



UNISUL

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

GUSTAVO ADRIANO TRENTO

**ESTUDO DE CASO SOBRE OS IMPERMEABILIZANTES DISPONÍVEIS NO BRASIL, COM
FOCO NOS TIPOS, PATOLOGIAS E MANUSEIO**

Palhoça

2019

GUSTAVO ADRIANO TRENTO

**ESTUDO DE CASO SOBRE OS IMPERMEABILIZANTES DISPONÍVEIS NO BRASIL, COM
FOCO NOS TIPOS, PATOLOGIAS E MANUSEIO**

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 Engenheiro Civil.

Orientador: Dr. Heloisa Regina Turatti Silva

Palhoça

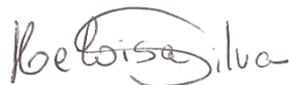
2019

GUSTAVO ADRIANO TRENTO

**ESTUDO DE CASO SOBRE OS IMPERMEABILIZANTES DISPONÍVEIS NO BRASIL, COM
FOCO NOS TIPOS, PATOLOGIAS E MANUSEIO**

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

Palhoça, 21 de Agosto de 2019.



Professor e orientador Dr. Heloisa Regina Turatti Silva
Universidade do Sul de Santa Catarina



Prof. Dr. Paola Egert Ortiz.
Universidade do Sul de Santa Catarina



Lucas Milton Barbosa
Engenheiro Civil

Dedico esta monografia aos meus pais que foram meus pilares na minha educação, a minha noiva e companheira que ajudou na minha caminhada e a minha orientadora que me guiou neste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Tatiane Adriano Trento e Joel Guarezi Trento que me ajudaram incondicionalmente desde sempre e me deram total apoio em todas as minhas decisões.

A Maria Eduarda minha noiva, companheira, que me deu apoio e me ajudou a superar os desafios em parte da minha vida.

A minha Professora e orientadora Dr. Heloisa, que me ajudou a montar toda a minha monografia e retirou todas as minhas dúvidas quanto a criação da mesma.

À Universidade do Sul de Santa Catarina (Unisul) que me deu a base para a conclusão deste trabalho.

“Aprender é a única coisa de que a mente nunca se cansa, nunca tem medo e nunca se arrepende” (Leonardo Da Vinci).

RESUMO

A impermeabilização é uma parte construtiva muito importante e por muitas vezes ignorada na obra, sendo que seu custo de reparo depois de já concluída a obra é muito mais elevado do que o seu custo de prevenção feito antes da finalização da construção. Neste trabalho é apresentado as diferentes patologias que surgem com o mau uso do impermeabilizante ou a falta dele na impermeabilização, bem como seus riscos a toda estrutura da obra. O estudo de caso trata sobre 2 tipos de impermeabilização diferentes, sendo os tipos, impermeabilizante rígido e o outro o flexível e dentro de cada um dos tipos temos diversos tipos de impermeabilizantes diferentes que serão tratados neste trabalho. Será mostrado o manuseio correto, bem como as diferentes características de cada impermeabilizante e o seu uso em cada situação. Este trabalho tem como intuito informar sobre o assunto impermeabilização contribuindo com informações dos diferentes tipos de impermeabilizantes e os seus diversos usos nas diferentes etapas construtivas da obra, bem como seu uso correto e sua aplicação nos locais e momentos corretos. Visando informar e até ensinar o método correto de aplicação de cada impermeabilizante, temos neste trabalho o uso e manuseio passo a passo, o equipamento de proteção individual (EPI) utilizados, o consumo de cada impermeabilizante e também as suas formas de aplicação.

Palavras-chave: Patologias na impermeabilização, Normas de impermeabilização, Tipos de impermeabilizantes.

ABSTRACT

Waterproofing is a very important constructive part and often ignored in the work, and its cost of repair after the work has already been completed is much higher than the cost of prevention done before the completion of the construction. This work presents the different pathologies that arise with the misuse of the waterproofing material or the lack of it in waterproofing, as well as its risks to the entire structure of the work. The case study deals with 2 different types of waterproofing, the types, rigid waterproofing and the other flexible and within each type we have several different types of waterproofing that will be treated in this work. The correct handling will be shown, as well as the different characteristics of each waterproofing and its use in each situation. This work aims to inform about the waterproofing subject contributing information about the different types of waterproofing and its different uses in the different construction stages of the work, as well as its correct use and its application in the correct places and times. In order to inform and even teach the correct application method of each waterproofing, we have in this work the use and handling step by step, the personal protective equipment (PPE) used, the consumption of each waterproofing and also its application forms..

Keywords: Waterproofing pathologies, Waterproofing standards, Types of waterproofing.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mancha de Mofo na Construção	18
Figura 2 – Eflorescência em uma parede.....	19
Figura 3 – Capilaridade do solo.....	20
Figura 4 – Corrosão da Armadura	21
Figura 5 – Pericia Feita da Carbonatação do Concreto	22
Figura 6 – Desagregação da pintura	23
Figura 7 – Aparecimento de mofo no teto.....	25
Figura 8 – Infiltração no teto	25
Figura 9 – Deslocamento de placas cerâmicas	26
Figura 10 – Custo de cada etapa construtiva	31
Figura 11 – Custo de impermeabilização em cada etapa da obra.....	31
Figura 12 – Projeto de impermeabilização	32
Figura 13 – Aditivo Hidrófugo.....	36
Figura 14 – Aplicação de Aditivo Cristalizante	38
Figura 15 – Utilização do Cimento de Pega Ultrarrápida	41
Figura 16 – Aplicação da Argamassa Polimérica.....	44
Figura 17 – Retirada Total da Argamassa	44
Figura 18 – Membrana de Polímero já colocada.....	48
Figura 19 – Membrana de Polímero em um Reservatório.....	48
Figura 20 – Membrana Asfáltica aplicada a quente	51
Figura 21 – Membrana Asfáltica aplicada a frio	52
Figura 22 – Aplicação da Membrana Acrílica.....	54
Figura 23 – Aplicação da Membrana Acrílica Finalizada.....	54
Figura 24 – Aplicação da Manta Asfáltica aderida com asfalto.....	57
Figura 25 – Aplicação da Manta Asfáltica aderida com maçarico.....	58
Figura 26 – Aplicação da Manta de PVC	61
Figura 27 – Manta de PVC já aplicada.....	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Detalhes construtivos segundo a norma 9575	27
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	OBJETIVO GERAL.....	15
1.1.1	Objetivos específicos	15
2	PROBLEMATICA	16
3	REVISÃO BIBLIOGRAFICA	18
3.1	IDENTIFICAÇÃO DE PATOLOGIAS GERADAS PELA INFILTRAÇÃO.....	18
3.1.1	Mofos e Bolores	19
3.1.2	Eflorescência	20
3.1.3	Capilaridade	20
3.1.4	Corrosão da Armadura	22
3.1.5	Carbonatação.....	23
3.1.6	Degradação de pinturas e revestimentos	24
3.2	EFEITOS NOCIVOS DA INFILTRAÇÃO.....	25
3.3	LEVANTAMENTO DE NORMAS QUE TRATAM SOBRE A UTILIZAÇÃO DE IMPERMEABILIZAÇÃO	28
3.4	GASTOS OCORRIDOS COM IMPERMEABILIZAÇÕES MAL FEITAS	31
3.5	PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO	33
4	METODOLOGIAS DA PESQUISA.....	34
5	ESTUDO DE CASO	36
5.1	IMPERMEABILIZAÇÃO RIGIDA.....	36
5.1.1	Argamassa Impermeável Com Aditivo Hidrófugo	36
5.1.2	Impermeabilizante Cristalizante.....	39
5.1.3	Cimento Impermeabilizante De Pega Ultrarrápida	41
5.1.4	Argamassa Polimérica.....	44
5.2	IMPERMEABILIZAÇÃO FLEXÍVEL	48
5.2.1	Membrana De Polímero Modificada Com Cimento	48
5.2.2	Membranas Asfálticas	52
5.2.3	Membranas Acrílicas.....	54
5.2.4	Mantas Asfálticas	57
5.2.5	Mantas De Pvc	61
6	CONCLUSÃO.....	64
7	SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS.....	65

REFERÊNCIAS	66
--------------------------	-----------

1 INTRODUÇÃO

Uma das preocupações que sempre existiu para o homem em relação aos processos construtivos foi com a umidade, desde goteiras à criação de fungos. A umidade é a causa de muitos fatores que podem incomodar ou até prejudicar a sobrevivência do ser humano. Podem causar doenças e danificar edificações e, dependendo da gravidade do problema, pode ser até mesmo irreversível.

Umidade e infiltrações são problemas comuns e ambos geram uma grande quantidade de patologias, porém eles podem ser evitados com uma boa impermeabilização do ambiente, o que irá evitar também muitas situações de recuperação futura da edificação, esses problemas podem acometer qualquer tipo de estrutura e em qualquer local dela.

Segundo IBI (Instituto Brasileiro de Impermeabilização) essas patologias podem acontecer por diversos fatores, desde a falta de cuidados na fase de projeto, no momento de execução da obra e até por causas naturais que virão a ocorrer depois da obra completa, uma das causas naturais mais recorrentes é a água da chuva que afeta todas as partes da estrutura e a umidade do solo que em uma fundação com uma má impermeabilização gerará vários problemas, podem ocorrer problemas também na parte hidráulica do edifício o que fará com que apareçam infiltrações dos vazamentos nas tubulações.

Segundo Hussein (2013) muitos problemas na impermeabilização podem ser tratados e prevenidos já no início da obra, existem diversas formas para a prevenção dessas patologias e normalmente são negligenciadas, simplesmente por não terem nenhuma melhora estética que trará um aumento no valor do imóvel, pelo contrário muitas vezes acarreta em um custo maior da obra o que não atrai nem um pouco o empreendedor.

Uma reaplicação do material impermeabilizante pode gerar problemas maiores e um gasto maior para o comprador do imóvel, dependendo da situação pode ser feita uma reforma completa do prédio ou casa, desde paredes com infiltrações e fungos, até infiltrações devido à umidade vinda do solo ou mesmo umidade na laje da construção, tendo que haver assim uma demolição parcial da estrutura para reaplicação do material em locais corretos que realmente irão evitar a degradação do ambiente.

Segundo Righi (2009) a desinformação é um problema enorme quando falamos sobre impermeabilização, falta de cuidados em várias etapas da construção levam a problemas que não deveriam ocorrer normalmente ou que poderiam ser evitados com um bom uso de algum impermeabilizante específico para o local, a negligência de uso de alguns materiais por

não serem obrigatórios as suas aplicações ou até mesmo uma pequena camada aplicada na obra que segue o mínimo pedido na norma podem levar a situações graves no pós venda.

Neste sentido, este trabalho visa demonstrar os tipos de impermeabilizantes disponíveis no mercado brasileiro e apresentar suas vantagens bem como suas desvantagens em determinadas situações, assim como mostrar as patologias geradas devido à falta desses tipos de impermeabilizações e essas mesmas patologias que poderiam ser facilmente evitadas com o uso correto dos impermeabilizantes.

1.1 OBJETIVO GERAL

Realizar levantamento sobre os tipos de impermeabilizações e as consequências relacionadas ao manuseio incorreto, bem como reunir o seu uso correto das diversas experiências de profissionais e empresas na área de impermeabilização.

1.1.1 Objetivos específicos

- Apresentar os dois tipos de impermeabilizantes sugeridos em norma, sendo eles rígidos e flexíveis;
- Mostrar cuidados e orientações para a utilização correta dos diferentes tipos de impermeabilizantes;
- Apresentar sobre os diferentes tipos de impermeabilizantes sendo os rígidos: Argamassa Impermeável com Aditivo Hidrófugo, Impermeabilizante Cristalizante, Cimento Impermeabilizante de Pega Ultrarrápida, Argamassa Polimérica, e os flexíveis: Membrana de Polímero Modificada com Cimento, Membranas Asfálticas, Membranas Acrílicas, Mantas Asfálticas, Mantas de PVC;
- Mostrar as diferentes características de cada um dos impermeabilizantes.

2 PROBLEMÁTICA

A impermeabilização tem como principal objetivo, formar uma barreira protetora contra a umidade e evitar infiltrações, protegendo a estrutura dessas situações nocivas. Irá diretamente aumentar a vida útil da estrutura, sendo que tanto a armadura quanto o concreto irão se beneficiar de sua proteção, evitará o aparecimento de manchas de bolor, o surgimento de goteiras e até mesmo o deslocamento de peças cerâmicas.

Segundo Righi (2009) o uso correto dos impermeabilizantes é de total importância por ser um serviço especializado dentro da construção civil, sendo que falhas por menores que sejam podem comprometer todo o serviço. É de vital importância para a durabilidade das construções, pois a água da chuva e os poluentes vindos do ar podem causar danos irreversíveis e com alto custo financeiro para serem reparados.

Entre os produtos utilizados para impermeabilização existem muitas variações no Brasil, com vários tipos de desempenhos, diversas origens e vários métodos para a sua aplicação, alguns normatizados outros não, e todos devem ser estudados para que possamos escolher melhor o sistema adequado para impermeabilização.

