim tracionando a argamassa e provocando fissuras, que, de acordo com a NBR 9575 são caracterizadas por possuírem aberturas inferiores a 0,5 mm. No geral, este tipo de patologia não ocasiona fragilidades na estrutura, atingindo apenas o revestimento, no entanto, se as fissuras se transformarem em rachaduras, que são caracterizadas por aberturas maiores de 3 mm (Figura 4), representa grande quantidade de água infiltrando de forma fluida, o que pode ocasionar na ruína da estrutura devido a progressiva fragilização dos elementos (FERREIRA, 2021).

Figura 4 - Tipos de abertura na alvenaria



Fonte: Blok, 2021.

Além disso, fissuras ocasionadas por fatores diversos podem deixar a estrutura suscetível a entrada de água proveniente de intempéries, formando manchas e aumentando a abertura das falhas (FERREIRA, 2021).

Caso as fissuras não fiquem aparentes pelo ambiente interno da residência, pode ser identificado por manchas que se tornam visíveis em regiões dispersas e longe de qualquer instalação hidráulica, que comumente se localizam junto a esquadrias (SOUZA, 2019).

Se tratando do surgimento de trincas, que se caracterizam por possuírem abertura entre 0,5 e 1 mm, suas consequências ocorrem quando localizadas na parede externa da edificação, na ocorrência de grande volume de chuva, a água pode infiltrar o acabamento da estrutura, o deixando aparentemente úmido em maior quantidade da área externa (SUPLICY, 2012).

2.3.2 Manchas

A ocorrência de manchas é a mais crítica dentre as patologias, significa que de alguma maneira, a água não está tendo obstáculo para infiltrar a casa (MAGALHÃES, 2019).

Surgem com uma quantidade de umidade suficientemente alta para saturar a estrutura e atravessá-la, podendo acarretar em goteiras oriundas da cobertura. Causam consequências estéticas e estruturais, deixando de maneira visível o local em que ocorre a infiltração, conforme Figura 5 (MAGALHÃES, 2019).

Figura 5 - Mancha devido a goteira



Fonte: UFRR, 2019.

Manchas ocorrem devido a falhas durante a construção, onde não foi realizado nenhum processo para impedir a passagem de água, devido a isso, esta manifestação não pode ser esperada em uma residência e no geral pode ser resolvido com uma impermeabilização local e/ou troca de peças da cobertura (CECHINEL et al., 2011).

Podem se espalhar por toda a área de uma parede ou de maneira localizada (Figura 6), manchas que se encontram restritas em um local específico de pequena dimensão é ocasionado por um rompimento em um duto hidráulico, o que se mostra de grande periculosidade devido a esta infiltração resultar em vazões constantes, degradando a estrutura progressivamente (MITZSUZAKI; SILVA; JESUS, 2019).

Figura 6 - Mancha na base da parede



Fonte: Fórum da Construção, 2014.

2.3.3 Mofo e Bolor

Mofo e bolor são fungos que, ao entrar em contato em um material no qual consiga obter aderência, tem a capacidade de deteriorá-lo (Figura 7). Por se tratar de uma patologia oriunda de questão orgânica, necessita de um ambiente úmido para poder proliferar, por esta razão, está diretamente relacionado com alguma forma de infiltração (MAGALHÃES, 2019).

Com isso, para sua formação é necessário um ambiente favorável além da umidade, podendo ocorrer quando o ambiente tem uma tensão superficial local, como alguma estante ou móvel fazendo pressão na superfície. Além da situação anterior, também pode haver a formação de mofo e bolor com ambientes abafados e com falta de ventilação, onde ocorre frequente interação da parede com umidade decorrente da condensação (CUNHA; VAUPEL; LUKING, 2010).

A formação na parede interna da residência, pode ser ocasionada devido a trincas localizadas na parte externa da estrutura, podendo vir conjugadas com outras espécies de umidade decorrente da mesma abertura (GUERRA et al., 2012).

Figura 7 - Formação de bolor



Fonte: AECWeb, SD.

2.3.4 Corrosão de armaduras

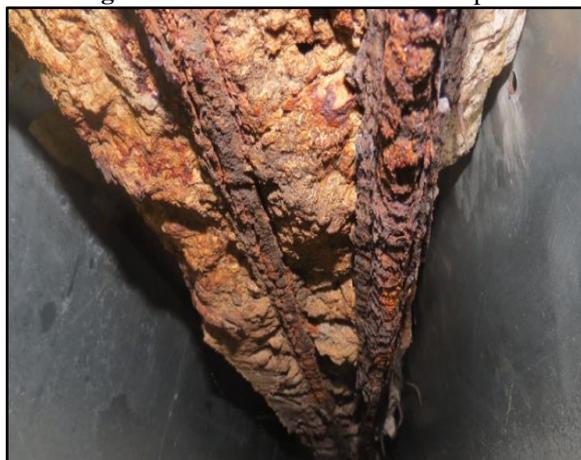
As armações são elementos estruturais fundamentais de uma edificação, seu alto potencial de reação com o meio e a tendência significativa de oxidação que o material possui faz com que as armaduras de ferro utilizadas em uma construção necessitem ser protegidas do meio externo, assim evitando a formação de ferrugem no material, o que conseqüentemente leva a sua vulnerabilidade (MEDEIROS et al., 2017).

Em decorrência disso, o contato de armaduras de aço com a umidade precisa ser evitado ao máximo, já que caso aconteça interação entre os dois elementos, a ocorrência de corrosão no material é iminente. Essa interação ocorre por qualquer meio que a água encontre para adentrar a estrutura, chegando à armadura através dos poros do concreto, seja infiltrando pela base da estrutura por meio de capilaridade ou através da cobertura por falhas na impermeabilização do telhado (MITZSUZAKI; SILVA; JESUS, 2019).

Além da infiltração, as ferragens podem ficar expostas ao ambiente devido a deficiência do concreto ocorrida em sua confecção, nesta situação a armadura reage com a umidade do ar e a abertura da estrutura facilita a infiltração de água em seus componentes (MEDEIROS et al., 2017).

