

**ADRIANO CORRÊA DE CAMARGO
JÚNIO JOSÉ OKUMURA RIBEIRO**

IMPERMEABILIZAÇÃO DA LAJE SUPERIOR

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

ORIENTADORA: ISA LORENA SILVA BARBOSA

ANÁPOLIS / GO: 2015

FICHA CATALOGRÁFICA

CAMARGO, ADRIANO CORRÊA. RIBEIRO, JÚNIO JOSÉ OKUMURA.

Estudo da impermeabilização da Laje Superior, Goiânia [GO] 2015

67P, 297mm (ENC/UNIEvangélica, Bacharel, Engenharia Civil, 2015).

TCC – UniEvangélica.

Curso de Engenharia Civil.

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| 1. Impermeabilização | 2. Laje Superior |
| 3. Construção Civil | 4. Importância nas obras |
| I. ENC / UNI | II. Título (série) |

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DOS AUTORES: Adriano Corrêa de Camargo e Júnio José Okumura Ribeiro

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Estudo da Impermeabilização da Laje Superior.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2015

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

Adriano Corrêa de Camargo

Endereço Permanente Rua Francisco de Oliveira, Nº 94, Centro

CEP 74230030– São Francisco de Goiás/GO - Brasil

E-mail: adriano-a3@hotmail.com

Júnio José Okumura Ribeiro

Endereço Permanente Av. t4 , Nº 800, Setor Bueno

CEP 74230030– Goiânia/GO - Brasil

E-mail: juniookumura@hotmail.com

**ADRIANO CORRÊA DE CAMARGO
JÚNIO JOSÉ OKUMURA RIBEIRO**

IMPERMEABILIZAÇÃO DA LAJE SUPERIOR

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

APROVADO POR:

**ISA LORENA SILVA BARBOSA, Mestra (UniEvangélica)
(ORIENTADORA)**

**ADRIANO CARVALHO DE SOUZA, Mestre (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**TADEU JOSÉ DE CARVALHO JÚNIOR, Especialista (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: ANÁPOLIS/GO, 25 de Maio de 2015.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiro a Deus, por ter nos guiado nas horas mais difíceis, pois sem ele nada disso seria possível.

Aos nossos familiares que nos deram força e incentivo nessa reta final.

Aos colegas de faculdade que nos ajudaram durante 5 anos a conquistar diversos objetivos.

A professora Isa Lorena pela competência e paciência na orientação de nosso trabalho.

DEDICATORIA

A Deus, pelo dom da sabedoria e da vida.
Aos nossos pais pelo exemplo de vida.

“Há os que se queixam do vento.
Os que esperam que ele mude.
E os que procuram ajustar as velas.”

William G. Ward

RESUMO

Por mais simples que seja a impermeabilização é um dos processos mais importantes na construção civil, mais de certa forma, existe um descaso na sua execução, que promove problemas, como a infiltração que traz a umidade, que gera as patologias, no qual se transforma em grandes prejuízos. A quantidade de dinheiro gasto para solucionar esses problemas chega a ser de quatro à cinco vezes maiores, que o valor usado, se ocorresse uma impermeabilização antes. A partir disso que surgiu o interesse por essa pesquisa, portanto neste trabalho temos como intuito verificar a importância da impermeabilização da laje superior. A metodologia utilizada foi a bibliográfica, pois ocorreu a pesquisas sobre o tema, e posteriormente realizou-se um estudo de caso com presença de fotografias de obras, para se fazer o comparativo entre teoria e prática. Foi seguindo as orientações das NBR's, 9574/08, 9575/10 e 9952/14. As normas ajudaram a fazer um levantamento dos projetos, sistemas e produtos mais utilizados, cuidados na execução e detalhes construtivos nos serviços de impermeabilização. Como resultado houve a necessidade de fazer um comparativo entre os produtos impermeabilizantes e saber, qual tem o melhor custo benefício, em relação a sua aplicação e valores de serviço.

Palavras chaves: Impermeabilização; Laje Superior; Construção Civil.

ABSTRACT

Simple as it is, sealing is one of the most important processes in construction, but somehow there is a neglect in their implementation, which promotes problems such as infiltration that brings moisture, which creates the conditions in which turns large losses. The amount of money spent to solve these problems is as high as four to five times higher than the value used if a sealing were done before. From this, the interest in this research. So in this work we have the intention to verify the importance of the upper slab sealing. The methodology used was the bibliography, as was research on the topic, and later carried out a case study with the presence of photographs of works, to make the comparison between theory and practice. It was following the guidelines of the NBR's, 9574/08, 9575/10 and 9952/14. The standards have helped to survey the projects, systems and products most used, care in execution and construction details of sealing services. As a result, we had the need to make a comparison between the sealing products and know what is the best value in terms of application and service values.

Keywords: Waterproofing; Superior slab; Construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Corrosão da Viga	20
Figura 02 - Manchas na parede	21
Figura 03 - Goteiras no Teto	21
Figura 04 - Mofo no teto	22
Figura 05 - Eflorescência na parede	23
Figura 06 - Criptoflorescência na parede	24
Figura 07 - Legenda Floreiras	29
Figura 08 - Detalhe do Rodapé Floreiras	30
Figura 09 - Detalhe Ralo Floreiras	30
Figura 10 - Asfalto quente	37
Figura 11 - Emulsões e soluções asfálticas	38
Figura 12 - Membrana de poliuretano	38
Figura 13 - Membrana acrílica	39
Figura 14 - Membrana PEAD	41
Figura 15 - Membrana EPDM	41
Figura 16 - Membrana PVC	42
Figura 17 - Membrana TPO	42
Figura 18 – Manta asfáltica	51
Figura 19 – Manta líquida	52
Figura 20 – Relação de utilização	53
Figura 21 – Localização da obra	54
Figura 22 – Equipamentos de proteção	55
Figura 23 – Ferramentas	55
Figura 24 – Rolo lã de cordeiro	56
Figura 25 - Materiais utilizados para aplicação da manta asfáltica.....	56
Figura 26 – Laje limpa, seca e sem qualquer deformação	58
Figura 27 – Prime utilizado	59
Figura 28 – Aplicação do prime	59
Figura 29 – Aplicação da manta asfáltica com maçarico	60
Figura 30 – Aquecimento da mata e espátula para selar a sobreposição.....	61
Figura 31 – A manta embutida na parede.....	61
Figura 32 – Teste estanqueidade	62
Figura 33 – Proteção mecânica sobre a laje, totalmente curada	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Situações a serem tratadas levando-se em conta a forma de ação da água	45
Quadro 02 – Vantagens e desvantagens da massa asfáltica e massa líquida.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Situações a serem tratadas levando-se em conta a forma de ação da água.....	43
Tabela 02 – Questionário materiais e métodos Empresa “A”	47
Tabela 03 – Questionário materiais e métodos Empresa “B”	47
Tabela 04 – Questionário materiais e métodos Empresa “C”	48
Tabela 05 – Questionário materiais e métodos Empresa “D”	48
Tabela 06 – Questionário materiais e métodos Empresa “E”	49
Tabela 07 – Questionário materiais e métodos Empresa “F”	49
Tabela 08 – Questionário materiais e métodos Empresa “G”	50
Tabela 09 – Questionário materiais e métodos Empresa “H”	50
Tabela 10 – Vantagens e desvantagens da massa asfáltica e massa líquida.....	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR - Norma Brasileira

CE - Comissões de Estudos

CREA - Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia

EPDM - Etileno Propileno Dieno Monômero

IBI - Instituto Brasileiro de Impermeabilização.

P. - Página

PEAD - Polietileno de Alta Densidade

PVC – Policloreto de Polivinila

TPO – Termoplástico de Poliolefina

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVOS	15
1.1.1 Objetivo Geral	15
1.1.2 Objetivos Específicos	15
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2 REVISÃO LITERARIA	16
2.1 LAJES DE COBERTURA	16
2.2 INFILTRAÇÃO	16
2.2.1 Infiltrações Capilares	17
2.2.2 Infiltração de Fluxo Superficial	17
2.2.3 Absorção Higroscópica e Condensação Capilar	17
2.3 UMIDADE.....	18
2.4 PATOLOGIAS	19
2.4.1 Corrosão de Armadura	20
2.4.2 Manchas e Goteiras	20
2.4.3 Mofo e Bolor	21
2.4.4 Eflorescências	22
2.4.5 Criptoflorescências	23
2.4.6 Gelividade	24
2.4.7 Deterioração em Geral	24
2.5 A IMPERMEABILIZAÇÃO	25
2.6 NORMAS ABNT	26
2.7 PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO	27
2.7.1 PROJETO BÁSICO DE IMPERMEABILIZAÇÃO.....	28
2.7.2 PROJETO EXECUTIVO DE IMPERMEABILIZAÇÃO.....	29
2.8 SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO	31
2.8.1 Sistema de Impermeabilização Rígido	32
2.8.1.1 Argamassa Impermeável com Aditivo Hidrófugo	33
2.8.1.2 Argamassa Polimérica	33

2.8.1.3 Concreto Impermeável	34
2.8.1.4 Cristalizantes	34
2.8.2 Sistema de Impermeabilização Flexível	35
2.8.2.1 Sistema de Impermeabilização Flexíveis Moldado no local	36
2.8.2.1.1 <i>Asfalto Quente</i>	37
2.8.2.1.2 <i>Emulsões e Soluções Asfálticas</i>	37
2.8.2.1.3 <i>Membrana de Poliuretano</i>	38
2.8.2.1.4 <i>Membrana Acrílica</i>	38
2.8.2.2 Sistema de Impermeabilização Pré-Fabricado.....	39
2.8.2.3 Mantas Asfálticas	40
2.8.2.3.1 <i>PEAD</i>	40
2.8.2.3.2 <i>EPDM</i>	41
2.8.2.3.3 <i>PVC</i>	41
2.8.2.3.4 <i>TPO</i>	42
2.9 SOLUÇÕES DE IMPERMEABILIZAÇÃO	44
3 ESTUDO DE CASO – IMPERMEABILIZAÇÃO DA LAJE SUPERIOR	46
3.1 COMPARATIVOS ENTRE MANTA ASFALTICA E MANTA LIQUIDA	46
3.2 ACOMPANHAMENTO DA EXECUÇÃO	53
3.2.1 Processo de Impermeabilização da Laje Superior	54
3.2.2 Equipamentos de Proteção individual (EPI) e ferramentas Utilizados na Impermeabilização	55
3.2.3 Sistema de impermeabilização e métodos de aplicação adotados	56
3.2.4 Aplicação da Impermeabilização.....	57
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
REFERÊNCIAS	65

1 INTRODUÇÃO

Desde os tempos antigos já havia preocupações do homem com a umidade que o cercava, pois fazia com que a vida se tornasse insalubre, devido as percolações que ocorriam dentro das suas cavernas, como a água era o principal responsável pelas penetrações, houve a necessidade de se criar maneiras para que pudessem parar as infiltrações, ocorreu assim o aprimoramento nos métodos de construção (RIGHT, 2009).

O primeiro impermeabilizante descoberto foi a alubina feita principalmente de clara de ovos, sangue e óleo, com o passar do tempo e a necessidade de construção surgiu o óleo de baleia, que ao misturar-se com a argamassa, dava uma maior plasticidade, dando segurança necessária para impedir a entrada de fluídos, onde começou a ser utilizado em construções de médio porte, que estavam mais em contato com a umidade, com o surgimento ao poucos dessas matérias impermeabilizantes houve a procura por uma normalização (CANTISANO, 2012).

A impermeabilização é um dos fatores de grande importância nas obras civis, pelo fato de se tornar possível a prevenção de inúmeros problemas futuros. Segundo a NBR 9575 (ABNT, 2010) “impermeabilização é o produto resultante de um conjunto de componentes e serviços que objetivam proteger as construções contra a ação deletéria de fluidos, de vapores e da umidade”.

A parte crítica no passado foi o fato do mercado não ter uma devida preocupação com a impermeabilização, proveniente da falta de mão de obra qualificada para aplicação dos produtos, a desinformação sobre a maneira de se fazer um projeto que contendo os benefícios de uma impermeabilização, e conseqüentemente a funções corretas dos produtos a serem usados.