Segundo Moraes (2002) em um levantamento efetuado em 52 obras de oito diferentes construtoras pelo sindicato das empresas de compras, vendas, locação e administração de imóveis e dos edifícios em condomínio residenciais e comerciais do estado de São Paulo – SECOVI –SP, foram detectados que 90% de todos os problemas relativos a construções prediais, estavam reunidos em apenas cinco itens, sendo que a impermeabilização é o primeiro deles. Infelizmente não foi fornecido pelo SECOVI-SP uma participação percentual de cada um desses itens.

Entre os principais itens que constam como insucessos na impermeabilização, podemos citar alguns fatores muito importantes como: a falta no projeto (muitos projetistas não colocam a impermeabilização em seus projetos), mão-de-obra com pouco treinamento ou simplesmente desqualificada, uso de materiais que não estão normalizados, preparação inadequada do produto, interferência de diferentes projetos na impermeabilização e insuficiência nos caimentos dos coletores pluviais (MORAES, 2002).

Segundo Moraes (2002) a falta de um projeto referente à impermeabilização também irá gerar dificuldades na fiscalização dos serviços, na falta de definição dos tipos de materiais utilizados, bem como, nos detalhes da preparação do produto, ocorrendo assim infiltrações em estruturas de concreto armado, comprometendo também a habitação, corroendo as armaduras e aumentando os custos e transtornos que o usuário irá sofrer.

Segundo Cruz (2003) a situação é crítica no tema voltado a infiltrações, quando falamos sobre as ferramentas de auxílio ao profissional, são muito raros os cursos de graduação em território nacional que oferecem uma disciplina que especifique o assunto impermeabilização. No cotidiano da construção civil podemos ver esses problemas, onde a pouca informação ou a falta dela condiciona os profissionais ao uso incorreto de materiais que deveriam vedar a passagem da água.

Toda essa situação nos mostra um mercado com potencial e extremamente carente em relação às ferramentas tecnológicas específicas para impermeabilização na construção civil. Todavia, é um mercado que deveria ser mais investigado e estudado de forma adequada, criando assim ferramentas que não sejam apenas passagens de livros que são lidas em computadores, mas um jeito verdadeiramente novo de ensino para que consigamos profissionais mais capacitados.

A impermeabilização vem se mostrando um serviço cada vez mais solicitado, principalmente devido ao alto índice de manifestações que estão relacionadas a umidade. Por esse motivo se faz necessário a elaboração de novos estudos, por se tratar de um serviço que necessita de uma mão-de-obra mais qualificada, sendo os problemas pela execução ou pelo tipo de impermeabilizante escolhido (COSTA JÚNIOR, 2013).

Por todos os problemas já citados este trabalho que se trata de um estudo de caso dos vários problemas referentes a impermeabilização no Brasil, será mais um auxílio no momento que surgirem dúvidas sobre as técnicas e os vários tipos de impermeabilizantes existentes no Brasil, também servindo como material de apoio para evitar possíveis faltas de uso desses impermeabilizantes na construção civil, o que pode acarretar em problemas maiores ao longo da vida útil do prédio.

Com o intuito de informar e aprimorar o conhecimento desses profissionais na área este trabalho surge para elucidar dúvidas e fazer um aparato das experiências de vários profissionais, bem como dos pesquisadores e das empresas que estão a muito tempo trabalhando com impermeabilizantes.

3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Neste item será abordado os diferentes tipos de patologias, bem como seus riscos para a saúde da população, também as normas que tratam da impermeabilização e as perdas advindas do mal-uso da mesma.

3.1 IDENTIFICAÇÃO DE PATOLOGIAS GERADAS PELA INFILTRAÇÃO

Patologias dentro da construção civil podem ser entendidas com um péssimo desempenho dos elementos construtivos ou também, irregularidades que podem ocorrer de forma geral na edificação. Aquelas manifestações patológicas que estão relacionadas a umidade, são as que surgem na construção devido ao um contato não desejado com o meio úmido (BAUERMANN, 2018).

Segundo Machado e Alencar (2019) temos infiltração da água como uma manifestação causada pela umidade, sendo essa por várias causas, temos alguns exemplos como vazamento de telhas quando há uma chuva intensa, a umidade chega nos materiais de forma líquida, mas podem ser absorvidos na sua forma gasosa. Também temos algumas patologias como fissuras na parede que irão agravar o quadro geral das manifestações, por isso deverá ser prevenido para evitar novas ocorrências.

Podem ocorrer também infiltrações pelos elementos da alvenaria, e para que tenhamos cuidados com esse tipo de situação a fase de projeto é muito importante, certos pontos devem receber atenção especial, assim como: beirais, pingadeiras, tipo da cobertura, materiais de selagem e exposição da edificação a ação do vento, entre outros problemas relacionados.

Infiltrações pelas juntas de assentamento acontecem na interface dos blocos ou por falha da argamassa de assentamento utilizada, isso ocorre por causa dos respingos de água, que podem existir em áreas molhadas, ou áreas que estão em contato com a chuva, isso pode acabar gerando machas e umidade no local. Para que seja evitado essas situações devem ser feitas as manutenções preventivas na construção, pois existem ações constantes como: a dilatação, as vibrações, o recalque diferencial das fundações, a ação do vento, bem como também o mal uso da edificação que acarreta o aumento de patologias. Como nas chuvas caso o edifício tenha alguma fissura, a água acaba se infiltrando por elas e danificando a obra (MACHADO; ALENCAR, 2019).

No caso das infiltrações, temos várias patologias que podem acabar surgindo com a água da chuva e a sua propagação na parte interna da estrutura. Infiltrações muito comuns vindas da cobertura, que depois podem se espalhar pelas paredes, geram manchas e mofos por toda a

construção. Temos uma explicação mais detalhada dessas patologias nos próximos tópicos, além de outros problemas trazidos pela má impermeabilização.

3.1.1 Mofos e Bolores;

A criação de bolores e mofos normalmente estão relacionadas ao fato de haver uma grande patologia de infiltração na área. Segundo Machado e Alencar (2019) os mofos e bolores são causados por fungos vegetais, que por sua vez irão produzir enzimas corroendo alvenaria e madeiras. Essa patologia causa defeitos estéticos na obra, ocorrendo o aparecimento de manchas escuras, esbranquiçadas ou amarelas, sendo que a tonalidade da mancha indica a sua agressividade, sendo as mais claras apenas bolores que podem ser removidos com um pano úmido e são mais superficiais e as manchas mais escuras sendo mofo que já se alastrou para dentro da estrutura e pode causar danos maiores ou até irreversíveis.

Além de tudo isso temos também a presença de fungos que irão corroer o revestimento aplicado. Entre algumas dessas evidências da criação de fungos temos: pó branco acumulado na superfície, manchas de umidade na parede, o revestimento cerâmico que se encontra estufado ou caindo, manchas escuras ou verdes, entre outros. Na Figura 1 temos uma representação de mofo.

A eliminação desses mofos em um tempo muito longo em que já se encontram na obra se torna muito difícil, pois é preciso que sejam eliminadas suas raízes, para isso que deve ser visto e planejado qual a melhor impermeabilização para certas áreas, antes que aconteçam estragos quase que irreversíveis.

Figura 1: Mancha de Mofo na Construção



Fonte: (Sua Obra, 2019)

3.1.2 Eflorescência

Eflorescências são as formações de depósitos de sais cristalizados que se originam da migração de água, rica em sais, vinda do interior dos materiais da alvenaria ou concreto e normalmente possuem uma coloração esbranquiçada. Essas eflorescências podem ocorrer na parte de pisos paredes ou teto, e ocorrem após a migração desses sais para a superfície e a decorrente evaporação (RIGHI, 2009).

As manchas que resultam do aparecimento da eflorescência normalmente são brancas, por se tratar de uma concentração de sais, mas também podem alterar entre outras cores como tons mais esverdeados ou escuros, isso dependendo do tipo de sal ou fungo que foi transportado junto com a água. As eflorescências podem surgir também quando a alvenaria teve um excesso muito grande de água na sua composição ou quando a pintura é feita em um reboco que ainda se encontra com umidade. Na figura 2 temos um exemplo de eflorescência.

Figura 2: Eflorescência em uma parede



Fonte: (Votorantim, 2019)

3.1.3 Capilaridade

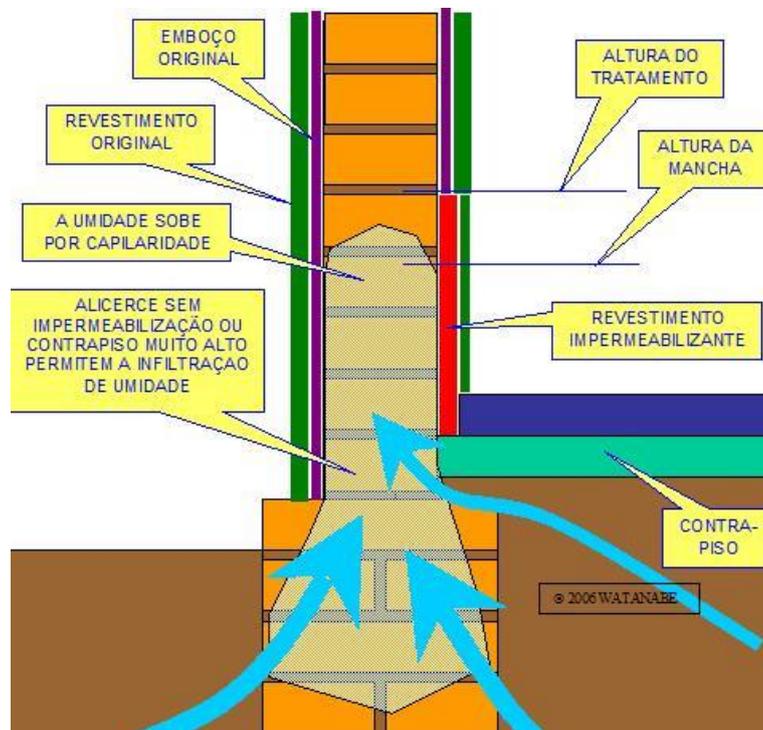
Esta patologia em questão acontece com a subida de água através de fendas pequenas, contra a gravidade. Segundo Machado e Alencar (2019) a capilaridade consiste em um fenômeno físico que modifica o nível dos líquidos, assim que tem contato da superfície com um sólido.

Existem formas de se evitar esse tipo de patologia, colocando em vigor medidas de prevenção como impermeabilizar a estrutura de fundação da obra, bem como paredes, pilares

que estejam em contato com o solo, sendo que todo o sistema deverá ser feito com profissionais qualificados na área de impermeabilização, além de seguidos os dados do projeto a rigor.

Segundo Universidade de São Paulo (2019) as forças capilares atuam em todos os solos úmidos, porém a taxa em que ocorre a ascensão da água é menor do que se espera e o motivo está nos poros do solo. Esses poros não são uniformes e comparando com testes feitos com tubos de vidro não tem a mesma ascensão da água, principalmente por não terem um caminho direto para seguir e também por apresentarem ar aprisionado que pode diminuir ou impedir a sua movimentação. Normalmente a taxa de ascensão da água é maior em solos com a textura fina, na figura 3 temos um exemplo dessa movimentação de água na estrutura.

Figura 3: Capilaridade do solo



Fonte: (PET Engenharia Civil UFJF, 2019)

Conforme a figura 3 temos uma movimentação de água que vem pela parte inferior da estrutura e se infiltra nas paredes do prédio, podendo causar assim uma corrosão da armadura e prejudicar a estrutura.

3.1.4 Corrosão da Armadura

Segundo Costa Júnior (2013) a corrosão é identificada como o ataque da natureza nas barras da estrutura, em que a presença de umidade no material irá levar a formação de óxidos/hidróxidos de ferro. Existem algumas condições para que essa corrosão ocorra:

- Deve existir um eletrólito (que seria a água);
- Deve também existir uma diferença de potencial (que será obtido através da tração nas barras);
- E deve existir oxigênio (ar da atmosfera).

A ferrugem que ocorre ou oxidação é a transformação lenta do metal em seus óxidos, a ferrugem trata de um sal com baixa aderência, de péssimo aspecto e com um volume muito maior do que o aço que o deu origem, por isso a grande preocupação com concreto que seja impermeável ou com a boa impermeabilização do local. Se a umidade acabar penetrando até onde está a armadura, a ferrugem irá aparecer de forma rápida, aumentando o seu volume e quebrando o revestimento do concreto (SCHONARDIE, 2009).

Em situações mais graves de corrosão o concreto pode conter substâncias que se tornam oxidantes dentro da sua composição assim que entram em contato com a água. Um exemplo é o cloreto de cálcio que segundo Schonardie (2019) é muito usado como aditivo acelerador de pega para o concreto, mas assim que entra em conta com a água pode gerar ácido clorídrico que corrói as armaduras de forma rápida. Na figura 4 podemos ver de forma mais clara o fenômeno de corrosão da armadura.

Figura 4: Corrosão da Armadura



Fonte: (Tecnosil, 2019)

3.1.5 Carbonatação

Segundo Righi (2009) nas superfícies que ficam de forma exposta do concreto, a parte alcalina pode ser diminuída com o tempo, ocorrendo assim o processo de corrosão da armadura, essa ação irá ocorrer principalmente pela ação do gás carbônico que está presente na atmosfera.

