



**UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA**  
**AUTORIA DO TRABALHO**

**PATOLOGIAS POR INFILTRAÇÃO**

Palhoça

2022

**VALDINEI BARBOSA VIEIRA**

**PATOLOGIAS POR INFILTRAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Ricardo Moacyr Mafra, Ms.C.

Palhoça

2022

**VALDINEI BARBOSA VIEIRA**

**PATOLOGIAS POR INFILTRAÇÃO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 22 de novembro de 2022.

---

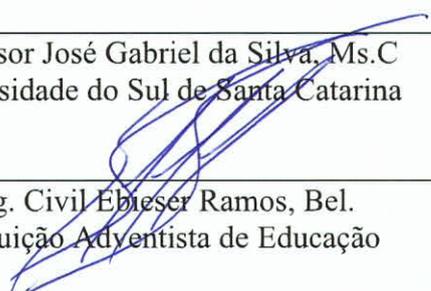
Professor e orientador Ricardo Moacyr Mafra, Ms.C  
Universidade do Sul de Santa Catarina

---

Professor José Gabriel da Silva, Ms.C  
Universidade do Sul de Santa Catarina

---

Eng. Civil Ebieser Ramos, Bel.  
Instituição Adventista de Educação



Dedico este trabalho à minha esposa, filho, pais, irmãos, colegas e professores que me apoiaram e me incentivaram nessa jornada.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar a Deus, nosso mantenedor, aos meus pais, Ivandel e Vera, que nunca mediram esforços para me manter nessa jornada estudantil, desde a minha infância, me proporcionando a oportunidade de ter chegado até aqui. À minha esposa Roberta e filho Samuel, pela compreensão e paciência no dia a dia do nosso lar, respeitando minhas limitações e abstinências de alguns momentos em família por estar focado nessa graduação.

Aos meus amigos Ricardo Winter e Sandra Winter, que me apresentaram essa alternativa de cruzar a jornada como Técnico em Edificações, que se tornou o ponto de partida para um futuro ingresso nesse ramo da engenharia civil.

Ao professor Ricardo Moacyr Mafra, que me orientou nesse trabalho, ao professor José Gabriel da Silva e ao engenheiro Ebieser Ramos, que me apoiaram prestigiando comigo essa defesa e todos os demais professores que contribuíram ao longo desses anos, com o compartilhamento de seu conhecimento e experiência, visando aprimorar o nosso, nos capacitando e nos proporcionando a oportunidade dessa preparação para o mercado de trabalho.

Aos colegas de classe, que me apoiaram e trilhamos juntos essa jornada, compartilhando do seu conhecimento e nos ajudando mutuamente rumo à conquista do nosso sonho.

“A persistência é o caminho do êxito” (Charles Chaplin).

## RESUMO

No contexto da construção civil uma etapa presente e não menos importante em uma obra é a impermeabilização, que tem a finalidade de barrar a passagem da água pela alvenaria e demais elementos construtivos e visa proteger a estrutura do contato direto com a umidade, esse contexto provoca a ocorrência de manifestações patológicas provocando assim um déficit tanto no conforto visual da edificação como também na segurança estrutural dela. O presente trabalho tem por objetivo realizar uma pesquisa sobre os fatores que levam a ocorrência de problemas estruturais advindos da infiltração decorrente da falta ou falha na impermeabilização em construções. Foi realizada uma coleta bibliográfica com a finalidade de estudar as manifestações patológicas visando identificar o tipo e quais os erros executivos que ocasionaram o aparecimento das mesmas, sobretudo com base no estudo realizado em Edificações de Interesse Social de Santa Catarina. A pesquisa pode constatar a total falta de interesse em impermeabilizar por parte dos responsáveis pela construção de inúmeras obras de interesse social, fato que se dá pela ocorrência de manifestações patológicas passíveis de correção, mas que, no entanto, geram retrabalho e prejuízo para a gestão pública. Com base nessas informações, foi elaborada uma proposta base de projeto de impermeabilização para a serventia em futuras construções dessa natureza em Santa Catarina, tratando-se assim da prevenção do surgimento destas patologias nas construções.

**Palavras-chave:** Infiltração. Manifestações patológicas. Construção civil.

## **ABSTRACT**

In the context of civil construction, a present and no less important step in a work is waterproofing, which has the purpose of blocking the passage of water through the masonry and other constructive elements and aims to protect the structure from direct contact with moisture, this context causes the occurrence of pathological manifestations thus causing a deficit both in the visual comfort of the building as well as in its structural safety. The present work aims to carry out a research on the factors that lead to the occurrence of structural problems arising from the infiltration resulting from the lack or failure of waterproofing in constructions. A bibliographic collection was carried out in order to study the pathological manifestations in order to identify the type and which executive errors caused their appearance, especially based on the study carried out in Buildings of Social Interest in Santa Catarina. The research can verify the total lack of interest in waterproofing on the part of those responsible for the construction of numerous works of social interest, a fact that is due to the occurrence of pathological manifestations that can be corrected, but which, however, generate rework and damage to the management public. Based on this information, a base proposal for a waterproofing project was prepared for use in future constructions of this nature in Santa Catarina, thus dealing with the prevention of the emergence of these pathologies in the constructions.

Keywords: Infiltration. Pathological manifestations. Construction.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Principais efeitos de problemas de impermeabilização .....	23
Figura 2 – Medições parede e teto .....	29
Figura 3 – Parede antes de receber o tratamento impermeabilizante .....	30
Figura 4 – Infiltração na pintura .....	46
Figura 5 - Manchas de umidade .....	46
Figura 6 - Pilar com infiltração de umidade.....	47
Figura 7 -Manchas de infiltração junto à esquadria.....	47
Figura 8 - Patologias surgidas nas superfícies devido às infiltrações em lajes .....	47

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Procedimentos para execução de manta asfáltica.....	49
--	----

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APP	Polipropileno Atático
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
CAP	Cimento Asfáltico de Petróleo
CREA	Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia
CSTC	Center Scientifique et Technique de la Construction
IPT	Instituto de Pesquisa Tecnológica
NBR	Norma Brasileira
PMCMV	Projeto Minha Casa Minha Vida
PVA	Poliacetato de Vinila
SBRT	Serviço Brasileiro de Resposta Técnica
SBS	Estireno-Butadieno-Estireno

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	13
1.1 JUSTIFICATIVA.....	13
1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	14
1.3 OBJETIVOS .....	14
<b>1.3.1 Objetivo geral</b> .....	14
<b>1.3.2 Objetivos específicos</b> .....	14
1.4 METODOLOGIA .....	15
<b>1.4.1 Pesquisa aplicada</b> .....	15
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	16
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	17
2.1 INFILTRAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	17
2.2 CONCEITO E TIPOS DE INFILTRAÇÕES .....	17
<b>2.2.1 Infiltração capilar</b> .....	18
<b>2.2.2 Infiltração de fluxo superficial</b> .....	18
<b>2.2.3 Absorção higroscópica de água e condensação capilar</b> .....	18
<b>2.2.4 Infiltração por condensação</b> .....	19
2.3 DANOS CAUSADOS PELA UMIDADE.....	20
2.4 PATOLOGIAS DECORRENTES DE INFILTRAÇÃO .....	22
<b>2.4.1 Fissura</b> .....	24
<b>2.4.2 Mofo e problemas gerias na pintura</b> .....	25
<b>2.4.3 Corrosão de armaduras</b> .....	26
<b>3. MÉTODO DE PESQUISA</b> .....	28
3.1 TRABALHOS CORRELATOS.....	28
<b>3.1.1 Detecção de infiltração em áreas internas de edificações com termografia infravermelha</b> .....	28
3.1.1.1 Objetivos .....	28
3.1.1.2 Resultados .....	28
<b>3.1.2 Patologias de infiltrações em unidades habitacionais: estudo de caso em residências no município de Anápolis - Goiás</b> .....	29
3.1.2.1 Objetivos .....	29
3.1.2.2 Resultados .....	30
<b>3.1.3 Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações</b> .....	31
3.1.3.1 Objetivos .....	31
3.1.3.2 Resultados .....	31

3.2 SISTEMAS DE TRATAMENTO DAS INFILTRAÇÕES .....	33
3.3 MATERIAIS IMPERMEABILIZANTES ASFÁLTICOS.....	33
3.4 CLASSIFICAÇÃO DAS MANTAS ASFÁLTICAS.....	35
3.5 INTERFERÊNCIAS ESTRUTURAIS NO PROCESSO DE IMPERMEABILIZAÇÃO.....	38
3.6 REQUISITOS PARA REALIZAÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO .....	40
3.7 PROJETO PARA IMPERMEABILIZAÇÃO DA MANTA ASFÁLTICA .....	42
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>45</b>
4.1 PREVENÇÃO DO SURGIMENTO DE PATOLOGIAS POR INFILTRAÇÃO EM EDIFÍCIOS UNIFAMILIARES DE INTERESSE SOCIAL DE SANTA CATARIA: PROPOSTA DE PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO .....	45
4.2 COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS ANALISADOS .....	45
<b>4.2.1 Resultados .....</b>	<b>45</b>
4.3 ETAPAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO.....	48
4.4 TIPOS DE IMPERMEABILIZAÇÕES MAIS COMUNS .....	51
4.5 PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS .....	52
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>54</b>
<b>6. RECOMENDAÇÃO PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>56</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>57</b>

## 1. INTRODUÇÃO

É de interesse comum que toda edificação apresente condições de utilização esperadas. Levando em conta esse fato, é importante lembrar que a ocorrência de manifestações patológicas pode afetar essas condições de uso da edificação. Sabendo que grande parte dos problemas apresentados pelas edificações advêm do processo construtivo e sabendo também da importância da impermeabilização nesse processo, percebe-se que existe um descuido por grande parte dos construtores na fase de execução.

Klein (2019) cita que a má qualidade da mão-de-obra pode favorecer o surgimento de manifestações patológicas. Sendo que esse cenário causado muitas vezes por falta de informação ou intenção de reduzir custo acaba prejudicando a qualidade final pretendida da edificação.

O mesmo autor trata a impermeabilização como a proteção das construções contra a infiltração da água, e sendo assim, o sucesso dela é bastante importante para que não haja degradação dos materiais, principalmente, para que a edificação não perca a sua habitabilidade. Apesar do baixo custo da incidência desta etapa com relação ao valor total da obra, o cenário atual segundo Hussein (2013), aponta uma grande incidência das manifestações patológicas causadas por falhas na referida impermeabilização, sendo que os custos com os reparos depois da obra concluída podem atingir grandes gastos, se comparados ao que seria gasto com sua implantação durante a obra. A falta de impermeabilização pode ocasionar problemas de umidade, tornando os ambientes insalubres e com aspecto desagradável, apresentando eflorescências, manchas, bolores, oxidação das armaduras etc.

### 1.1 JUSTIFICATIVA

O estudo desse tema é necessário para nos dar a entender os danos mais comuns observados nas edificações, desde os danos arquitetônicos, estruturais, e à própria saúde dos usuários das mesmas. A partir de uma compreensão mais clara a respeito da origem de patologias, se têm maiores probabilidades de êxito no momento em que precisar tomar as medidas corretivas, optando pelas mais eficientes e funcionais em cada situação. Outra finalidade importante é incentivar a adoção de medidas preventivas, medidas tais que evitarão diversos transtornos que possa advir da negligência aos cuidados que devem ser observados.

## 1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

A infiltração em edificações é um problema constante e na maioria das vezes poderia ser evitado. Uma das causas é a falta de um projeto de impermeabilização, em que evitaria determinados transtornos, e também mão de obra qualificada. São diversas as consequências devido a negligência de medidas preventivas, chegando, em alguns casos, até mesmo ao comprometimento da habitabilidade. Fatores que geram altos custos com recuperação de edificações e ressarcimentos de prejuízos ao usuário.

Nesse contexto através de pesquisas direcionadas a esse campo, surgem questões sobre a origem dos problemas causados não só pelas condições de uso, mas também por descuidos no momento da execução ou da compatibilização de projetos, que serão estudados nessa pesquisa, a fim de detectar e reconhecer os principais motivos dessas falhas e posteriormente procurar maneiras eficientes e viáveis de resolvê-las.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo geral

O trabalho tem como objetivo geral realizar uma pesquisa sobre os fatores que levam a ocorrência de problemas estruturais advindos da infiltração decorrente da falta ou falha na impermeabilização em construções.

### 1.3.2 Objetivos específicos

Os objetivos mais específicos desse trabalho são:

- Identificar as principais manifestações patológicas que ocorrem nas edificações;
- Identificar os métodos mais eficazes para corrigir as manifestações patológicas encontradas.
- Pesquisar os tipos de impermeabilizações mais comuns em construções tipo residências unifamiliares, considerando as classificações recomendadas;

## 1.4 METODOLOGIA

Foi realizada uma coleta bibliográfica com a finalidade de estudar as manifestações patológicas visando identificar o tipo e quais os erros executivos que ocasionaram o aparecimento das mesmas, sobretudo com base no estudo de SANT'ANA (2020), realizado em Edificações de Interesse Social de Santa Catarina. Com base nessas informações, foi elaborada uma proposta base de projeto de impermeabilização para a serventia em futuras construções dessa natureza em Santa Catarina, tratando-se assim da prevenção do surgimento destas patologias nas construções.