Atualmente com o grande crescimento da construção civil, as impermeabilizações passaram a se tornar mais frequentes. Os consumidores, estão cada vez mais exigentes com a qualidade os produtos adquiridos, houve assim a necessidade de grandes investimentos por parte das empresas fabricantes dos materiais impermeabilizantes em produtos de excelente qualidade e projetos que serviam de apoio aos consumidores, e uma maior credibilidade em sua execução para abaixar o nível de patologias nas construções (CANTISANO, 2012).

Outro grande motivo do desenvolvimento das impermeabilizações está ligado ao fator econômico da obra, pois onde não ocorre a impermeabilização adequada, os problemas irão ocorrer futuramente, e a re-impermeabilização, e um trabalho muito caro, por ter que

recuperar os danos já ocorridos pela penetração da água, gerando assim um custo maior, que poderia ter sido menor, se houvesse a aplicação dos produtos impermeabilizantes na etapa inicial. Segundo Cunha (1979), “se analisarmos o custo de uma boa impermeabilização, veremos que ela varia de 1% a 3% em média do custo total da obra. Se os serviços forem executados apenas depois de serem constatados os problemas com infiltração na edificação já pronta, o custo com a impermeabilização ultrapassa em muito esse percentual: refazer o processo de impermeabilização pode gerar um acréscimo de 10% a 15% em média do valor final”

A impermeabilização é simplesmente um conjunto de camadas com funções específicas e definidas, que impossibilitam o contato entre duas superfícies ou materiais distintos, essas camadas devem ser dimensionadas de forma adequada e planejada visando garantir a eficiência desejada e assim alcançar o melhor custo-benefício.

Segundo Arantes (2007), a água é a responsável por 85% das patologias ocorridas nas edificações, após levantamentos estatísticos realizados junto a setores ligados à construção civil. Em cada um dos estados físicos na qual a água se apresenta, ela possui um grau de agressividade. A água em sua formação gasosa é muito perigosa devido a sua capacidade de penetração capilar, maior que a água em seu estado líquido. Mesmo reconhecendo a importância da mesma, ainda assim podemos dizer que ela é o grande agente provocador da corrosão, causando deterioração e envelhecimento das edificações. A impermeabilização nas diversas fases da edificação, tem como finalidade a proteção da obra e, ainda, visa manter a água onde se deseja com intuito de se evitar futuras patologias.

Nossa pesquisa foi movida com interesse principal de demonstrar patologias em lajes de cobertura, que são diretamente expostos à incidência de chuvas, sofrendo ainda com a ação do sol. Por esta razão, a impermeabilização destas áreas requer um produto que, além de estanque, acompanhe as movimentações da estrutura, decorrentes, inclusive, das variações de temperatura e ainda auxilie no conforto do ambiente, reduzindo as temperaturas internas. Contudo expor o máximo possível de informações sobre o tema relacionado que por sua vez e de pouca repercussão no meio da construção civil.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Demonstrar a melhor utilização de impermeabilizante em laje de cobertura de obras de grande a médio porte na construção civil.

1.1.2 Objetivos Específicos

a) O principal interesse, é demonstrar o sistema de impermeabilização a ser utilizado em cada situação de patologia encontrada na laje superior dos edifícios da cidade de Goiânia.

b) Apresentar de forma geral ao consumidor o produto de impermeabilização a ser utilizado.

c) Comparar os métodos mais utilizados no mercado atual em relação ao custo-benefício.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho esta composto por quatro capítulos, dispostos da seguinte forma:

O capítulo 1 é a introdução sobre o tema, no qual apresenta os primeiros conceitos do surgimento da impermeabilização, sua importância para a construção civil, e os interesses que nos motivaram a realizar esse trabalho.

No capítulo 2, é apresentada a Revisão Bibliográfica onde será exposto as principais patologias causadas pela não impermeabilização, e os diferentes modos de impermeabilização disponível no mercado e como são aplicados.

No capítulo 3, é apresentada a pesquisa realizada na cidade de Goiânia, para conhecer o método de maior utilização no mercado atual, e o acompanhamento da execução desse método.

No capítulo 4, é apresentado qual o melhor método de impermeabilização da laje superior em relação ao custo-benefício de acordo com as pesquisas realizadas.

2 REVISÃO LITERARIA

2.1 LAJES DE COBERTURA

Nas inúmeras etapas da execução de uma obra, uma das principais é a cobertura, pois há uma enorme preocupação em relação a eficiência e qualidade, porque de todos os elementos do edifício é o que se encontra em mais vulnerável a intempéries. Existem inúmeras soluções para diversos tipos de coberturas que, de acordo com o tipo de utilização dado à mesma, se tornam mais ou menos eficientes.

Segundo Perdigão (2007), os tipos de coberturas existentes são:

- Coberturas não acessíveis: são as que não serão usadas para qualquer tipo de circulação, à exceção de eventuais trabalhos de manutenção.

- Coberturas acessíveis, em que é permitida a livre circulação de pessoas ou veículos sobre a cobertura, o que implica uma proteção mecânica da camada de impermeabilização.

- Coberturas ajardinadas, onde se colocam jardins com todo o tipo de vegetação. Apresentam características especiais, desde a necessidade de regar, que aumenta a quantidade de água existente, até a erosão causada pelas próprias raízes da vegetação.

É de fundamental importância impermeabilizar todas as regiões expostas que conseqüentemente entrarão em contato com a água. Caso não haja um serviço digno, poderá comprometer a estrutura com todos os processos e patologias causados pelos vazamentos.

2.2 INFILTRAÇÃO

A infiltração inicia-se quando a água existente nos espaços vazios do solo movimentar-se para dentro da construção provocando as indesejáveis manchas de umidade e infiltrações maiores, os principais materiais que sofrem ações patológicas devido a infiltração são aqueles que possuem um maior nível de absorção e conseqüentemente são vulneráveis a água, a maioria desses casos podem ser encontrados em materiais como no reboco, na pintura, no concreto, no aço, entre outros.

Este tipo de patologia, além de interferir na durabilidade da obra é prejudicial à saúde do homem, uma vez que o ambiente úmido abriga microrganismos (fungos) que são responsáveis pelo desencadeamento de doenças. As demais, podem gerar desgaste físico e emocional nos proprietários, visto que a recuperação da obra implica gastos financeiros e problemas na comodidade dos moradores.

Os tipos de infiltrações são:

- Capilar
- De fluxo superficial
- Higroscópica
- Por condensação capilar

2.2.1 Infiltrações capilares

Quando se tem materiais de construção em contato direto com o terreno úmido e sem impermeabilização, ocorre a absorção da água na forma capilar. Esse é o mecanismo típico de umidade ascendente. A água é conduzida, através de canais capilares existentes no material, pela tensão superficial. Caso não haja ventilação, a água será transportada gradualmente para cima, pela capilaridade. O método mais adequado para combater umidade ascendente em paredes é por meio de impermeabilização horizontal eficaz (de difícil execução se a obra já estiver concluída).

2.2.2 Infiltração de fluxo superficial

Caso o local que está em contato com o terreno não tenha recebido impermeabilização vertical eficaz, ocorrerá absorção de água (da terra úmida) pelo material de construção absorvente (através de seus poros), que poderá se intensificar caso a umidade seja submetida a certa pressão, como no caso de fluxo de água em piso com desnível. Neste caso, deverá ser adotada impermeabilização vertical e, se necessário, drenagem.

2.2.3 Absorção higroscópica e condensação capilar

Em ambos, a água é absorvida na forma gasosa. Na condensação capilar, a pressão de vapor de saturação da água diminui, ou seja, ocorre umidade de condensação abaixo do ponto de orvalho (17° C). Quanto menores forem os poros do material de construção, mais alta será a quantidade de umidade produzida por condensação capilar. Além das dimensões dos poros, o mecanismo depende principalmente da umidade relativa do ar. Quanto maior for a umidade relativa, maiores serão os vazios dos poros do material de construção que poderão ser ocupados pela condensação capilar. Um ambiente com umidade relativa do ar, em torno de

70%, produz nos materiais de construção, certa quantidade de umidade por condensação capilar, cujo valor se denomina umidade de equilíbrio. Caso o material de construção contenha sais, a umidade de equilíbrio pode variar consideravelmente.

O mecanismo de absorção higroscópica da umidade é desencadeado do ar, do grau e do tipo de salinização. Naturalmente, a absorção higroscópica da umidade desempenha papel especial nas partes da edificação que se apresentam salinizadas por umidade ascendente. Os locais subterrâneos e o térreo são os mais atingidos por esse fenômeno (UEMOTO, 1988).

2.3 UMIDADE

Segundo Ulsamer (1989) o combate a umidade foi a origem das construções humanas. “Fugindo do frio, neve, granizo o homem primitivo se refugiava nas cavernas, no entanto, a umidade que penetrava pelas paredes e pelo solo expulsaram do seu habitat, fazendo com que construíssem as primeiras choupanas de madeira. Mas a putrefação da madeira, pela ação da umidade, obrigou o homem a buscar novos materiais mais resistentes a ação da umidade”.

Segundo Ripper (1996), a umidade é sem dúvidas o maior inimigo das construções e conseqüentemente da saúde de seus ocupantes. É justamente contra este grande problema que se não tomarmos muitos cuidados, e pela enorme falta de conhecimento das soluções corretas ou por falta de senso de responsabilidade, que umidade se torna um grande problema futuro, ocasionando prejuízos enormes, ocorridos pela falta de uma impermeabilização adequada.

Lersch (2003) classifica a umidade em cinco tipos:

- Umidade de infiltração:

É o tipo de umidade que passa da área externa para as áreas internas da construção, por meio de trincas ou materiais que possuem a capacidade de absorção. Geralmente ocorre pela água da chuva;

- Umidade ascensional:

Ocasionada pela presença de água proveniente do solo. Sendo observada em parede e pisos, ocorridos pelo fenômeno de capilaridade;

- Umidade por condensação:

É ocasionada justamente pela presença de grande umidade no ar, onde é associada a superfícies com baixas temperaturas;

- Umidade de obra:

É o tipo de umidade que ficou alojada internamente por causa dos materiais durante a execução e acaba se manifestando em consequência do equilíbrio do material com o ambiente;

- Umidade accidental:

Que ocorre por falhas nos sistemas de tubulações, como águas pluviais, esgoto e água potável, que acabam gerando infiltrações.

2.4 PATOLOGIAS

A palavra patologia é derivada do grego *pathos*, que significa sofrimento, doença, e de *logia* que é ciência, estudo. O Portal menciona como sendo “o estudo das doenças em geral sob aspectos determinados”.

De acordo com Ripper (1986), a umidade manifesta-se em diversos elementos estruturais das edificações como pisos, paredes, fachadas e elementos de concreto armado. Consequentemente gerando desconforto aos usuários, condições de insalubridade, podendo afetar a saúde dos moradores, danos em equipamentos e bens presentes nos interiores das edificações além da desvalorização do imóvel causada pela alteração do aspecto estético.

As manifestações patológicas relacionadas com a impermeabilização podem ser divididas em dois grupos:

Grupo 1: Manifestações patológicas provocadas pela infiltração d’água, devido à ausência ou falha da impermeabilização.

Grupo 2: Manifestações patológicas originárias do processo construtivo, que podem provocar o rompimento ou danos à impermeabilização.

As mais comuns são:

- Corrosão de armaduras;
- Manchas e goteiras;
- Mofo e bolor;
- Eflorescência ;
- Criptoflorescências;
- Gelividade;
- Degradação geral.

2.4.1 Corrosão de Armaduras

A corrosão das armaduras é uma das piores manifestações patológicas, pois é responsável por grandes prejuízos na construção civil de acordo algumas pesquisas. Esse fator ocorre devido ao recobrimento das armaduras estar bem abaixo dos valores solicitados pelas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), o concreto que é executado com um enorme fator água/cimento, ele pode promover alto nível de porosidade e fissuras de retração, a escassez ou má-formação de cura deste concreto, proporciona o surgimento de fissuras, porosidade em excesso e a perda de sua resistência, etc (STORTE, s.d.).