A reação do cimento com a água irá resultar em um composto hidratado, desta reação irá surgir o hidróxido de cálcio, que em junção com o hidróxido ferroso forma uma capa protetora para a armadura. A carbonatação irá ocorrer em um concreto que seja poroso ou com um baixo cobrimento que irá reduzir a alcalinidade do concreto, fazendo assim com que a capa da armadura seja destruída, iniciando o processo de corrosão.

Segundo Tecnosil (2019) a carbonatação irá surgir de fora para dentro do concreto, se originando de uma frente carbonatada. O efeito se torna preocupante quando atinge a profundidade que se encontra a armadura, provocando uma falha na camada protetora e propiciando o início da corrosão. O processo da carbonatação ocorre de forma mais comum em túneis ou viadutos, mas também pode ocorrer em outros locais que tem grande presença de CO_2 . Na figura 5 temos um exemplo de uma estrutura carbonatada.

Figura 5: Perícia feita da Carbonatação do Concreto



Fonte: (Perícia Engenharia Maringá, 2019)

3.1.6 Degradação de pinturas e revestimentos

Segundo Schonardie (2009) a água pode estar presente dentro dos materiais utilizados para a construção, nesse caso essa água utilizada com os materiais pode também causar uma infiltração, degradando uma série de componentes da estrutura como: pinturas, revestimentos de papel de parede, madeiras, entre outros. Isso pode acontecer pela ação direta da água ou também ocorrer pela ação dos sais que estão dentro dos materiais de construção.

Pode ocorrer um desagregamento do material, que causa a destruição da pintura, fazendo com que ela se esfarele, destacando-se na superfície, sendo que até o reboco pode vir junto com este destacamento. Isso ocorre de forma mais comum por causa dos sais nos materiais e pela água que ataca diretamente a tinta aplicada.

O acúmulo de sais recebe o nome de criptoflorescência, que se trata do acúmulo de sais no interior do revestimento. Quando ocorre o aparecimento de umidade, os sais que estão na parte interna dos materiais da construção, sendo eles nos solos ou nas alvenarias, são transportados com água para dentro do revestimento e quando a umidade por algum motivo evapora, esses sais recristalizam no revestimento. Assim que ocorre essa situação, os sais irão aumentar seu volume e ocupar os poros dentro do revestimento. Esse acúmulo de sais irá criar tensões que separara as partículas, fazendo com que surjam trincas e que o revestimento perca a sua coesão, ocasionando o esfarelamento ao toque. Na figura 6 podemos observar essa patologia de degradação da pintura.

Figura 6: Desagregação da pintura



Fonte: (Mãos a Obra, 2019)

3.2 EFEITOS NOCIVOS DA INFILTRAÇÃO

Infiltrações na grande maioria das vezes aparecem pela falta de uma impermeabilização bem feita na obra, elas podem ser pequenas infiltrações que não vão causar grandes estragos além do estético ou podem comprometer toda uma estrutura, colocando até a vida do ser humano em risco. Esses riscos envolvem desde a corrosão da armadura, que dá a sustentação para o edifício podendo destruir toda a estrutura, até a criação de mofos que podem ser prejudiciais para a nossa saúde.

Um exemplo desses efeitos nocivos é a criação de mofos, sendo que essas patologias podem soltar esporos que ficarão suspensos no ar criando assim quadros alérgicos de rinite, tosse seca, asma ou até transmitir bactérias que levam a infecções. Em locais que se enxerga a existência de bolores até mesmo alguns casos de pneumonia podem ser desencadeados (FIBERSALS, 2019).

Da mesma forma os olhos podem ser afetados por casos de emboloramento das superfícies causados pela umidade, a pele pode ser afetada pelos esporos que se encontra no ar, causando assim coceiras, irritação e alergias nos olhos. Os riscos dessas doenças também são bem maiores em pessoas com idades mais vulneráveis como bebês, crianças, grávidas, idosos e pessoas que possuam alguma imunodeficiência.

Além dos casos de doenças causadas pelo mofo e outros problemas de infiltração, também podemos citar que essas infiltrações comprometem o funcionamento da estrutura, bem como a parte estética de todo o prédio, o que pode comprometer sua venda depois de construído.

Segundo Fiório (2009) o mofo é um problema muito grave no ambiente doméstico, sendo que ele pode se desenvolver em diversos locais, desde que ocorra a presença de umidade e oxigênio. Sendo assim os principais locais que são afetados pela incidência de mofos são os que têm algum tipo de infiltração. O termo “water damage” é utilizado na literatura estrangeira para definir um local onde há a presença de mofo, esse termo se refere a locais úmidos que podem ser encontrados próximos a fundação, na parede ou no teto, que normalmente são ocasionados pela infiltração da água. Na figura 7 e 8 vemos o aparecimento de mofo no teto e de infiltração respectivamente.

Figura 7: Aparecimento de mofo no teto



Fonte: (Abracopel, 2019)

Figura 8: Infiltração no teto



Fonte: (IBDA, 2019)

Os esporos dos fungos irão entrar em casa através de uma corrente de ar, assim que encontram locais que apresentam boas características para sua proliferação como a umidade, começarão a se desenvolver, digerindo o material do local onde estiverem crescendo. Os mofos aos poucos vão destruindo toda a construção em que se encontram (Fiório, 2009).

Segundo Fiório (2009) alguns tipos de fungos como o *Alternaria* vem de ambientes externos, enquanto outros tipos de fungos se originam de ambiente interno, como *Aspergillus* e *Cladosporium*. Quando a pouca ventilação na residência, pode haver um aumento na exposição dos alérgenos internos, porém casas que se encontram com uma boa ventilação podem acabar facilitando o aumento da proliferação dos fungos em todo o ambiente externo.

Em alguns casos os fungos podem aparecer até mesmo em locais escondidos no interior do domicílio, tais como atrás de uma parede seca, entre os azulejos e painéis. Em ambientes

que existe a presença de ar condicionado, ou seja, um ambiente climatizado artificial muitas partículas de mofo podem ser transmitidas para a área interna da residência. Um dos principais meios para que se possa controlar o ar da parte interna é identificar, isolar, remover ou substituir a fonte poluidora.

No caso das patologias também temos uma grande perda e degradação de material na estrutura devido às infiltrações, segundo Carvalho (2018) fissuras são as causas mais frequentes de uma perda de desempenho nas alvenarias interferindo assim na duração de toda a construção. Nem todas as fissuras acabam causando danos estruturais, algumas simplesmente ocorrem por causa de um movimento da estrutura, porém em longo prazo podem acabar surgindo mofo nessas frestas, que podem gerar um grande risco para a obra.

Segundo Bauermann (2018) na construção civil, a alguns materiais ricos em sais como nitratos, sulfatos, carbonatos e cloretos presentes na edificação e quando em contato com a água, acabam sendo dissolvidos e deslocados para a superfície. Estando na superfície, esses sais irão se cristalizar acontecendo assim uma alteração de volume, o que leva a decomposição do material, em locais sem a presença de água essa decomposição não ocorre porém quando a umidade do ar se encontra acima de 65% ou ocorre uma infiltração irá acontecer a absorção da água, causando assim essa decomposição.

Com a infiltração também teremos o deslocamento de pisos e azulejos, que segundo Hussein (2012) ocorrerá pela perda de aderência das placas, do substrato ou da argamassa colante. Esse fato ocorre devido a expansão das placas que será causada pela entrada de água na argamassa colante, ou seja, por uma falta de boa impermeabilização água vai chegar até a argamassa, causando sua expansão e deslocando as peças cerâmicas. Na figura 9 podemos ver um deslocamento dessas placas cerâmicas.

Figura 9: deslocamento de placas cerâmicas



Fonte: (IBDA, 2019)

3.3 LEVANTAMENTO DE NORMAS QUE TRATAM SOBRE A UTILIZAÇÃO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Segundo a NBR 9575 (2010) impermeabilizantes podem ser divididos em duas categorias: rígidos e flexíveis, sendo que dentro dessas categorias temos muitos tipos diferentes de materiais e propriedades para cada tipo de situação específica. A NBR 9575 também define os detalhes construtivos a serem feitos para a impermeabilização, ela tem como objetivo garantir o funcionamento de todas as partes e as recomendações mínimas para cada caso, evitando a passagem de fluídos na estrutura. Na tabela 1 Segundo Lima; Passos; Costa (2013) temos um exemplo desses detalhes.

A NBR 9575 destaca algumas definições sobre a impermeabilização, entre elas temos como é classificado um projeto de impermeabilização (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010, p. 4):

3.67 projeto de impermeabilização: Conjunto de informações gráficas e descritivas que definem integralmente as características de todos os sistemas de impermeabilização empregados em uma dada construção, de forma a orientar inequivocamente a produção deles. O projeto de impermeabilização é constituído de dois projetos que se complementam: projeto básico e projeto executivo

Tabela 1: Detalhes construtivos segundo a norma 9575

Substrato	• Inclinação mínima de 1% em direção aos coletores em áreas externas
	• Para calhas e áreas internas, inclinação mínima de 0,5%
	• Nos planos verticais, prever encaixe para embutir a impermeabilização, 20 cm acima do nível do piso acabado
	• Entre áreas externas impermeabilizadas e áreas internas, deve haver diferença de cota no mínimo 6%
	• Observar arremates adequados com o tipo de impermeabilização nos caixilhos, contramarcos, batentes e outros elementos
	• Todo encontro de plano vertical e horizontal deve possuir detalhe específico da impermeabilização
	• Os planos verticais a serem impermeabilizados devem ser executados com elementos rigidamente solidarizados à estrutura
Coletores de água (ralos)	• Prever arredondamento dos cantos vivos quando a impermeabilização requerer
	• Possuir diâmetro nominal mínimo de 75 mm
Tubos emergentes ou passantes	• Devem estar fixados à estrutura
	• Fixar à estrutura, possuindo detalhe específico de arremate e reforço da impermeabilização
	• Devem ser fixados sobre a impermeabilização, e nunca sob elas, incluindo tubulações elétricas e de gás
	• Quando for embutida na alvenaria, prevê proteção adequada para fixação de impermeabilização
Proteção mecânica e pisos posteriores	• Quando forem externas à parede, devem estar afastadas dos planos verticais em no mínimo 10 cm
	• Devem possuir juntas de retração e trabalho térmico preenchidas com materiais deformáveis
Juntas de dilatação	• Devem ser divisores de água
	• Prever detalhamento específico, principalmente quanto ao rebatimento de sua abertura na proteção mecânica e nos pisos superiores

Fonte: Lima; Passos; Costa (2013)

A NBR 9575 trata sobre diversas características e situações que devem ser cumpridas para se fazer uma impermeabilização bem feita. A impermeabilização deve obrigatoriamente evitar a passagem de fluídos indesejáveis, por todas as partes que exijam vedação, sendo que podem ser integrados outros sistemas construtivos, porém sempre tomando cuidado com a utilização das normas específicas de desempenho, que não interfiram nas condições de impermeabilidade. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010)

Devem ser protegidas as estruturas, também todos os materiais construtivos, que podem acabar sendo expostos ao intemperismo, que estão suscetíveis aos agentes agressivos que se encontram em toda a atmosfera. O projeto de impermeabilização também deverá proteger o meio ambiente contra contaminações e vazamentos, que podem ocorrer com o uso dos sistemas de impermeabilização.

Deve sempre que possível possibilitar que aconteça uma manutenção na impermeabilização, que deve afetar o mínimo possível o revestimento que foi colocado em cima dela, e feita a nova impermeabilização assim que forem percebidas falhas da mesma. Caso a estrutura comece a se degradar, como concreto, argamassa e revestimentos, deve ser feita o mais rápido possível a manutenção da impermeabilização, caso haja a passagem de fluídos nesses materiais. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010)

Segundo a NBR 9574 para áreas já impermeabilizadas, as mesmas devem ser mantidas e manuseadas apenas de acordo com o projeto e caso precisem ser feitas algumas manutenções, as mesmas devem ser aprovadas pelo projetista e também irão revogar a sua responsabilidade sobre a impermeabilização. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008)

No caso dos executantes da obra de impermeabilização, eles devem obedecer a risca todo o projeto, principalmente o que for especificado e detalhado. Todas as trincas e fissuras devem ser arrumadas da mesma forma que foi feito o sistema de impermeabilização. Toda a superfície deve estar completamente seca de acordo com a exigência de cada tipo de impermeabilizante, essa decisão deverá ser tomada pelo executor da obra.