Este estudo teve como foco também a impermeabilização por manta asfáltica. Especificamente em relação à prevenção e ao tratamento da infiltração através da impermeabilização como este tipo de sistema, embora ele se constitua em um importante recurso para a construção civil, ainda se constata a carência de informações em relação aos cuidados referentes à sua aplicação, e de maior conscientização, por parte dos profissionais e dos proprietários, em relação à importância do seu uso.

### 1.4.1 Pesquisa aplicada

Por se tratar de um estudo relacionado à patologia na construção civil, optou-se por realizar um estudo de caso tendo em vista que esta modalidade de pesquisa possibilita a compreensão do problema de forma abrangente. De acordo com Gil (2008, p. 58), “o estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir seu conhecimento amplo e detalhado [...]”.

Na opinião de Chizzotti (2000, p. 102), O estudo de caso é uma caracterização abrangente para designar uma diversidade de pesquisas que coletam e registram dados de um caso particular ou de vários casos a fim de organizar um relatório ordenado e crítico de uma experiência, ou avaliá-la analiticamente, objetivando tomar decisões a seu respeito ou uma ação transformadora. O caso é tomado como unidade significativa do todo e, por isso, suficiente tanto para fundamentar um julgamento fidedigno quanto propor uma intervenção.

## 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Segundo o autor supracitado (2000), esta modalidade de estudo compreende três fases, a saber: a seleção e delimitação do caso, o trabalho de campo e a organização e redação do relatório.

O presente trabalho é composto por cinco etapas:

A etapa um equivale à introdução, onde apresenta a justificativa do trabalho e seus objetivos, bem como a metodologia da pesquisa aplicada.

A etapa dois compreende a revisão de literatura, apresentando a infiltração na construção civil, conceitos e tipos de infiltrações, danos causados pela umidade, patologias decorrentes de infiltração e trabalhos correlatos, onde apresentam alguns objetivos e resultados da análise de algumas manifestações patológicas em algumas edificações.

A etapa três corresponde ao método de pesquisa, onde abrange sistemas de tratamento, materiais impermeabilizantes, interferências estruturais, requisitos para impermeabilização e uso das mantas asfáltica.

A etapa quatro trata da prevenção do surgimento de patologias por infiltração em edifícios e proposta de projeto de impermeabilização.

A etapa cinco traz as conclusões do tema analisado, como os fatores associados ao problema, alerta quanto aos transtornos advindos à edificação em si, e também às vidas humanas que são expostas ao desconforto e prejuízos à saúde ao conviverem com tal anomalia, e como recuperar, tratar ou quando possível prevenir para se evitar os transtornos e tempo gasto com a recuperação de tais obras.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 INFILTRAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Conforme o Center Scientific et Technique de la Construction – CSTC (apud PICCHI, 1986), a partir dos anos 70, após a realização de levantamentos na Europa, referentes aos problemas normalmente encontrados nas edificações, se desenvolvesse mais um campo de estudo específico da construção civil, denominado internacionalmente patologia das edificações. Na construção civil, a patologia das edificações examina as falhas que ocorrem nos diversos componentes ou sistemas da edificação, identificando as formas de manifestação e tentando identificar as causas. [...] os levantamentos apontam que as falhas mais comuns dizem respeito a problemas de umidade, deslocamento, fissuração ou instalações (PICCHI, 1986, p. 160).

São diversos os tipos de infiltrações que atingem a estrutura física da obra especialmente nos materiais empregados em sua construção como, por exemplo, no reboco, na pintura, no concreto, no aço etc. Tal “patologia”, além de influenciar na durabilidade, da obra é prejudicial à saúde do homem, levando em conta que o ambiente úmido hospeda microrganismos (fungos) que são causadores de doenças. Outrossim, podem gerar desgaste físico e emocional nos proprietários, pois a recuperação da obra implica em gastos financeiros e desconforto aos moradores (SILVA e SALES, 2013, p. 3).

### 2.2 CONCEITO E TIPOS DE INFILTRAÇÕES

Dentre as manifestações mais vistas referentes aos problemas de umidade em edificações, acham-se manchas de umidades, corrosão, bolor (mofo), algas, líquens, eflorescências, descolamento de revestimento, friabilidade da argamassa por dissolução de compostos com propriedades cimentícias, fissuras e mudança de coloração dos revestimentos. Há uma série de mecanismos que podem ocasionar umidade nos materiais de construção, sendo os mais importantes os que estão ligados à absorção de água (YAZIGI, 2004).

A infiltração pode ser reconhecida como a passagem da água do meio exterior para o interior ou em sentido contrário, nos seus estados líquido e gasoso que adentra nas lajes por capilaridades por meio de fissuras ou trincas existentes no concreto/contrapiso, revestimento etc.

De acordo com o autor supracitado, (2004, p. 514) temos os principais tipos de infiltrações são: capilar; fluxo superficial; higroscópica; condensação capilar; condensação. Nos fenômenos de absorção capilar e por infiltração ou fluxo superficial de água, a umidade acomete os materiais de construção no formato líquido e, nos demais casos, a umidade é absorvida na fase gasosa.

A seguir apresentam-se estes tipos de infiltração, conforme descrito por Yazigi (2004, p. 514-515).

### **2.2.1 Infiltração capilar**

Segundo Yazigi (2004), os materiais de construção absorvem água na forma capilar quando estão em contato direto com a umidade. Isso normalmente ocorre nas fachadas e em regiões que se encontram em contato com o terreno (úmido) e sem impermeabilização. A água é conduzida, através de canais capilares existentes no material, pela tensão superficial.

Caso a absorção da água aconteça permanentemente pelo material de construção em região em contato direto com o terreno, e não seja eliminada por ventilação, será conduzida gradualmente para cima, por capilaridade, caracterizando um mecanismo típico de umidade ascendente. O método mais adequado para combater umidade ascendente em paredes é por meio de uma eficaz impermeabilização horizontal (de difícil execução se a obra já estiver concluída).

### **2.2.2 Infiltração de fluxo superficial**

Se a impermeabilização vertical não foi eficaz no local que está em contato com o terreno, ocorrerá absorção de água (da terra úmida) pelo material de construção absorvente (via poros), que poderá agravar-se caso a umidade seja sujeita a certa pressão, como no caso de fluxo de água em piso com desnível. Em tal situação, recomenda-se adotar impermeabilização vertical e, se necessário, drenagem (YAZIGI, 2004).

### **2.2.3 Absorção higroscópica de água e condensação capilar**

Em ambos os modos, a água é absorvida na forma gasosa. Por condensação capilar, ocorre a diminuição da pressão de vapor de saturação da água, ou seja, decorre umidade de

condensação abaixo do ponto de orvalho. Quanto menores os poros dos materiais de construção, maior será a qualidade de umidade produzida na condensação capilar.

Conforme Yazigi (2004), além das dimensões dos poros, o mecanismo submete-se especialmente da umidade relativa do ar. Quanto maior a umidade relativa, maiores os vazios dos poros do material de construção que poderão ser preenchidos pela condensação capilar. Quando a umidade relativa do ar no ambiente está na faixa de 70% produz, nos materiais de construção, determinada quantidade de umidade por condensação capilar, cujo valor é denominado umidade de equilíbrio.

Geralmente, não são encontrados teores de umidade menores que a umidade de equilíbrio nos materiais. Se o material de construção conter sais, a umidade de equilíbrio pode variar notadamente. O mecanismo de absorção higroscópica da umidade é instigado do ar, do grau e do tipo de salinização; a água pode ser absorvida de forma higroscópica no tempo necessário até atingir a umidade de saturação (YAZIGI, 2004).

Naturalmente, a absorção higroscópica da umidade desempenha papel especial nas partes da edificação que se apresentam salinizadas por umidade ascendente. Os locais subterrâneos e o térreo são os mais atingidos por esse fenômeno. Faz-se necessário conhecer exatamente os mecanismos individuais de umedecimento, ou seja, as causas das anomalias, para poder eliminá-los eficazmente.

Yazigi (2004), afirma que para o diagnóstico das anomalias, se faz necessário verificar especialmente o grau de umidade e a existência de sais. Não só os dados químicos e físicos devem ser considerados na restauração ou tratamento da anomalia; tem também como importância fundamental avaliar as condições do contorno. É preciso avaliar especialmente a influência de água subterrânea, de fluxos superficiais de ladeiras e de águas originárias de infiltrações. Não esquecendo também de avaliar e eliminar defeitos de construção, como os caimentos, prumadas e ralos (para águas pluviais e/ou de lavagem), que podem estar deficientes, ou rompidos.

#### **2.2.4 Infiltração por condensação**

Segundo Yazigi (2004), em certa temperatura, o ar não deve conter mais que determinada quantidade de vapor de água inferior ou igual a um valor extremo denominado peso de vapor saturante. Caso o peso de vapor seja inferior ao extremo, o ar é considerado

úmido, porém não saturado. Esse estado é caracterizado pelo grau higrométrico, igual à relação entre o peso de vapor presente no ar e o peso de vapor saturante.

A diferença entre o peso de vapor saturante e o peso de vapor presente no ar retrata o poder dessecante do ar. Este e, conseqüentemente, a velocidade de evaporação, se apresentam mais elevados quando o ar é mais quente e seco; esse último revela que o grau higrométrico é menor.

De acordo com Yazigi (2004), caso a massa de ar manifeste redução da temperatura sem alteração do peso de vapor, o grau higrotérmico apresentará maior umidade. A 17° C resulta em ar saturado, ou seja, grau higrotérmico de 100%. É denominado ponto de orvalho quando a temperatura é de 17° C. É preciso considerar que a temperatura do ar e a temperatura das paredes de um edifício podem ser bem diferentes. Pode ainda ocorrer que a temperatura do ar seja de 20° C, enquanto que a das paredes exteriores seja de 15° C a 16° C.

Na hipótese de a umidade do ar ser de 60% a 70%, obrigatoriamente ocorrerá nos setores com temperatura de 12° C a condensação de água, devido à umidade relativa do ar ser mais elevada devido à redução da temperatura.

### 2.3 DANOS CAUSADOS PELA UMIDADE

A ausência de impermeabilizantes nas áreas molhadas pode causar, segundo Verçozza (1983), goteiras, manchas, mofo, apodrecimento, ferrugem, eflorescências, criptoflorescências, gelividade e deterioração. Goteiras e manchas – quando a água transpassa uma barreira, ela pode, no outro lado, ficar aderente e produzir uma mancha; ou, se a quantidade for maior, gotejar, ou até fluir.

Em qualquer dos casos, numa construção, tais defeitos podem ser admitidos só raramente. A umidade persistente deteriora qualquer material de construção, desvalorizando assim, a obra. Goteiras e manchas são os defeitos mais vistos nas infiltrações e que se procura conter com a impermeabilização.

Mofo e apodrecimento – o apodrecimento da madeira é em função do mofo e bolor. O mofo e o bolor são fungos vegetais cujas raízes, adentrando na madeira, destilam enzimas ácidas que causa nela a corrosão. Até mesmo as alvenarias eles danificam, porque também ali aderem, escurecendo suas superfícies e, com o tempo, desagregando-as.

Por serem vegetais, esses fungos necessitam de ar e água. Não proliferam em ambientes plenamente secos. Logo, o mofo e o apodrecimento também são resultantes da umidade. A eliminação do mofo não é fácil. Para evitar que apareça é necessário eliminar por completo a umidade, o que se consegue mediante impermeabilizações e ventilação, que secam as superfícies e removem os esporos (sementes). Mas depois de as raízes atingirem maior profundidade fica difícil destruí-las.

Ferrugem – oxidação é a modificação lenta de um metal em seus óxidos. No caso do ferro e aço ela toma o nome de ferrugem. A ferrugem é um sal de pouca aderência (cai facilmente sob fricção), de mau aspecto e de volume maior que o do ferro que lhe originou. O processo de desenvolvimento da ferrugem é complexo e não cabe aqui descrevê-lo, mas o primordial é saber que a umidade é que dá condições favoráveis ao aparecimento dela.

Em razão disso, deve-se sempre procurar obter concreto impermeável: se a umidade penetrar até a armadura, facilmente aparece a ferrugem que, aumentando de volume, rompe o revestimento do concreto armado. Mais grave ainda é quando o concreto possui substâncias que se tornam oxidantes ao entrarem em contato com a água. O cloreto de cálcio, por exemplo, bastante usado como aditivo acelerador de pega do concreto, ao entrar em contato com a água pode gerar ácido clorídrico, que corrói as armaduras aceleradamente.