Figura 01 - Corrosão da Viga



Fonte: IBDA, 2014.

2.4.2 Manchas e Goteiras

No momento em que a água percorre por uma barreira, ela pode no outro lado, ficar mais densa, onde provocara uma mancha, porém se a quantidade for maior, poderá pingar, ou até fluir, proporcionando uma goteira. Em qualquer um dos fatos, numa construção, essa é uma falha que raramente pode ser admitida. A umidade frequente danifica qualquer material de construção, e sempre consegue trazer prejuízos na obra. As manchas são os problemas mais comuns das infiltrações e que se busca minimizar esses casos com a impermeabilização feita de maneira correta, utilizando produtos de boa qualidade (VERÇOZA, 1987).

Figura 02 - Manchas na parede



Fonte: PENSEIMOVEIS, 2014.

Figura 03 Goteiras no Teto



Fonte: PENSEIMOVEIS, 2014.

2.4.3 Mofo e Bolor

O mofo e o bolor são classificados como fungos vegetais que adentram nos materiais, e espalham enzimas ácidas que corroem. Nas alvenarias o mofo e o bolor ocasionam grandes danos, como tornar as superfícies mais escuras, e com o tempo, deteriorar-se. Como são vegetais, os fungos necessitam de ar e água. Não possuem a capacidade de proliferarem em ambientes absolutamente secos. Portanto, o mofo e o bolor também são oriundos da umidade. O controle e a eliminação do mofo e do bolor é muito complicado. Pois

é fundamental eliminar suas origens. Para livrar-se da presença do mofo e do bolor é obrigatório acabar com todo o tipo de umidade da construção. A eliminação se torna fácil, com uma boa impermeabilização, juntamente com um sistema de ventilação dos ambientes (VERÇOZA, 1987).

Figura 04 - Mofo no teto



Fonte: BORBOLETAS, 2014.

2.4.4 Eflorescências

Segundo Verçoza (1987) as eflorescências são caracterizadas pela formação de sais nas superfícies das paredes, onde são conduzidos do seu interior pela umidade. As eflorescências podem proporcionar mau aspecto, manchas, ou descolamento da pintura, etc. Pior é a situação quando elas estão entre os tijolos e o reboco, fazendo com que se descole. Dependendo do volume, ocorre a formação de estalactites. As eflorescências surgem quando a água ultrapassa uma parede que tem em sua formação sais solúveis. Geralmente pode-se encontrar esse tipo de sais nos tijolos, no cimento, na areia, no concreto, na argamassa, etc. Dissolvendo-se na água eles são transportados por ela para a superfície, assim água evapora e os sais se acumulam na superfície na forma sólida ou em forma de pó. Eliminando-se a infiltração da água, acaba-se com a eflorescência. Exemplos de sais que podem causar as eflorescências: nitratos alcalinos (são cristais brancos, vitrificados, volumosos), carbonato de cálcio (pó branco), sais de ferro (aparência ferruginosa), sulfato aluminato de cálcio (superfície embranquecida).

Figura 05 - Eflorescência na parede



Fonte: DREAMSTIME, 2014.

2.4.5 Criptoflorescências

Pavan e Dal Pont (2007) definem que esta patologia possui formações salinas, que é o mesmo princípio e os mecanismos originadores da eflorescência, mesmo assim possui uma diferença, neste acontecimento os sais elaboram enormes cristais que se armazenam no interior da própria parede ou estrutura. Quando aumentarem de tamanho proporcionado pelo contato com umidade, eles podem exercer uma pressão sobre a massa da estrutura, causando fissuras ou até a destruição da parede. Mesmo que a pressão aplicada por estes cristais no interior da estrutura seja de certa forma pequena, no nível superficial as criptoflorescências podem ocasionar a desagregação dos materiais. Geralmente não se encontra uma saída definitiva para este tipo de patologia, porque até que aconteça todas as expansões dos sais no interior da estrutura, pode demorar muitos anos para que se possa começar à correção das fissuras ocorridas na estrutura. Portanto a melhor solução para esta patologia é substituir logo o reboco que se encontra nas paredes.

Figura 06 - Criptoflorescência na parede.



Fonte: ENGENHARIACIVIL, 2014.

2.4.6 Gelividade

Para Pavan e Dal Pont (2007) a gelividade de um material é ocasionada quando ocorre uma grande queda de temperatura, a água que está retida em seus poros congela, e como consequência aumenta-se o seu volume. Portanto a água que está nos canais capilares congela em uma temperatura acima de 0°. Devido a isso, a água concentrada nos poros e canais capilares dos tijolos e do concreto congela em dias que a temperatura se encontra muito baixa. Ao congelar dilata-se seu volume. No centro, o volume se expande onde é interrompido pela massa do material. Porém na sua parte superior a resistência é menor, formando-se gelo que movimentava as camadas mais amplas, separando-as vagarosamente. Em consequência a parte superior dos materiais começa a se degradar, parecendo estar áspera. Normalmente toma a forma convexa. A maneira mais fácil de prevenir essa patologia é evitar a penetração da água, se não existir água, não haverá gelividade.

2.4.7 Degradação em Geral

Todas as patologias citadas anteriormente são causadas pela água, ou por ela conduzida, ou afetada. Esses problemas vão aos poucos degradando os materiais e a obra construída. Portanto, a impermeabilidade é também uma necessidade de duração, e não apenas de aparência ou acabamento (VERÇOZA, 1987).

2.5 A IMPERMEABILIZAÇÃO

Podemos definir a impermeabilização como o ato de isolar e proteger os materiais de uma edificação da absorção indesejável de líquidos e vapores, mantendo assim as condições padrões da construção. É uma técnica que consiste no uso de produtos específicos com o propósito de proteger as diversas áreas de um imóvel contra a ação de águas que podem vir da chuva, de lavagem, de banhos ou de outras origens.

Segundo a presidente do IBI, nos últimos anos o mercado tem tomado maior consciência sobre a importância da impermeabilização para prevenir patologias e estender a vida útil das construções. Os cursos de engenharia e arquitetura deveriam dar uma ênfase maior a esta etapa da construção civil, tão indispensável como qualquer outra etapa da obra, pois esse é o principal motivo de inúmeras ocorrências em edificações onde a água tem causado tantos problemas. Talvez um dos maiores objetivos nos dias de hoje seria conseguir conscientizar estudantes, arquitetos, engenheiros e os clientes de uma forma geral, que possuímos impermeabilizações em diversos estágios da obra e todos são de grande importância para a vida útil da mesma.

Devido a este alto índice de ocorrências patológicas na construção civil originárias de imperfeições nas impermeabilizações, busca-se cada vez mais, a garantia e a qualidade em todo o processo.

Picchi (1986) refere que a impermeabilização é considerada um serviço muito importante dentro do campo de obra, sendo um setor que exige uma determinada experiência profissional, pois qualquer detalhe assume um papel importante e onde acontece uma falha sendo a mais pequena possível, haverá a comprometimento de todo o serviço feito.

Porem a impermeabilização deve ter um projeto específico, que detalhe os produtos e a forma de execução das técnicas de aplicação dos sistemas ideais de impermeabilização para cada caso.

Impermeabilizar não é só aplicar produtos químicos, a indicação do sistema a usar depende de cada tipo de estrutura sobre a qual se queira impermeabilizar, com isso há aspectos importantes que devemos observar, como:

- Projeto de impermeabilização
- Materiais impermeabilizantes
- Mão de obra de aplicação
- Qualidade da construção

- Fiscalização
- Orientação aos usuários composição do projeto
- Memorial descritivo
- Plantas com detalhes específicos
- Especificação e localização dos materiais a serem utilizados
- Definição dos serviços a serem realizados
- Planilha quantitativa de serviços e materiais aplicados
- Estimativa de custos dos serviços descritos

Vedacit (2014) as importantes funções da impermeabilização são:

- Exercer uma longevidade das estruturas.
- Obstruir a corrosão das armaduras de concreto.
- Impedir umidade nas superfícies, manchas, fungos, etc.
- Ambientes salubres.
- Proteção do legado contra a degradação, provocada pelos fenômenos físicos e químicos.

Devido a isso é fundamental o estudo dos parâmetros de impermeabilização, para poder executar de forma correta o termos técnicos, e saber usar os produtos de maneira certa (PLÁ, 2010).

2.6 NORMAS ABNT

Os produtos devem ser executados e fabricados segundo normas, pois padronizam-se ensaios, resultados, critérios etc. É também uma garantia a mais para o consumidor, pois ele sabe que o determinado produto segue o mínimo de exigências. As normas são elaboradas por Comissões de Estudos (CE) e supervisionadas pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

As principais normas técnicas referentes a impermeabilização são:

- NBR 9574/2008 - Execução de Impermeabilização.
- NBR 9575/2010 - Impermeabilização - Seleção e Projeto.
- NBR 9685/1985 - Emulsões asfálticas sem carga para impermeabilização.
- NBR 9686/1986 - Solução asfáltica como primer na impermeabilização.
- NBR 9910/2002 - Asfaltos modificados para impermeabilização.

- NBR 9952/1998 - Mantas asfálticas com armadura para impermeabilização.
- NBR 11905/1995 - Sistema de Impermeabilização com cimento impermeabilizante e polímeros.
- NBR 13121/1995 - Asfalto elastomérico para a impermeabilização.
- NBR 13724/1996 – Membrana asfáltica para impermeabilização com estruturante, aplicada a quente
- Algumas dessas normas encontram-se em revisão.

2.7 PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

A impermeabilização é importante na concepção do projeto da obra, pois a sua formulação é fundamental para o bom desempenho e excelente resultado de uma construção (RIGHT, 2009).

A norma NBR 9575 (ABNT, 2010) indica que o projeto seja elaborado por um profissional que possua qualificação para exercer esta responsabilidade técnica e deve ser legalmente habilitado pelo CREA (Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia). Este projeto deve ser seguido na íntegra pelo executante da obra e no fechamento da contratação, deve ser fornecida uma planilha com a quantidade dos serviços a serem realizados e com a forma de medição dos serviços. Para que a impermeabilização seja iniciada é necessário que o projeto tenha sido entregue ao responsável pela obra e que esta por sua vez esteja com o local onde será executada a impermeabilização, liberado para início dos serviços.

Segundo Right (2009) a impermeabilização é umas das partes mais importantes da construção, pois se fazendo o projeto garante um resultado duradouro na obra. A impermeabilização deveria ter um projeto bem especificado, com os produtos a serem usados em cada situação e modo de execução, assim como o detalhamento nos projetos arquitetônicos, de concreto armado, das instalações hidráulicas e elétricas, entre outros.

Azevedo (2009) afirma que o projeto de impermeabilização colabora com diversos fatores positivos, como:

- Opções de impermeabilização para um determinado ambiente.
- Comparações de alternativas e circunstâncias do valor inicial proposto e do valor real depois do projeto adotado.

-Maior disponibilidade em se adquirir um orçamento mais idêntico, pois normalmente esses seguem o projeto.

-Maior responsabilidade da equipe técnica no auxílio nas fases de execução do projeto.

-Garantia fornecida ao proprietário, de que imóvel foi executado com produtos e matérias impermeabilizantes, que iram resistir a todos os tipos de situações que a estrutura pode ser submetida.

Segundo a NBR 9575 (ABNT, 2010) o projeto de impermeabilização possui dois projetos que se complementam, que são: projeto básico e executivo, que vão ser apresentados a seguir.

2.7.1 Projeto Básico de Impermeabilização

De acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2010) projeto de impermeabilização básico deve ser executado em obras multi familiares, comerciais e mistas, industriais, como barragens, para túneis, e barragens e obras de obra, pelo mesmo profissional ou empresa responsável pelo projeto legal de arquitetura.