Segundo a NBR 9574 a superfície onde será feita a impermeabilização deve estar limpa de óleos, graxas, poeira, sem nenhum resto de forma, sem ponta de ferros ou partículas soltas. Toda a superfície que exigir um escoamento de água deve obrigatoriamente ter um caimento de no mínimo 1,0 % em direção aos cloretos. O local onde será aplicada a impermeabilização deve ter uma superfície lisa, ou seja, sem nenhuma protuberância e com uma textura e resistência que seja igual a do sistema de impermeabilização. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008)

Caso a superfície não esteja regulada deve ser feita um nivelamento que segundo a NBR 9574 pode ser feito com argamassa de cimento e areia com traço volumétrico (1:3), a granulometria da areia deve atender os requisitos de 0 mm a 3 mm sem que haja nenhuma adição de aditivo impermeabilizante e a cama que irá regularizar tudo deve estar perfeitamente aderida ao substrato. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008)

Segundo NBR 15575 o projetista é quem deve estabelecer a vida útil do projeto de cada sistema construtivo, também cabe ao projetista especificar materiais, produtos e processos que alcance o desempenho mínimo estabelecido pela ABNT NBR 15575 e no desempenho declarado pelos fabricantes dos produtos que serão empregados no projeto. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013)

Quando as normas em questão não especificarem as características de desempenho dos produtos, ou mesmo quando não existir normas específicas, ou quando o fabricante não publicar o desempenho do seu produto é recomendável que o projetista solicite informações do fabricante para sustentar suas decisões especificadas. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013)

Segundo a NBR 15575 o usuário da obra tem obrigação de realizar a manutenção de acordo com o estabelecido na ABNT NBR 5674 e o manual de uso. O usuário não irá poder realizar modificações que prejudiquem o desempenho original entregue pela construtora, sendo que está última não é responsável pelas modificações que forem feitas pelo usuário. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013)

3.4 GASTOS OCORRIDOS COM IMPERMEABILIZAÇÕES MAL FEITAS

Segundo Righi (2009) é muito importante que seja feita uma manutenção adequada da impermeabilização para evitar o aparecimento de patologias. O proprietário final do imóvel precisa saber de todos os cuidados com a manutenção da impermeabilização para evitar danificar a mesma.

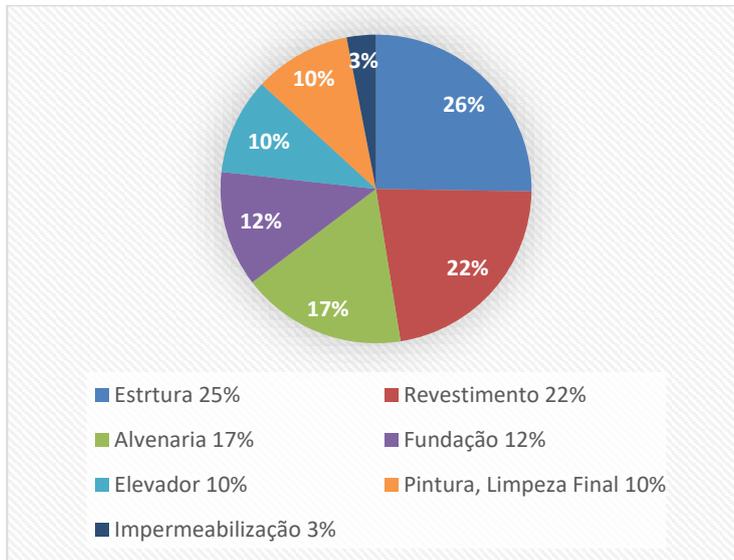
O usuário final deverá receber um manual técnico com as instruções de manutenção e utilização referentes a impermeabilização, neste manual deverá conter todas as orientações e informações que forem necessárias para que haja uma melhor utilização e preservação da impermeabilização. Alguns desses cuidados serão: uma descrição sobre os diferentes tipos de impermeabilização, incluindo suas documentações técnicas, bem como orientações e programas de manutenções preventivas, que incluam testes e ensaios, além da garantia caso aconteça algum dano a estrutura (Righi, 2009).

Como no caso da impermeabilização temos outros materiais sobre a mesma, como pisos cerâmicos e argamassas, caso aconteça alguma falha no processo de impermeabilizar a estrutura, ocorrerá uma perda de todos os materiais complementares que se encontravam sobre a impermeabilização, o custo desses materiais irá superar grandemente o custo original, isso se não considerarmos também os custos da recuperação de toda a estrutura.

A empresa fornecedora da aplicação, bem como o responsável pela obra devem controlar a execução da impermeabilização para que seja atingido o máximo desempenho. Uma execução bem feita durante toda a etapa da obra é muito mais fácil e econômica do que depois que a obra está concluída. Segundo Righi (2019) quando começar a surgir os problemas com umidade, que irão deixar o ambiente com um aspecto desagradável e insalubre, apresentando muitas formas de patologias como manchas, bolores, eflorescências, corrosão do concreto entre outros.

Segundo Mohamed (2013) o desempenho que a impermeabilização demonstrará durante toda a vida útil da obra, estará diretamente relacionado com a especialização da mão-de-obra aplicada bem como a qualidade dos materiais aplicados. Todos os produtos deverão ser escolhidos de acordo com as necessidades de cada situação, além disso precisarão ser detalhados no projeto, que por sua vez deverá ser compatível com os demais projetos como: estrutural, elétrico, hidrossanitário e arquitetônico. O custo da impermeabilização representa de 1 a 3 % do custo total da edificação como podemos observar na Figura 10.

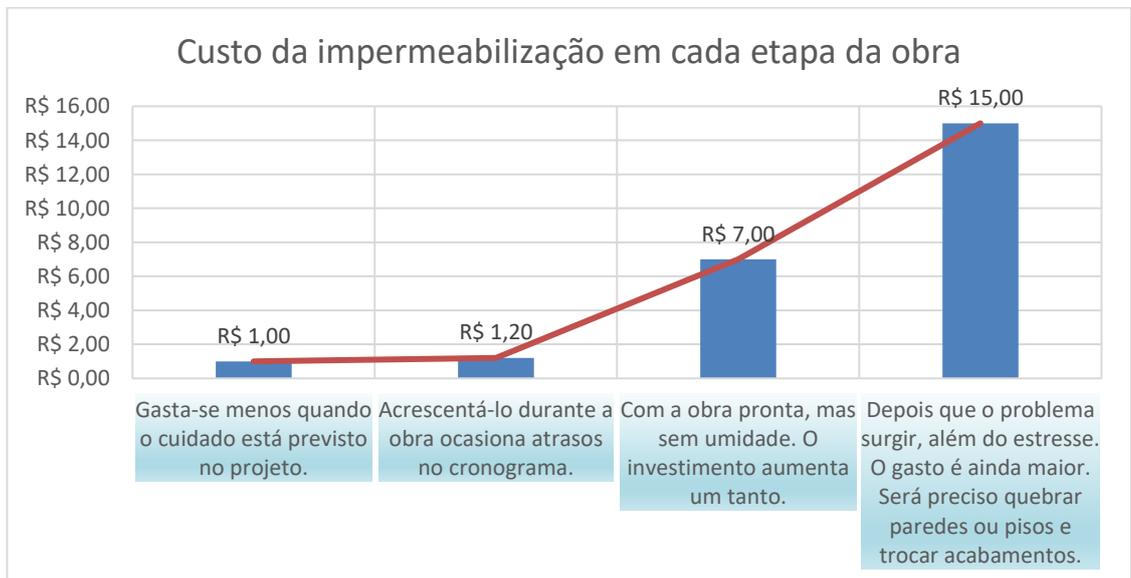
Figura 10: Custo de cada etapa construtiva



Fonte: (Vedacit, 2019)

A Figura 11 apresenta uma comparação dos custos para o planejamento da impermeabilização durante cada uma das diferentes fases do projeto, desde o surgimento de manifestações patológicas até o surgimento de reparos, demonstrando que os custos de um projeto feito de forma inadequada, caso precisem de reparos, pode ser 15 vezes maior do que o custo para resolver o problema ainda na fase de projeto, desde que se utilize as soluções adequadas.

Figura 11: Custo da impermeabilização em cada etapa da obra



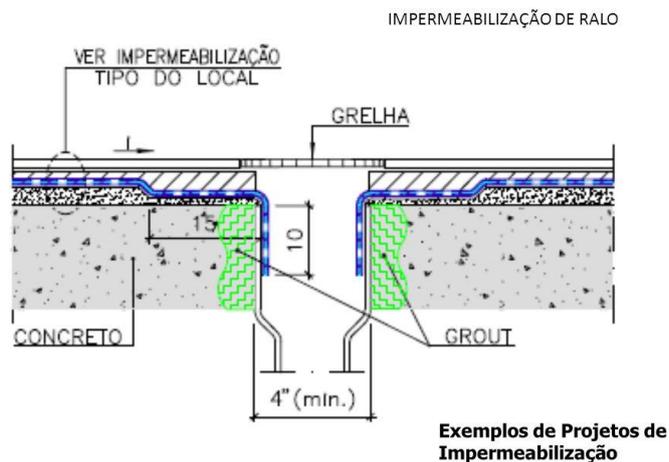
Fonte: (Revista Arquitetura e Construção, 2005)

3.5 PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Segundo Milengenharia (2020) impermeabilização se trata de um serviço técnico de engenharia, e o projeto é o planejamento das atividades construtivas, logo esse tipo de projeto deve ser tratado como de extrema importância para a obra, deve proporcionar estanqueidade, durabilidade e salubridade das obras civis.

Para garantir que a NBR 15575/2013 seja seguida o projeto de impermeabilização é indispensável para garantir que a VUP – Vida útil do projeto desejada seja cumprida, a impermeabilização bem feita com profissionais capacitados e com um bom projeto de impermeabilização se torna uma grande ajuda para que sejam cumpridos os requisitos mínimos da norma. A Figura 12 mostra como é um projeto de impermeabilização:

Figura 12: Projeto de impermeabilização



Fonte: (IBI Brasil, 2020)

Algumas vantagens que o projeto de impermeabilização possui são:

- Ser compatível com o projeto arquitetônico e outros projetos
- Unificar os orçamentos
- Facilitar o gerenciamento e fiscalização dos serviços
- Prevenir patologias
- Reduzir custos da obra
- Aumento significativo da vida útil da obra
- Otimizar o cronograma da obra

4 METODOLOGIAS DA PESQUISA

O objetivo da pesquisa consiste em apresentar os tipos de impermeabilização bem como onde devem ser utilizados, assim como as normas que estão vigentes sobre a forma correta de utilização, dessa forma teremos uma melhor visualização sobre as patologias que podem ocorrer e sobre os custos e perdas que essa falta de cuidado irá gerar. O texto que está sendo apresentado aqui se trata de um estudo de caso.

Portanto, neste trabalho será realizado uma pesquisa sobre os diferentes tipos de impermeabilizantes disponíveis em toda a região nacional, a pesquisa será baseada segundo a norma 9575 com a classificação dos impermeabilizantes entre rígido e flexível, dentre esses dois tipos serão apresentadas as diferentes variedades de impermeabilizantes para cada diferente situação da obra. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010)

A pesquisa terá como base os principais produtores de impermeabilizante e seus produtos, será feita uma busca sobre os tipos de impermeabilizantes em diferentes empresas e seu uso correto, bem como as suas funções para cada tipo de situação. Serão escolhidos produtos de marcas diferentes que se encaixam no que é descrito na norma, esses produtos serão adicionados no trabalho para que possa ser demonstrado como deve ser feita uma boa impermeabilização na obra.

A estrutura do trabalho seguirá os tópicos sugeridos pela norma 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010):

➤ Impermeabilizante Rígido

Na primeira parte da apresentação sobre os impermeabilizantes teremos o impermeabilizante rígido, que basicamente é um tipo de impermeabilização que não pode sofrer deformação. Será falado também sobre cada uma das variações de impermeabilizantes rígidos, bem como suas vantagens e desvantagens e os que estão disponíveis no mercado. Será feita uma pesquisa sobre os diferentes tipos nos fornecedores do produto, além de sua correta utilização. Serão buscados produtos dos diferentes tipos de impermeabilizantes rígidos, sendo alguns deles:

- Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo;
- Impermeabilizante cristalizante;
- Cimento impermeabilizante de pega ultrarrápida;

- Argamassa polimérica.

➤ Impermeabilização Flexível

Na segunda parte teremos os impermeabilizantes flexíveis que são um tipo de impermeabilizante que mesmo que sofra uma certa deformação ainda conseguirá desempenhar o seu papel, será falado sobre cada tipo de impermeabilizante flexível disponível comercialmente, bem como as suas vantagens e desvantagens. Será feita uma pesquisa em vários produtores de impermeabilizante e com essas empresas será feita uma análise dos diferentes tipos de impermeabilizante flexíveis e suas corretas utilizações, alguns desses impermeabilizantes flexíveis são:

- Membrana de polímero modificado com cimento;
- Membranas asfálticas;
- Membrana Acrílica;
- Mantas asfálticas;
- Mantas de PVC.

A realização deste estudo de caso será feita através de diversos sites de produtores de impermeabilizante, artigos e normas técnicas, tendo como intuito realizar uma pesquisa dos principais produtos impermeabilizantes usados em obras prediais, também suas patologias geradas caso haja um mal manuseio, bem como as normas que abrangem o seu uso correto, entre esses sites de produtores alguns são:

- Denver, Disponível em: <http://www.denverimper.com.br>;
- Fibersals, Disponível em: <https://fibersals.com.br>;
- Vedacit, Disponível em: <http://www.vedacit.com.br>;
- Viapol, Disponível em: <http://www.viapol.com.br>.