Ao reagir com a umidade a seu redor, a região externa da armadura inicia o processo de enferrujamento (Figura 8), onde parte do material se desprende e, junto com o oxigênio do meio, formam a ferrugem. Este composto criado exerce pressão na região que o envolve, provocando fissuras ou rachadura na estrutura, e no caso da reação ocorrer em uma fundação pode provocar o recalque da estrutura (MAGALHÃES, 2019).

Figura 8 - Corrosão da armadura de pilar



Fonte: AxFiber, 2017.

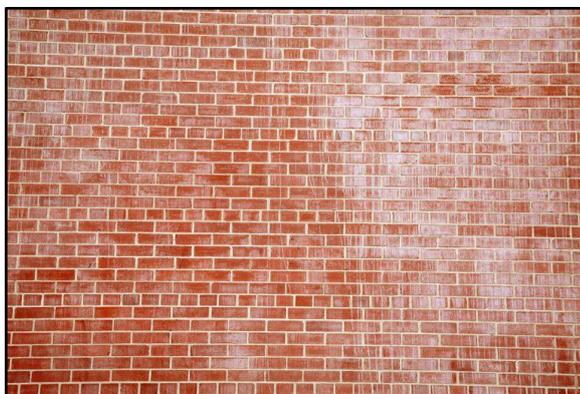
2.3.5 Eflorescência

A eflorescência consiste em um fenômeno no qual um conjunto de sais, anteriormente localizados na estrutura ou no piso da estrutura, é transportado para a região externa, trazendo uma aparência embranquecida para a região. Pode ocorrer em qualquer local da estrutura no qual hajam materiais que foram expostos a salinidade de alguma forma, podendo ser adquirido em decorrência de regiões que propiciem alguma espécie de acúmulo de sal como setores litorâneos, ou pela própria preparação ou composição do material (MITZSUZAKI; SILVA; JESUS, 2019).

No geral, estas espécies de patologias em suma não causam danos no âmbito estrutural, mas é indicativo de ocorrência de infiltração na residência, o que pode levar a uma consequência adversa em um período posterior (MAGALHÃES, 2019).

Ao atravessar a estrutura, o material cristalino se aloja na superfície externa da edificação, e após a evaporação da água, forma um material branco poroso, como representado na Figura 9 (MAGALHÃES, 2019):

Figura 9 – Eflorescência na alvenaria



Fonte: Equiloc, 2019

A formação de eflorescências ocorre comumente devido a deficiência de confecção dos materiais, muitos produtos utilizados na construção civil possuem ingredientes que carregam consigo grande quantidade de salinidade, um exemplo é o cimento que tem em sua formulação carbonato de cálcio em abundante quantidade, no entanto, alguns fabricantes acabam por violar a porcentagem de saturação permitida para cada material (MENEZES et al., 2016).

Outro fator influenciador desse fenômeno é o falho processamento destes materiais, que influenciam diretamente em sua reação com a umidade na qual podem entrar em contato, e levando em consideração este fato, o material com maior potencial do surgimento da

eflorescência é a alvenaria cerâmica, seja tanto por seu posicionamento da estrutura quanto pela sua fabricação (MENEZES et al., 2016).

2.3.6 Criptoflorescência

Ocorrendo de maneira semelhante a eflorescência e pelos mesmos fatores, a criptoflorescência consiste no acúmulo de salinidade no local, mas nesta situação, advém a formação de cristais de sais na alvenaria ou no piso. Este fenômeno provoca maiores agravantes a uma obra, sua formação em relação à eflorescência surge principalmente devido à quantidade de sulfatos contido nos materiais (BELON, 2019).

Essa ocorrência faz com que a estrutura seja pressionada, gerando uma força de tração impedindo a circulação da umidade pelos poros do material, assim retendo-a (MAGALHÃES, 2019).

Essas ações podem acarretar em consequências graves, e o acúmulo de água na alvenaria pode danificar a armação da estrutura e enfraquecer os elementos da parede, podendo assim ocasionar rachaduras e a ruína da construção, conforme Figura 10 (BELON, 2019).

Figura 10 - Criptoflorescência em alvenaria



Fonte: Mundo da Tinta, 2011.

2.4 PROCESSOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Impermeabilização é o nome dado a uma sequência de ações que envolvem no processo materiais e procedimentos que tem por finalidade impedir que um determinado conjunto entre em contato com os diversos tipos de fluidos no ambiente. É uma etapa crucial

de uma obra, na qual são garantidas proteção, fortaleza e longevidade ao conjunto (RODRIGUES, 2016).

A fase de impermeabilização está entre as mais importantes de uma obra, além do fato de garantir durabilidade a estrutura, não é possível de ser visualizado sua ausência com a finalização da construção. Como visto, os danos causados pela infiltração podem ser graves, comprometendo o projeto original planejado, consentindo aos moradores a exposição de riscos a sua saúde (SILVA, 2019).

Segundo Barbosa (2018), o processo de impermeabilização está relacionado a diversos fatores, seja quanto a aderência do substrato, à flexibilidade ou ao método de aplicação.

2.4.1 Classificação quanto a aderência

A maneira com que o material a ser aplicado interage com o produto é essencial para a eficácia, a aderência do local ao estar em concordância com as propriedades do produto a ser utilizado oferece maior durabilidade e serventia. Nos últimos anos foram desenvolvidos diversos impermeabilizantes capazes de aderir com eficiência em qualquer superfície, mas uma boa fixação do produto varia de acordo com o local e a pressão na qual o ambiente está submetido (BARROSO, 2015).

Ao tratar regiões revestidas de concreto, como paredes e pisos, é importante que o local seja previamente lixado ou polido, para que a irregularidade não interfira na interação do impermeabilizante com o local. No caso de a superfície já estar excêntrica em sua constituição, deve-se realizar a sua regularização, ou seja, correção das imperfeições (RODRIGUES, 2016).

No quesito das características do material, alguns produtos não possuem aderência suficiente e local de aplicação favorável para ser fixado um impermeabilizante, tomando por exemplo condutos hidrossanitários, neste caso o impermeabilizante precisa envolver por completo o material, esta situação também se encontra necessária pelo fato de ocorrer uma pressão hidrostática a partir do material a ser impermeabilizado (BARROSO, 2015).