O projeto básico deve compatibilizar os demais projetos da construção, de modo a equacionar adequadamente as interferências existentes entre todos os elementos e componentes construtivos, de acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2010)

No Projeto Básico de Impermeabilização constam os seguintes itens:

a) desenhos;

- plantas de localização e identificação das impermeabilizações, bem como dos locais de detalhamento construtivo;

- detalhes construtivos que descrevem graficamente as soluções adotadas no projeto de arquitetura para o equacionamento das interferências existentes entre todos os elementos e componentes construtivos;

- detalhes construtivos que explicitem as soluções adotadas no projeto de arquitetura para o atendimento das exigências de desempenho em relação à estanqueidade dos elementos construtivos e à durabilidade frente à ação da água, da umidade e do vapor de água;

b) textos: memorial descritivo dos tipos de impermeabilização selecionados para os diversos locais que necessitem de impermeabilização.

2.7.2 Projeto Executivo de Impermeabilização

Ainda de acordo com a NBR-9575 (ABNT, 2010), o projeto executivo de impermeabilização, bem como os serviços decorrentes deste projeto devem ser realizados por profissionais legalmente habilitados com registro no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA), da região em que se situa a obra a que se refere, com qualificação para exercer esta atividade técnica especializada. O responsável técnico pela execução deve obedecer de forma integral esse projeto.

No Projeto Executivo de Impermeabilização constam os seguintes itens:

a) desenhos:

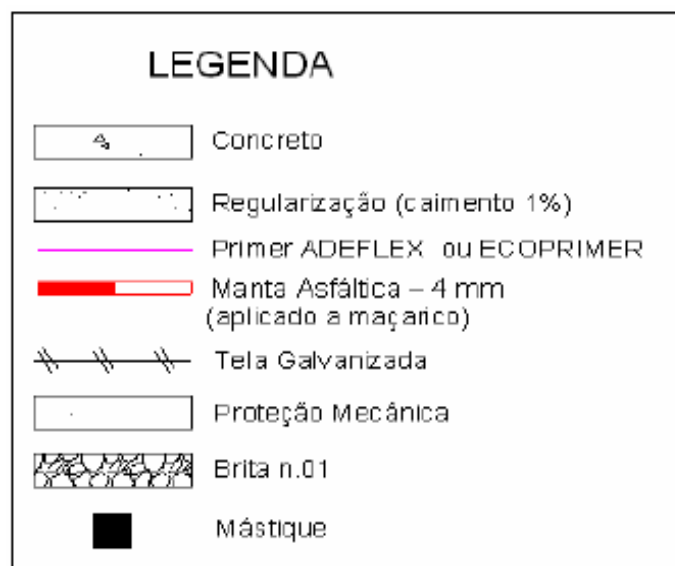
- plantas de localização e identificação das impermeabilizações, bem como dos locais de detalhamento construtivo;
- detalhes genéricos e específicos que descrevam graficamente todas as soluções de impermeabilização;

b) textos:

- memorial descritivo de materiais e camadas de impermeabilização;
- memorial descritivo de procedimentos de execução;
- planilha de quantitativos de materiais e serviços;
- metodologia para controle e inspeção dos serviços.

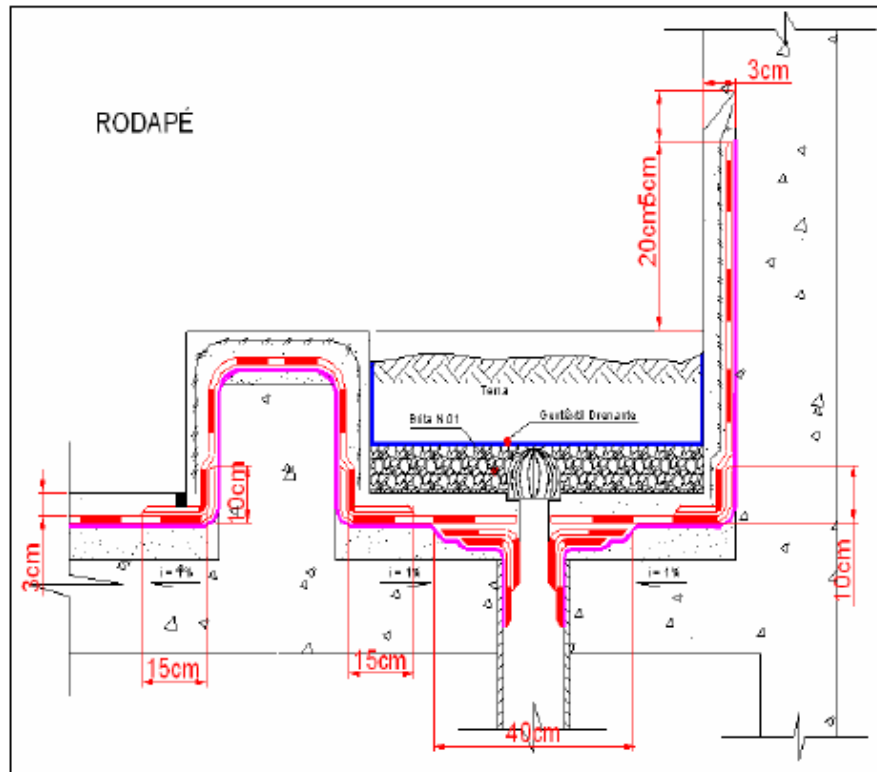
Detalhes de um projeto executivo de impermeabilização, conforme foi descrito anteriormente, citado a seguir nas figuras 07, 08 e 09 logo abaixo:

Figura 07 – Legenda Floreiras



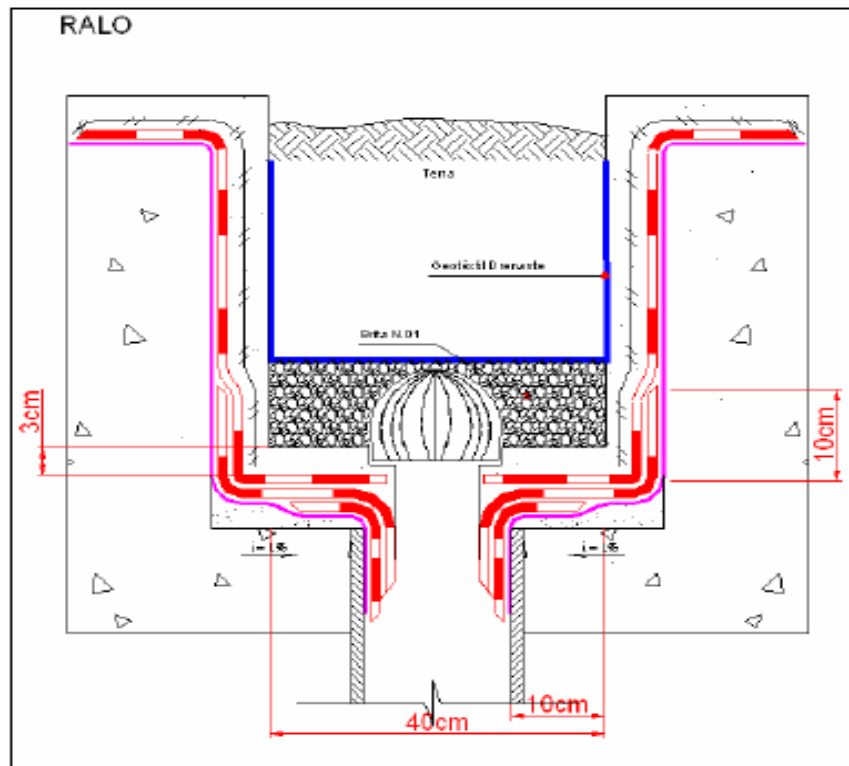
Fonte: VIAPOL, 2014.

Figura 08 – Detalhe do Rodapé Floreiras



Fonte: VIAPOL, 2014.

Figura 09 – Detalhe Ralo Floreiras



Fonte: VIAPOL, 2014.

2.8 SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

O método de impermeabilização a ser escolhido deve ser de acordo com a situação em que serão utilizados (RIGHT, 2009).

Um dos principais elementos que devem ser apontados como base são: pressão hidrostática, frequência de umidade, exposição ao sol, exposição a cargas, movimentação da base e extensão da aplicação (RIGHT, 2009).

De acordo Santos (2010) para se alcançar a qualidade esperada de proteção é essencial um sistema de impermeabilização formulado por três processos. Onde cada um desses processos tem igual qualidade na composição de um sistema impermeável, e a correta construção impede que um determinado elemento do sistema ultrapasse seus limites, assim assumindo todas as funções que deveriam ser compartilhadas: base, impermeabilização e durabilidade. A película impermeável tem como principal função impedir a entrada de água e associada a ela existem determinadas características elásticas que possam ser relativamente durável. Contudo se a base for apropriada para absorver parte das solicitações da estrutura, e as camadas decorrentes acomodassem os esforços de carga e os ataques das intempéries, o resultado será melhor. Por esse motivo o sistema é dividido em três processos:

- Processos preliminares;
- Processos impermeáveis;
- Processos complementares.

Cada um desses processos servirá de base um para o outro, e a perfeita execução se tornará um sistema de alto desempenho. Vários fracassos de impermeabilização aconteceram por causa de falhas na execução desse sistema, mesmo utilizando produtos impermeabilizantes de alto desempenho.

A impermeabilização leva o estigma de um certo mistério determinado pela grande quantidade de produtos e sistemas que são expostos, com características e custos diferentes ou pelo aprimoramento da argumentação técnica, para coagir os que não têm conhecimento sobre o assunto, obrigando assim com que as pessoas tenham uma visão negativa, motivando elas a desistirem do processo de impermeabilização (CUNHA; NEUMANN, 1979).

Picchi (1986) afirma que os determinados métodos de impermeabilização existentes possuem várias diferenças de concepção, princípio de funcionamento, materiais e sistemas de aplicação entre outros. Essas variações em geral, servem de base para inúmeras classificações,

que podem ajudar no entendimento e comparação dos métodos existentes no mercado brasileiro.

Os métodos de impermeabilização referem-se ao tipo de produto utilizado na impermeabilização, e a forma como esse produto pode atuar na superfície.

Sistema de impermeabilização é o conjunto de camadas e serviços destinados à execução do preparo das superfícies, impermeabilização propriamente dita, camadas separadoras, amortecedoras e proteções primárias e mecânicas, conferindo impermeabilidade as partes construtivas, de acordo com a NBR 12190. (ABNT, 2001, p. 2).

Os sistemas de impermeabilização são classificados segundo a NBR 9575 (ANBT 2010) em sistemas: Rígidos e flexíveis.

2.8.1 Sistema de impermeabilização rígido

Vedacit (2014) torna a área aplicada impermeável por meio da colocação de aditivos químicos, associado à correta granulometria dos agregados e a diminuição da porosidade do elemento, entre outros. Os impermeabilizantes rígidos não estão em contato com a estrutura, o que leva exclusão de áreas expostas a grandes variações de temperatura. Esse sistema de impermeabilização é recomendando para áreas que não estão sujeitos a trincas ou fissuras.

Este tipo de impermeabilização, apesar de se ter um avanço notório na qualidade dos produtos, não é indicado para locais que apresentam:

- Movimentação
- Forte exposição solar
- Vibração
- Variações térmicas

Aplicação recomendada para áreas como:

- Reservatórios, piscinas e caixas d'água (enterradas);
- Fundações (alicerces);
- Poços de elevadores;
- Subsolos;
- Pisos;
- Paredes de encosta;
- Muros de arrimo;

- Paredes externas (fachadas)

Ou seja, é um sistema indicado para aplicação em estruturas sujeitas a mínima variação térmica, pequenas vibrações e exposição solar, ou seja, este sistema é indicado para estruturas que as movimentações ou deformações sejam as menores possíveis.

De acordo com a norma NBR 9575 (ABNT, 2010)

Os produtos mais utilizados são:

- Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo;
- Argamassa polimérica;
- Concreto Impermeável;
- Cristalizantes.

2.8.1.1 Argamassa Impermeável com Aditivo Hidrófugo

Segundo Denver (2015) a argamassa impermeável possui aditivos impermeabilizantes, sendo assim indicada para ambientes com uma frequência constante de água. Aditivo líquido hidrófugo e de pega normal, indicado para uso em concretos e argamassas. Onde proporciona uma sensível redução da permeabilidade e absorção capilar em concretos e argamassas.