Eflorescências – são sais que se formam nas superfícies das paredes, trazidos pela umidade dos seus interiores. Elas causam mau aspecto, manchas, ou descolamento da pintura etc. De modo pior, quando elas se situam entre tijolos e o reboco, fazendo este se descolar. Em grande volume, chegam a originar estalactites.

Eflorescências aparecem no momento em que a água atravessa uma parede que contenha sais solúveis. Estes sais podem estar nos tijolos, no cimento, na areia, no concreto, na argamassa etc. Ao dissolverem-se na água eles são carregados por ela para a superfície, onde a água evapora e os sais se depositam, sólidos ou em forma de pó. Suprimindo a penetração da água, elimina-se a eflorescência.

Alguns sais causadores de eflorescências: nitratos alcalinos (formam cristais brancos, vitrificados, volumosos), carbonato de cálcio (pó branco), sais de ferro (cor ferruginosa), sulfoaluminato de cálcio (crosta embranquecida). É comum aparecerem nos reservatórios, ao fundo, na forma de estalactites; nas paredes, na forma de pó branco. Quando se encontram entre o reboco e a parede, as eflorescências formam um plano capilar, por onde sobe a umidade, que aumenta a força de repulsão ao reboco. Os sais que causam as

eflorescências também podem se encontrarem na atmosfera. Entretanto, na realidade, não é uma eflorescência, mas uma deposição.

É comum das zonas industriais, carregadas de sais de enxofre, demasiadamente reativo. Os sais também podem estar no solo e ser levados às paredes por capilaridades. É natural que as pinturas não eliminem manchas de eflorescências, pois os sais reagem com a nova tinta e a mancha ressurge. Logo, é preciso usar um selador eficiente ou remover o reboco atingido.

Criptoflorescências – formações também salinas, com causa e mecanismos iguais que as eflorescências, porém, agora os sais formam grandes cristais que se fixam no interior da própria parede ou estrutura. Quando crescem, eles pressionam a massa, formando rachaduras e até a queda da parede. O maior causador de eflorescência é o sulfato. Os sulfatos, ao receberem água, aumentam grandemente de volume. Mesmo que a pressão seja pequena, as criptoflorescências fazem fragmentar os materiais, principalmente em camadas superficiais.

Gelividade – ao congelar, a água aumenta de volume. E a água em canais capilares congela mesmo em temperatura acima de 0°C. Ela pode congelar à temperatura de até 6°C. Portanto, a água depositada nos poros e canais capilares dos tijolos e do concreto congela em dias frios e aumenta o seu volume. No miolo, este aumento de volume é contido pela massa do tijolo, e se traduz por calor, que então impede o congelamento. Mas na superfície a resistência é menor, originando-se gelo que desloca as camadas maiores, desagregando gradualmente o material.

Entretanto a superfície dos tijolos começa a se desgastar, parecendo lixada. Normalmente toma a forma convexa. Não havendo a penetração da água, conseqüentemente não haverá gelividade.

Deterioração – a água é a causadora de todos os defeitos citados anteriormente, ou são por ela conduzidos, ou afetados. Os citados defeitos vão deteriorando os materiais e a obra lentamente. Diante disso, a impermeabilidade é também uma exigência de duração, e não somente de aparência ou acabamento.

## 2.4 PATOLOGIAS DECORRENTES DE INFILTRAÇÃO

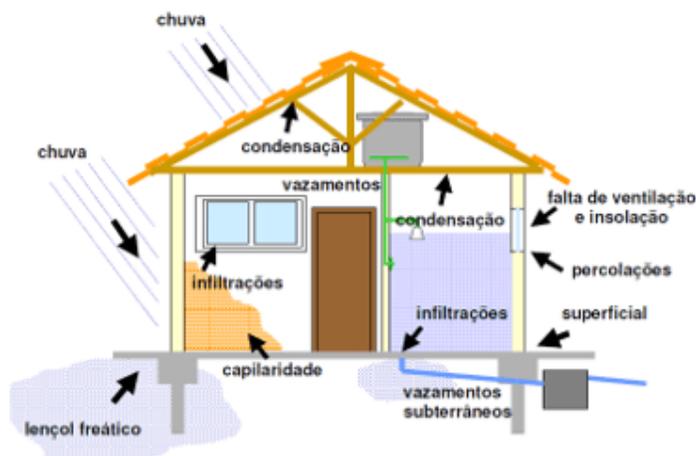
As patologias advindas da falha ou ausência da impermeabilização resultam do excesso de umidade no edifício, e essas, segundo Lersch (2012), podem ser: Umidade de infiltração, trata-se da passagem de umidade do exterior para o interior, através de trincas ou da própria

capacidade de absorção do material; Umidade ascensional, trata-se da umidade originada do solo, e sua presença pode ser percebida em paredes e solos; Umidade por condensação, resulta do encontro do ar com alta umidade, com superfícies que se encontram em baixas temperaturas, o que causa a precipitação da umidade; Umidade de obra, trata-se basicamente da umidade presente na execução da obra, como em argamassas e concreto; Umidade acidental, trata-se do fluido gerado por falhas nos sistemas de tubulações, e que acabam originando infiltração.

Após uma análise dos tipos de umidade, das condições da obra, e das obrigatoriedades que as normas relacionadas estipulam, pode-se escolher o sistema que será utilizado. Escolhendo-se o sistema de impermeabilização, pode-se então escolher quais produtos serão atualizados atentando-se sempre para o cuidado com a mão de obra que irá executar o projeto, pois como visto anteriormente, a grande maioria dos erros relacionados a impermeabilização são cometidos por parte da mão-de-obra. Nesses casos é necessária a fiscalização, e seguindo esse raciocínio, Righi (2009) afirma que, o controle da execução da impermeabilização é fundamental para sua eficácia e o mesmo deve ser feito pela empresa aplicadora e pelo responsável da obra.

Porém, mesmo sabendo-se da importância desse processo, é comum a falta de impermeabilização nas obras, sendo que a sua ausência, ou falhas na sua execução podem gerar vários transtornos. As falhas no processo de impermeabilização causam diversas patologias em uma edificação. A Figura 1 mostra uma pesquisa de Antonelli (2017) que quantifica as principais causas de infiltrações em uma edificação.

Figura 1 - Principais efeitos de problemas de impermeabilização.



Fonte: Silva e Oliveira, (2006, p. 77).

Dentre as principais manifestações patológicas, Fissuras, mofo, problemas gerias de pintura e corrosão.

#### **2.4.1 Fissura**

Segundo Thomaz (1989) o crescimento do teor da umidade causa uma expansão do material, enquanto a diminuição desse teor causa uma contração do material, as mudanças higroscópicas possibilitam essas variações dimensionais que influenciam grandemente nas características de deformabilidade das alvenarias. Essa alteração volumétrica pode causar fissuras, tendo formato similar às causadas por retração.

Segundo Valle (2018) as fissuras ou trincas causadas por variação de umidade dos materiais de construção são muito similares àquelas provocadas pelas variações de temperatura. O mesmo autor afirma ainda que a quantidade de água absorvida por um material de construção depende de dois fatores: porosidade e capilaridade, sendo a capilaridade o fator mais relevante que rege a variação do teor de umidade dos materiais.

Durante a secagem de materiais porosos, a capilaridade provoca o surgimento de forças de sucção, responsáveis por conduzir a água até a superfície do componente, onde ela posteriormente evaporará. Portanto, deixando de se impermeabilizar, nos elementos construtivos que estejam em contato com o solo, os poros desses materiais realizam uma força de sucção, absorvendo água e transferindo para os demais elementos da construção.

Devido à presença de umidade, as fissuras provocadas pelo excesso dela podem se apresentar em qualquer local da alvenaria, mas especialmente junto às bases das paredes, causadas pela umidade ascendente, onde na maioria das vezes há o aparecimento de eflorescências facilitando o diagnóstico. Além disso, elas também surgem com frequência em formas verticais, da altura do pé direito da parede (THOMAZ, 1989).

Conforme Júnior (1997), se tratando da recuperação é sempre aconselhável considerar as fissuras como ativas, pois mesmo após corrigidas as suas causas, ainda é possível ocorrer variações em sua abertura em função das variações térmicas e higroscópicas do próprio revestimento e da alvenaria.

Sendo assim, uma alternativa para conferir maior capacidade de deformação seria com a adição de polímeros ou fibras às argamassas utilizadas, ou fazer uso de uma argamassa flexível própria de recuperação. Outrossim, Thomaz (1989) indica também o uso da tela

metálica, para auxiliar a argamassa. Apesar das origens das fissuras serem variadas, geralmente elas são recuperadas de igual forma, que inclui a abertura delas, em seguida, há a verificação de possíveis vazamentos próximos em tubulações hidráulicas. Procede-se a limpeza da abertura com material que estanqueie o revestimento em volta da mesma, deve-se esperar secar totalmente a região, e em seguida, fazer a aplicação da argamassa flexível, recompondo o local e prevenindo problemas semelhantes aos já ocorridos.

#### **2.4.2 Mofo e problemas gerias na pintura**

Segundo Hussein (2013), o mofo se prolifera com facilidade em paredes expostas à umidade, e que normalmente não tem contato com a luz. Tal umidade pode ser procedente do excesso dela no ar devido ao clima, a erros construtivos ou à umidade interna da parede, obtida através da capilaridade, por erro ou falta de impermeabilização.

De acordo com Leticia (2009), em casos mais graves, para se remover o mofo das paredes, antes devem ser observados se existem vazamentos ou infiltrações. Não havendo, se procede com a retirada da camada de pintura e aplicação um produto selador. Posterior à secagem, deve ser refeita a pintura. Entretanto, em casos mais leves, a área com mofo deve ser limpa com produtos desinfetantes, evitando assim a proliferação destes fungos novamente no local.

Conforme Valle (2018), dentre esses transtornos, os únicos que normalmente não surgem logo após a aplicação da tinta são os gerados pela umidade. Mesmo assim, existem os causados pela umidade do ar, rompimento de instalações hidráulicas e por infiltrações, estes últimos são notados quando existem danos irreversíveis no reboco, alvenaria ou até mesmo na estrutura. Ao surgirem manchas ou bolhas no meio da parede ou no forro, são indícios de infiltração através de tubulação hidráulica e devem ser verificados se não existem vazamentos, caso existir, devem ser eliminados. Porém, os problemas causados por infiltração de umidade do solo necessitam ser evitados através de uma correta impermeabilização da viga baldrame.

Segundo Leticia (2009), a correção dos locais que contenham bolhas deve ser realizada da seguinte forma: remover todas as bolhas ou manchas e partes soltas e mal aderidas mediante o uso de espátula, escova de aço e lixa. Após isso aplica-se um fundo preparador para paredes à base de água, e após sua secagem, nivela-se a superfície com aplicação de massa acrílica (áreas externas ou molháveis) ou massa corrida (áreas secas) e posteriormente refazer a pintura.

Para o caso de comprometimento de reboco, a mesma autora afirma que deve ser refeita e impermeabilizado.

No caso da laje de reservatório, a mesma autora afirma que deve ser analisada a gravidade do problema, tendo em vista que se a armadura já estiver comprometida o procedimento a ser adotado é refazer a laje, tomando-se os cuidados para que seja feita a correta impermeabilização.

### **2.4.3 Corrosão de armaduras**

Segundo Helene (1986), corrosão é uma interação destrutiva de um material com o ambiente, seja mediante reação química, ou eletroquímica. Para Bauer (1994), a corrosão é transformação não proposital de um metal, a partir de suas superfícies expostas, em compostos não aderentes, solúveis ou desprezíveis no ambiente em que o metal se encontra.

Gentil (1987) descreve que geralmente a corrosão pode ser entendida como a deterioração de um material, como consequência de determinada ação química ou eletroquímica do meio ambiente associada ou não a esforços mecânicos. Conforme Andrade (1992), nos casos de barras de aço imersas no meio do concreto a degeneração das armaduras de aço, é caracterizada pela destruição da película passivante em torno de toda a superfície exterior das barras. Tal película se forma como resultado do impedimento da dissolução do ferro pela elevada alcalinidade da solução aquosa presente no concreto.

Não existe corrosão na armadura de uma estrutura de concreto armado se o concreto que a protege não sofrer contaminações e deterioração. Portanto é correto assegurar que quanto mais inalterado se mantiver o concreto, maior será a proteção da sua armadura. (CASCUDO, 1997).

Segundo Gentil (2012), a corrosão e a decomposição que são observadas no concreto, podem ser associadas a fatores mecânicos, físicos, biológicos, entre tais como: Mecânicos – Vibrações e erosão; Físicos – Variações de temperatura; Biológicos – Bactérias e fungos; Químicos – Produtos químicos como ácidos e sais.

No caso apresentado, o principal fator é o químico, onde o mesmo está relacionado com substâncias químicas presentes na água, solo e atmosfera. Os ácidos sulfúrico e clorídrico são as substâncias químicas mais agressivas ao concreto, que podem agir na pasta de cimento, no agregado e na armadura de aço-carbono.