2.4.2 Classificação quanto à Flexibilidade

2.4.2.1 Impermeabilização rígida

O processo de impermeabilização rígida trata-se de uma série de componentes que atuam de maneira desvinculada da estrutura com o objetivo de impedir a infiltração em regiões

em que não ocorrem dilatações ou contato direto com intempéries. É comumente constituído de materiais líquidos plastificante com propriedade termoplásticas, fixando sua posição após o período de secagem. Também podem ser fabricados com aparência semelhante a cimento para ser utilizado na fase de pintura (SILVA; JUNIOR, 2019).

Seu local de uso contempla fundações, como vigas baldrame e sapatas, e em ambientes internos, caracterizados por não ter contato com o ambiente fora da residência. O motivo desta limitação de atuação é em decorrência da incapacidade deste material de suportar deslocamentos e deformações, provocando aberturas em sua estrutura em ocorrências dessa espécie (MAGALHÃES, 2019).

2.4.2.2 Impermeabilização flexível

A impermeabilização flexível é caracterizada por ter a capacidade de concordar com a geometria do local de atuação e ter a característica de manter suas naturezas originais após passar por processos de dilatação, seja por temperatura ou esforços de carga, evitando infiltrações ocasionadas por aberturas na estrutura devido a dilatações (RODRIGUES, 2016).

São constituídos de materiais elásticos alinhados com materiais impermeabilizantes, comumente são utilizadas espécies de polímeros, que possuem a capacidade de movimentação conjugado com a resistência a intempéries (SILVA; JUNIOR, 2019).

Sua instalação pode ser executada in loco (No local onde ocorre a obra) ou por pré-moldados, devido as suas características são recomendadas para locais de contato intenso com o meio, como coberturas e lajes. O impermeabilizante in loco é caracterizado por ser destinado para locais específicos determinados na fase de projeto, sendo ajustado de acordo com a necessidade da obra, tendo como exemplo a manta de PVC. Já o impermeabilizante pré-fabricado é caracterizado pela sua constituição em formato de manta, podendo ser aplicado em qualquer situação variante, tendo como exemplo as membranas asfálticas (SILVA, 2019).

2.4.3 Classificação quanto ao Método de aplicação

A maneira na qual o impermeabilizante será utilizado na estrutura depende do tipo de produto e destino, podem ser agregados ao material ou trabalhar de maneira independente (BARROSO, 2015).

Aditivos impermeabilizantes são empregados como adicional em pastas de cimento utilizados na fase de reboco da construção. Neste caso, o impermeabilizante tem a função de

impedir a infiltração, não permitindo a entrada tanto pela face da região como por infiltração do piso, e também atua na preservação da respiração dos ambientes, evitando o acúmulo de ar úmido e possível condensação (MAGALHÃES, 2019).

A instalação de materiais impermeabilizantes através de membranas flexíveis pode ocorrer utilizando materiais poliméricos alinhados ao impermeabilizante ou materiais líquidos, cuja função é reverter a estrutura, não permitindo seu contato com o ambiente externo. Outro método semelhante ocorre apenas com a aplicação do impermeabilizante em formato de manta e aguardando sua secagem, e é muito utilizado em fundações por possuir boa empregabilidade em argamassa ligadas ao solo, local de grande risco de infiltração (SILVA, 2019).

2.5 MATERIAIS IMPERMEABILIZANTES

De acordo com Silva (2017), o local de aplicação e o produto impermeabilizante necessitam se encontrar em concordância, para assim ocorrer uma eficiente resistência à umidade.

2.5.1 Concreto impermeável

O concreto é caracterizado por ser um material com quantidade considerável de poros em sua estrutura, estes determinados pela sua preparação, onde a quantidade de água é a principal influência para a quantidade de espaços. Em vista disso, para um concreto adquirir características de impedir a penetração da água, as alterações necessárias são executadas a partir de seu traço realizado no local da obra (BARROSO, 2015).

A alteração é caracterizada pelo acréscimo na mistura de um aditivo impermeabilizante e diminuição da quantidade de água convencionalmente utilizada. Neste processo, o aditivo atua como um retardante da cura do concreto, fazendo com que o fator água/cimento possa ser reduzido, quanto menor a quantidade de água utilizada mais efetivo será a atuação do aditivo no traço (DREY, SEIDLER, 2013).

O uso do concreto impermeável é recomendado para fases de reboco de estruturas de alvenaria de vedação, refratários e blocos. Após sua aplicação, o concreto precisa ser umidificado durante seu processo de cura para reduzir ao máximo sua porosidade, o que além de retirar o espaço no qual a água poderia infiltrar, evita a formação de aberturas no material, já que se trata de um sistema de impermeabilização rígido (DREY, SEIDLER, 2013).

2.5.2 Argamassa polimérica

Modificada em seu processo de criação, a argamassa polimérica é caracterizada por conter em sua composição, além de seus componentes originais, polímeros e minerais inativos que possuem polaridade adversa a da água, além de seus componentes originais, assim não ocorrendo interação entre os dois corpos (BARROSO, 2015).

A impermeabilização da argamassa também pode ocorrer através da adição de aditivos hidrofugantes, responsáveis por diminuir consideravelmente o espaço vazio responsável pela infiltração da água, nesta situação, a propriedade da massa produzida no processo de mistura da argamassa permanece inalterado (GASQUES, 2017).

A composição da argamassa polimérica varia entre os produtores, tendo como princípio a remoção parcial ou total do cimento de sua formulação, sendo substituído por resinas plásticas sintéticas, com isso, são recomendados para assentamento de pisos na base ou em paredes, que necessitam obrigatoriamente serem superfícies secas (MOREIRA; VERMELHO; ZANI, 2017).