Serão usados artigos, monografias, dissertações e teses para dar base científica para este trabalho. Em função do tempo para a pesquisa e por conter o tema de impermeabilização muitas possibilidades de uso e muitos produtos, este trabalho terá como base apenas os impermeabilizantes usados em construções prediais e mostrará os produtos disponíveis e seu manuseio correto para que não ocorra gastos elevados na obra, depois de completa, com eventuais consertos de patologias devido ao mal uso do impermeabilizante.

5 ESTUDO DE CASO

Neste estudo de caso será feita uma divisão entre 2 tipos de impermeabilizantes, sendo eles rígido e flexível que serão apresentados em sequência, sendo primeiro feito a apresentação do impermeabilizante rígido e seus tipos e propriedades e depois o impermeabilizante flexível.

5.1 IMPERMEABILIZAÇÃO RÍGIDA

A impermeabilização dita como rígida é normalmente encontrada como um aditivo para o concreto, que segundo a NBR 9575 deve ser utilizada em locais como fundações, pisos internos em contato com o solo e piscinas e não é recomendado o uso para locais expostos e que se movimentam, que sofrem deformações, porque qualquer aparecimento de trinca ou fissura pode comprometer esse tipo de impermeabilização.

5.1.1 Argamassa Impermeável Com Aditivo Hidrófugo

Segundo Denver (2014) os aditivos hidrófugos são aditivos com pega normal, impermeabilização por hidrofugação e são indicados para o uso em argamassas e concretos. Irão proporcionar uma diminuição da permeabilidade e da absorção capilar nas argamassas e nos concretos.

Essa impermeabilização pode ser feita com material hidrófugo que reagem com o cimento conforme vai ocorrendo à hidratação segundo Righi (2009) o aditivo diminui a absorção capilar, preenchendo esses espaços capilares garantindo impermeabilidade para a argamassa e para o concreto.

Cunha e Neumann (1979) fazem a ressalva de que o aditivo hidrófugo deve ser aplicado em argamassas que não estejam submetidos a movimentos estruturais, porque podem ocasionar a criação de trincas e fissuras. A Figura 13 nos mostra como é o composto Aditivo Hidrófugo.

Figura 13: Aditivo Hidrófugo



Fonte: (Vedacit, 2019)

Um exemplo de produto Hidrófugo é o Bianco da marca vedacit, que segundo Vedacit (2019) é uma resina sintética com alto desempenho, que dará uma excelente aderência para as argamassas aos vários tipos de substratos. Conferindo maior plasticidade, aumentando a impermeabilidade e evitando a diminuição do volume das argamassas. Pode ser usado em várias situações como áreas internas, externas e que estejam sujeitas a umidade.

O Bianco (impermeabilizante hidrófugo da marca vedacit) pode ser aplicado em chapisco de piso, parede e teto, chapisco em EPS (isopor), chapisco projetado, aditivo para argamassa de reparo, revestimento, piso e regularização, estucagem, fixador de caiação e em plastificante e retardador para gesso (VEDACIT, 2019). Temos algumas características, preparo e uso que devem ser respeitadas segundo Vedacit (2019) sobre o produto bianco.

Características:

- Densidade: 1,02 g/cm³;
- Aparência: Branco(a);
- Composição Básica: copolímero vinílico;
- Validade: 12 meses.

Preparo do Material e Aplicação:

- As superfícies devem ser reparadas, chapiscadas, revestidas e não podem apresentar sujeiras, devem ser porosas, sem oleosidade e umedecidas antes da aplicação;
- O preparo do material é simples, basta apenas adiciona-lo a água de amassamento na diluição que será indicada para cada aplicação. E a aplicação do Bianco é feita junto com a mistura do chapisco.

Consumo Para Cada Situação e Precauções:

- Para chapisco de piso, parede e teto, EPS (Isopor), projetado, estucagem, fixação de caiação e plastificante para gesso – deve ser utilizado o mínimo de 300 g/m², se considerarmos o chapisco com 3 mm de espessura. O rendimento de um balde de 18kg é de 60 m²;
- Como composto adesivo para chapisco rolado – deve ser utilizado o mínimo de 200 g/m². O rendimento de um balde de 18kg é de 90 m²;
- Para aditivo de argamassa de reparo, revestimento, piso e regularização – deve ser utilizado o mínimo de 400 g/m². O rendimento de um balde de 18kg é de 45 m².

EPI (Equipamento de Proteção Individual) utilizado:

- Óculos de segurança;
- Avental de PVC;
- Luvas de borracha.

5.1.2 Impermeabilizante Cristalizante

Existem também os impermeabilizantes cristalizantes que tem capacidade de penetrar na estrutura e possuem aditivos minerais. Os dois principais tipos de compostos cristalizantes são: os cristalizantes líquidos que através do preenchimento dos espaços vazios irão impedir a ação da umidade na alvenaria e os cimentos cristalizantes que irão fazer o selamento dos poros do concreto (CRUZ, 2003).

Segundo Diprotec (2019) o cristalizante é um silicato que ao entrar em contato com o cimento e a água acaba se transformando em um hidrosilicato. Sendo assim, uma parte do pó irá se transformar em um cristal que não poderá ser dissolvido em água, esse mesmo cristal fechará os poros existentes no concreto, tornando-o assim impermeável. A grande diferença do cristalizante é que ele irá penetrar em uma grande profundidade e não apenas se infiltrará nos poros superficiais. A Figura 14 mostra como é feita a aplicação do cristalizante em forma de pintura, podendo ser feita a aplicação também adicionando na concretagem:

Figura 14: Aplicação de Aditivo Cristalizante



Fonte: (Diprotec, 2019)

Um exemplo de aditivo cristalizante é o Sika WT-200 P, que segundo Sika (2019) é uma solução com uma mistura de amino-alcoois, cimento e outros materiais aglomerantes. Essa mistura irá criar um composto sem solubilidade na estrutura capilar do concreto, o que resultará em um selamento e proteção permanente neste concreto, prevenindo assim contra a penetração

de água e outros líquidos. A fórmula do produto aumenta a capacidade de vedação de fissuras no concreto e aumenta as propriedades de auto selagem.

O produto Sika WT-200 usado em qualquer estrutura impermeável, sendo ela subterrânea ou não. Alguns exemplos dessas estruturas são: estacionamento, silos de armazenagem de grãos, tuneis, piscinas, represas e barragens, subsolos, entre outros. Temos algumas características de uso e preparo que segundo Sika (2019) devem ser respeitadas:

Características:

- Densidade: 0,75 g/cm³;
- Aparência: Pó Cinza;
- Composição Básica: Mistura de cimentos, amino-álcoois e materiais aglomerantes;
- Validade: 12 meses;
- Valor do pH: 12 ± 1.0 ;
- Teor de íons cloreto: <0.1 M-%;
- Óxido de sódio equivalente: $\leq 3\%$.

Preparo do Material e Aplicação:

- O produto pode ser adicionado no misturador com os outros componentes do concreto, sendo a proporção indicada para produzir uma batelada;
- Uma outra opção o produto poderá ser adicionado a água de amassamento para que seja formada uma pasta que logo após será adicionada a betoneira;
- O produto também pode ser adicionado ao agregado graúdo e miúdo. Os agregados devem ser misturados por 120 segundos, antes que se possa adicionar o cimento e a água de amassamento;
- O tempo de mistura irá depender do tipo condições e desempenho do equipamento, mas o fabricante recomenda no mínimo 60 segundos de mistura;
- Também é indicado que para evitar o excesso de água no concreto, a dosagem final deverá começar apenas depois de 2/3 do tempo da mistura úmida.

Consumo Para Cada Situação e Precauções:

- Para concreto impermeável: segundo o fabricante a dosagem irá depender das necessidades locais e / ou normas locais para sistemas de concreto estanque;
- Para Sika Wateright Concrete (Método de impermeabilização do Reino Unido) o produto foi formulado para um consumo mínimo de aglomerante de 350 kg/m³ e um água/cimento máximo de 0,45. Dependendo do traço a/c deverá ser verificada a dosagem do plastificante para alcançar S100 (100 a 160 mm) de acordo com a classe de consistência (NBR 7212) e a fim de alcançar SF1 (550 a 650 mm) de acordo com a classe de espalhamento (NBR 15823-1).

EPI (Equipamento de Proteção Individual) utilizado:

- Óculos de segurança;
- Luvas de borracha sintética;
- Roupas de proteção.

5.1.3 Cimento Impermeabilizante de Pega Ultrarrápida

O cimento de pega ultrarrápida serve para tampar jorros de água, por se tratar de um produto com rápido funcionamento ele irá fechar essas trincas e rachaduras que estão jorrando água. Serve como serviço inicial para que logo depois possa ser aplicada a argamassa polimérica. Possui as vantagens de ser um produto sem cloreto, sendo assim não provocará danos a ferrugem da estrutura, o início de pega é rápido ficando entre 7 a 10 segundos e o endurecimento em até 90 segundos (VIAPOL, 2011).

Segundo Sika (2019) o impermeabilizante pode ser utilizado em diversos locais diferentes, alguns deles sendo, metro, túneis, poços, paredes, cofres e porões. O produto pode tampar infiltrações mesmo com grandes pressões hidráulicas, porém se trata de uma solução temporária, ou seja, apenas dará tempo para que seja feita uma impermeabilização definitiva.

Para o preparo da superfície o local da infiltração deverá ser alargado cerca de 2 vezes seu diâmetro e aumentado na direção do seu interior, o produto deve ser misturado com cimento Portland fresco e usado imediatamente, assim que colocado na fissura deve ser moldado um tampão cônico com a mão e logo após manter imóvel até endurecer (SIKA, 2019).

A figura 15 demonstra como deve ser utilizado o cimento impermeabilizante de pega ultrarrápida:

Figura 15: Utilização do Cimento de Pega Ultrarrápida



Fonte: (Diprotec, 2019)

Um exemplo de cimento impermeabilizante de pega ultrarrápida é o PÓ 2 que segundo Viapol (2011) serve para tamponamento de jorros d'água assim como um serviço inicial para que depois seja aplicada a argamassa polimérica. Para o PÓ 2 da Viapol temos algumas medidas que devem ser respeitadas na aplicação:

Características:

- Densidade: 3,2 g/cm³;
- Aparência: Pó Cinza/marrom;
- Validade: 3 meses;
- Produto sem cloretos, assim não irá provocar danos na ferragem da estrutura;
- A pega se inicia entre 7 e 10 segundos, e em até 90 segundos se inicia o endurecimento;
- Produto pronto para uso, é usado sem outros componentes.

Preparo do Material e Aplicação:

- Para os tamponamentos de jorros d'água deve se misturar 2 partes do PÓ 2 para 1 parte de água e logo após formar uma bola;
- Pegar a bola com uma luva protegendo a mão, e logo após fazer a compressão sobre o jorro de água, mantendo a pressão por alguns segundos até que PÓ 2 endureça;
- Em algumas situações com pequenas vazões de água pode até se passar o PÓ 2 seco, sem adição de água e esfrega-lo no local onde a um filete de água vazando;
- Após o tamponamento do vazamento deverá ser aplicado o impermeabilizante polimérico em toda a área, no caso do PÓ 2 será aplicado o Viaplus 1000/Top;
- Em dias que a temperatura está muito baixa é recomendado que a água seja aquecida para evitar um retardo muito grande no tempo da pega do produto.

Consumo para cada situação e Precauções:

- Para tratamento especial Hey'di é indicado para áreas com pressão negativa permanente e aplicado em locais que há atuação de água que está sendo exercidas nessas áreas constantemente;
- O tratamento Hey'di é um sistema de aplicação sucessiva de 3 componentes, sendo eles o PÓ 2, logo após o Líquido Selador e depois o PÓ 1;
- O PÓ 2 deverá ter uma utilização de 1,6 kg/m² para tamponamentos;
- Para que seja feito um tamponamento adequado o fabricante pede para que a estrutura seja calculada considerando pressão e empuxo;
- O PÓ 2 deve ser aplicado rapidamente sobre o vazamento depois de pronto, porque após alguns minutos o material é considerado inadequado para a aplicação;
- Não pode ser aplicado sobre argamassas aditivadas com cal ou similares;
- Produto é alcalino deve ser sempre usado com luvas.

EPI (Equipamento de Proteção Individual) utilizado:

- Luvas de borracha sintética.

5.1.4 Argamassa Polimérica

Segundo Vieira (2018) as argamassas poliméricas são formadas por materiais como cimentos especiais e látex de polímeros cujo processo de aplicação será o mesmo de um processo de pintura, o que acabará formando uma camada impermeável, garantindo proteção contra as pressões de água e tendo uma grande capacidade de aderência.

Como em qualquer aplicação de um sistema de impermeabilização a argamassa polimérica exige que a superfície esteja limpa para sua aplicação, pois qualquer impureza pode interferir com sua aplicação, deixando o local de uso não homogêneo, além de que podem acontecer reações adversas com materiais como pregos, poeiras e partes soltas da estrutura (FIBERSALS, 2019).

Segundo Fibersals (2019) o impermeabilizante polimérico é comercializado como um produto com 2 componentes, existindo assim a parte sólida ou cimentícia e a resina líquida. Não será adicionado água no produto, apenas os dois componentes, de preferência devem ser misturados em um misturador mecânico. Levando um tempo de mistura de aproximadamente 3 minutos.