Os três principais indicativos de deterioração do concreto armado são as fissuras, a disgregação e a desagregação, e podem ser visíveis diferenciados entre si com facilidade.

a) Fissuras: Situam-se em todas as construções de concreto e podem aparecer após anos, semanas e até mesmo em poucas horas após o término da concretagem. As fissuras se classificam quanto à movimentação como “vivas” – Com movimentação, e “mortas” – estabilizadas e sem movimentação.

b) Disgregações: É identificada pela ruptura do concreto especialmente em regiões salientes dos elementos estruturais.

c) Desagregação: Sintomas que caracteriza a existência de ataques químicos como: Reações com hidróxidos de cálcio oriundo da hidratação dos componentes do cimento; reações do íon sulfato com aluminato tricálcio ou com a alumina do inerte numa solução saturada de hidróxido de cálcio, originando expansões.

De acordo com Andrade (1992), os inibidores de corrosão são substâncias que têm a capacidade de bloquear a atividade da reação anódica, da reação catódica, ou de ambas. No caso específico do concreto, estas substâncias precisam ser ativas em um meio alcalino, e não alterar substancialmente suas propriedades físicas, químicas e mecânicas.

De uma forma mais geral, Gentil (2012) define inibidor de corrosão como sendo uma substância ou mistura de substâncias que, quando presentes em concentrações adequadas no meio corrosivo, diminuem ou exterminam a corrosão.

É importante salientar que os inibidores são característicos em termos do metal a proteger, do meio corrosivo, da temperatura e da sua faixa de concentração. É imprescindível usar uma quantidade adequada de inibidor, já que muitos agentes inibidores acabam acelerando a corrosão, provocando em especial um ataque localizado, como corrosão por pontos, se a concentração estiver abaixo da correta.

### **3. MÉTODO DE PESQUISA**

#### **3.1 TRABALHOS CORRELATOS**

##### **3.1.1 Detecção de infiltração em áreas internas de edificações com termografia infravermelha**

###### **3.1.1.1 Objetivos**

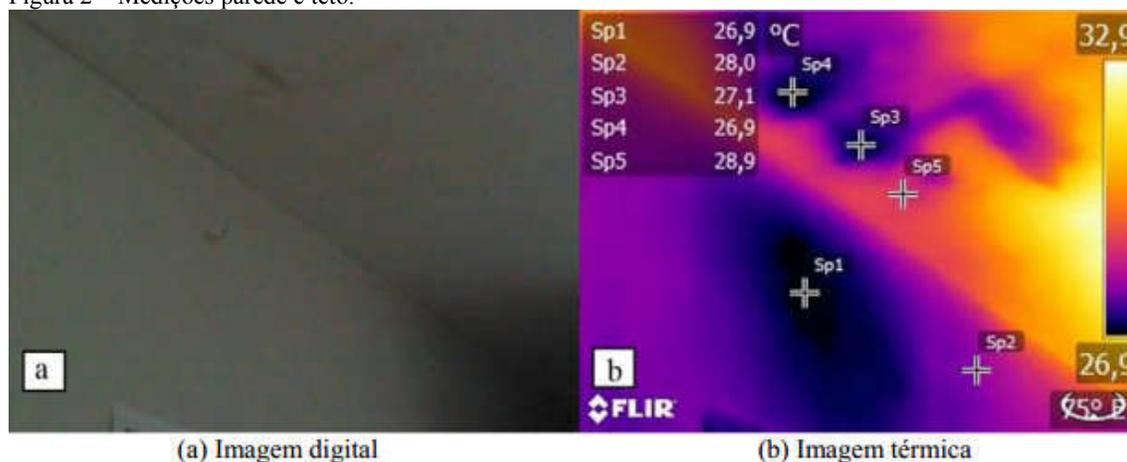
Segundo Rocha et al (2018) na intenção de obter-se um método avaliativo de problemas relacionados à umidade que não envolva os tradicionais métodos destrutivos, buscou-se estudar as patologias de uma obra por intermédio da termografia infravermelha. Encontrada com grande frequência em edificações, a umidade é de difícil solução, pois, vários fatores como idade da edificação, clima, materiais, métodos construtivos e grau de controle adotado na execução influenciam na ocorrência desse tipo de patologia.

O ensaio mediante termografia infravermelha não é destrutivo, e pode ser utilizado sem mesmo ter contato direto com a estrutura, analisando as áreas e obtendo resultados em tempo real. O princípio básico do ensaio é que todos os objetos com temperatura acima do zero absoluto (0 K), no espectro eletromagnético emitem radiação na faixa infravermelha. Uma câmera termográfica detecta a radiação, sem contato, de uma maneira que a transforma em sinais elétricos que originam uma imagem térmica, em que a cor representa um intervalo de temperatura. Essa imagem é conhecida como termograma (ROCHA et al, 2018).

###### **3.1.1.2 Resultados**

Conforme Rocha et al (2018) durante o tempo de ensaio, a câmera ficou distante entre 2 m e 3 m do objeto, buscando ter bons resultados. Foi utilizado o método da “fita preta”, para determinar emissividade das paredes estudadas. Foram observadas quatro paredes e o teto da sala. Não houve incidência solar durante o ensaio, por se tratar de parede interna. Antes das medições, observou-se a presença de bolor no teto, manchas e uma leve fissura, o que indica presença de infiltração. Na imagem térmica, representada na Figura 2, percebe-se as áreas afetadas pela infiltração, chamadas de áreas frias, pois indicam presença de água, que apresenta temperatura menor do que a parede e o teto.

Figura 2 – Medições parede e teto.



Fonte: Rocha et al, (2018, p. 335).

É importante frisar que o comportamento do teto é diferente do que o da parede, pois o mesmo é atingido pela radiação solar na parte superior, o que difere nas temperaturas em relação às paredes. Na inspeção visual não foram notados nenhuma manifestação patológica no teto, porém, durante o ensaio com a câmera termográfica foi percebida uma área fria confirmando a presença de umidade que ainda não chegou à superfície. A diferença de temperatura encontrada foi de 2,5 °C, conforme os pontos Sp1 e Sp2. Já na parede, foi notada a presença de umidade já na inspeção visual, embora pouco visível. Na Figura 2 nota-se a presença de umidade devido às áreas frias com diferenças em torno de 2 °C no teto e 1,1 °C na parede, conforme os pontos Sp1, Sp2, Sp4 e Sp5 (ROCHA et al, 2018).

### 3.1.2 Patologias de infiltrações em unidades habitacionais: estudo de caso em residências no município de Anápolis - Goiás

#### 3.1.2.1 Objetivos

Investigar a causa de patologias em edificações, identificando os fatores que podem ter contribuído para a existência dessa anomalia. Mostrar que o não tratamento delas podem acarretar sérios problemas no imóvel, como: mofo e deterioração de rebocos, ou ainda em casos extremos o risco de ruínas de muros ou paredes da edificação. Encontrando as causas das patologias, buscar meios de remedia-las para evitar futuros problemas em outras edificações, resolvendo o problema na edificação em estudo e assim poder evitar futuros erros em obras futuras (PONTES, 2018).

### 3.1.2.2 Resultados

No 1º caso, o objeto de estudo foi uma casa em condomínio militar na cidade de Anápolis – GO. A infiltração presente no teto foi originada devido a algumas telhas danificadas na residência e a laje não impermeabilizada. Para corrigir o problema, é recomendado primeiramente substituir as telhas quebradas, e posteriormente fazer a remoção/raspagem do mofo ou reboco danificado. Após isso, usar um impermeabilizante na laje e fazer a aplicação do reboco e massa PVA para a total eliminação do problema (PONTES, 2018).

No 2º caso, o objeto de estudo foi uma residência no bairro Maracanã, na cidade de Anápolis – GO. A causa da infiltração foi por capilaridade, onde a umidade ascende pela parede. Buscando amenizar o problema, os moradores fizeram a aplicação de azulejo cerâmico na parede. Esta medida não é eficiente e não apresenta característica técnica, pois a umidade continua agindo ali por entre o reboco e a cerâmica e com o tempo ocorre o deslocamento das peças (PONTES, 2018).

No 3º caso, o objeto de estudo foi um sobrado, também no bairro Maracanã, na cidade de Anápolis – GO. A edificação passou por tratamento impermeabilizante nas paredes externas e algumas internas, nas regiões mais úmidas como banheiros. As paredes internas já tratadas e pintadas, não apresentaram mais problemas, já as paredes que não receberam o tratamento preventivo, passaram a apresentar danos por capilaridade, onde comprometeu o reboco devido à infiltração conforme a Figura 3 (PONTES, 2018).

Figura 3 – Parede antes de receber o tratamento impermeabilizante.



Fonte: Pontes, (2018).

A alternativa adotada para sanar o problema foi o tratamento com impermeabilizante e protetor bicomponente, à base de areias selecionadas, cimento e resina acrílica para alvenarias. Foi removido o rodapé e reboco que estavam danificados e com o auxílio de uma trincha, aplicado o impermeabilizante e em seguida foi feito novamente o reboco e aplicação de massa PVA (PONTES, 2018).

### **3.1.3 Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**

#### 3.1.3.1 Objetivos

O objetivo deste trabalho é informar a natureza dos problemas que a umidade ocasiona nas edificações, as principais patologias e medidas preventivas para evita-las. Também busca apresentar uma análise crítica fundamentando na importância de priorizar uma maior durabilidade das edificações, evitando que tais patologias venham a prejudicar a saúde da edificação e das pessoas (SOUZA, 2008).

Ainda tem como objetivo dar a entender sobre como mediante mecanismos de proteção evitar a ocorrência de tais patologias (SOUZA, 2008).

#### 3.1.3.2 Resultados

Os problemas de umidade se apresentam em vários elementos da edificação: paredes, elementos de concreto armado, pisos, fachadas etc. As causas geralmente são diversas. A umidade, por exemplo, é responsável por uma grande parte das patologias de uma construção. Dela advêm as eflorescências, mofo, bolores, ferrugens, danos na pintura, rebocos e até problemas estruturais. O autor aponta algumas origens da umidade nas edificações: as trazidas durante a construção, trazidas por capilaridade, trazidas pela chuva, vazamentos hidráulico e condensação (SOUZA, 2008).

Logo, nota-se que a medida mais eficiente é a prevenção, que já pode ser adotada na fase de projeto da edificação. Alguns fatores podem ser considerados, como: o tipo de sistema construtivo e até mesmo uma boa impermeabilização. Essa, deve ser muito bem estudada, pois são dispendiosos os custos de reparo e nova aplicação. A negligência a esse detalhe, gera custos ainda mais altos na substituição do que na aplicação inicial, e ocorre com grande frequência. Também é de fundamental importância conhecer o clima da região, pois a incidência de chuva e vento numa fachada ou outra pode exigir cuidados especiais. Prevenção é o meio mais eficaz

e sem gastos dispendiosos, garante a durabilidade e segurança da estrutura e beneficia tanto a edificação em si, como também as pessoas que a utilizam (SOUZA, 2008).

### 3.2 SISTEMAS DE TRATAMENTO DAS INFILTRAÇÕES

Existem no mercado diversos produtos impermeabilizantes com características físico-químicas distintas, em função das diferentes matérias-primas adotadas, que são utilizados na prevenção e no tratamento da infiltração. No entanto, o foco aqui será o estudo da impermeabilização por manta asfáltica, por ser o material mais acessível para fins de aplicação no projeto a ser desenvolvido nos próximos capítulos.

### 3.3 MATERIAIS IMPERMEABILIZANTES ASFÁLTICOS

A massa asfáltica empregada em certos tipos de impermeabilizantes pode ser de asfalto oxidado, modificado, emulsão asfáltica e solução asfáltica. Estes materiais são discriminados abaixo, segundo Denver Produtos Impermeabilizantes ([2000])

a) Asfalto oxidado: é gerado a partir do asfalto de destilação direta, pela passagem de ar, em temperaturas altas. A oxidação reduz a termosensibilidade do asfalto de destilação direta e produz um material com pontos de amolecimento mais altos e penetrações oscilantes; não é elástico, no real sentido da palavra. Se deformam menos que 10%, são quebradiços em temperaturas baixas e contém baixa resistência à fadiga. Empregados para os sistemas de membranas de feltro e asfalto, mantas asfálticas, e como adesivo para mantas asfálticas. São sistemas com uso decrescente na impermeabilização.

b) Emulsão asfáltica: produzida por meio da emulsificação em água do asfalto CAP (cimento asfáltico de petróleo). Geralmente são acrescentadas cargas, com o objetivo de otimizar sua resistência ao escorrimento, em temperaturas mais altas.

Contém um teor de sólidos na faixa de 50% a 65%. Possui baixa flexibilidade, especialmente depois de envelhecida, não tendo resistência à fadiga e elasticidade.