2.5.3 Manta asfáltica

Possuindo características a base de asfalto, a manta asfáltica é um tipo de impermeabilizante pré-moldado, podendo ser rígido ou flexível. Trazendo produtos diversos, cada espécie deste impermeabilizante tem um método eficiente de aplicação e exigências a serem seguidas, para sua aplicação a superfície a ser tratada necessita estar devidamente limpa e livre de regiões pontiagudas ou irregulares (FIGUEREDO; RINALDI, 2017).

Sua constituição consta de base asfáltica com aditivos poliméricos e uma manta com a função de fixar a base e separar do meio externo, e sua aplicação é realizada por pressão, seguido de fixação com calor, tendo como auxílio o uso de maçarico, onde a base perde momentaneamente parte de sua rigidez ajustando o impermeabilizante ao local a ser protegido. A manta asfáltica com maior trabalhabilidade é a auto adesiva aluminizada, ilustrado em sequência pela Figura 11 (PINTO; AGUIAR, 2016):

Figura 11 - Aplicação de manta asfáltica

Fonte: Fiber Sals, 2020.

2.5.4 Manta líquida

Manta líquida é um tipo de impermeabilizante flexível moldado no local da obra, especificamente no local que será fixado, e é semelhante a manta asfáltica, estando dentre as características que os diferem seu estado, sua aplicação e processo de cura do material (RODRIGUES, 2016).

É constituído de resina acrílica, possuindo inicialmente um estado físico líquido, que após secar adquire o formato de membrana. É aplicado com o auxílio de ferramentas de pintura em mais de uma demão, ou seja, o produto é aplicado no mesmo local mais de uma vez, e alguns produtos possuem variações de cor, para substituir a pintura (PINTO; AGUIAR, 2016).

Sua utilização é recorrente em lajes e coberturas, contudo, para sua aplicação é necessário que o local a ser aplicado esteja devidamente limpo e regularizado e ser realizado o correto preparo do material, com a adição de água para que possa iniciar a aplicação, respeitando seu tempo de cura entre cada demão. Seu uso em vigas baldrame é altamente recomendado por profissionais pela sua eficiência de impermeabilização, como visto na Figura 12 (PINTO; AGUIAR, 2016):

Figura 12 - Vedação com manta líquida

Fonte: VR Impermeabilizações, S/D.

2.5.5 Rejuntamento e calafetagem

São os processos de vedação pós finalização de obra, onde os espaços deixados pelas peças do piso ou locais com aberturas por motivos acidentais são obstruídos. Para os dois produtos, deve ser respeitado o tempo de cura, assegurando a eficiência do processo de vedação (PONCIANO, 2011).

Os rejuntas são materiais porosos preparados com a adição de água, utilizados para preencher os espaços existentes entre peças responsáveis pelo assentamento, e o produto varia entre diversas cores e funções, modalizando de acordo com seu local de assentamento (PONCIANO, 2011).

Em relação a calafetagem, para o processo é utilizado um material a base de silicone acoplado a um equipamento responsável por seu manuseio (Figura 13), é recorrido em situações de aberturas devido a rompimentos de parte da obra, e é recomendado para superfícies de madeira, material suscetível a infiltração. O local a ser vedado necessita ser previamente preenchido e preparado para aplicação do produto (OLIVEIRA, 2019).

Figura 13 - Processo de calafetagem



Fonte: Dreamstime, S/D.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia do seguinte trabalho consiste em identificar e descrever manifestações patológicas ocorridas devido a entrada de água, para assim determinar o melhor produto impermeabilizante e o melhor método de aplicação para eliminar infiltrações em residências após ela estar concluída, para isso, foi realizado a análise de casos de patologias em residências, sendo registradas através de estudo de caso e visitas a locais com esta espécie de ocorrência, procurando englobar o maior número de ocorrências padrões.

Foi englobado na origem da infiltração através da observação das manifestações patológicas, podendo ser ocorrido de maneira direta ou indireta. A metodologia assim, designa-se à realização de um estudo de caso, onde foi explorado e abordado diferentes patologias ocorridas em diferentes situações e ambientes, para assim, obter a fonte de sua causa e solucionar o problema de infiltração sem levar a construção a correr nenhum dano e risco a ruína. E referente a isso, realizar o estudo é a alternativa de solução da maneira mais econômica possível, sem alterar a eficiência da impermeabilização na ação da correção.

Após a análise da causa das patologias, com os dados adquiridos, é determinado a melhor providência a ser tomada para que a infiltração seja sanada e a manifestação patológica seja corrigida sem possibilidade de recorrência do fenômeno.

O estudo é realizado a partir de duas etapas, a primeira é o estudo e levantamento teórico do tema abordado e formas de resolução, com a análise das diversas maneiras de ocorrência de entrada de umidade nas residências, após isso em seguimento as consequências na qual cada espécie de infiltração pode afetar uma construção, apontando deficiências de obra para o ocorrido e a conexão de diferentes patologias oriundas da mesma forma de infiltração, e onde também é analisado os diversos materiais utilizados para combater e evitar a infiltração, tendo sido descrito todas suas determinações e condições.

Após a análise teórica, foram realizados estudos de caso procurando englobar maneiras diversas da problemática, onde as abundantes maneiras de infiltração foram identificadas e analisadas de maneira prática, sendo detalhados seus problemas e os locais de ocorrência, de maneira a assimilar com o cotidiano popular e tornando o estudo de caso palpável. Após a escolha do método, foram observadas as condições do ambiente para verificar se o local está em situações adequadas para receber o produto, o motivo disto se trata do devido acabamento preferencial que a superfície do local deve ter para receber o produto, sendo essencial para sua eficiência.

O estudo de caso foi realizado através de visitas a locais com características semelhantes ao objetivo do trabalho, onde foram feitos registros fotográficos e descritivos, onde através das ocorrências foi descrito a problemática e, após a análise descritiva, foi recomendada a maneira mais segura e efetiva na qual a infiltração pode ser tratada, procurando artifícios que possam realizar esta solução da forma mais econômica possível.

Após isso, foi descrito através do detalhamento de cada etapa a forma adequada na qual necessitará ser realizado o processo de impermeabilização, especificando o material a ser utilizado.