Onde aplicar:

- Em impermeabilizações de fundações;
- Em argamassas de revestimento de paredes e contrapisos de locais úmidos;
- Em argamassas de assentamento de blocos e tijolos para evitar umidade ascendente e melhora da trabalhabilidade;
- Em concretos de peças sujeitas à intensa umidade;
- Em revestimentos impermeáveis de reservatórios.

2.8.1.2 Argamassa Polimérica

Viapol (2014) A argamassa polimérica é o produto da combinação de um composto inorgânico cimento e um composto orgânico látex polímero e tem uma estrutura estabelecida que consiste no gel do cimento e as microfibras do polímero. Consequentemente, as propriedades do cimento e polímero são observadas quando usamos como parâmetro a argamassa convencional.

Onde aplicar (DENVER, 2015):

- Impermeabilização de reservatórios;
- Tanques, piscinas;
- Subsolos e cortinas com ou sem lençol freático;
- Paredes externas e internas;
- Pisos frios e outras aplicações como revestimento protetor impermeável;
- Utilizado também, como camada de base impermeável, nos sistemas de pintura

imobiliária de paredes externas.

2.8.1.3 Concreto Impermeável

Vedacit (2014) O traço deve ser medido adequadamente, com os devidos agregados de granulometria convencional, com o consumo de cimento superior que 300 kg/m³ e fator água/cimento baixo. Portanto e de essencial importância lembrar que, quanto menor o volume de água utilizado, maior vai ser a impermeabilidade do concreto. Os plastificantes, os polifuncionais e os superfluidificantes promovem uma pequena redução da relação água/cimento, diminuindo assim a quantidade de água necessária para dar trabalhabilidade ao concreto. Devido a isso haverá um grande aumento significativo de sua impermeabilidade, ocorrendo também maiores resistências mecânicas.

Onde aplicar (DENVER, 2015):

- Para tamponamento de infiltrações;
- Jorros de água sob pressão em subsolos;
- Poços de elevadores;
- Cortinas, galerias e outras estruturas sujeitas à infiltração pelo lençol freático,

funcionando como uma solução temporária;

2.8.1.4 Cristalizantes

Segundo Denver (2015) O sistema cristalizante age conforme a pressão negativa, que é formada por três produtos de base mineral, que entram na porosidade da estrutura por efeito de osmose, assim cristalizando-se ao entrar em contato com a água de infiltração e de saturação, bloqueado o caminho da água pelos poros da estrutura.

Onde aplicar:

- Utilizado em todas as áreas sujeitas à infiltração por lençol freático;
- Infiltrações de contrapressão, tais como: solos, lajes, poços de elevadores, reservatórios enterrados, barragens, galerias, caixas de inspeção, etc;

2.8.2 Sistema de impermeabilização flexível

As fissuras em meio a construção civil são ainda inevitáveis e constantes. Além disso, essas fissuras facilitam a penetração de água e outros elementos químicos. Há vários pretextos para a formação de trincas. Um deles é a dilatação térmica das estruturas e a outra são as reações químicas dos materiais. No entanto, para neste caso evitar os problemas indesejáveis consequentes da permeabilidade, utilizam-se impermeabilizantes flexíveis. Esse processo de impermeabilização possui materiais que proporcionam uma maior resistência e flexibilidade do impermeabilizante.

De acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2010) “Impermeabilização flexível: Conjunto de materiais ou produtos aplicáveis nas partes construtivas sujeitas à fissuração. ”

Para Bauer, Vasconcelos e Granato (2003) são sistemas de impermeabilização que apresentam em sua composição a capacidade de flexibilidade e de formação suficientes para absorver as movimentações e impactos da estrutura ao serem impermeabilizadas, sem apresentar fissuras, rasgamentos e outras falhas que possam prejudicar e condenar o seu desempenho.

Conforme a NBR 9575 (ABNT, 2010), em seu item 4.1.2, “A impermeabilização do tipo flexível deve ser de:

- Membrana de asfalto modificado sem adição de polímero;
- Membrana de asfalto modificado com adição de polímero elastomérico;
- Membrana de emulsão asfáltica;
- Membrana de asfalto elastomérico em solução;
- Membrana elastomérica de policloropreno e polietileno clorossulfonado;
- Membrana elastomérica de poliisobutileno isopreno (I.I.R), em solução;
- Membrana elastomérica de estireno-butadieno-estireno (S.B.S.);
- Membrana de poliuretano;
- Membrana de poliuréia;
- Membrana de poliuretano modificado com asfalto; 1) membrana de polímero modificado com cimento;

- Membrana acrílica;
- Manta asfáltica;
- Manta de acetato de etilvinila (E.V.A.);
- Manta de policloreto de vinila (P.V.C.);
- Manta de polietileno de alta densidade (P.E.A.D.);
- Manta elastomérica de etilenopropilenodieno-monômero (E.P.D.M.);
- Manta elastomérica de poliisobutileno isopreno (I.I.R).”

Portanto esses métodos flexíveis podem ser divididos quanto a execução em dois tipos:

- Moldados no Local;
- Pré-fabricado.

2.8.2.1 Sistema de Impermeabilização flexíveis Moldado no Local

O sistema moldado no local traz produtos que podem ser aplicados à quente, como os asfaltos em bloco, ou aplicados a frio, como as emulsões e soluções, onde possuem espessuras variadas de acordo com o local que for aplicada. Exigem a aplicação em camadas com o plano superior ao outro, sendo assimilado para cada produto um tempo de secagem distinto. (FREI, 2009)

IBI (2014) Um fator a favor do uso das membranas a frio, e que elas pode, ser usadas em ambientes que estão sujeito a risco de incêndio ou em locais fechados, pois não emitem fumaça quando pegam fogo. Já a membrana a quente, deve-se ter um cuidado, pois existem restrições para locais fechados e com alto risco de incêndios.

Souza (1998) Para a aplicação da membrana quente e necessário várias demãos, com logor prazos de tempo de uma demão para outra, pois necessita de um maior tempo de cura do que a membrana fria, além do cuidado que se deve ter em relação a emissão de gases tóxicos que e produzido ao se aquecer o produto. Além da necessidade de não possuir uma mão-de-obra qualificada para aplicação.

Esse método é indicado para espaços menores ou de acesso mais difícil, como áreas molháveis e pequenas lajes, onde o uso de mantas asfálticas é contra indicado. Sobretudo no caso das membranas líquidas aplicadas a frio, é preciso respeitar o consumo do produto

indicado na embalagem, assim como o número de demãos, já que a economia nesse serviço pode resultar em uma impermeabilização deficiente.

Os principais materiais utilizados de como impermeabilizantes moldados no local são:

- Asfalto quente
- Emulsões e soluções asfálticas
- Membrana de poliuretano
- Membrana acrílica

2.8.2.1.1 Asfalto quente

É o sistema mais tradicional do Brasil, utilizado desde o início de impermeabilização de edificações no País. Consiste da moldagem de uma membrana impermeabilizante por meio de sucessivas demãos, de asfalto derretido intercaladas com telas ou mantas estruturantes. Ideal para áreas de pequenas dimensões, e lajes médias ou com muitos recortes. A produtividade da aplicação é baixa.

Figura 10 - Asfalto quente



Fonte: EQUIPEDEOBRA, 2014.

2.8.2.1.2 Emulsões e soluções asfálticas

São Produtos compostos por misturas de asfalto, modificadas ou não por polímeros, em água ou solvente. São aplicados a frio como primers ou como impermeabilização de áreas

molháveis internas, estruturada com telas. O tempo de cura costuma ser maior em comparação com os demais sistemas impermeabilizantes.

Figura 11 - Emulsões e soluções asfálticas

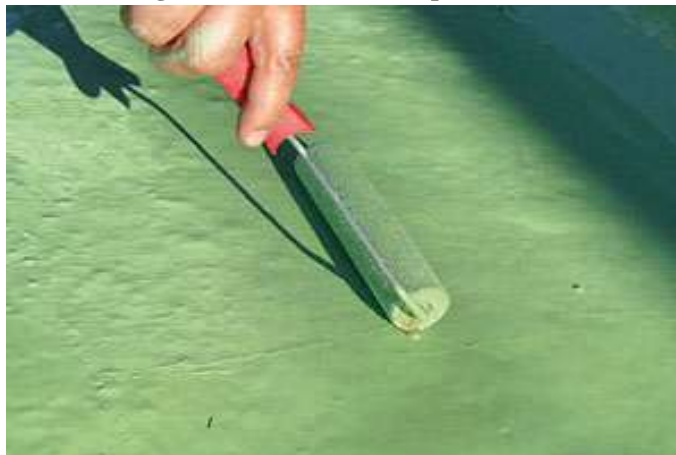


Fonte: EQUIPEDEOBRA, 2014.

2.8.2.1.3 Membrana de poliuretano

Revestimento aplicado a spray com equipamento de pulverização. Indicado para áreas onde a velocidade de liberação da área é crítica, já que sua cura é muito rápida (da ordem de minutos). Depois de aplicado, tem grande elasticidade e resistência química e mecânica.

Figura 12 - Membrana de poliuretano



Fonte: EQUIPEDEOBRA, 2014.

2.8.2.1.4 - Membrana acrílica

É formado por resina acrílica normalmente dispersa em água, executada com

diversas demãos intercaladas por estruturante. Resistente aos raios solares (ultravioleta), deve ser aplicada em superfícies expostas e não transitáveis. Deve, ainda, ser usada em áreas mais inclinadas (maior que 2%), para que a água não se acumule sobre a superfície e danifique o sistema.

Figura 13 - Membrana acrílica



Fonte: EQUIPEDEOBRA, 2014.

2.8.2.2 Sistema de Impermeabilização Pré-fabricado

O sistema pré-fabricado apresenta uma característica de um melhor controle de qualidade da aplicação, visto que o material possui um controle de sua fabricação, melhorando os métodos de aplicação, deve-se falar como exemplo, as mantas asfáltica, elas apresentam espessuras delimitadas e ajustadas pelo processo industrial de fabricação, podendo ser colocada normalmente em uma única camada. Dos exemplares de materiais que pertencem a este sistema podemos evidenciar: a mais utilizada que é a manta asfáltica e secundárias que são as mantas poliméricas sintéticas (manta de butil, manta de pvc) (FREI, 2009).

Segundo Costa (2009) esse tipo de sistema atualmente é mais recente que os moldados no local, ele surgiu pela necessidade de dar velocidade na aplicação e economia de mão de obra. Existem determinados elementos que mudam de uma manta para outra, um desses elementos é o tipo de asfalto a ser usado em cada situação. O melhor a ser utilizado é aquele que se acrescenta ao asfalto os polímeros, proporcionando uma maior vida útil e resistência.

2.8.2.3 Mantas Asfálticas

As mantas pré-fabricadas à base de diferentes tipos de materiais sintéticos (PEAD, PVC, TPO, EPDM, etc.) também podem ser utilizados nos sistemas impermeabilizantes. Feitas de ligas elásticas e flexíveis, adaptam-se com facilidade a locais sujeitos a movimentações e vibrações. Também são resistentes aos raios ultravioleta e a ataques químicos, dependendo de sua formulação.

O uso das geomembranas de PEAD e EPDM é mais indicado para obras de maior porte, como lagos artificiais, aterros sanitários e tanques. Além de proteger as estruturas, a impermeabilização nesses casos também tem o objetivo de preservar o meio ambiente. Elas criam uma barreira física que evita a contaminação do solo e de lençóis freáticos por material orgânico decomposto, óleos e combustíveis.

As mantas de EPDM, assim como as de TPO e PVC, também são bastante utilizadas em obras de edificações, principalmente na impermeabilização de coberturas. Há produtos disponíveis na cor branca, que, segundo o Green Building Council Brasil, reflete os raios solares e, com isso, ajuda a diminuir a temperatura no interior da edificação e no seu entorno. De acordo com a engenheira Virgina Pezzolo, da Proassp, a procura por essas mantas tem aumentado em função das certificações para edifícios sustentáveis, como os selos Leed e Aqua.