A aplicação do produto segundo a Fibersals (2019) deve ser feita com uma trincha e a massa polimérica aplicada com demãos cruzadas, um ponto muito importante nesta etapa é de que o impermeabilizante deve ser aplicado de forma homogênea, para que não haja pontos sem aplicação que possam prejudicar seu desempenho. Os pontos mais críticos para a aplicação são as juntas e rodapés, por haver uma maior possibilidade de falha devido a sua movimentação (lembrando que sistemas rígidos tendem a não ter uma boa aplicação em locais com movimentação). Para esses casos é recomendado o uso de uma tela de poliéster entre as demãos para que aja um reforço estrutural na impermeabilização.

A argamassa polimérica é muito utilizada em áreas internas molhadas como banheiros e cozinhas, também sendo utilizada em cisternas, reservatórios de água e piscinas. Algumas vantagens desse sistema de impermeabilização é sua praticidade em ser executado e a facilidade com que é encontrada em lojas no geral, porém sua praticidade se deve por não precisar do uso de maquinário pesado para sua execução, mas ainda sim exigindo uma mão-de-obra experiente (FIBERSALS, 2019).

Possui um ótimo rendimento, podendo cobrir uma área muito extensa de aplicação, reduzindo assim os custos do material, porém segundo a Fibersals (2019) também possui algumas desvantagens, sendo elas: caso haja uma reforma todo o sistema deverá ser substituído, gerando assim uma grande quantidade de sujeira e entulho que no caso de apartamentos pode

se tornar um grande inconveniente, deverá ser substituído com o tempo, mesmo que tenha uma manutenção periódica bem feita. Não havendo também a possibilidade de pequenos reparos sendo que o sistema deverá ser totalmente refeito em caso de pequenas trincas. A Figura 16 e a Figura 17 demonstram a aplicação da argamassa polimérica e sua remoção respectivamente.

Figura 16: Aplicação da Argamassa Polimérica



Fonte: (Fibersals, 2019)

Figura 17: Retirada Total da Argamassa



Fonte: (Fibersals, 2019)

Como exemplo de argamassa polimérica impermeabilizante temos o Viaplus 1000, que segundo Viapol (2019) se trata de um bicomponente (A+B), que tem como base cimentos especiais, aditivos minerais e polímeros de excelentes características impermeabilizantes. Algumas características e precauções devem ser feitas para a utilização:

Características:

- Aparência: Componente A – Líquido Branco, Componente B - Pó Cinza;
- Composição Básica: Cimentos Especiais, Aditivos Minerais e Polímeros;
- Validade: 9 meses;
- Temperatura mín./máx. de aplicação: 10°C a 35°C;
- Período Mínimo entre demãos: 2 a 6 horas;
- Tempo de cura total: 5 dias, em ambientes fechados 7 dias;
- Tempo de utilização da mistura: 40 minutos;
- Estanqueidade a pressão negativa: 0,1 MPa;
- Estanqueidade a pressão positiva: 0,6 Mpa.

Preparo do Material e Aplicação:

- A superfície deve estar limpa, sem partes soltas ou desagregadas, óleos ou qualquer tipo de material que possa prejudicar a aderência;
- Em estruturas de concreto é recomendado a lavagem com escova de aço e jato d'água de alta pressão;
- O produto tem 2 componentes que devem ser aplicados em forma de pintura;
- Primeiro deve se adicionar aos poucos o componente B (Pó Cinza) ao componente A (resina) e depois deve ser misturado por 3 minutos, obtendo uma pasta homogênea;
- Após a mistura A e B feita o produto deve ser utilizado em até 40 minutos. Passado o período o fabricante Viapol não recomenda sua utilização.
- A aplicação deve ser feita com trincha ou vassoura de pelo, em hipótese alguma deve ser adicionado água a mistura do Viaplus 1000;
- A superfície da aplicação deve ser bem umedecida e aplicada as demãos necessárias para cada tipo de situação.
- As demãos devem ser aplicadas em sentido cruzado, com camadas uniformes e com intervalos de 2 a 6 horas dependendo da temperatura ambiente até que se atinja o consumo para cada aplicação;
- Aguardar 5 dias antes de fazer o teste de estanqueidade. Em ambientes fechados esse tempo sobe para 7 dias.

Consumo Para Cada Situação e Precauções:

- Umidade de solo ou água de percolação: mín. – 2kg/m², máx. – 3kg/m²;
- Pressão hidrostática positiva no mínimo 25 m.c.a.: mín. – 3kg/m², máx. – 4kg/m²;
- Pressão hidrostática negativa até 10 m.c.a.: mín. – 4kg/m², máx. – 5 kg/m²

EPI (Equipamento de Proteção Individual) utilizado:

- Óculos de segurança;
- Máscara de proteção facial;
- Luvas;
- Botas impermeáveis;
- Trincha para aplicação.

5.2 IMPERMEABILIZAÇÃO FLEXÍVEL

Segundo Righi (2009) a impermeabilização flexível é um material aplicável nas partes construtivas que estejam sujeitas a trincas e rachaduras, e que terão dois tipos de classificações, sendo elas pré-fabricadas chamadas de mantas ou as que são moldadas no local que recebem o nome de membrana. As membras também podem ser estruturadas ou não, sendo que como principais estruturantes temos o véu de fibra de vidro, o não tecido de poliéster e a tela de poliéster termo estabilizada. Se ela será estruturada ou não deverá ser previsto em projeto, conforme a área ou o dimensionamento exijam. Além de tudo deve ser aplicada uma camada extra do impermeabilizante sobre o estruturante até que atinja a espessura exigida em projeto.

A NBR-9575 (2010) apresenta muitos tipos de matérias impermeabilizantes flexíveis, entre alguns deles podemos citar: mantas asfálticas, membranas acrílicas, membrana de polímero modificado com cimento, membranas asfálticas e mantas de PVC.

A impermeabilização flexível é utilizada em partes da estrutura que podem sofrer fissurações ou trincas, podendo ser provindas de uma vibração, um intemperismo ou até uma movimentação da estrutura. Por apresentar um custo muito elevado, esse tipo de impermeabilização só será aplicado em casos que realmente houver uma movimentação do elemento construtivo, alguns exemplos são terraços, calhas de concreto, reservatórios elevados, banheiros e cozinhas (COSTA JUNIOR, 2013).

5.2.1 Membrana De Polímero Modificada Com Cimento

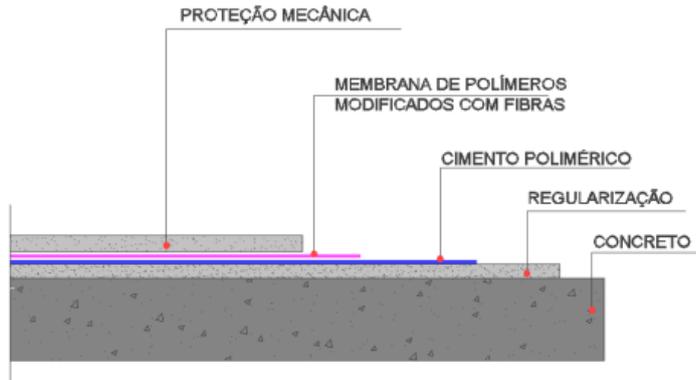
Segundo Denver (2014) a membrana de polímero modificada com cimento se trata de um produto flexível que é utilizado para impermeabilizar piscinas, tanques de água potável, reservatórios elevados, entre outros. Em comparação com os impermeabilizantes rígidos a membrana de polímero possui ótima resistência, durabilidade e flexibilidade.

Segundo Viapol (2017) essa membrana impermeabilizante é a base de cimentos especiais e aditivos minerais com ótimas características impermeabilizantes, também conta com uma boa aderência e boa resistência mecânica. É um material que só deve ser utilizado após os 28 dias de cura do concreto.

Segundo Righi (2009) a membrana de polímero modificada com cimento possui algumas características, sendo a mais importante delas a resistência a pressões hidrostáticas positivas. Pode ser aplicada facilmente e não irá alterar a potabilidade da água, tendo a vantagem também de ser um produto atóxico e inodoro e consegue acompanhar as fissuras e

movimentações estruturais previstas nas normas brasileiras. As figuras 18 e 19 mostram a aplicação da membrana de polímero.

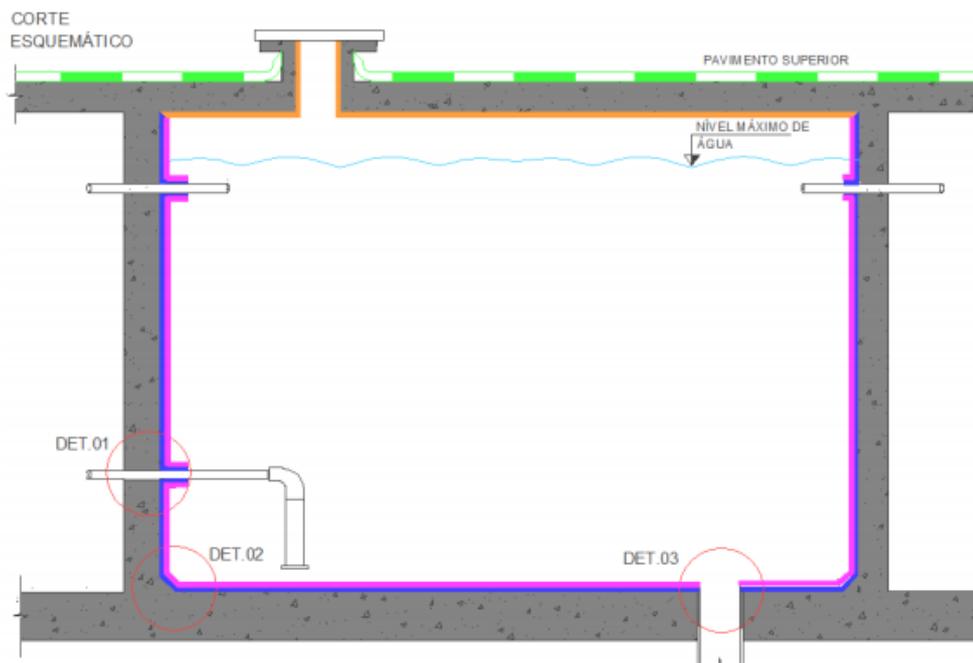
Figura 18: Membrana de Polímero já colocada



Fonte: (Viapol, 2017)

A imagem 18 mostra as diferentes camadas que devem ser aplicadas e em que local é aplicada a membrana de polímero modificada com cimento.

Figura 19: Membrana de Polímero em um Reservatório



Fonte: (Viapol, 2017)

A imagem 19 mostra a colocação da membrana impermeabilizante em um reservatório de água, a membrana foi aplicada em cima do cimento polimérico que foi aplicado em cima do concreto, a parte rosa é a membrana de polímero.

Como exemplo de membrana de polímero modificada com cimento temos o Viaplus 7000 Fibras da viapol que segundo a Viapol (2017) é um revestimento impermeabilizante, bi componente (A+B) que tem como base cimentos especiais que atendem as exigências da NBR – 11905/15. Sendo o componente A uma resina que é feita de polímeros acrílicos emulsionados e o componente B um pó cinza que tem como base cimentos especiais, aditivos impermeabilizantes, plastificantes e agregados minerais.

Características:

- Aparência: Componente A – Resina, Componente B - Pó Cinza;
- Composição Básica: polímeros acrílicos emulsionados, Cimentos Especiais, Aditivos Impermeabilizantes e plastificantes e Agregados Minerais;
- Validade: 9 meses;
- Temperatura mín./máx. de aplicação: 10°C a 35°C;
- Período Mínimo entre demãos: 4 a 8 horas;
- Tempo de cura total: 5 dias, em ambientes fechados 7 dias;
- Tempo de utilização da mistura: 40 minutos;
- Estanqueidade a pressão positiva: 0,6 Mpa;
- Resistência a aderência no concreto: mínimo 0,3 Mpa – Segundo NBR 13528;
- Resistência a aderência em alvenaria: mínimo 0,3 Mpa – Segundo NBR 13528.

Preparo do Material e Aplicação:

- A superfície deve estar limpa, sem partes soltas ou desagregadas, óleos ou qualquer tipo de material que possa prejudicar a aderência;
- Em estruturas de concreto é recomendado a lavagem com escova de aço e jato d'água de alta pressão;
- O produto tem 2 componentes, aos poucos deve ser adicionado o componente B ao componente A e misturado mecanicamente por 3 minutos até se obter uma massa homogênea, acabando com possíveis grumos que possam se formar;

- Após a mistura A e B feita o produto deve ser utilizado em até 40 minutos e na temperatura de 25 °C. Passado o período o fabricante Viapol não recomenda sua utilização.
- A aplicação deve ser feita com trincha ou vassoura de pelo, em hipótese alguma deve ser adicionado água a mistura do Viaplus 1000;
- A superfície da aplicação deve ser bem umedecida e aplicada as demãos necessárias para cada tipo de situação.
- As demãos devem ser aplicadas em sentido cruzado, com camadas uniformes e com intervalos de 4 a 8 horas, o produto também deve ser misturado constantemente durante a aplicação;
- Pode ser espalhada areia seca e peneirada antes da secagem para melhor ancoragem da argamassa de proteção mecânica;
- Aguardar 5 dias antes de fazer o teste de estanqueidade. Em ambientes fechados esse tempo sobe para 7 dias.