A escolha da forma de impermeabilização envolve os seguintes aspectos:

- Eficiência do procedimento no tratamento da edificação;
- Prevenção de nova ocorrência por motivos semelhantes;
- Permanência das propriedades de resistência da estrutura;
- Garantir que a região impermeabilizada permaneça protegida por longos períodos de tempo;
- Economia sem interferir os tópicos anteriores.

Após o processo de impermeabilização, foi feita a verificação do comportamento e ambiente necessário para fixação prevista, tendo a função de analisar o comportamento do impermeabilizante com a superfície do local e o ambiente externo. Para o embasamento da pesquisa, foram selecionados 5 locais onde haviam ocorrência de manifestações patológicas diversas.

Dentre as situações que foram abordadas, o primeiro caso, de uma residência localizada em Goianésia-GO, trata de uma deficiência ocorrida durante a instalação hidráulica em uma das regiões molhadas da casa. O segundo caso, registrado na FACEG (Faculdade Evangélica de Goianésia), trata de manifestações variadas ocorridas após a estrutura sofrer instabilidade em sua sustentação. O terceiro caso, analisado a partir de uma construção localizada no bairro Santa Luzia, na cidade de Goianésia-GO, trata de impermeabilizações realizadas visando a economia e soluções a curto prazo, assim, não sendo considerada uma proteção efetiva contra patologias. O quarto caso, ocorrente no Bairro Ipê na cidade de Goianésia-GO, demonstra a ação da umidade em regiões expostas à intempéries sem proteção adequada. E por fim, o último caso ocorre em uma residência localizada na região de

Sobradinho-DF, onde toda a cobertura que protege a região externa da residência, incluindo parte da parede externa, demonstrou evidências de manifestações patológicas.

Os demais dados referentes às residências utilizadas no estudo de caso não serão divulgados com o intuito de não promover a exposição dos respectivos proprietários.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas visitas a construções e residências já finalizadas de maneira aleatória e com devida autorização de seus proprietários, com o intuito de buscar e identificar fenômenos de manifestações patológicas causadas em decorrência de infiltrações, ocasionadas de variadas formas, analisando a maneira com que a presença de água acarreta na influência do comportamento da estrutura em locais propícios.

4.1 ROMPIMENTO DE ENCANAÇÃO

Este caso trata-se de uma residência unifamiliar localizada em Goianésia-GO que estava em fase final de construção. A patologia se encontra na região inferior de uma das paredes da área de serviço, evidenciada em um período de 30 dias após a instalação de uma tubulação em uma das paredes da área do serviço, referente a instalação de um tanque para lavagem de roupas.

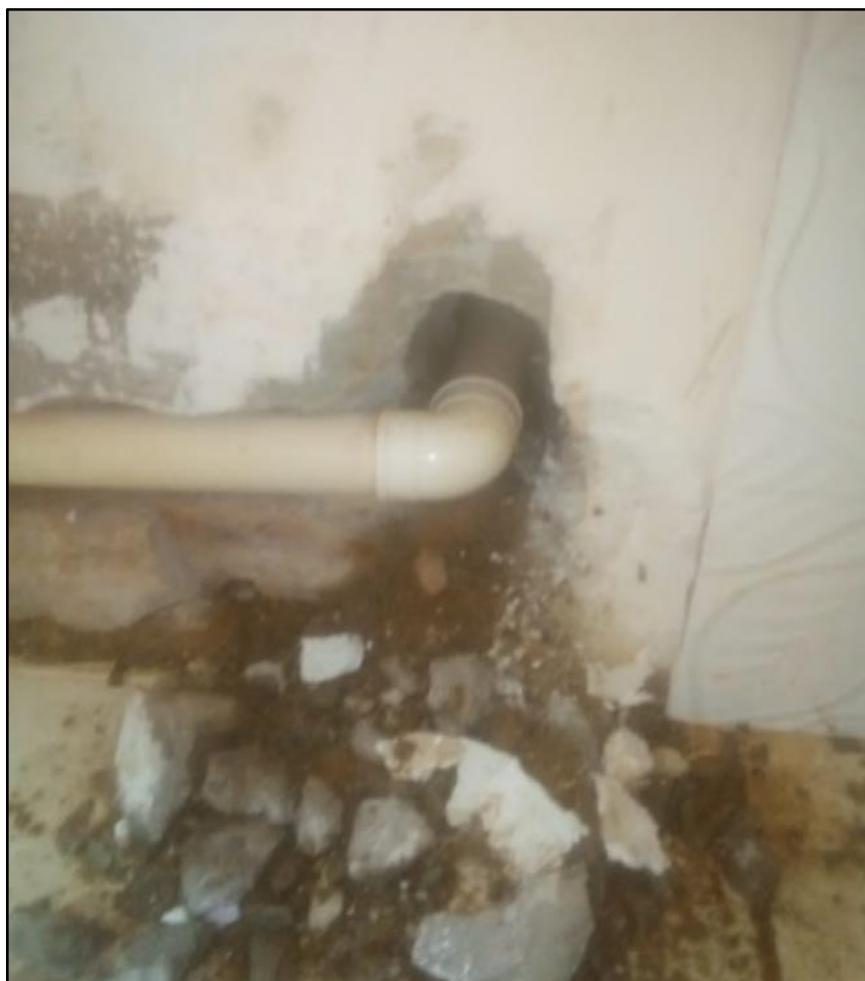
A patologia foi analisada e se caracterizou devido ao desprendimento do revestimento cerâmico utilizado para o acabamento, ocasionado pelo desmanche do reboco. Para visualização do ocorrido foi necessário a remoção de parte da alvenaria, que se encontrava ligeiramente úmida, como visto nas Figuras 14 e 15 (CECHINEL et al., 2011).

Figura 14 - Abertura do conduto hidráulico



Fonte: Autor, 2021.

Figura 15 - Quebra da parede atingida pela infiltração



Fonte: Autor, 2021.

Esta espécie de patologia ocorre por situações variadas em decorrência de fragilidades nas instalações hidrossanitárias de residências, podendo ocorrer devido a falha de execução ou defeito no material (MITZSUZAKI; SILVA; JESUS, 2019).