Os principais materiais utilizados de como impermeabilizantes pré-moldados são:

- PEAD
- EPDM
- PVC
- TPO

2.8.2.3.1 PEAD

As geomembranas de polietileno de alta densidade (PEAD) têm em sua composição cerca de 97,5% de polietileno virgem e 2,5% de fuligem (negro de fumo), responsável pela resistência aos raios ultravioleta. Também contêm adições de substâncias químicas que aumentam a resistência do produto a intempéries, ao calor e à degradação.

Figura 14 - Membrana PEAD



Fonte: EQUIPEDEOBRA, 2014.

2.8.2.3.2 EPDM

O etileno-propileno-dieno-monômero (EPDM) é um tipo de borracha que pode ser bastante esticada, isso permite que a geomembrana feita com o material se molde a praticamente qualquer tipo de superfície. O material também é usado na fabricação de mantas para coberturas, com fixação mecânica ou aderida.

Figura 15 - Membrana EPDM



Fonte: EQUIPEDEOBRA, 2014.

2.8.2.3.3 PVC

As mantas de PVC podem ser empregadas na impermeabilização de estruturas de concreto (túneis, lajes, subsolos, etc.) e coberturas. As mantas desenvolvidas para coberturas são resistentes aos raios solares e podem ficar expostas às intempéries, também há mantas

resistentes à penetração de raízes e micro-organismos.

Figura 16 - Membrana PVC



Fonte: EQUIPEDEOBRA, 2014.

2.8.2.3.4 TPO

Essas membranas são fabricadas com material termoplástico flexível reforçado com uma malha de poliéster. Têm grande resistência a rasgos, perfurações, bactérias, raios solares e ações climáticas.

Figura 17 - Membrana TPO



Fonte: EQUIPEDEOBRA, 2014.

Segundo a NBR 9952 (ABNT, 2014) A manta asfáltica é um produto pré-fabricado composto por asfalto como elemento predominante, reforçado com armadura e obtido por calandragem, extensão ou outros processos características definidas.

As mantas asfálticas são classificadas de acordo com a tração e alongamentos em tipos I, II, III e IV e a flexibilidade a baixa temperatura em classes A, B e C, conforme a tabela abaixo.

Tabela 01 – Situações a serem tratadas levando-se em conta a forma de ação da água

Ensaio		Unidade	Tipo				Método de ensaio
			I	II	III	IV	
1. Espessura (mínimo)		mm	3 mm	3 mm	3 mm	4 mm	7.1
2. Resistência à tração e alongamento – (longitudinal e transversal)	Tração (mínimo)	N	80	180	400	550	7.2
	Alongamento (mínimo)	%	2	2	30	35	
3. Absorção d'água – Variação em massa (máximo)		%	1,5	1,5	1,5	1,5	7.3
4. Flexibilidade a baixa temperatura ^{a e} .	Classe	A	-10	-10	-10	-10	7.4
		B	-5	-5	-5	-5	
		C	0	0	0	0	
5. Resistência ao impacto ^b a 0 °C (mínimo)		J	2,45	2,45	4,90	4,90	7.5
6. Escorrimento (mínimo)		°C	95	95	95	95	7.6
7. Estabilidade dimensional (máximo)		%	1 %	1 %	1 %	1 %	7.7
8. Envelhecimento acelerado	Mantas asfálticas expostas ^c	Os corpos de prova, após ensaio, não podem apresentar bolhas, escorrimento, gretamento, separação dos constituintes, deslocamento ou delaminação				ASTM G 154	
	Mantas asfálticas protegidas ou autoprotégidas ^d					7.8	
9. Flexibilidade após envelhecimento acelerado ^e	Classe	A	0	0	0	0	7.4
		B	5	5	5	5	
		C	10	10	10	10	
Ensaio		Unidade	Tipos				Método de ensaio
			I	II	III	IV	
10. Estanqueidade (mínimo)		m.c.a.	5	10	15	20	7.9
11. Resistência ao rasgo (mínimo)		N	50	100	120	140	7.10
<p>^a Em mantas asfálticas autoprotégidas, o ensaio de flexibilidade é feito dobrando-se a amostra de forma a manter a face autoprotégida em contato com o mandril e verificando-se a ocorrência de fissuras no lado da massa asfáltica.</p> <p>^b Quando as mantas asfálticas forem aplicadas sobre o substrato rígido (por exemplo, concreto), utilizar a base de aço; quando forem aplicadas sobre substrato flexível (por exemplo, isolações térmicas deformáveis), utilizar a base de poliestireno ou a base em que efetivamente for aplicada a manta asfáltica.</p> <p>^c Exposição do corpo de prova a 400 h de intemperismo, ciclos de 4 h de ultravioleta a 60 °C e 4 h de condensação de água a 50 °C.</p> <p>^d Desconsiderar envelhecimento que possa ocorrer na camada antiaderente.</p> <p>^e Os ensaios de flexibilidade devem ser efetuados nas temperaturas estabelecidas na Tabela 1.</p>							

FONTE: NBR 9952 (ABNT, 2014).

As mantas asfálticas podem ter acabamento superficial dos seguintes tipos:

- Granular;
- Geotêxtil;
- Metálico;
- Polietileno;
- Areia de baixa granulometria;
- Plástico metalizado.

Nota: Outros tipos de acabamento podem ser utilizados, desde que atendam aos requisitos desta Norma.

As mantas asfálticas devem possuir as seguintes características:

- Apresentar compatibilidade entre seus contribuintes: asfalto, armadura e acabamento nas mantas asfálticas auto protegidas, de modo a forma um conjunto monolítico.
- Suportar os esforços atuantes para os quais se destinam, mantendo-se estanques;
- Apresentar superfície plana com espessura uniforme, de bordas paralelas, não serrilhadas;
- Ser impermeáveis, resistentes à umidade e sem apresentar alterações de seu volume, quando em contato com a água;
- Resistir aos álcalis e ácidos dissolvidos nas águas pluviais;
- Apresentar armadura distribuída uniformemente em toda a sua extensão e que não se destaque, descole ou delamine ao longo do tempo.

2.9 SOLUÇÕES DE IMPERMEABILIZAÇÃO

De acordo com Pozzobon (2007), a escolha do sistema de impermeabilização mais adequado é função da forma de atuação da água sobre o elemento da edificação e do comportamento físico dos elementos sujeitos a ação da água. Há casos em que a necessidade do uso de mais de um único tipo solução impermeabilizantes, pois é comum ocorrerem mais de uma forma de atuação da água numa mesma situação.

No quadro 01, são apresentadas as situações corriqueiras a serem tratadas, levando-se em conta a forma de ação da água e o comportamento dos elementos das edificações, exemplos mais comuns para cada situação e as indicações para se resolver o problema.

Quadro 01 – Situações a serem tratadas levando-se em conta a forma de ação da água

Situação	Ação dos agentes	Exemplos típicos	Soluções
Atuação da água	Percolação	Lajes Terraços Coberturas Marquises Parapeitos Caixas d'Água Cisternas Reservatórios Piscina	Argamassa impermeabilizada Mantas Asfálticas Juntas
	Água sobre pressão hidrostática		Argamassa impermeabilizada Concreto impermeabilizado Membranas
	Umidade do solo	Muros de arrimo paredes em subsolo	Argamassa impermeabilizada Concreto impermeabilizado Pinturas asfálticas Drenagem subterrânea
Comportamento dos elementos da edificação	Sujeitos a fissuração e trincamento	Estruturas com fissuras e trincas devidas a dilatação/retração requalque, fadiga, movimentações estruturais	Juntas Membranas Mantas Reforços
	Sujeitos a esforços externos	Fissuras trincas provocadas por falhas no lançamento embasamento e cura do concreto, tráfego de veículos, obras vizinhas, etc.	Juntas Membranas Mantas

FONTE: AUTORES, 2015.

3. ESTUDO DE CASO – IMPERMEABILIZAÇÃO DA LAJE SUPERIOR

3.1 COMPARATIVOS ENTRE MANTA ASFALTICA E MANTA LIQUIDA

Nas construções a impermeabilização é parte integrante do projeto, sendo fundamental para a segurança da edificação e para a durabilidade da estrutura. Visto que poluentes e a água causam danos irreversíveis a estrutura e prejuízos financeiros com a re-permeabilização por falha de aplicação adequada. Entretanto as construtoras, na maioria dos casos, só dedicam atenção à impermeabilização no final da obra, quando a falta de previsão dos detalhes é responsável por grandes falhas (CABRAL, 1992).

Com intuito de expandir o conhecimento em relação a impermeabilização de laje superior, desenvolvemos alguns parâmetros argumentativos onde foi possível comprovar determinados índices de utilização em relação ao custo-benefício das formas impermeabilizantes atuais do mercado.

Foi realizada uma pesquisa comparativa entres os materiais de impermeabilizante líquido e manta asfáltica. Inicialmente foi elaborada uma pesquisa bibliográfica tendo por base livros, dissertações, manuais técnicos dos fabricantes e material disponível na internet, com intuito de adquirir informações que pudessem colaborar na compreensão do tema.

A pesquisa foi realizada em oito empresas da cidade de Goiânia-GO, que fornecem produtos e executam a impermeabilização, embora exista inúmeras formas e sistemas de impermeabilização, atualmente utiliza-se na maioria dos casos apenas dois métodos: A impermeabilização por manta asfáltica e impermeabilização líquida.

O primeiro requisito foi a pesquisa dos materiais e métodos impermeabilizantes mais usados no mercado, no entanto foi elaborado um questionário simplificado, para facilitar a compreensão dos dados fornecidos pela empresa.

As tabelas a seguir mostram os dados qualitativos descritos, a qual se realizou uma comparação entre os dois tipos de materiais, formando as conclusões sobre qual é o mais econômico, viável, rápido na sua instalação e os devidos cuidados a serem tomados, evitando assim problemas futuros.

Fomos orientados a preservar em sigilo o nome das empresas entrevistadas, por respeito e gratidão, a todas pela colaboração que tiveram com nossa pesquisa.

Tabela 02 – Questionário materiais e métodos Empresa “A”

NOME DA EMPRESA: EMPRESA “A”		
ENDEREÇO:		
FONE:		EMAIL:
IMPERMEABILIZANTES		
	MANTA ASFALTICA	MANTA LIQUIDA
PREÇO / M²	R\$ 60,00	R\$ 64,00
TIPO EXECUÇÃO	- APLICAÇÃO DO PRIMER -FIXAÇÃO DA MANTA COM MAÇARICO -PROTEÇÃO MECANICA	- APLICAÇÃO DO PRODUTO COM ROLO DE PINTURA
TEMPO GASTO PARA A APLICAÇÃO DE 1 M²	8 MINUTOS	10 MINUTOS POR DEMÃO + 3 HORAS DE INTERVALO ENTRE DEMÃOS
PERIODO DE MANUTENÇÃO	MANUTENÇÃO APENAS SE HOVER NECESSIDADE	
RELAÇÃO DE UTILIZAÇÃO (%)	70%	30%

FONTE: AUTORES, 2015.

Tabela 03 – Questionário materiais e métodos Empresa “B”

NOME DA EMPRESA: EMPRESA “B”		
ENDEREÇO:		
FONE:		EMAIL:
IMPERMEABILIZANTES		
	MANTA ASFALTICA	MANTA LIQUIDA
PREÇO / M²	R\$ 44,00	R\$ 70,00
TIPO EXECUÇÃO	- IMPRIMAÇÃO -FIXAÇÃO DA MANTA COM MAÇARICO -PROTEÇÃO MECANICA	- APLICAÇÃO DO PRODUTO COM ROLO DE PINTURA -
TEMPO GASTO PARA A APLICAÇÃO DE 1 M²	7 MINUTOS	7 MINUTOS POR DEMÃO + 3 HORAS DE INTERVALO ENTRE DEMÃOS
PERIODO DE MANUTENÇÃO	MANUTENÇÃO APENAS SE HOVER NECESSIDADE	
RELAÇÃO DE UTILIZAÇÃO (%)	80%	20%

FONTE: AUTORES, 2015.