Alguns fabricantes adicionam látex polimérico para um aumento de flexibilidade, isto pode, dependendo da formulação, ocasionar um aumento de absorção d'água do produto.

c) Solução asfáltica: é formada, especialmente, a partir da solubilização do asfalto oxidado em solvente adequado, de forma que permita sua aplicação a frio. Após o solvente evaporar, adquire as propriedades do asfalto antes da solubilização.

d) Asfalto modificado: modificado com polímeros, possui a finalidade de agregar melhores características físico-químicas ao asfalto. Suas principais características são: melhor

resistência às tensões mecânicas, diminuição da termosensibilidade, maior coesão entre partículas, excelente elasticidade/plasticidade, maior plasticidade quando em baixas temperaturas, sensíveis melhoras da resistência ao envelhecimento e à fadiga.

O asfalto modificado pode conter características plásticas, ao serem agregados a ele polímeros dos tipos APP (polipropileno atático), copolímeros de etileno, ou elásticos, com a adição de polímeros de SBS (Estireno-Butadieno-Estireno), poliuretano etc. É classificado como o sistema de maior evolução da última década, sendo hoje o mais usual em todo o mundo, devido ao fato de incorporar excelentes propriedades ao asfalto convencional. Suas propriedades podem ser maiores ou menores, conforme a quantidade e tipo de polímero adotado, do mesmo modo que a sua perfeita compatibilização com o asfalto.

O asfalto modificado pode ser a quente, base solvente ou emulsão. Usado nos sistemas de membranas asfálticas, com introdução de armaduras de poliéster ou nylon, bem como mantas asfálticas modificadas, que hoje possuem a tendência de ser a maior novidade no mercado brasileiro, sendo o modelo que domina o mercado europeu e com forte inserção no mercado norte americano e japonês.

Segundo Selmo (2002), a fabricação nacional de mantas asfálticas, começou na década de 70 do século passado utilizando, como massa asfáltica, os asfaltos oxidados catalíticos. Estes possuíam, em relação ao asfalto oxidado comum, mais ductilidade, penetração e resistência à exposição de temperaturas baixas.

Manifestavam uma propriedade de se autovedar intitulada como "self-healing", (memória), em pequenos furos que apareciam pelo rompimento da película. Hoje em dia, as mantas são fabricadas com asfaltos modificados. Estas são compostas por determinado tipo de armadura (véu de fibra de vidro, polietileno, lâminas metálicas, filme de polietileno externo, para evitar pegajosidade da manta enrolada) e acabamentos especiais que protegem da incidência solar (escamas de ardósia ou lâmina de alumínio, em locais não transitáveis), bem como alta resistência para que resistam à penetração de raízes de árvores e outras situações desfavoráveis.

No Brasil, a tecnologia de asfaltos modificados com polímeros iniciou-se a partir da década de 80, mediante aplicação nos serviços de impermeabilização, ao passo que para pavimentação ainda é embrionária. Em impermeabilização, as misturas com elastômero são utilizadas tanto para a fabricação de mantas de impermeabilização ou para a execução de membranas "in loco", ou ainda para a produção de mástiques.

Se tratam de produtos à base de asfalto modificados com ou sem armadura (véu ou tecido de reforço), também impermeáveis, confeccionados em rolos, obtidos por calandragem, extensão ou outros procedimentos, com características definidas, dedicados à impermeabilização. Na aplicação, podem ser aderidas ou não ao substrato (conforme a natureza das intervenções previstas para a obra e aspectos da manta).

É importante ressaltar que pela terminologia de materiais para impermeabilização, asfalto modificado é aquele adequadamente processado, de modo a se atingirem determinadas propriedades.

### 3.4 CLASSIFICAÇÃO DAS MANTAS ASFÁLTICAS

As mantas asfálticas, de acordo com o Serviço Brasileiro de Resposta Técnica, (SBRT, 2006) se classificam como:

a) elastoméricas - quando é adicionado elastômeros na massa. Normalmente é utilizado SBS (estireno-butadieno-estireno) ou outro polímero que visando aumentar a resistência à tração e alongamento do produto, propiciando memória elástica;

b) plastoméricas - quando é adicionado plastômeros na massa. Geralmente, APP (polipropileno atático);

c) econômicas - são mantas de asfalto oxidado, poli-condensado ou com acréscimo de um blend genérico de polímeros;

d) conforme o tipo de estruturante interno: - glass - véu de fibra de vidro; - poliéster não-tecido de filamentos de poliéster; - polietileno - filme de polietileno de alta densidade;

e) de acordo com o tipo de acabamento é dado pelo acabamento empregado na superfície da manta: polietileno, em uma ou ambas as faces; areia, em uma ou ambas as faces; alumínio em uma das faces; pó de ardósia em uma das faces; geotêxtil em uma das faces.

Os materiais constantes nas mantas devem possuir tais características (SBRT, 2006):

a) asfaltos

Asfaltos oxidados - resistentes à ação de agentes atmosféricos (luz, calor, umidade), com leve sensibilidade à temperatura, alto ponto de inflamação, ponto de amolecimento acima de 100° C e sem gerar espuma durante o aquecimento, o que evita o surgimento de vazios no

material. Para a saturação, usa-se asfalto de elevada fluidez e considerável poder de impregnação. A penetração deve ficar entre 50 e 150, com ponto de amolecimento de 40 a 60° C no caso de rolos; para placas, o asfalto deve ser mais duro.

Asfaltos elastoméricos (contém adição de elastômeros - SBS)

Asfaltos plastoméricos (contém adição de plastômeros - APP) O asfalto pode ser melhorado, com acréscimo de polímeros que elevam sua resistência a deformações e a vida útil do produto; ou empobrecido com aditivos e cargas adicionados sem qualquer função a não ser o de reduzir o custo. As mais nobres são as mantas elastoméricas, por possuírem características elásticas.

Em seguida, em menor escala de qualidade, vêm as mantas plastoméricas. As mantas blendadas vêm a seguir, oferecendo um blend de polímeros (normalmente obtidos de plásticos e borracha reciclada). E por fim as mantas econômicas de asfalto com algumas cargas e plastificantes.

b) estruturantes

Respondem, praticamente sozinhos, pela resistência da manta à tração e ao alongamento, que são os aspectos mais exigidos quando a manta é aplicada na construção civil, por conta da dilatação das estruturas.

Feltros – possuem a constituição de fibras orgânicas (animais ou vegetais) ou de amianto. Os feltros têm fabricação semelhante ao papel ou papelão, pela formação de pastas. Os de fibras possuem polpa de madeira, juta, lã, raiom, seda, etc. Os feltros de amianto levam ainda amido ou silicato de alumínio. Já os feltros de fibra podem ser saturados com asfalto ou alcatrão; nos de amianto podem utilizar-se apenas asfalto.

Poliéster (uma lâmina de fibras prensadas de poliéster chamada de “não-tecido” de poliéster) - em geral são mais resistentes. O véu de poliéster interno pode diferir em densidades e gramaturas (gramas por metro quadrado).

Véu de fibra de vidro (mantas glass) - proporciona uma razoável resistência à tração, mas é pouquíssimo resistente ao cisalhamento e flexão.

Filme de polietileno (plástico) - não apresenta resistência muito maior.

Se trata apenas de um estruturante interno, que preserva a manta coesa. Pode ser utilizado apenas em locais que não houver praticamente nenhum requisito de tração longitudinal ou transversal. De outra forma, a manta acaba se rompendo.

c) acabamento externo da manta

Minerais superficiais, com a função de preservar os asfaltos da ação oxidante da luz e do calor solar, ampliam a resistência à ação do fogo e são utilizados para fins estéticos. É possível usar grãos de basalto e quartzito em diâmetros de até 2,4mm. Diversas vezes os grãos são preparados artificialmente permitindo várias colorações. Sua obtenção se dá a partir da calcinação de argilas com acréscimo de compostos coloridos.

Alumínio (em um dos lados), com a função de impermeabilizar e isolar termicamente, além de não necessitar aplicar argamassa sobre a manta. Devido ao fato de se tratar de um processo muito técnico e específico e tendo em vista que os fabricantes deste tipo de produto não concedem informações detalhadas sobre sua fabricação, somente foi possível obter informações superficiais referentes ao procedimento de fabricação das mantas asfálticas.

Além disso, as mantas podem ser classificadas conforme os custos dos materiais empregados em sua produção, como segue:

a) Supereconômicas: se tratam de mantas com estruturantes internos em polietileno (um filme de plástico) e com massa pobre. Não são resistentes à tração ou a danos mecânicos. Podem ser usadas apenas em áreas bem reduzidas (onde, levando em consideração a relação custo/benefício justifica o uso de impermeabilizantes líquidos, sem ter o inconveniente de se usar maçarico). Os rolos são estocados na posição horizontal, para não formarem-se 'pés de elefante' (deformação no rolo). Expostas ao sol, basta um beliscão para rompê-las. Os maiores fabricantes não as produzem, pelos riscos e problemas decorrentes.

b) Econômicas: se tratam de mantas que possuem estruturantes internos em poliéster (bidim termoestabilizado) de gramatura aprox. 120g/m<sup>2</sup>, ou de fibra de vidro (glass). Composta por massa de baixo custo. São as mais vendidas hoje em dia, por serem uma boa solução para a maioria dos problemas nas obras em geral.

Permitem-se o seu uso em áreas de até 500 ou 600m<sup>2</sup>, onde não haja tráfego futuro de veículos/equipamentos e onde a movimentação estrutural for pequena os rolos são estocados indispensavelmente em pé.

c) Intermediárias: o estruturante interno normalmente é semelhante ao estruturante das mantas nobres (poliéster de aprox. 180 g/m<sup>2</sup>), entretanto podem ser usados materiais reciclados. Normalmente não atendem às normas técnicas, mas atendem a determinadas condições de solicitação.

d) Nobres: os estruturantes e as massas são apropriados à observância das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que caracterizam as mantas (geralmente tipo III e tipo IV). Existe uma série de quesitos a cumprir em resistência à tração, puncionamento etc. São indicadas onde haverá tráfego de equipamentos e autos, onde a movimentação dinâmica é elevada (grandes lajes, pré-moldados, etc).

e) Técnicas: normalmente são desconhecidas do público não-técnico e em geral são vendidas diretamente pelas fábricas para usos muito específicos como impermeabilização em locais com temperaturas próximas de zero, altas dilatações, etc.

### 3.5 INTERFERÊNCIAS ESTRUTURAIS NO PROCESSO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

São vários os problemas encontrados nas edificações no momento de se realizar a impermeabilização. Entre eles alguns se destacam, segundo Yazigi (2004, p. 511-513), são os seguintes:

a) Juntas de dilatação: são um problema sério em grande parte das obras, porém quando devidamente projetadas, não causam transtornos. O maior problema das juntas é a maneira como proporcionar nelas estanqueidade perfeita sem alterar o comportamento estrutural. Em relação aos aspectos estruturais, as juntas necessitam obedecer a algumas regras para serem locadas e, quanto à impermeabilização, também respeitar determinados princípios.

b) Soleira em área fria: as lajes de um pavimento normalmente são concretadas em um mesmo plano horizontal, a despeito da existência de regiões situadas na parte interna ou na parte externa (onde as chuvas incidirão direta ou indiretamente). Esse processo construtivo causa dificuldade para realização do sistema impermeabilizante, debilitando assim a execução do caimento necessário. Em certos casos, o desnível entre as áreas internas e externas é obtido pela execução de enchimento, que contém elevados índices de vazios.

Tal situação origina problema quando ocorre falha na impermeabilização da área externa, pois a água normalmente percola para a região interna, ficando retida nos vazios do

enchimento; entretanto, por mais que se recupere a impermeabilização na região externa, o problema persiste na parte interna.

A umidade contida no piso interno pode empenar revestimento de madeira ou manchar e descolar carpetes e ladrilhos. Uma forma de reduzir o risco, na fase do projeto estrutural, é optar pelo desnível durante a concretagem da laje, entre as áreas externa e interna, dessa maneira o problema tende a ser reduzido. A impermeabilização deverá introduzir no mínimo 20 cm, a partir da soleira, na parte interna, e ter sua borda inclinada para cima.

c) Caixaão perdido: alguns projetos arquitetônicos, necessitam de se construírem lajes com caixaões perdidos. Normalmente, eles são executados de modo fechado e oco, e posteriormente impermeabilizados em sua parte superior. Pelo fato de o ar ficar confinado nos vazios, esses caixaões manifestam saturação de umidade residual no seu interior e, por não estarem impermeabilizados na sua parte inferior, a umidade passa a ser confundida com prováveis vazamentos no sistema impermeabilizante.

d) Engaste no plano vertical (rodapé): em áreas impermeabilizadas expostas a chuvas, nas paredes e pilares de concreto aparente, deverá ser previsto um rebaixo junto do piso para embutimento do rodapé da impermeabilização. Tal detalhe, se previsto no projeto estrutural, diminuirá os problemas de descolamento da manta impermeabilizante e a infiltração decorrente de umidade pela sua parte posterior.