Como característica de uma patologia específica, a manifestação não se expandiu, se localizando em uma área pontual. O incidente foi provocado em decorrência de um rompimento de uma tubulação, ocasionado durante o corte da encanação, devido a ocorrer próximo de uma emenda, portanto, caracterizando uma falha de instalação. O fluxo de água, apesar de não ser constante devido a construção não estar finalizada, foi o suficiente para impedir a correta cura da pasta de cimento utilizada na realização do acabamento.

Infiltrações com essa especificidade são de fácil correção, sendo necessário neste caso, a troca da peça hidráulica com o cuidado de não danificar a tubulação novamente.

4.2 MANCHA EM PAREDE

Este caso se localiza na Faculdade Evangélica de Goianésia (FACEG), em uma das salas utilizadas para ensino. Estas patologias ocorreram em um ambiente que se localiza na proximidade de um banheiro coletivo, sendo formadas as manifestações na parede que divide os ambientes, nesta situação, o local apresentou manchas por todo local a cerca de 60 centímetros de altura do piso, podendo ser evidenciado pela Figura 16.

Figura 16 - Manchas na parede



Fonte: Autor, 2021.

Em relação a este caso, ocorreu-se um recalque na fundação da estrutura, e em decorrência disto, diversas fissuras foram geradas na estrutura, possibilitando a infiltração por entre estas aberturas. A ocorrência do sedimento que levou a instabilidade da estrutura pode ser evidenciada através de fissuras geradas na região da abertura da parede, sendo demonstradas pela figura 17:

Figura 17 - Trincas na parede



Fonte: Autor, 2021.

Nesta situação, a infiltração gerada por fendimentos na cobertura da estrutura e possíveis danos na instalação hidrossanitária provocou grande acúmulo de umidade na parede do ambiente, que se localizou na região inferior, comprometendo o revestimento.

Como se trata de uma infiltração com duas possíveis causas, não é possível determinar sua causa específica e correção, sendo sua solução a devida impermeabilização da cobertura, que pode vir a fornecer patologias perigosas com o passar do tempo, e com a possível não resolução do problema, sendo feita a troca ou reforma dos materiais que compõem a encanação do banheiro.

4.3 IMPERMEABILIZAÇÃO INEFICIENTE

Este caso é referente a uma ampliação e reforma de uma residência unifamiliar onde a construção estava finalizando a fase de fundação e iniciando a fase de levantamento da alvenaria, na região de ampliação foi optado pelo uso de vigas baldrames.

A utilização de vigas baldrames são de simples aplicação e utilizadas com frequência em construções, no entanto, este tipo de fundação necessita de processos de impermeabilização, devido a sua constituição e posicionamento, já que a fundação se encontra constantemente em risco de contato com umidade oriunda do solo.

Visto isso, é necessário utilizar de agregados na formulação do concreto e cobri-lo com manta líquida, aplicada com o auxílio de uma brocha.

A aplicação deste impermeabilizante deve ocorrer nas vigas baldrames e na base da parede, a cerca de 1 metro de altura, para impedir o transporte da água por capilaridade.

Figura 18 - Viga baldrame com cobertura de manta líquida



Fonte: Autor, 2021.

Neste exemplo, o impermeabilizante flexível foi aplicado apenas na fundação da estrutura, assegurando a conservação da viga baldrame, mas não houve aplicação até o registro fotográfico sobre a alvenaria, tornando possível a infiltração pela base da parede. Nesta situação, o recomendado é aplicar o impermeabilizante, caso haja escassez de material, no mínimo 1 fiada de tijolos da parede (PARANHOS; VECHIA; BELTRAME, SD).

4.4 DETERIORAÇÃO DE MURO

Trata-se de um muro localizado no quintal de uma residência de Goianésia-GO, nesta situação, a proteção feita de placas de concreto encontrou-se em desgaste, deixando exposta a ferragem utilizada para sustentação. A manifestação se localizou ao longo de toda a base do muro e nas emendas das placas, como evidenciado nas Figura 19 e 20.

Figura 19 - Deteriorização do concreto

Fonte: Autor, 2021.

Figura 20 - Exposição da armadura do muro

Fonte: Autor, 2021.

Por se tratar de uma estrutura que se encontra em contato direto com vegetação e exposto a intempéries, o muro se encontra constantemente em contato com alguma espécie de umidade, devido a constituição do concreto utilizado não ser apropriado para este tipo de situação, o mesmo sofreu desgaste com esta constante interação (MITZSUZAKI; SILVA; JESUS, 2019).

Em vista disso, é evidenciado que a capilaridade exercida na estrutura comprometeu a parte externa do muro, e simultaneamente a infiltração ocorrida através da exposição da ferragem em seu cume fez com que a água percorra pela ferragem, assim a expondo-a ao ar livre, visto que por estar localizado na intersecção das placas de concreto, é a região com maior facilidade de penetração do fluido (MITZSUZAKI; SILVA; JESUS, 2019).

Com as evidências destas patologias, determina-se que a principal causa seja a preparação ineficiente do concreto e nenhuma ação impermeabilizante realizada após a instalação do muro. A partir disso, para prevenção deste tipo de fenômeno deve ocorrer uma

devida preparação do concreto, utilizando um cimento devidamente agregado com propriedades impermeáveis, além disso, este tipo de estrutura necessita de mão de obra especializada para que a união entre as placas não gere aberturas. Em acréscimo ao preparo, após instalado recomenda-se o correto revestimento da estrutura, com acabamento que possua resistência à acúmulo de umidade e aplicação de reboco impermeável para evitar possíveis casos de infiltração por capilaridade.

Na mesma residência, um muro localizado em outra extremidade se encontrava em união a uma parede de alvenaria da residência vizinha, que se tratava de um muro de altura superior, nesta situação, a manifestação foi caracterizada por acúmulo de mofo na região superior do muro, conforme descrito na Figura 21 (CUNHA; VAUPEL; LUKING, 2010).

Figura 21 - Formação de mofo



Fonte: Autor, 2021.