Tabela 04 – Questionário materiais e métodos Empresa “C”

NOME DA EMPRESA: EMPRESA “C”		
ENDEREÇO:		
FONE:		EMAIL:
IMPERMEABILIZANTES		
	MANTA ASFALTICA	MANTA LIQUIDA
PREÇO / M²	R\$ 59,00	
TIPO EXECUÇÃO	- APLICAÇÃO DO PRIMER -FIXAÇÃO DA MANTA COM MAÇARICO -PROTEÇÃO MECANICA	
TEMPO GASTO PARA A APLICAÇÃO DE 1 M²	8 MINUTOS	
PERIODO DE MANUTENÇÃO	MANUTENÇÃO APENAS SE HOUVER NECESSIDADE	
RELAÇÃO DE UTILIZAÇÃO (%)	100%	0%

FONTE: AUTORES, 2015.

Tabela 05 – Questionário materiais e métodos Empresa “D”

NOME DA EMPRESA: EMPRESA “D”		
ENDEREÇO:		
FONE:		EMAIL:
IMPERMEABILIZANTES		
	MANTA ASFALTICA	MANTA LIQUIDA
PREÇO / M²	R\$ 55,00	
TIPO EXECUÇÃO	- APLICAÇÃO DO PRIMER -FIXAÇÃO DA MANTA COM MAÇARICO -PROTEÇÃO MECANICA	
TEMPO GASTO PARA A APLICAÇÃO DE 1 M²	8 MINUTOS	
PERIODO DE MANUTENÇÃO	MANUTENÇÃO APENAS SE HOUVER NECESSIDADE	
RELAÇÃO DE UTILIZAÇÃO (%)	100%	0%

FONTE: AUTORES, 2015.

Tabela 06 – Questionário materiais e métodos Empresa “E”

NOME DA EMPRESA: EMPRESA “E”		
ENDEREÇO:		
FONE:		EMAIL:
IMPERMEABILIZANTES		
	MANTA ASFALTICA	MANTA LIQUIDA
PREÇO / M²	R\$ 70,00	R\$ 65,00
TIPO EXECUÇÃO	- APLICAÇÃO DO PRIMER -FIXAÇÃO DA MANTA COM MAÇARICO	- APLICAÇÃO DO PRODUTO COM ROLO DE PINTURA
TEMPO GASTO PARA A APLICAÇÃO DE 1 M²	4 MINUTOS	13 MINUTOS POR DEMÃO + 3 HORAS DE INTERVALO ENTRE DEMÃOS
PERIODO DE MANUTENÇÃO	MANUTENÇÃO APENAS SE HOVER NECESSIDADE	MANUTENÇÃO PERANTE A DEFORMAÇÃO DA LAJE
RELAÇÃO DE UTILIZAÇÃO (%)	70%	30%

FONTE: AUTORES, 2015.

Tabela 07 – Questionário materiais e métodos Empresa “F”

NOME DA EMPRESA: EMPRESA “F”		
ENDEREÇO:		
FONE:		EMAIL:
IMPERMEABILIZANTES		
	MANTA ASFALTICA	MANTA LIQUIDA
PREÇO / M²	R\$ 69,90	R\$ 74,90
TIPO EXECUÇÃO	- APLICAÇÃO DO PRIMER -FIXAÇÃO DA MANTA COM MAÇARICO -PROTEÇÃO MECANICA	- PREPARO DA SUPERFICIE - APLICAÇÃO DO PRODUTO COM ROLO DE PINTURA -PROTEÇÃO MECANICA -
TEMPO GASTO PARA A APLICAÇÃO DE 1 M²	14 MINUTOS	20 MINUTOS POR DEMÃO + 3 HORAS DE INTERVALO ENTRE DEMÃOS
PERIODO DE MANUTENÇÃO	MANUTENÇÃO APENAS SE HOVER NECESSIDADE	5 ANOS DE GARANTIA
RELAÇÃO DE UTILIZAÇÃO (%)	80%	20%

FONTE: AUTORES, 2015.

Tabela 08 – Questionário materiais e métodos Empresa “G”

NOME DA EMPRESA: EMPRESA “G”		
ENDEREÇO:		
FONE:		EMAIL:
IMPERMEABILIZANTES		
	MANTA ASFALTICA	MANTA LIQUIDA
PREÇO / M²	R\$ 40,00	R\$ 44,00
TIPO EXECUÇÃO	- APLICAÇÃO DO PRIMER -FIXAÇÃO DA MANTA COM MAÇARICO	- APLICAÇÃO DO PRODUTO COM ROLO DE PINTURA
TEMPO GASTO PARA A APLICAÇÃO DE 1 M²	5 MINUTOS	7 MINUTOS POR DEMÃO + 3 HORAS DE INTERVALO ENTRE DEMÃOS
PERIODO DE MANUTENÇÃO	MANUTENÇÃO APENAS SE HOVER NECESSIDADE	MANUTENÇÃO PERANTE A DEFORMAÇÃO DA LAJE
RELAÇÃO DE UTILIZAÇÃO (%)	60%	40%

FONTE: AUTORES, 2015.

Tabela 09 – Questionário materiais e métodos Empresa “H”

NOME DA EMPRESA: EMPRESA “H”		
ENDEREÇO:		
FONE:		EMAIL:
IMPERMEABILIZANTES		
	MANTA ASFALTICA	MANTA LIQUIDA
PREÇO / M²	R\$ 50,00	R\$ 60,00
TIPO EXECUÇÃO	- APLICAÇÃO DO PRIME -FIXAÇÃO DA MANTA COM MAÇARICO	- APLICAÇÃO DO PRODUTO COM ROLO DE PINTURA
TEMPO GASTO PARA A APLICAÇÃO DE 1 M²	8 MINUTOS	12 MINUTOS POR DEMÃO + 3 HORAS DE INTERVALO ENTRE DEMÃOS
PERIODO DE MANUTENÇÃO	MANUTENÇÃO APENAS SE HOVER NECESSIDADE	
RELAÇÃO DE UTILIZAÇÃO (%)	90%	10%

FONTE: AUTORES, 2015.

A manta asfáltica vem sendo usada a mais de 200 anos no Brasil, e com isso promove certa confiança em sua performance, pois trata-se da utilização de materiais betuminosos como poliéster, que possuem grande resistência em relação aos demais, com isso garante um nível de manutenção menor.

É um produto vendido por várias marcas, todas com o mesmo procedimento de execução. Todas essas mantas atendem a NBR 9952, que determina o tipo de cada manta de acordo com a resistência a tração, resistência ao alongamento, à absorção de água, flexibilidade, resistência ao impacto, estanqueidade e resistência a rasgo. Porém, se não for aplicada de forma adequada poderá sofrer vários danos. Escolher o tipo de manta asfáltica depende da composição do material, para isso é necessário o conhecimento da forma de produção do produto (PICCHI, 1986).

Figura 18 – Manta asfáltica



Fonte: Acervo próprio, 2015

Já a manta líquida, existe no mercado a pouco mais de 10 anos, pois ela trata-se de um aperfeiçoamento das fórmulas utilizadas no passado onde era executada como uma forma de misturas de materiais impermeabilizantes, até atingir o produto final. Mesmo com o desenvolvimento da fórmula para um produto atual, que por sua vez agora, pronto para o uso, sua performance de resistência é inferior em relação a manta asfáltica convencional.

A manta líquida é um impermeabilizante acrílico elástico que pode ser utilizado sobre superfícies de concreto, alvenaria ou argamassa. Como principal característica, a manta líquida possui resistência a pressões hidrostáticas positivas, aplicação fácil, é uma barreira

contra sulfatos e cloretos, reduz o consumo de pinturas externas, entre outros benefícios (VIAPOL, 2014).

Figura 19 – Manta líquida



Fonte: VIAPOL, 2014.

Por tanto os dois modos provêm de vantagens e desvantagens conforme o quadro 02 abaixo:

Quadro 02 – Vantagens e desvantagens da massa asfáltica e massa líquida

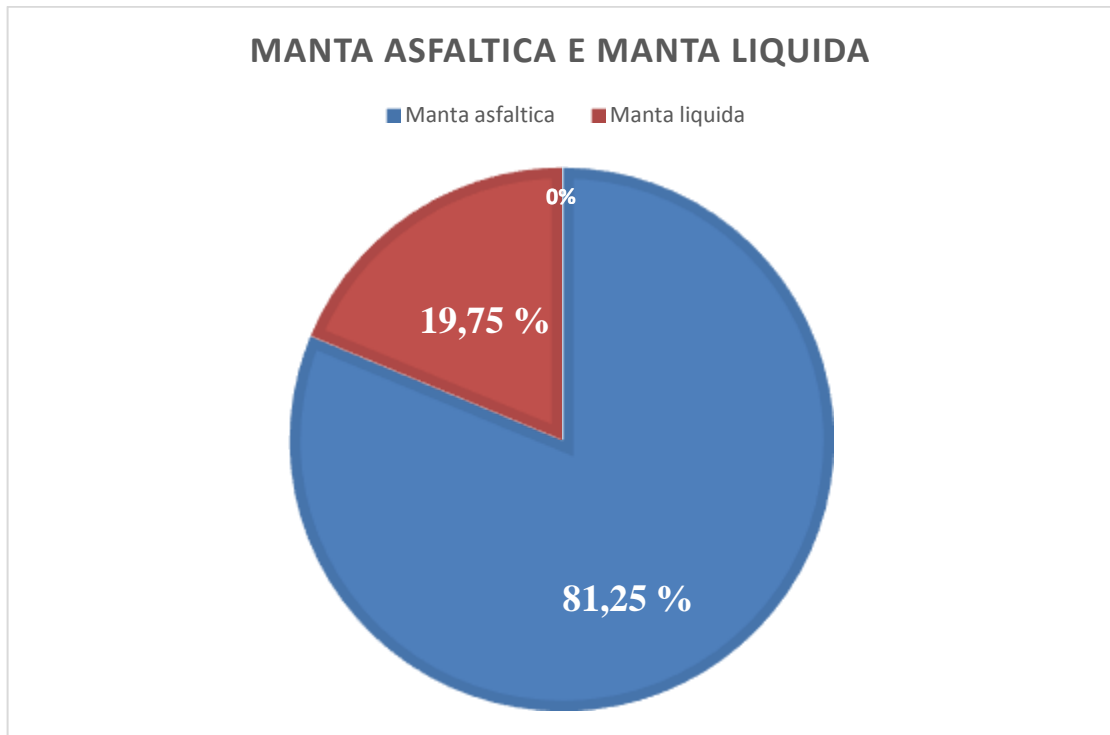
	VANTAGENS	DESvantagens
MANTA ASFALTICA	<ul style="list-style-type: none"> -Flexível -Resistente a fissurações -Espessura fixa -Suporta variações térmicas -Tolera exposição solar 	<ul style="list-style-type: none"> -Não resiste a pressão negativa -Mão-de-obra especializada -Problemas nas emendas -Exige camada de proteção
MANTA LIQUIDA	<ul style="list-style-type: none"> -Resistente a pressão negativa -Fácil aplicação -Seu uso uniformiza o substrato -Flexível 	<ul style="list-style-type: none"> -Não pode ser aplicado em estruturas elevada -Não tolera variações térmicas -Não suporta exposição solar

Fonte: AUTORES, 2015.

Após o levantamento de dados das empresas de impermeabilização, podemos obter a relação da utilização dos materiais. Os fornecedores e usuários foram questionados quanto aos

valores, o rendimento quantitativo e sobre as técnicas utilizadas para a aplicação do produto, conforme a figura podemos observar a demanda da manta asfáltica em relação a manta líquida nas oito empresas analisadas.

Figura 20 – Relação de utilização



Fonte: acervo próprio, 2015.

Ou seja, o mercado da manta líquida conforme a pesquisa, abrange uma pequena fatia em relação a manta asfáltica, pois um dos fatores observados é o valor do metro quadrado, onde o preço da manta asfáltica é mais em conta, embora esse não seja o fator principal para a grande diferença entre os índices de utilização.

Essa proporção colaborou para o nosso acompanhamento de caso, que se trata da impermeabilização da laje superior utilizando com manta asfáltica.

3.2 ACOMPANHAMENTO DA EXECUÇÃO

A laje impermeabilizada que foi acompanhada, pertence a um sobrado, que fica situado no residencial Alphaville Flamboyant Araguaia na cidade de Goiânia-Go, onde a área

total de construção é 168 m², porém a área da cobertura impermeabilizada foi de aproximadamente 85,5 m², pois o restante da laje vai ser colocado o telhado.