A impermeabilização do piso subirá nas paredes, sem emenda até a altura ideal de 30 cm acima do piso acabado. A união da regularização do piso com a do rodapé deve ser arredondado (meia cana). Nas áreas externas, deverá ser feita armação com tela galvanizada na argamassa de proteção mecânica do rodapé. Porém no box de chuveiro, o rodapé deverá subir até 1 m acima do piso acabado. Os topos da impermeabilização e da tela serão fixados firmemente à parede.

e) Arranque: devem estar previstos no projeto estrutural, para fixação de postes, luminárias, brinquedos, elementos de quadras esportivas, antenas e pilaretes de travamento de muretas de alvenaria e realizados antes da impermeabilização da laje.

f) Ralos: na parte superior do ralo deverá ser faceado na superfície de regularização do piso e nunca facear o piso acabado. A camada impermeabilizante executada sobre a regularização deverá adentrar alguns centímetros no ralo. O caixilho da grelha deverá, assim,

de ser fixado no material de acabamento do piso, ficando por consequência afastado alguns centímetros acima do ralo.

g) Tubulação que atravessa a impermeabilização: a regularização do piso deverá ser arrematada junto da tubulação em forma de cordão (meia-cana). A impermeabilização deverá subir na parede da tubulação até a altura de 30 cm acima do piso acabado (colarinho). O topo dela deverá ser firmemente fixado à tubulação com o uso de fita adesiva.

### 3.6 REQUISITOS PARA REALIZAÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO

Um dos fundamentais elementos para o sucesso da impermeabilização é a qualidade da construção e a preparação da estrutura para recebe-la. Já que, para ter qualidade, ela depende de uma série de fatores que garantam a estanqueidade dos pontos críticos, singularidade, etc.

Grande parte dos transtornos de impermeabilização se dá nas bordas, encontros com ralos, juntas, mudanças de planos, passagem de dutos, etc. (PICCHI, 1986). O sistema impermeável precisa possuir características adequadas, de forma que suporte as solicitações impostas.

É importante manter alguns cuidados na preparação dos substratos quando for receber a impermeabilização. Em relação às lajes: aplicar sobre superfície limpa, seca e isenta de partículas soltas, madeira etc., proceder a regularização da laje com argamassa de cimento e areia, traço 1:3 de baixo fator água/cimento, com caimento mínimo de 1% em direção aos ralos.

De forma alguma se deve adicionar aditivo impermeabilizante na argamassa, é mais recomendável utilizar uma emulsão adesiva acrílica. Anteriormente ao lançamento da argamassa, deve-se umedecer o substrato e lançar uma calda de cimento, visando maior poder de colagem. Depois de proceder a execução da argamassa, deve-se efetuar sua hidratação para evitar fissuras de retração. É importante verificar qualquer problema de empoçamento de água e corrigi-lo. Todos os cantos vivos devem ser arredondados, como meia-cana, com raio mínimo de 8cm.

Instalar ralos em quantidade suficiente para evitar espessuras de contrapiso superiores a 7 cm e distantes das paredes, no mínimo, 20 cm. Toda a tubulação horizontal a ser instalada sobre a laje precisará ter altura suficiente para possibilitar a execução de contrapiso, impermeabilização e proteção mecânica sobre ela (mín. 15 cm) (YAZIGI, 2004).

Conforme Yazigi (2004, p. 505), as oscilações de temperatura do ambiente ao que as estruturas estão sujeitas, provoca esforços de tração e de compressão sobre elas. A temperatura passa por ciclos de variação do dia para a noite e do verão para o inverno. A temperatura alcançada em uma laje de cobertura é variável em função da cor do revestimento, do tipo e espessura da camada isolante, e de outras circunstâncias tais como intensidade do vento, inclinação da própria laje etc. Ao a impermeabilização estar solidária à estrutura, conclui-se que deva acompanhar a movimentação dela, bem como resistir aos esforços de tração e de compressão atuante.

Dado que a estrutura normalmente está submetida ora a esforço de tração ora de compressão, conforme a temperatura atuante sobre ela, os materiais da impermeabilização também estarão submetidos a estes ciclos de expansão e retração. Chama-se, então, de resiliência de um material sua capacidade de retornar às suas dimensões iniciais, uma vez cessada a causa que provocou tal deformação, mesmo sendo ela de origem térmica ou mecânica, e após terem ocorrido vários ciclos de repetição do fenômeno em questão.

Para efeito de comparação dos diversos sistemas, considera-se os valores de alongamento à tração especificados nas normas técnicas, para os materiais ou sistemas em análise. Picchi (1986, p. 149), relaciona o termo “durabilidade” e é por vezes até confundido, com o termo “vida útil”, tendo variadas definições. O referido autor considera as definições do Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT), a saber: Durabilidade: capacidade que um produto tem em manter suas propriedades em condições normais de uso ao longo do tempo. Vida útil: período durante o qual as propriedades de um produto se mantêm acima de limites mínimos admissíveis, mesmo ao ser submetido aos serviços normais de manutenção.

Quando o tempo de vida útil de impermeabilização for menor que 25 anos, atribuem-se ao conceito números proporcionalmente menores. Nesta conceituação, não são levadas em conta eventuais deficiências executivas, porque são passíveis de ocorrer em todos os sistemas, mas tão-somente a longevidade relativa a cada sistema de impermeabilização, em razão do tipo de obra e da existência ou não de proteção mecânica e térmica. Assim, conceitua-se, a longevidade, pela experiência em impermeabilização, obtida na vivência prática de obra ao longo dos anos.

Utilizando asfaltos modificados nas impermeabilizações, enriquecidos com elastômeros sintéticos adequadas às altas temperaturas de adição (mistura), aumentam em torno de 25% a vida útil e o conceito (YAZIGI, 2004).

Segundo Picchi (1986), a manta asfáltica proporciona uma impermeabilização de espessura e desempenho semelhantes ao método moldado no local (feltro asfáltico e asfalto), gerando economia de mão-de-obra e tempo, e custo menor.

### 3.7 PROJETO PARA IMPERMEABILIZAÇÃO DA MANTA ASFÁLTICA

O profissional que fará a impermeabilização deverá dispor dos projetos estrutural e arquitetônico e projetos complementares que dizem respeito à impermeabilização. Passou a ser obrigatório o projeto de impermeabilização após a revisão da NBR 95752 que vigora desde dezembro de 2003. O item 6 da citada Norma descreve o seguinte:

#### 6 Projeto

##### 6.1 Elaboração e responsabilidade técnica

6.1.1 O projeto básico de impermeabilização deve ser realizado para obras de edificações multifamiliares, comerciais e mistas, industriais, bem como para túneis, barragens e obras de arte, pelo mesmo profissional ou empresa responsável pelo projeto legal de arquitetura, conforme definido na NBR 13532.

6.1.2 O projeto executivo de impermeabilização, bem como os serviços decorrentes deste projeto, devem ser realizados por profissionais legalmente habilitados (com registro no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia da região em que se situa a obra a que se refere), com qualificação para exercer esta atividade técnica especializada. O responsável técnico pela execução deve obedecer de forma integral a esse projeto.

6.1.3 Em todas as peças gráficas e descritivas (projeto básico, projeto executivo e projeto realizado), devem constar os dados do profissional responsável junto ao Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA), bem como a correspondente Anotação de Responsabilidade Técnica (ART).

##### 6.2 Características gerais

6.2.1 A impermeabilização deve ser projetada de modo a: a) evitar a passagem indesejável de fluidos nas construções, pelas partes das mesmas que requeiram estanqueidade, podendo ser integrado ou não outros sistemas construtivos, desde que observadas normas específicas de desempenho que proporcionem as mesmas condições de impermeabilidade; b) proteger as estruturas, bem como componentes construtivos, que porventura estejam expostos ao intemperismo, contra a ação de agentes agressivos presentes na atmosfera; c) proteger o meio ambiente de possíveis vazamentos ou contaminações por meio da utilização de sistemas de impermeabilização; d) possibilitar sempre que possível a realização de manutenções da impermeabilização, com o mínimo de intervenção nos revestimentos sobrepostos à mesma, de modo a ser evitadas, tão logo percebida falhas do sistema impermeável, a degradação das estruturas e componentes construtivos, devido à passagem de fluidos e lixiviação de compostos solúveis do concreto, argamassas e revestimentos; e) proporcionar conforto aos usuários, sendo-lhes garantido a salubridade física.

6.2.2 O projeto deve ser desenvolvido em conjunto e compatibilizado com os demais projetos de construção tais como: arquitetura (projeto básico e executivo) estrutural, hidráulico-sanitário, águas pluviais, gás, elétrico, revestimento, paisagismo e outros,

de modo a serem previstas as correspondentes especificações em termos de tipologia, dimensões, cargas, ensaios e detalhes.

6.2.3 O projeto deve ser constituído de acordo com 6.2.3.1 e 6.2.3.2.

6.2.3.1 Projeto básico de impermeabilização: a) desenhos: - plantas de localização e identificação das impermeabilizações, bem como dos locais de detalhamento construtivo; - detalhes construtivos que descrevem graficamente as soluções adotadas no projeto de arquitetura para o equacionamento das interferências existentes entre todos os elementos e componentes construtivos; - detalhes construtivos que explicitem as soluções adotadas no projeto de arquitetura para o atendimento das exigências de desempenho em relação à estanqueidade dos elementos construtivos e à durabilidade frente à ação da água, da umidade e do vapor de água) textos: memorial descritivo dos tipos de impermeabilização selecionados para os diversos locais que necessitem de impermeabilização.

6.2.3.2 Projeto executivo de impermeabilização: a) desenhos: - plantas de localização e identificação das impermeabilizações, bem como dos locais de detalhamento construtivo; - detalhes genéricos e específicos que descrevam graficamente todas as soluções de impermeabilização; - projetadas e que sejam necessários para a inequívoca execução das mesmas; b) textos: - memorial descritivo de materiais e camadas de impermeabilização;- memorial descritivo de procedimentos de execução; - planilha de quantitativos de materiais e serviços;- metodologia para controle e inspeção dos serviços.

De acordo com Antunes (2004), as patologias comumente encontradas na construção civil – corrosão de armaduras, carbonatação do concreto, eflorescências, degradação da argamassa, da pintura e dos revestimentos, bolor e fissuras – quase sempre se devem às impermeabilizações mal executadas. A disponibilidade de um projeto de impermeabilização minimiza a ocorrência das patologias, pois permite acompanhar a execução, e prever detalhes como arremates. A manta asfáltica é sem dúvida a que exige maiores cuidados dentre as soluções mais usuais, embora a aplicação seja fácil, por ser um produto pré-fabricado, uniforme e passar por rigoroso controle técnico de fabricação.

Se falando em mantas, o agravante principal, não é o produto em si, mas tudo o que abrange sua aplicação. Arremates e detalhes são os pontos críticos unânimes das mantas asfálticas e onde podem surgir os problemas. Dessa forma, recomenda-se uma análise criteriosa para a instalação de ralos, tubos emergentes, detalhes de piscina e rodapés, com rigoroso controle e fiscalizada corretamente.

Se um rodapé não for bem dimensionado, corre o risco de ficar menor do que o piso final pelo fato de existir uma camada de regularização extensa – e, com o tempo, a umidade poderá passar através da impermeabilização. Os detalhes paisagísticos também alteram o projeto: é necessário saber, por exemplo, o nível de terra do paisagismo para determinar a altura de arremate da manta. Portanto, o projeto de impermeabilização assume maior importância ao

se verificar que esse procedimento é um elemento cuja execução interfere e sofre a interferência de outros subsistemas da edificação.

De acordo com Cambiaghi (1992, apud SOUZA; MELHADO, 1998), a eficiência de um bom projeto assegura menos desperdício, custos menores e menores prazos de execução, e conseqüentemente maior rentabilidade na amplitude do seu aspecto. Apesar disso, Silva (1995, apud SOUZA; MELHADO, 1998) destaca que as soluções tomadas na etapa de projeto têm amplas repercussões em todo o processo da construção, bem como também, na qualidade do produto final a ser entregue ao cliente.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 PREVENÇÃO DO SURGIMENTO DE PATOLOGIAS POR INFILTRAÇÃO EM EDIFÍCIOS UNIFAMILIARES DE INTERESSE SOCIAL DE SANTA CATARIA: PROPOSTA DE PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO**

A partir do que foi estudado, e com base nos estudos de Sant'ana (2020), pretende-se elaborar uma proposta de projeto de impermeabilização a ser utilizado durante a construção de edifícios de interesse social em Santa Catarina, visto que, conforme veremos baseado no estudo prévio feito na região, muitos dos problemas surgidos neste tipo de construção no estado são decorrentes da infiltração.