Neste caso, a proximidade das duas estruturas e o maior nível do muro vizinho fez com que ocorresse o acúmulo de parte da água pluvial no topo das placas de concreto, onde a umidade se mantinha por um período maior de tempo.

Este tipo de dano é causado principalmente pela ausência de pingadeiras no muro, peças instaladas na região superior como demonstrado na Figura 22.

Figura 22 - Pingadeira de concreto



Fonte: VivaDecora, 2019.

Este suporte, também conhecido como chapim, pode ser composto de diversos materiais e sua função é impedir que a água escorra ao longo de alguma estrutura, evitando constante fluxo de umidade, fator contribuinte para formação de mofo e bolor, criando uma forma alternativa de escoamento da água da chuva, neste caso, devido ao material no qual o muro é constituído, a pingadeira ideal será a de concreto, feito de forma pré-moldada com espessura sob medida. (MITZSUZAKI; SILVA; JESUS, 2019).

4.5 VAZAMENTO NO TELHADO

Esta manifestação caracterizou-se pela formação de mofo na região do forro da residência em conjunto com o desprendimento de parte de seu acabamento. Como visto na Figura 23.

Figura 23 - Danificação de cobertura

Fonte: Autor, 2021.

Nesta situação, as manifestações patológicas evidenciam uma infiltração no telhamento da estrutura, sendo ocorrida por fendação do telhado ou instalação errônea desta etapa da estrutura, o constante fluxo de umidade impediu que o acabamento da estrutura mantivesse suas configurações originais, assim desafixando da estrutura.

Em consequência desta infiltração, quantidades de água adentraram a alvenaria referente a parede externa da residência, que está ligada a cobertura do local, formando manifestações patológicas podendo ser evidenciadas pela Figura 24.

Figura 24 - Alteração visual de alvenaria

Fonte: Autor, 2021.

Como visto pela Figura 24, a alvenaria da estrutura sofreu o fenômeno de eflorescência devido ao acúmulo de umidade na região interna da parede, o que acabou por remover o acabamento da região e alterou a estética do material cerâmico.

5 CONCLUSÕES

O conteúdo se fragmentou em embasamentos teóricos, onde as maneiras de infiltração com grande ocorrência foram exaltadas, seguido da descrição de diversos meios de impermeabilização, em seguida, o conteúdo teórico foi aplicado a prática através de situações reais tendo como foco as principais formas de infiltração, não sendo abordadas situações singulares e pouco usuais, devido a seus acontecimentos ocorrerem de forma anômala.

Foi percebido a falta do uso do material preventivo para evitar infiltrações, onde sua falta na obra acarretou em problemas para as residências, também foi notado a falta de planejamento na execução de instalações hidrossanitárias, gerando instabilidade da estrutura. Essa patologia é por muitas vezes silenciosa, porém ela sempre deixa resquícios de sua existência, e foram a partir delas que o trabalho foi desenvolvido.

Conclui-se que esse é um problema muito comum, principalmente com construções que não recebem a devida manutenção, visto que todas as patologias encontradas nas obras são solucionáveis, a manutenção e prevenção periódica é essencial para uma casa conseguir superar sua expectativa de existência.

Por fim, os resultados se mostraram satisfatórios para o esclarecimento de dúvidas de cidadãos iniciantes ou leigos no assunto abordado, e o aprendizado foi de grande auxílio para o desenvolvimento de aprendizado, obtendo informações que agrega todo profissional que se interessa por este ramo da engenharia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. NBR 9575: Impermeabilização – Seleção e projeto. Rio de Janeiro: 2010. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/>. Acesso em 03 de julho de 2021.

BARBOSA, R.M.E. Patologia da impermeabilização de edificações: Aspectos técnicos e metodológicos. 122f. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

BARROSO, G. F. Sistemas de impermeabilizações: Ênfase em mantas asfálticas. Revista de Iniciação Científica da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações, v. 5, n. 1, 2015, p. 42-57. Acesso em 11 de maio de 2021.

BELON, K. Manifestações patológicas nas construções pela presença de umidade: Uma revisão bibliográfica. 4º Simpósio Paranaense de Patologia das Construções (4º SPPC), 4SPPC114, p. 112 – 123, 2019. Acesso em 06 de maio de 2021.

CARVALHO, Y. M. Panorama histórico do combate a umidade na Engenharia Civil: Das paredes de adobe a aurora do terceiro milênio. Revista Thema. v 17, n 1, p 45-56, 2020. Acesso em 05 de março de 2021.

CECHINEL, B. M; VIEIRA, F. L; MANTELLI, P; TONEL, S. Infiltração em alvenaria: Estudo de caso em edifício na grande Florianópolis. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - IF-SC. P 18-24, 2011. Acesso em 03 de abril de 2021.

CUNHA, E. G; VAUPEL, K; LUKING, R. M. Verificação da Formação de Mofo e Bolor em Superfícies Interiores de Paredes Exteriores Situadas na Zona Bioclimática 3 de Acordo com a NBR 15220 e PNRB 02.136.01. USP. 2010. Acesso em 1 de maio de 2021.

DREY, D. F; SEIDLER, N. Efeito dos aditivos impermeabilizantes no concreto. Revista de Engenharia e Tecnologia. ISSN 2176-7270, v 05, n 02, p 12-23. 2013. Acesso em 11 de maio de 2021.

EXTERCKOETTER, D; ZANCAN, E. C. Manifestação da patologia de umidade ascendente: estudo de caso da recuperação de uma residência unifamiliar, Criciúma/SC. UNESC. 2018. Acesso em 03 de abril de 2021.

FERNANDES, L. A. Patologias originadas pela umidade em edificações e seus tratamentos. Unicesumar. 2018. Acesso em 05 de março de 2021.

FERREIRA, A. R. Patologias na construção civil: Estudo de caso em duas residências na cidade de Iraí de Minas – MG. GETEC, v 10, n 26, p.1-16, 2021. Acesso em 30 de abril de 2021.

FIGUEREDO, V. S. RINALDI, V. S. Impermeabilização com manta asfáltica de uma laje plana de cobertura. Revista Construindo. v. 9, Ed. Esp. de Patologia, p. 62-72, 2017. Acesso em 15 de maio de 2021.