Consumo Para Cada Situação e Precauções:

- Áreas Frias (cozinha, lavabo, banheiro, área de serviço, barrilete): 3,0 kg/m²
- Sacadas e Terraços de pequenas dimensões: 3,0 kg/m²
- Espelho d'água enterrado: 3,0 kg/m²
- Reservatórios enterrados, apoiado e elevados: 4,5 kg/m²
- Piscinas enterradas de concreto: 4,5 kg/m²

EPI (Equipamento de Proteção Individual) utilizado:

- Óculos de segurança;
- Máscara de proteção facial;
- Luvas;
- Botas impermeáveis;
- Trincha para aplicação.

5.2.2 Membranas Asfálticas

Segundo Hussein (2012) as membranas asfálticas contam com tipos diferentes de aplicações, sendo elas a quente ou a frio. As aplicações a quente são o sistema de impermeabilização flexível mais tradicional do Brasil, sendo utilizado desde sempre em edificações pelo país. Essa forma de impermeabilização, se dá por meio de sucessivas demãos do produto que formam uma membrana, o material utilizado é o asfalto derretido que é intercalado com telas ou mantas estruturantes.

As membranas asfálticas aplicadas a quente são mais difíceis de serem aplicadas e requerem uma mão de obra especializada, segundo Righi (2009) em áreas que não possuem uma boa ventilação deve-se ter maior precaução na utilização do produto a quente, tanto na sua manipulação quanto pelo risco de fogo. Essas membranas a quente possuem um uso mais adequado em fundações de concreto e baldrame, além de servirem como impermeabilizante também quando aplicado em contrapisos que irão receber piso de madeira.

Emulsão asfáltica é uma membrana asfáltica aplicada a frio, se comparada ao sistema de aplicação a quente ela possui um tempo de cura muito maior. Essa membrana a frio é ideal para banheiros, cozinhas, lajes com tamanho pequeno e áreas internas de floreiras, essa emulsão asfáltica também tem uma baixa produtividade se comparada as membranas asfálticas aplicadas a quente (FIBERSALS, 2020). Nas figuras 20 e 21 temos as aplicações da membrana asfáltica a quente e a frio respectivamente.

Figura 20: Membrana Asfáltica aplicada a quente



Fonte: (Trisul, 2017)

Figura 21: Membrana Asfáltica aplicada a frio



Fonte: (Fibersals, 2020)

Como exemplo de membrana asfáltica moldada a quente temos o Asfox, que segundo Dryko (2020) é um asfalto oxidado modificado, que possui excelente propriedade impermeabilizante e é obtido a partir do cimento asfáltico de petróleo.

Características:

- Aparência: Cor preta;
- Composição Básica: Cimento asfáltico de petróleo;
- Validade: 12 meses;
- Ponto de amolecimento: 75°C a 95°C;
- Temperatura de aquecimento: 180°C a 220°C;

Preparo do Material e Aplicação:

- A superfície deve estar limpa, isenta de desmoldantes ou impregnantes, ninhos e falhas;
- Em concretos lisos deve ser realizado o lixamento com escova de aço ou mecanicamente para abertura de porosidade e remoção de desmoldantes ou agente de cura;
- Deve ser executado uma regularização com caimento mínimo de 1% em direção aos pontos de escoamento de água para as áreas externas e de 0,5% para as áreas

internas, essa regularização deve ser preparada com argamassa de cimento e areia média com traço de 1:4;

- Para a sua aplicação o Asfox deve ser aquecido a uma temperatura de 180 a 220°C com o auxílio de um aquecedor certificado;
- Deve ser aplicada com uma vassoura de fibras vegetais (meada) até atingir o consume recomendado.

Consumo Para Cada Situação e Precauções:

- 2,5 a 3,5 kg/m²/demão

EPI (Equipamento de Proteção Individual) utilizado:

- Óculos de segurança;
- Máscara de proteção facial;
- Luvas de raspa;
- Botas impermeáveis;
- Avental de raspa.

5.2.3 Membranas Acrílicas

Segundo Fibersals (2019) as membranas que são fabricadas com emulsão acrílica são muito utilizadas para reformas, por terem uma grande facilidade para aplicação. O material é colocado junto com água e depois é aplicado em várias demãos, que são intercaladas por estruturante. Porém a membrana acrílica não oferece uma resistência mecânica, por esse motivo não deve ser instalada em um local que possui passagem de pessoas. Outro ponto que deve ser destacada é de que deve ser feita uma inclinação mínima na superfície para que a água não fique acumulada em cima da membrana acrílica, porque a assim risco de ela virar novamente uma emulsão e acabando assim danificando o sistema impermeabilizante.

Segundo Quimicryl (2011) a membrana acrílica deve atender a norma da ABNT-NBR 13321/2008, é um impermeabilizante moldado a frio e acaba resultando em uma membrana impermeável com uma cor branca, que reflete raios solares, é elástica e tem uma grande resistência a intempéries. A membrana deve ser utilizada em locais que fica exposto a intempéries, mas que é limitado o trânsito para manutenção eventual, alguns exemplos são:

lajes, calhas de concreto, abóbodas, marquises, sheds e pinturas de parede sujeitas a ação da chuva. Nas figuras 22 e 23 podemos ver a aplicação da membrana acrílica e depois a impermeabilização pronta respectivamente.

Figura 22: Aplicação da Membrana Acrílica



Fonte: (Faber, 2020)

Figura 23: Aplicação da Membrana Acrílica Finalizada



Fonte: (Faber, 2020)

Como exemplo de membrana acrílica temos a Vedalage Plus, que segundo Viapol (2019) é uma manta líquida pronta para uso tem como base resina acrílica pura, é isenta de estireno, oferece alta elasticidade, flexibilidade e resistência a intempéries, além de possuir também propriedades que refletem os raios solares, o que proporciona um maior conforto térmico para as áreas internas.

Características:

- Aparência: Cor Branca;
- Aspecto: Líquido viscoso;
- Composição Básica: Resina Acrílica;
- Validade: 24 meses;
- Tempo de secagem entre demãos: 2 a 3 horas;
- Tempo de cura final: 3 dias;

Preparo do Material e Aplicação:

- Para o preparo de lajes a superfície deverá ser lavada, seca, estar isenta de pó, vernizes, tintas, desmoldantes, ceras, fungos, bolor ou qualquer material que possa acabar prejudicando a aderência do produto. Para telhas o preparo é mesmo;
- A superfície que será impermeabilizada também deverá estar regularizada com argamassa de cimento e areia (traço 1:3), deve ser feito um caimento de no mínimo 2 % para os ralos. A argamassa deverá ter um acabamento desempenado com arredondamento nos rodapés (meia canas – encontro do piso com a parede);
- O produto já vem pronto para o seu uso, só deve ser bem homogeneizado antes e durante a aplicação;
- Deve ser aplicado com trincha, rolo de pintura ou vassoura de pelo;
- Na 1º demão deve ser aplicado o Vedalage Plus diluído em 1:1 de água que fará a função de camada de imprimção. Deve ser dado um intervalo de no mínimo 2 a 3 horas entre as demãos, considerando a temperatura ambiente;
- Na 2º demão o produto deverá ser bem misturado e logo depois aplicado todas as demãos subsequentes sem uma diluição;
- As próximas demãos devem ser aplicadas até que se alcance o consumo recomendado e deve ser aguardada a secagem por 3 dias, antes do teste de estanqueidade por 72 horas;

- Depois de um tempo de uso o produto pode ser reaplicado com as mesmas demãos como um reforço, para que aumente a durabilidade do sistema impermeabilizante.

Consumo Para Cada Situação e Precauções:

- Lajes: 1,0 a 1,2 kg/m²;
- Telhas de fibro cimento: 1,0 kg/m²;

EPI (Equipamento de Proteção Individual) utilizado:

- Óculos de proteção;
- Máscara de proteção facial;
- Luvas;
- Botas impermeáveis.

5.2.4 Mantas Asfálticas

A impermeabilização com manta asfáltica é um dos sistemas impermeabilizantes mais difundidos no Brasil, a manta é produzida com material asfáltico modificado (adicionado de elastômeros, plastômeros ou polímeros para garantir maior durabilidade e elasticidade), conta com armação de diversos materiais diferentes, sendo que os mais comuns são o filme polietileno, borracha, poliéster e fibras de vidro (FIBERSALS, 2020).

Segundo Fibersals (2020), as armações possuem características próprias, alguns podendo conferir a manta asfáltica maior resistência a perfuração, maior resistência ao puncionamento ou menor custo. Do mesmo modo que as armações, os polímeros que são adicionados ao asfalto garantem o desempenho da manta asfáltica e conferem ao produto características únicas, com alguns oferecendo maior elasticidade e resistência a fadiga e outros oferecendo maior resistência aos raios UV.

Existem métodos diferentes para aplicação da manta asfáltica como:

- Manta asfáltica aderida: é um dos métodos de aplicação mais comum e tem duas formas de ser feita, sendo eles, aderência com asfalto ou com o maçarico. No primeiro caso é colada a superfície com asfalto aquecido, já no segundo se faz o direcionamento da chama do maçarico para aquecer o substrato e a face de aderência da manta para que sejam ambos colados.
- Manta asfáltica flutuante: nesse sistema a manta é aplicada de um jeito que envelopa a estrutura, sem aderir a base, a manta também é completamente desligada do substrato.
- Manta aluminizada: é uma manta auto protegida e também é conhecida como manta alumínio, está manta possui uma lâmina de alumínio na sua face superior e é utilizada como acabamento final em áreas sem trânsito.
- Manta ardosiada: está manta possui uma camada de autoproteção na face superior que contém grânulos de agregado mineral (ardósia), não precisando assim de uma proteção mecânica.

Nas Figuras 24 e 25 podemos ver a aplicação da manta asfáltica aderida com asfalto e a manta asfáltica aderida com maçarico respectivamente.

Figura 24: Aplicação da Manta Asfáltica aderida com asfalto



Fonte: (Fibersals, 2020)

Figura 25: Aplicação da Manta Asfáltica aderida com maçarico



Fonte: (Fibersals, 2020)

Como exemplo de manta asfáltica temos a manta asfáltica 3kg/m² quartzolit, que segundo Quartzolit (2016) é produzida com asfalto modificado fisicamente com adição de polímeros especiais que aumentam a aderência, durabilidade e resistência, garantindo uma ótima impermeabilização da área aplicada.

Características:

- Aparência: Cor Preta;
- Aspecto: Sólido Preto;
- Composição Básica: Asfalto com uma mescla de polímeros especiais;
- Validade: 5 anos a partir da data de fabricação;
- Tipo de colagem: Maçarico ou ligante;
- Resistência à tração longitudinal e transversal (mínimo): 180N;
- Alongamento na longitudinal e transversal (mínimo): 2%;
- Absorção d'água (máxima): 1,5%;
- Flexibilidade à baixa temperatura: 0°C;
- Resistência ao impacto: 2,45 J;
- Escorrimento ao calor (mínimo): 95°C;
- Estabilidade dimensional (máxima): 1%;
- Flexibilidade após envelhecimento (mínimo): 10°C;

- Estanqueidade (mínimo): 10 m.c.a;
- Resistência ao rasgo (mínimo): 100N.

Preparo do Material e Aplicação:

- Para a aplicação do material a superfície deve ser lavada previamente, isenta de pó, resíduos de óleo, desmoldantes, graxa, areia, bem como qualquer material que possa prejudicar a aderência;
- A superfície deve ser regularizada com caimento mínimo de 1% em direção aos pontos de escoamento da água, na região dos ralos deve ser criado um rebaixo de 1 cm de profundidade, com uma área de 40x40 cm, com as bordas chanfradas, para que tenha um nivelamento de toda a impermeabilização após a colocação dos reforços previstos no local;
- Todos os cantos e arestas precisarão ser arredondados com raio de aproximadamente 5cm a 8cm;
- Deve ser dada uma de mão com trincha, rolo de pintura ou vassoura de pelo de primer e aguardar secagem por no mínimo 6 horas antes da aplicação da manta asfáltica;
- A manta deve ser alinhada em função do reenquadramento da área, procurando sempre iniciar a colagem no sentido dos ralos para as partes mais elevadas;
- Com auxílio da chama do maçarico de gás LP, proceder com a total aderência da manta.
- Nas emendas deverá haver uma sobreposição de 10 cm que receberá bi selamento para proporcionarmos perfeita vedação;
- Executar as mantas na posição horizontal, subindo 10 cm na posição vertical;
- Depois alinhar e aderir na vertical, descendo e sobrepondo em 10 cm com a manta aderida na horizontal;
- A manta deve ser aderida na vertical a 30 cm acima do piso acabado, já em áreas como box a manta deve subir 1,5 m;
- Depois de aplicada as mantas devem ser feitos os testes de estanqueidade, que consiste em encher os locais impermeabilizados com água, o nível da água deve ser mantido por no mínimo 72 horas.