### **4.2 COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS ANALISADOS**

No estudo de Sant'ana (2020), foram estudadas ao todo 23 edificações financiadas pelo programa Minha Casa Minha Vida, compreendidas entre as idades de 2 e 6 anos de uso. As idades das edificações foram coletadas junto aos moradores que forneceram as idades aproximadas de cada edificação. Cabe ressaltar que o autor procurou visitar loteamentos de habitação popular que continham edificações executadas por empresas diferentes, porém, a maioria dos moradores não soube informar qual a empresa construtora da edificação. Essa informação serviria apenas para comprovar a diversificação de agentes construtores, o que é de extrema importância para o estudo, pois se estima que as incorreções (especificamente vícios construtivos decorrentes de projetos e execução) cometidas por uma empresa, sejam recorrentes em todas, ou na maioria das edificações por ela executadas.

#### **4.2.1 Resultados**

A pesquisa foi realizada em edificações financiadas pelo PMCMV, localizadas no município Sul Catarinense. Num total de 23 edificações, abrangendo idades de 2 e 6 anos de uso, fornecidas pelos moradores. Dentre os dados levantados, foram constatadas as seguintes informações: Falta de impermeabilização dos elementos de fundação e Infiltração, conforme se verifica nas imagens abaixo:

Figura 4 – Infiltração na pintura.



Fonte: Sant'ana, (2020).

Figura 5 - Manchas de umidade.



Fonte: Sant'ana, (2020).

Figura 6 - Pilar com infiltração de umidade.



Fonte: Sant'ana, (2020).

Figura 7 - Manchas de infiltração junto à esquadria.



Fonte: Sant'ana, (2020).

Figura 8 - Patologias surgidas nas superfícies devido às infiltrações em lajes.



Fonte: Sant'ana, (2020).

De acordo com Borigato (1992 apud SILVA; MELHADO 1998), ainda é reduzido o número de construtoras que elaboram o projeto de impermeabilização nas fases iniciais dos projetos do edifício.

Segundo este autor, quando se considera a necessidade da impermeabilização, normalmente toda a estrutura e instalações já foram executadas, restando pouco a ser feito [...]. Na maioria dos casos, se faz projeto de adaptação da impermeabilização. Quanto à obra em

estudo, não foi possível realizar um diagnóstico aprofundado para detectar com "precisão" as possíveis causas da infiltração, em virtude da urgência requerida para a solução deste problema. Todavia, pode-se atribuir como um dos principais fatores causais a abertura de dilatações feitas sobre o piso após a colocação deste, visto que tal medida pode ter perfurado o sistema.

Outros fatores podem ser associados a má execução da impermeabilização, a utilização de mão-de-obra não qualificada, ao tipo de produto utilizado, ao comportamento da estrutura da laje, a falta de cuidados na execução da proteção mecânica, a ausência de projeto com especificação detalhada sobre a utilização do produto.

Infiltrações de umidade à nível de fundação: tem como causas prováveis a carência de impermeabilização dos elementos de fundação e Infiltrações de umidade em paredes do banheiro: decorrente da carência de impermeabilização das áreas molhadas.

Nesse sentido, em decorrência da infiltração, propõe-se um projeto de impermeabilização para a recuperação das infiltrações nestes tipos de obras, além da possibilidade de sua utilização, com as devidas adaptações, em construções futuras na região de Santa Catarina.

#### 4.3 ETAPAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

O processo de tratamento da infiltração compreende oito etapas, como descritas a seguir:

Primeira etapa: O trabalho inicia-se através da remoção do contrapiso existente sobre a impermeabilização e da remoção deste.

Para a aplicação das mantas asfálticas deve-se certificar de algumas condições para não comprometer o desempenho do sistema de impermeabilização. Segundo a ABNT NBR 9574/2008, Condições Específicas, item 5, os procedimentos para aplicação de manta asfáltica, sendo a preparação do substrato, imprimação asfáltica da base, aplicação do rolo de manta asfáltica na base, o biselamento das emendas e o teste de estanqueidade estão apresentados detalhadamente na Tabela 1.

Tabela 1 – Procedimentos para execução de manta asfáltica.

Procedimento	Execução
Preparação do substrato	A superfície a ser impermeabilizada deve estar regularizada, limpa, seca e isenta de desmoldantes e sistemas impermeabilizantes anteriores. A preparação deve ser feita através do caimento em direção aos ralos, arredondamento dos cantos e arestas vivos com raio compatível com o sistema de impermeabilização a ser empregado, acabamento de juntas de dilatação, rebaixo dos ralos, passagem de tubulações, ancoragem.
Imprimação asfáltica da base	Deve ser aplicada uma emulsão asfáltica na superfície limpa e regularizada e aguardar sua cura para que, quando for aplicada a manta asfáltica, haja boa aderência.
Aplicação da manta asfáltica	Desenrolam-se as bobinas, alinhando no local de aplicação. Aplicando a chama do maçarico ou a colagem com asfalto derretido e evitando a formação de bolhas de ar. As emendas devem ser sobrepostas em no mínimo 10 cm entre as mantas ou nos cantos e arestas.
Biselamento das emendas	Para garantir a eficiência é feito o biselamento nas emendas tornando a colagem entre uma manta e outra mais seguras.
Teste de estanqueidade	Após a aplicação da manta asfáltica é feito o teste de estanqueidade com uma lâmina d'água sobre ela, para verificar a ocorrência de alguma infiltração por percolação, por no mínimo de 72 horas.

Fonte: ABNT NBR 9574/2008.

De acordo com a ABNT NBR 9574/2008 deve ser feito a proteção mecânica estruturada com tela de fios de arame galvanizado ou plástico nas áreas verticais. Nas horizontais, a proteção mecânica, deve ser executada nos locais onde exista a possibilidade de agressão mecânica. Para a impermeabilização com manta que tem sua superfície autoprotégida, como por exemplo, a manta asfáltica com filme de alumínio na sua superfície exposta, não há a necessidade da execução da proteção mecânica,

Segunda etapa: Em seguida deve ser aumentada a altura do rodapé para ancoragem da manta nos perímetros da laje, se esse for o caso. Em paredes verticais tal procedimento não seria necessariamente obrigatório. Posteriormente, deve ser realizada a recuperação da base mediante a colocação de uma camada de argamassa com areia e cimento. Nos perímetros deve ser realizado o mesmo tratamento com traço 1:3 conforme descrito na NBR 9574. A referida Norma, em seu item 5.2, estabelece que "As cavidades ou ninhos existentes na superfície devem ser preenchidos com argamassa de cimento e areia traço (1:3) com ou sem aditivo."

Terceira etapa: Na sequência de recuperação de toda a superfície deixa-se secar a base, como indicado no item 5.4 da supracitada NBR: "As superfícies devem estar suficientemente secas, de acordo com a necessidade do sistema de impermeabilização a ser empregado."

Quarta etapa: Após a regularização da área, com os caimentos de 1%, foram arredondados os cantos (meia-cana), sendo a superfície ao redor dos ralos de escoamento rebaixada, conforme preconiza a NBR acima referida. Segundo o item 5.5 daquela Norma, "O substrato a ser impermeabilizado não deve apresentar cantos e arestas vivos, os quais devem ser arredondados com raio compatível com o sistema de impermeabilização a ser empregado."

Quinta etapa: Finalizadas todas as etapas de preparação da base deve ser aplicada uma demão de PRIMER (solução asfáltica) e aguardada a secagem do produto, a qual requer aproximadamente 8 horas em condições climáticas adequadas, ou seja, com presença de sol.

Sexta etapa: Consiste na aplicação do sistema de impermeabilização com manta asfáltica. A escolha do sistema adotado pela empresa de impermeabilização pode levar em conta as condições em que se encontrava a superfície, o tipo de tráfego, a segurança e a rapidez de execução, uma vez que os prédios em questão tratam de questões de interesse social. Desta forma, foi utilizada para a recuperação a manta asfáltica 4mm APP tipo III, conforme NBR 9952.

Na fase de colocação da manta deve ser realizada primeiramente a execução dos detalhes dos ralos, canos do para-raios, tubo do gás central e portas. A aplicação da manta deve ser iniciada a partir da parte mais baixa da superfície; isto significa que a primeira manta colocada passou por cima dos ralos para que as emendas das mantas posteriores obedecessem ao sentido do escoamento da água, formando uma cascata. As mantas podem ser sobrepostas com emendas de 10 cm.

A aplicação das mantas pode ser realizada com maçarico de alta pressão ligado a um botijão de gás de 13kg. A chama do maçarico é direcionada para face da manta que ficava aderida à superfície, aquecendo o polietileno até que o mesmo se rompesse e o asfalto começasse a brilhar (apresentando ponto de aderência) e imediatamente era aderida a manta ao substrato.

Após colocação das mantas deve ser realizado o biselamento nas emendas, pressionando a colher de pedreiro aquecida sobre as emendas, para garantir a perfeita vedação. Nas laterais pode ser colada a manta asfáltica, sendo os rodapés preparado com 25 cm de altura e 2,5 cm de profundidade, com os cantos rebocados e arredondados.

Sétima etapa: Finalizada a execução da impermeabilização, os ralos devem ser fechados para o teste de estanqueidade do sistema, em casos de sua utilização em lajes. Para tanto, deve

ser colocada no local uma lâmina de água com cerca de 3 cm de altura na parte mais alta, a qual permanece por cerca 10 dias. A NBR 9574, em seu item 5.14, recomenda que tal teste seja realizado por no mínimo 72 horas. "Após a execução da impermeabilização, recomenda-se ser efetuada uma prova de carga com lâmina d'água, com duração mínima de 72 h, para verificação da aplicação do sistema empregado".

Oitava etapa: Após a aprovação pelo teste de estanqueidade (em caso de lajes), deve ser retirada a lâmina de água (abertos os ralos) e colocada uma camada separadora de argamassa sobre a impermeabilização; sobre esta, deve ser realizada a proteção mecânica mediante a colocação de argamassa com espessura mínima de 4 cm e deixadas juntas de dilatação, uma vez que a proteção mecânica sofrerá retração e dilatação decorrentes da variação térmica.

Após a colocação da camada separadora o serviço de impermeabilização é considerado concluído, se não apresentar qualquer problema relacionado a infiltrações.

#### 4.4 TIPOS DE IMPERMEABILIZAÇÕES MAIS COMUNS

Dentre os sistemas de impermeabilização mais usados, podemos destacar alguns, como a emulsão asfáltica, que é produzida pela emulsificação do asfalto CAP (cimento asfáltico de petróleo), onde são acrescentadas cargas para otimizar a sua resistência a temperaturas mais elevadas. Segundo o estudo de Penna (2007) Destaca-se também nas mais comumente usadas, a manta asfáltica, que geralmente são estruturadas com o não tecido de poliéster (material impermeável) véu de fibra de vidro ou polietileno, e, são fabricadas com uso do asfalto oxidado ou até mesmo modificadas com polímeros. A alma de polietileno, nesta situação, serve para a fusão do asfalto nas emendas. Outro sistema bem comum em impermeabilizações é a argamassa polimérica, originada da mistura de resina acrílica com cimento em pó. Pode ser aplicada com trincha e de acordo com a quantidade de resina que for adicionada na mistura, ela será mais rígida ou mais flexível. E por fim, temos o asfalto modificado, com finalidade de otimizar as condições físico-químicas do asfalto, apresenta ótima resistência à tensões mecânicas, menor termosensibilidade e maior coesão e plasticidade. É o sistema mais evoluído e mais usual em todo o mundo, pelo fato de agregar excelentes propriedades ao asfalto convencional.

Apesar dos estudos realizados, do surgimento de novas tecnologias que inovaram os produtos que são utilizados e da obrigatoriedade do projeto de impermeabilização, pode-se afirmar que a impermeabilização não está inserida em todas as obras, pois não é bem-vista do ponto de vista econômico, sendo que na maioria das vezes, recebe algum tipo de revestimento,

até por questão de estética, o que a torna invisível depois do término da execução da obra. Além disso, por não ter função estrutural, acaba sendo colocada em 2º plano, e, na visão comum do consumidor, se torna algo dispensável.

#### 4.5 PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Conforme visto ao longo deste trabalho, dentre as principais manifestações patológicas por infiltrações que atingem as edificações, destaca-se a infiltração capilar, onde a umidade é ascendente em paredes e muros, quando os materiais absorvem água por capilaridade e a água é conduzida para cima ao longo da parede e por fim ocasionando mofo, fungos, e deterioração de pintura e reboco. Existe também a infiltração de fluxo superficial, que ocorre quando a impermeabilização vertical foi ineficiente e o material em contato com a terra úmida, absorve a água, podendo agravar-se bastante a situação. Outra infiltração bem comum em edificações é a absorção higroscópica de água onde ocorre a absorção dela na forma gasosa; a condensação capilar ocorre da mesma forma, onde acontece a diminuição da pressão de vapor de saturação da água e quanto menores os poros, maior será a umidade produzida; e se o material construtivo conter sais, a umidade de equilíbrio varia consideravelmente. E por fim, entre as mais encontradas em nosso dia a dia, temos a infiltração por condensação, onde o ar em determinada temperatura não deverá conter vapor de água acima do valor extremo chamado de “peso de vapor saturante”. Abaixo disso o ar é considerado úmido, porém, não saturado; logo, quanto maior a diferença entre o peso de vapor saturante e o peso de vapor contido no ar melhor o poder dessecante do ar, e, conseqüentemente a velocidade de evaporação é mais elevada evitando que tal anomalia se agrave.