GAVA, G. P; GASQUES, E. G. F. RIGO, E. Avaliação da influência de aditivos hidrofugantes/impermeabilizantes nas propriedades das argamassas. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. P 1-5, 2016. Acesso em 16 de maio de 2021.

GUERRA, F. L; CUNHA, E. G; SILVA, A. C. S, B; KNOP, S. Análise das condições favoráveis à formação de bolor em edificação histórica de Pelotas, RS, Brasil. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. v 12, n 4, p 7-23, 2012. Acesso em 1 de maio de 2021.

IANTAS, L. C. Estudo de caso: Análise de patologias estruturais em edificação de gestão pública. Monografia (Pós graduação em Construção de Obra Pública). Universidade Federal do Paraná. 2010. Acesso em 01 de abril de 2021.

LAJE, A. B. D. Patologias associadas à umidade: soluções ao caso concreto. Universidade Federal de Minas Gerais. 2012. Acesso em 09 de abril de 2021.

MACHADO, K. M. Levantamento de patologia causadas por umidade nas edificações na cidade de Manaus – AM. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso – Centro Universitário do Norte (UNINORTE). Acesso em 05 de março de 2021.

MAGALHÃES, R. A. B. 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. RCT - Revista de Ciência e Tecnologia. v 5, n 19, 2019. Acesso em 15 de abril de 2021.

MEDEIROS, M. H. F; ROCHA, F. C; MEDEIROS-JÚNIOR, R. A; HELENE, P. Potencial de corrosão: influência da umidade, relação água/cimento, teor de cloretos e cobrimento. Revista IBRACON de Estruturas e Materiais. ISSN 1983-4195, v 10, n 4, 2017. Acesso em 07 de maio de 2021.

MENEZES, R. R; FERREIRA, H. S; NEVES, G. A; FERREIRA, H. C. Sais solúveis e eflorescência em blocos cerâmicos e outros materiais de construção. 2016, v 52, n 321, p.37-49. Acesso em 05 de maio de 2021.

MITZSUZAKI, C. Y. Y; SILVA, A. B; JESUS, V. A; Patologias na Construção Civil. Revista Pesquisa e Ação. v 5, n 4, p 133-145, 2019. Acesso em 30 de abril de 2021.

MOREIRA, A. A. A; VERMELHO, L. C. ZANI, M.C. Estudo da Argamassa Polimérica de Assentamento de Blocos e Tijolos Segundo Aspectos Técnicos, Econômicos, Mercadológicos e de Clima Organizacional. Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015, v 38, n 53, 2017. Acesso em 12 de maio de 2021.

OLIVEIRA, A. O que é calafetar e como pode ajudar na construção. 2019. Disponível em < <https://oliveiraalpinismo.com.br/o-que-e-calafetar/> >. Acesso em 16 de maio de 2021.

PARANHOS, A; VECHIA, D; BELTRAME, M. Capilaridade: Um fenômeno de superfície com aplicações cotidianas. XII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VIII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. S/D. Acesso em 03 de abril de 2021.

PINTO, J. B; AGUIAR, L. E. A. Sistema de impermeabilização com manta asfáltica e manta líquida em lajes de cobertura. *Projectus - Portal de Revistas UNISUAM* (Centro Universitário Augusto Motta). V 01, n 03, p 141-151, 2016. Acesso em 15 de maio de 2021.

PONCIANO, P. P. Estudo do desempenho de rejunte fabricado com agregado de microesferas de vidro. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Minas Gerais. 2011. Acesso em 15 de maio de 2021.

RODRIGUES, R. M. Erros, diagnósticos e soluções de impermeabilização na construção civil. *InterScientia*. v 4, n 2, p 19-34, 2016. Acesso em 08 de maio de 2021.

SANTANA, B. V; ALEIXO, I. V. Avaliação da absorção por capilaridade de argamassas para revestimento com diferentes tipos de impermeabilizantes. UniCeub: Trabalho de conclusão de pós-graduação. 2017. Acesso em 21 de maio de 2021.

SILVA, C. M; JUNIOR, T. L. S. Sistemas de impermeabilização na construção civil: caracterização, importância e métodos de execução. *Cadernos de Graduação; Ciências exatas e tecnológicas*. ISSN 2316-313, v 5, n 2, p 315-328, 2019. Acesso em 08 de maio de 2021.

SILVA, F. B. Patologias na Construção Civil: Uma especialidade na Engenharia Civil. Universidade Federal do Paraná. Ed. 174, p 19-28, 2011. Acesso em 25 de março de 2021.

SILVA, I. S; SALES. J. C. Patologias ocasionadas pela umidade: estudo de caso em edificações. 2013. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA. João Pessoa – Paraíba. Acesso em 31 de agosto de 2021.

SOARES, F.F. A importância do projeto de impermeabilização em obras de construção civil – Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2014.

SOUZA, J. C. O que as rachaduras nas estruturas de concreto querem dizer. ISSN 0719-8906. Acesso de 23 de abril de 2021.

STUCKERT, T. C; JÚNIOR, A. S. S. Patologias em habitações de interesse social. *InterScientia*. P 109-122, v 4, n 2, 2016. Acesso em 16 de abril de 2021.

SUPLICY, G. F. S. Patologias ocasionadas pela umidade em edificações. São Paulo. Universidade Presbiteriana Mackenzie. 2012. Acesso em 23 de abril de 2021.

TEIXEIRA, P. C, GNIPPER, S. F. MONTEIRO, J. V. F. Estudo de patologias nos sistemas prediais hidráulicos e sanitários do prédio do ciclo básico II da Unicamp. *REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil*. v 1, n 2, p 34-50. 2011. Acesso em 16 de abril de 2021.

ZUCHETTI, P. B. A. Patologias da construção civil: investigação patológica em edifício corporativo de administração pública no vale do Taquari/RS. 2015. Trabalho de Conclusão de Mestrado– Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (CETEC). Acesso em 25 de fevereiro de 2021.