Consumo Para Cada Situação e Precauções:

- 1,15 m² de manta asfáltica por m² de área impermeabilizada.

EPI (Equipamento de Proteção Individual) utilizado:

- Óculos de proteção com proteção lateral;
- Máscara de proteção facial (em caso de vazamento, onde a grande exposição recomenda-se o uso de máscara de proteção respiratória com filtro contra partículas);
- Vestuário protetor adequado;
- Luvas de segurança;
- Botas impermeáveis.

5.2.5 Mantas De Pvc

Segundo Diprotec (2020) as mantas de PVC são mantas para uso impermeabilizante pré-fabricada em PVC, são aplicadas sobre a superfície que deve ser impermeabilizada e as suas junções são vedadas através de termo fusão. Essas mantas têm resistência a raios UV e também são produtos anti-chama. A manta é flexível o que facilita a sua aplicação e também é mais adaptável a estruturas, evitando assim a ocorrência de fissuras. É uma manta versátil, pode ser usada tanto em cobertura em solos ou coberturas e até existem versões ideais para reservatório de água potável.

Essas mantas de PVC são compostas por duas lâminas de PVC, tendo uma espessura que pode variar entre 1,2 mm a 1,5 mm e também uma tela que é trançada com poliéster. A manta se assemelha a um carpete de borracha, sendo que é principalmente utilizada em piscinas, reservatórios de água, cisternas e caixas d'água (RIGHI, 2009).

Segundo Bauchemie (2019) as mantas de PVC possuem uma grande quantidade de características que as tornam uma das melhores escolhas para a impermeabilização de coberturas. A manta de PVC é altamente resistente a intempéries, não se danifica com o movimento da estrutura, além de possuir um alto desempenho comparado com as impermeabilizações asfálticas e líquidas.

Um diferencial muito importante nas mantas de PVC também é a sua durabilidade, sem a necessidade de camadas extras, a manta tem vida útil duas a três vezes maiores que as outras opções mais tradicionais do mercado. Inclusive a manta tem versões com proteção contra chuvas de granizo, resistência a raios UV, perfuração de raízes e em situações que tem contato direto com água como reservatórios. Nas figuras 26 e 27 podemos ver a aplicação da manta de PVC em diferentes locais.

Figura 26: Aplicação da Manta de PVC



Fonte: (Diprotec, 2020)

Figura 27: Manta de PVC já aplicada



Fonte: (Diprotec, 2020)

Como exemplo de manta de PVC temos a manta da Sansuy Vinimanta, que segundo Sansuy (2020) trata-se de uma geomembrana, destinada a bloquear o vazamento de água. É produzida a partir de um composto de PVC, aditivos, plastificantes e estabilizantes que proporcionam propriedades como flexibilidade e resistência.

Características:

- Composição Básica: PVC, aditivos, plastificantes e estabilizantes;
- Peso: 1250 (g/m²);
- Espessura: 1 mm;
- Resistência à ruptura: longitudinal mín 300/ transversal mín 250;
- Alongamento à ruptura: longitudinal mín 50/ transversal mín 40;
- Resistência ao rasgo: longitudinal mín 15/ transversal mín 15.

Preparo do Material e Aplicação:

- O material já é pronto para a aplicação, é só colocar a manta de PVC sobre o local que deve ser impermeabilizado;

Consumo Para Cada Situação e Precauções:

- O consumo é a metragem quadrada da própria área a ser impermeabilizada;

EPI (Equipamento de Proteção Individual) utilizado:

- Luvas;
- Botas.

6 CONCLUSÃO

A partir deste trabalho foi possível verificar que a maior ocorrência de problemas de impermeabilização ocorre por negligência no começo da obra. Além de observar as inúmeras patologias decorrentes em diferentes situações, observou-se que a impermeabilização não é importante apenas para o início da obra, mas para o seu meio e fim também, sendo que a falta da mesma pode gerar inúmeros problemas para o futuro da estrutura.

As manifestações patológicas causadas pela umidade são muitas, mas mesmo com os problemas recorrentes as construtoras continuam não prestando atenção nesse problema, em parte porque as normas são em muitos casos brandas e exigem poucas ou quase nenhuma decisão voltada para sistemas impermeabilizantes.

Foi visto também que a impermeabilização e os seus problemas gerados pela falta da mesma se mostram em todas as etapas da construção, sendo que temos impermeabilização que pode ser feita na fundação para evitar diferentes problemas, bem como na execução de pisos, paredes, vigas, pilares, lajes entre outras partes construtivas. Mostrando-nos assim que a preocupação com o uso do impermeabilizante deve vir desde o início da obra, sendo que deve ser pensado já na sua fase de projeto.

A impermeabilização não deve ser negligenciada também depois de finalizada a construção, no caso depois que já estiver sendo utilizada a construção para sua devida finalidade, nesse momento também devem ocorrer manutenções anuais para que o sistema impermeabilizante não se degrade com o tempo.

Foram vistas no trabalho diferentes formas de impermeabilização, sendo elas classificadas entre rígidas e flexíveis, dentro dessas duas classificações existem inúmeros tipos de impermeabilizantes para os vários tipos de situações e etapas da obra, todos com suas próprias vantagens e desvantagens.

Concluindo, o impermeabilizante é um material extremamente necessário para obras no Brasil, não importando em qual região do país a obra será feita, a impermeabilização deve ser prevista em projeto por profissional capacitado e bem executada com mão de obra especializada, caso isso não ocorra pode gerar problemas futuros para os usuários da construção e também prejuízo para o construtor tanto em fase de obra, quanto depois de concluída.

7 SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS

Fica aqui algumas sugestões para trabalhos futuros, podemos pensar em novas formas e também novas tecnologias para impermeabilização, uma das ideias é o uso da nanotecnologia que pode nos ajudar a aprimorar os diferentes tipos de impermeabilizantes existentes no mercado, bem como fazer com que o impermeabilizante funcione de forma mais sustentável, talvez até mesmo aumentando sua durabilidade ou sua resistência as diferentes intempéries que normalmente o impermeabilizante em si não conseguiria resistir sozinho.

Outra sugestão é talvez a adição de diferentes componentes nos diversos tipos de impermeabilizantes para testar a melhora de algumas de suas características, bem como testar as diversas mudanças que podem vir a ocorrer com a adição de algum novo material à mistura. Pode até ser criado um novo tipo de impermeabilizante que se torne útil em qualquer parte construtiva da obra, ou seja, algo que se torne utilizável nas diferentes situações evitando até mesmo a quebra de alvenarias, vigas, pilares que possam ter vindo a sofrer patologias.

Outra ideia também que pode ser colocada em prática é um estudo sobre os diferentes tipos de impermeabilizantes que são utilizados fora do nosso país, no caso deste trabalho fora do Brasil, impermeabilizantes utilizados nas diferentes nações, nos diferentes climas e para evitar as diversas patologias existentes pelo mundo.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br>>. Acesso em: 26 set. 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9574:2008: Execução de Impermeabilização.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9575:2010: Impermeabilização - Seleção e Projeto, Manuais, Projetos, Pesquisas de Engenharia Civil.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575:2013: Desempenho de Edificações Habitacionais.
- ABRACOPEL. Disponível em: <http://abracopel.org>. Acesso em: 27 set. 2019.
- BAUCHEMIE. Disponível em: <https://www.mc-bauchemie.com.br/>. Acesso em: 01 jun. 2020.
- BAUERMANN, Cristiano Vieira. **Patologias Provocadas por Umidade em Edificações**. Anápolis, 2018. Disponível em: <https://repositorio.pgskroton.com.br>. Acesso em: 23 set. 2019.
- CARVALHO, Beatriz Temtemples. **Análise das Manifestações Patológicas em Construções com Bloco De Solo-Cimento: Estudo de Caso Laboratório do Ivig – Ufrj – Rio de Janeiro**. Disponível em: <http://www.nppg.org.br>. Acesso em: 21 set. 2019.
- COSTA JÚNIOR, Francisco Assis. **Análise de manifestações patológicas associadas às impermeabilizações: causas, correções e prevenção**. Mossoró, 2013. Disponível em: <http://www2.ufersa.edu.br>. Acesso em: 27 set. 2019.
- CRUZ, Julio Henrique Pinto. **Manifestações patológicas de impermeabilização com o uso de sistemas não aderidos de mantas asfálticas: Avaliação e análise com auxílio de sistema multimídia**. Porto Alegre, 2003. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/3763/000392503.pdf?sequence=1>. Acesso em: 10 set. 2019.
- DENVER. Disponível em: <http://www.denverimper.com.br/>. Acesso em: 24 set. 2019.
- DIPROTEC. Disponível em: <http://www.diprotec.com.br>. Acesso em: 26 set. 2019.
- FABER. Disponível em: <http://www.fabertecnologia.com.br/>. Acesso em: 18 mai. 2020.
- FIBERSALS. Disponível em: <https://fibersals.com.br/>. Acesso em: 27 set. 2019.
- FIÓRIO, Cleiton Eduardo. **Mofo nos Domicílios dos recém-nascidos de uma coorte na cidade de São Paulo, Brasil – Projeto Chiado**. São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.teses.usp.br>. Acesso em: 10 set. 2019.
- HUSSEIN, Jasmin Sadika Mohamed. **Levantamentos de Patologias Causadas Por Infiltrações Devido a Falha ou Ausência de Impermeabilização Em Construções**

Residenciais na Cidade de Campo Mourão – PR. Disponível em:

<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1873>. Acesso em: 4 set. 2019.

IBDA. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br>. Acesso em: 27 set. 2019.

IBI, Instituto Brasileiro de Impermeabilização. **Informe – Vida longa à impermeabilização.**

Disponível em: <https://ibibrasil.org.br/publicacoes/>. Acesso em: 4 set. 2019.

LIMA, Jorge Luiz de Aquino; PASSOS, Francisco Uchoa; COSTA, Dayana Bastos. **Processo integrado de projeto, aquisição e execução de sistemas de impermeabilização em edifícios residenciais.** Ambient. constr., Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 59-77, set. 2013.

Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212013000300005&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 05 set. 2019.

MÃOS A OBRA. Disponível em: <http://maosaobra.org.br>. Acesso em: 17 out. 2019.

MILENGENHARIA. Disponível em:

<http://www.milengenharia.eng.br/monta.asp?link=servicos&qual=2>. Acesso em: 22 jul. 2020.

MORAES, Claudio Roberto Klein. **Impermeabilização Em Lajes De Cobertura: Levantamento Dos Principais Fatores Envolvidos Na Ocorrência De Problemas Na Cidade De Porto Alegre.** Disponível em:

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2708/000375437.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 25 mar. 2020.

PET ENGENHARIA CIVIL UFJF. Disponível em: <https://petcivilufjf.wordpress.com>. Acesso em: 12 out. 2019.

QUARTZOLIT. Disponível em: <https://www.quartzolit.weber/>. Acesso em: 27 mai. 2020.

QUIMICRYL. Disponível em: <http://quimicryl.com.br/>. Acesso em: 18 mai. 2020.

RAISDORFER, Janderson William; PAIM, Alyson Socher; SANTOS, Ícaro Marini Ribeiro; PEREIRA, Eduardo; MEDEIROS, Marcelo Henrique Farias. **Caracterização de Concretos Tratados Com Produtos Cristalizantes Para Impermeabilização de Piscinas Com Tratamento de Agua a Base de Cloreto e Sódio.** V. 5, Nº. 2, Ago/2013. Rio de Janeiro: Revista de Engenharia e Tecnologia, 2013.

RIGHI, Geovane Venturini. **Estudo dos Sistemas de Impermeabilização: Patologias, Prevenções e Correções: Análise de Casos.** Disponível em:

<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7741/RIGHI%2c%20GEOVANE%20VENTURINI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 04 set. 2019.

SANSUY. Disponível em: <https://sansuy.com.br/>. Acesso em: 01 jun. 2020.

SCHONARDIE, Clayton Eduardo. **Análise e Tratamento das Manifestações Patológicas por infiltração em Edificações.** Ijuí, 2009. Disponível em: <http://www.projetos.unijui.edu.br>. Acesso em: 27 set. 2019.

SIKA. Disponível em: <https://bra.sika.com/>. Acesso em: 09 mar. 2020.

SUA OBRA. Disponível em: <http://www.suaobra.com.br>. Acesso em: 10 out. 2019.

TECNOSIL. Disponível em: <https://www.tecnosilbr.com.br>. Acesso em: 12 out. 2019.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Disponível em:
https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2632477/mod_resource/content/1/Movimento%20da%20C3%81gua%20no%20Solo.pdf. Acesso em: 21 out. 2019.

VEDACIT. **Manual técnico de impermeabilização de estruturas**. 5ª Edição. Disponível em: <http://www.vedacit.com.br/>. Acesso em: 24 set. 2019.

VIAPOL. Disponível em: <http://www.viapol.com.br>. Acesso em: 27 set. 2019.

VIEIRA, Lady Fabiany Barreto. **Sistemas Impermeabilizantes Na Construção Civil**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 12, Vol. 01, pp. 05-17 dezembro de 2018. Acesso em: 24 set. 2019.

VOTORANTIM. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br>. Acesso em: 12 out. 2019.