Tendo por base os vários fatores que influenciam direta ou indiretamente nessas manifestações patológicas, esse trabalho realiza um estudo realizado em obra, que trata sobre a origem, reconhecimento e solução das patologias identificadas nas residências analisadas.

Mesmo diante da difusão do conhecimento sobre a impermeabilização e os materiais utilizados nessa fase importante da obra, o cenário ainda aponta um aparecimento considerável de patologias advindas da falta ou falha dela. Nesta pesquisa, o foco será direcionado para as falhas causadas pela infiltração de umidade nas construções, o que traz como conseqüências não só o desconforto no ambiente, mas também pode acarretar diversos problemas inclusive estruturais, chegando até ao desuso da edificação.

Assim, pôde-se constatar através dessa pesquisa que a manifestação patológica mais ocorrente foram os problemas de pintura. Essa patologia não afeta a edificação do ponto de

vista estrutural e tem um custo de correção relativamente baixo. Esse fato torna os problemas de pintura causados por infiltração visto como normais por parte dos donos das residências, levando-os a ver como desnecessária a impermeabilização.

## 5. CONCLUSÃO

Embora a infiltração se caracterize como uma das patologias da área da construção civil em que há diversos estudos que abordam sua origem e a forma de preveni-la, esta ainda se constitui em um problema que ocorre, com grande frequência, tanto em obras construídas recentemente como naquelas com alguns anos de existência.

Conforme referido no início, inúmeros são os fatores que podem ser associados à gênese desse problema; entre estes, destacam-se a resistência dos profissionais e proprietários em relação à aplicação do sistema de impermeabilização, no momento da edificação da obra; a falta de planejamento; e a utilização de produtos inadequados e de mão-de-obra não qualificada. A adoção de medidas preventivas no sentido de evitar ou minimizar a ocorrência de situações desagradáveis faz parte do cotidiano de todos nós.

Na área de engenharia civil, tais medidas assumem uma dimensão imensurável, posto que esta área lida com edificações e com vidas humanas, estas últimas presentes quer no processo de construção da obra, quer como usuárias (consumidoras) de seu trabalho. Portanto, a consciência da prevenção deve ser inerente ao profissional da engenharia civil.

Especificamente em relação à prevenção da infiltração, é de conhecimento dos profissionais da área que tal medida, além de possibilitar uma maior vida útil da obra, impede ou limita o surgimento de desconfortos aos moradores decorrentes desse problema, incluindo-se aí o gasto financeiro. A este respeito, é importante se ter claro que recuperar uma obra com problemas de infiltração é bem mais dispendioso do que realizá-la no momento da edificação.

Outro aspecto que também se deve levar em conta é o tempo gasto com a recuperação da obra, o que também se constitui em incômodo. Em relação ao tipo de pesquisa a adoção da modalidade "estudo de caso" mostrou-se adequada aos fins a que se propôs, posto que permitiu acompanhar todas as etapas do processo de impermeabilização iniciando-se pela identificação do problema, até o teste de estanqueidade, atendendo-se, assim, aos objetivos de descrever a metodologia de aplicação da manta asfáltica no tratamento da infiltração em laje de cobertura e de acompanhar o processo de aplicação da manta asfáltica a fim de identificar a observância da NBR 9574.

Quanto ao objetivo de validar a eficácia da aplicação da manta asfáltica no tratamento da infiltração em laje de cobertura, pôde-se constatar que este sistema é eficaz no tratamento

desta patologia, uma vez que demonstrou, através do teste de estanqueidade, resultados compatíveis com as determinações da NBR 9952.

Outro aspecto observado no processo de aplicação trata-se do cumprimento da NBR 9574 pelos aplicadores, aspecto este considerado fundamental para a obtenção dos resultados pretendidos com este sistema. Vale destacar que o sistema foi aplicado por equipe técnica que possui experiência na área, facilitando sobremaneira o desenvolvimento do trabalho de impermeabilização e o acompanhamento por parte dos pesquisadores.

O estudo também revelou que há necessidade de maior esclarecimento por parte dos engenheiros em relação à importância da prevenção da infiltração e dos benefícios obtidos com a aplicação do sistema manta asfáltica em laje de cobertura, bem como da importância de elaboração do projeto de impermeabilização.

Ademais, o desenvolvimento deste estudo contribuiu para a ampliação dos conhecimentos teóricos acadêmicos, posto que foi necessário realizar uma revisão de literatura que oferecesse sustentação ao objeto de estudo, e também, por permitir desenvolver de maneira sistematizada o acompanhamento, in loco, da aplicação da impermeabilização.

Portanto, esta experiência possibilitou que o aprendizado fosse vivenciado de forma concreta em um dos campos de trabalho do engenheiro. Possibilitou, ainda, vivenciar uma área que é pouca explorada por estes profissionais e, como tal, carece de conhecimento e qualificação. Pode-se citar como limitação na operacionalização deste estudo a escassez de produção científica nesta área.

## 6. RECOMENDAÇÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Tem-se a clareza de que este estudo não se constitui em algo “estanque – acabado”. Dessa forma, deseja-se que este se constitua em uma experiência que possa gerar novas pesquisas sobre este tema, com vistas a oferecer uma contribuição mais efetiva para esta área, especialmente em relação à produção científica.

Diante do exposto, julga-se oportuno apresentar as seguintes sugestões: Ao curso de graduação em Engenharia Civil, que busque aprofundar a discussão sobre sistemas de impermeabilização mediante a inclusão, em seu Projeto Pedagógico, de disciplina específica e que procure incentivar a produção científica nesta área. Aos engenheiros civis, que procurem rever seus conceitos em relação ao serviço de impermeabilização; sobretudo, que construam e executem projetos de impermeabilização; que em seu espaço de influência estimulem a realização deste serviço no momento de execução da obra e que busquem conhecer com profundidade a qualidade do material e do serviço de impermeabilização oferecido.

Às construtoras, que elaborem e executem projetos de impermeabilização conforme preconiza a NBR 9575, que estejam atentas à contratação de serviços especializados na área e que invistam em capacitação profissional. Às empresas de impermeabilização, que invistam na qualificação de mão de obra; que observem a NBR9574 no momento de execução do serviço; e que exijam projetos específicos de impermeabilização dos responsáveis pela obra.

Sendo uma área da engenharia com diversas formas de abordagem, recomenda-se para estudos futuros:

- Realizar um estudo sobre teste de estanqueidade para impermeabilização de mantas;
- Fazer uma pesquisa mais aprofundada para ver o quanto evoluiu o avanço do uso da termografia infravermelha para a detecção de infiltrações não visíveis em edificações;
- Estudar sobre como a corrosão afeta a deterioração de um material quando exposto à umidade causado por uma infiltração e quais medidas devem ser tomadas para tratá-la.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9952**: Manta asfáltica com armadura para impermeabilização.

ABNT **NBR 13532**: Elaboração de projetos de edificações – Arquitetura. Rio de Janeiro, 2015.

ABNT **NBR 9574**: Execução de impermeabilização. Rio de Janeiro, 1986.

ABNT **NBR 9575**: Seleção e projeto de impermeabilização. Rio de Janeiro, 2012.

ANDRADE, C. et al. **Manual de inspeccion de obras dañadas por corrosion de armaduras**. Madrid, ICCT, 1992 pg 8, 11, 15, 17.

ANTUNES, Bianca. Mantas asfálticas. Construção estanque. **Construção Mercado**, São Paulo, n. 39, p.183 – 188, out. 2004.

ARANTES, Y.K. **Uma visão geral sobre impermeabilização na construção civil**. 2017. 67f. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

BAUER L.A.F. **Materiais de construção**. Rio de Janeiro: Ed. LTC, 1994, 5º edição v.2

BOTELHO, Abílio Pinheiro; SILVA, David da Silva e. **Corrosão de armadura em estruturas de concreto armado**. 2018. 85 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade da Amazônia – Unama, Belém, 2018

BOTELHO, Manoel Henrique Campos. **Concreto armado eu te amo**. Vl. 2. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2011.

CASCUDO, O. **O Controle da corrosão de armaduras em concreto: inspeção e técnicas eletroquímicas**. Goiânia, 1997.

CHIZZOTTI, Antonio. **Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais**. São Paulo: Cortez, 2020.

CICHINELLI, G. **A evolução das membranas moldadas in loco**. Técnica, São Paulo, n. 87, p. 32-34, jun. 2004.

CIMINO, R. **Revestimento de reservatórios de água com manta armada de PVC**. Técnica, São Paulo, n. 62, p. 69-71, mai. 2017.

DENVER. **Curso de impermeabilização**. Suzano, 1995. Apostila da Denver impermeabilizantes.

FALCÃO BAUER, Luís Alfredo, **Materiais de construção, RJ.** LTC, 5ª Edição revisada.

GENTIL Vicente. **Corrosão.** 4. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2012.

GIL, Antonio Carlos. **Pesquisa Social.** 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008

HELENE, P. R. L. **Corrosão em armaduras para concreto armado.** São Paulo. Pini. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1986.

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. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Ufpr, Campo Mourão - Pr, 2013.

JÚNIOR, Alberto C. L. **Sistemas de recuperação de fissuras da alvenaria de vedação: avaliação da capacidade de deformação.** São Paulo, 1997. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

KLEIN, D. L. **Apostila do Curso de Patologia das Construções.** Porto Alegre, 2019 - 10º Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias.

LERSCH, Inês M. **Contribuição para a identificação dos principais fatores de degradação em edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre.** Porto Alegre. 2012. 180 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

LETÍCIA, Júnia. **Eliminação de mofo. Guia da obra.** Minas Gerais, ago. 2009. Disponível em: <<http://www.guiadaobra.net/forum/decoracao/eliminacao-mofo-t359.html>>. Acesso em: 20 set. 2022.

LOTURCO, B. **Poliuretanos, poliuréias e mantas adesivas.** Técnica, São Paulo, n. 102, p. 52-57, set. 2005.

LWART - **Manual técnico de impermeabilização.** Disponível em: <<http://www.lwart.com.br>> Acesso em: 20 set. 2022.

MORAES, Claudio Roberto Klein. **Impermeabilização em lajes de cobertura: levantamento dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na cidade de Porto Alegre.** 2017. 123 f. Dissertação (mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Ufrs, Porto Alegre - RS, 2017.

PENNA, Adriely. **Impermeabilização.** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Riograndense, Pelotas, 2007.

PICCHI, Flávio Augusto. **Impermeabilização de cobertura.** São Paulo: Pini Ltda, 1986.

PONTES, Bianca Roriz. **Patologias de infiltrações em unidades habitacionais: estudo de caso em residências no município de Anápolis-Goiás**. Anápolis, 2018.

PORCELLO, Ernani Camargo. **Impermeabilização**. Porto Alegre, Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Escola Técnica de Engenharia Civil, 1998.

POZZOLI. **Impermeabilização - Relatório especial: as primeiras obras de impermeabilização**. Informe Técnico, O Empreiteiro, ago. 1991, p.37-38.

RIGHI, Geovane. V. **Estudo dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenções e correções – análise de casos**. 2009. 94 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Maria, 2009.

ROCHA, J.H.A. et al. **Deteção de infiltração em áreas internas de edificações com termografia infravermelha**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 329-340, out./dez. 2018.

SABBATINI F. et al. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica da USP. **Impermeabilização – Sistemas e execução**. São Paulo, [2006]. 20p.

SANT'ANA, L.S. **Patologias na construção civil devido a umidade - Revisão de literatura**. Paripiranga, 2020

SELMO, Silva. **Materiais betuminosos**. São Paulo, 2002.

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS. **Impermeabilização**. Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br>>. Acesso em: 22 set. 2022.

SILVA, D.O.; OLIVEIRA, P.S.F. Impermeabilização com mantas de PVC. *Téchne*, São Paulo, n. 111, p. 76-80, jun. 2006.

SOUZA, J.C.S.; MELHADO, S.B. **Diretrizes para uma metodologia de projeto de impermeabilização de pisos do pavimento tipo de edifícios**. In: Congresso Latino-Americano Tecnologia e Gestão Na Produção de Edifícios: Soluções Para o Terceiro Milênio, 1998, São Paulo.

SOUZA, Marcos Ferreira de. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. Belo Horizonte, 2008.

STORTE, Marcos. **Manifestações patológicas na impermeabilização de estruturas de concreto em saneamento**. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura, São Paulo, 18 nov. 2011.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: Pini, EPUSP, IPT, 1989.

VALLE, Juliana B S. **Patologia das alvenarias**. 2018. 72f. Monografia – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

VERÇOZA, Enio José. **Impermeabilização na construção**. Porto Alegre: Sagra, 1983.

YAZIGI, Walid. **A técnica de edificar**. São Paulo: Pini Ltda, 2004.