Figura 21 – Localização da obra



Fonte: www.google.com.br/maps, 2015.

A impermeabilização acompanhada, foi de maneira correta, pois houve o projeto, que foi realizado durante a construção, para se prevenir as patologias. Portanto mostraremos a seguir os processos e os produtos a serem utilizados, para se realizar uma impermeabilização de acordo com a norma e suas exigências.

3.2.1 Processo de impermeabilização da laje superior

Todo o processo de execução foi prosseguido perante os termos técnicos propostos pelas normas NBR's 9574/08, 9575/10 e a 9952/14 onde essas normas servem como orientação para se fazer um serviço bem feito de impermeabilização.

3.2.2 Equipamentos de Proteção individual (EPI) e ferramentas Utilizados na Impermeabilização

Na impermeabilização, como nos demais serviços executados em uma construção, é necessário zelar pelos operários. Na figura 22, abaixo, são dados exemplos de equipamentos como botas, luvas, capacetes, óculos de segurança, máscaras de proteção (para aplicação de imprimação e produtos à base de solvente) e uniformes.

Figura 22 – Equipamentos de proteção



Fonte: Acervo próprio, 2015.

Algumas ferramentas também são necessárias no processo de impermeabilização. Na figura 23, temos desempenadeira, colher de pedreiro, trincha e pincel largo, vassoura ou vassourão de pêlo macio, rolo para pintura e maçarico.

Figura 23 – Ferramentas



Fonte: EQUIPEDEOBRA, 2014.

Para aplicação de mantas utiliza-se, também, um rolo de lã de cordeiro, reforçado que suporta altas temperaturas. A aplicação pode ser observada na figura 24.

Figura 24 – Rolo lã de cordeiro



Fonte: Acervo próprio, 2015.

3.2.3 Sistema de impermeabilização e métodos de aplicação adotados

Na laje do sobrado foi utilizando a manta asfáltica como impermeabilização, pois é de fácil aplicação, onde é necessário o maçarico o gás GLP e luvas de raspa.

Figura 25 – Materiais utilizados para aplicação da manta asfáltica



Fonte: Acervo próprio, 2015.

Segundo a empresa responsável pela execução, a manta asfáltica foi escolhida, por se tratar de uma área mais plana, onde o produto é de rápida aplicação, por ser flexível, e por aguentar grandes esforços mecânicos, e os custos são menores que a manta líquida.

Foi executada a manta asfáltica com estruturante tecido de poliéster que é formado por filamentos constantes, que proporciona ao produto uma maior resistência a tração e ao puncionamento, fazendo com que ganhe uma maior elasticidade e uma enorme capacidade de aderência.

As características da manta utilizada e o processo de aplicação estão seguindo os parâmetros da NBR 9575 (ABNT, 2010).

Foi seguido as condições e regulamentos impostos pela NBR 9575 (ABNT, 2010) para dar seguimento ao serviço de aplicação da impermeabilização.

Foi cumprido de acordo com a norma NBR 9575 (ABNT, 2010):

a) A execução das arestas e os cantos da laje, que devem ser arredondados com um traço de argamassa de 1:3 para melhor se trabalhar com a manta, evitando problemas como a ruptura.

b) Os coletores de água possuem diâmetro mínimo de 75 mm, para se poder escoar melhor a quantidade de água sobre a laje.

c) A inclinação da laje em direção aos coletores de água é de 1%, respeitando os padrões da norma.

d) A canaleta na extremidade da laje foi executada com blocos de alvenaria preenchidos com argamassa, se tornando mais sólidos, para resistir melhor aos esforços.

e) Para se embutir a manta no plano vertical a norma exige que tenha uma altura mínima de 20 cm, na qual foi atendida com a altura de 30 cm do nível do piso.

3.2.4 Aplicação da Impermeabilização

A laje a ser impermeabilizada estava limpa sem a presença de qualquer tipo de matéria ou substância, se encontrava seca, sem deformação em sua superfície, os acabamentos de cantos e arestas estavam totalmente curados, tudo de acordo com a norma NBR 9574 (ABNT, 2008).

Figura 26 – Laje limpa, seca e sem qualquer deformação.



Fonte: Acervo próprio, 2015.

Aplicou-se uma demão de produto para imprimação (primer) com rolo para pintura, do tipo lã de carneiro, o prime aplicado foi compatível com a manta a ser executada atendendo a NBR 9574 (ABNT, 2008).

Figura 27 – Prime utilizado



Fonte: Acervo próprio, 2015.

Figura 28 – Aplicação do prime



Fonte: Acervo próprio, 2015.

Foi realizado um reforço da impermeabilização de acordo com a NBR 9952/14 nos pontos mais críticos, que são os coletores pluviais, e as tubulações que ultrapassam o nível da laje, para garantir uma segurança e isolamento melhor.

Desenrola-se a bobina da manta, para facilitar o seu manuseio no alinhamento e no posicionamento, para assim aquecê-la com o maçarico a gás GLP, de acordo com a NBR 9574 (ABNT, 2008).

Figura 29 – Aplicação da manta asfáltica com maçarico



Fonte: Acervo próprio, 2015.

A sobreposição das mantas no sentido longitudinal, respeitou-se o mínimo exigido pela NBR 9574 (ABNT, 2008), que requer o mínimo 10 cm de transposição, foi utilizado uma espátula aquecida para pressionar e selar as junções, também conforme determinado pela norma.

Figura 30 – Aquecimento da manta e espátula para selar a sobreposição



Fonte: Acervo próprio, 2015.

A manta foi embutida na parede da maneira correta, 30 cm acima do nível da laje, seguindo a NBR 9575, (ABNT, 2010).

Figura 31 – A manta embutida na parede



Fonte: Acervo próprio, 2015.

Após a aplicação de toda a impermeabilização, foi realizado o teste de estanqueidade de 72 horas, no qual não apresentou falhas na impermeabilização, passando nos critérios da NBR 9574/10.

Figura 32 – Teste estanqueidade



Fonte: Acervo próprio, 2015.

Após a estanqueidade foi realizado a proteção mecânica da impermeabilização, que de acordo com o fabricante e feito com argamassa com traço de 1:3.

Figura 33- Proteção mecânica sobre a laje, totalmente curada.



Fonte: Acervo próprio, 2015.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o conhecimento adquirido com as pesquisas bibliográficas e com as análises dos sistemas de impermeabilização, concretizou-se que a fase de impermeabilização é essencial em uma construção, sendo seu objetivo principal evitar surgimento de patologias futuras. É fundamental também, o projeto de impermeabilização, sendo necessário prosseguir-lo juntamente com o projeto arquitetônico, para que assim seja possível determinar a escolha do sistema de impermeabilização adequado para cada caso.

No entanto, há uma grande deficiência desse setor da engenharia mesmo com sua importância, a maioria das obras que necessitam de serviços impermeabilizantes não possuem projeto de impermeabilização, com isso a falta de informação leva a má execução do processo, como a insegurança na hora de definir o tipo de impermeabilização a ser utilizado

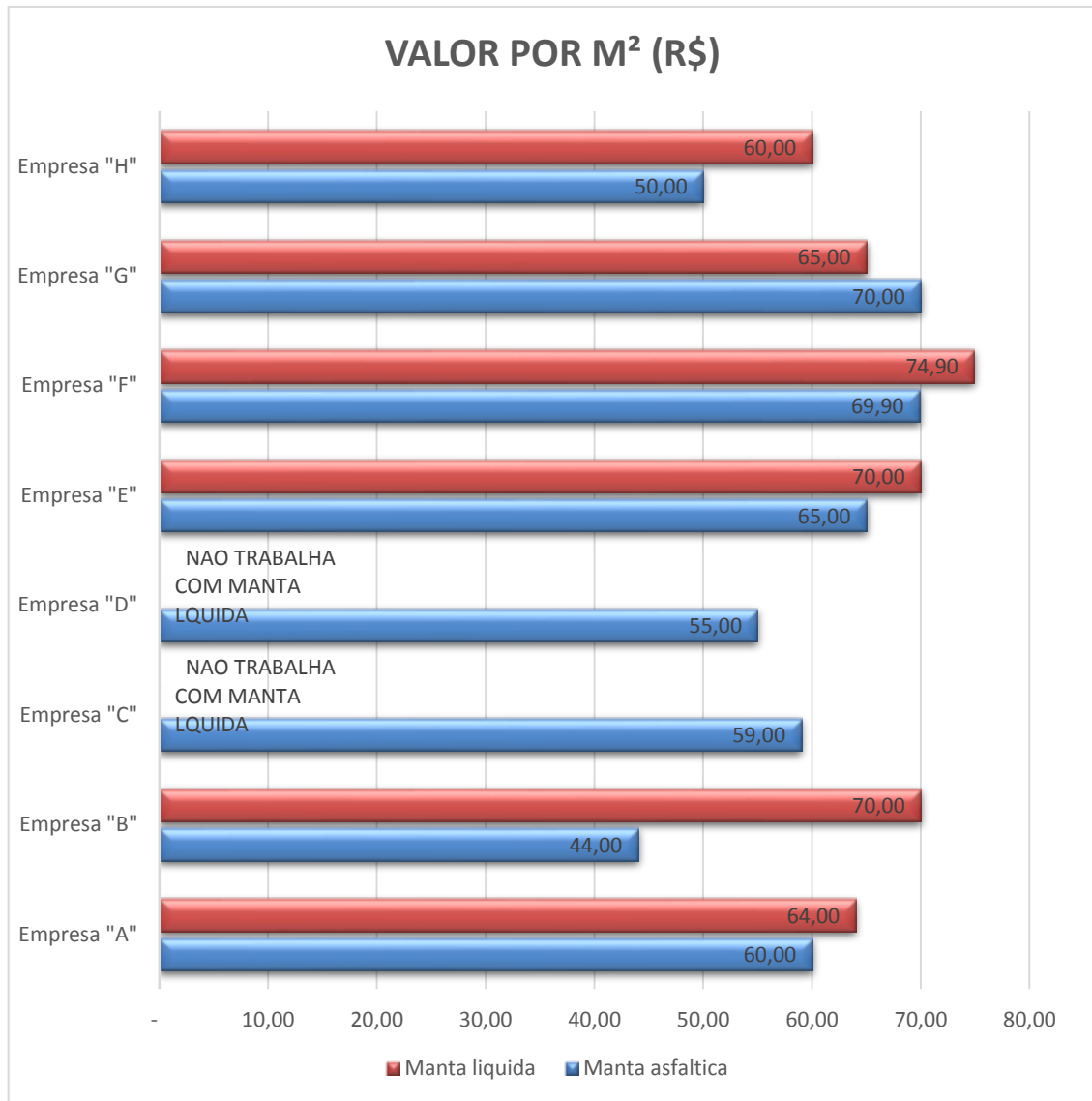
A boa execução da impermeabilização é de suma importância, pois deve-se evitar ao máximo problemas como infiltrações e degradações precoces dos materiais. Pois os custos com a re-impermeabilização é aproximadamente o dobro da impermeabilização.

Quanto aos produtos utilizados, pode-se afirmar que a manta asfáltica é o melhor método a ser utilizado em lajes de coberturas ou pequenas áreas onde há passagem de pessoas. Pois ela é mais resistente se comparado a manta líquida, sua execução é mais rápida, e mais fácil, além do fato de ter uma longa vida útil, tal fato explica a grande demanda no mercado em relação a manta líquida.

Os materiais citados no estudo que apresentaram suas vantagens e desvantagens, principalmente nos custos e no tempo de aplicação. Sugerem-se mais estudos auxiliando quanto à maneira técnica de execução na prevenção e orientação de surgimento de patologias. Pois são necessários mais estudos que abordem sobre a estanqueidade orientando a melhor maneira de se evitar problemas futuros. Recomenda-se fazer uma comparação da manta asfáltica com o polímero. Este produto vem ganhando um grande espaço na área de construção Civil. Além de fazer uma comparação, levando em conta os locais de aplicação do impermeabilizante. Por fim sugere-se que se façam uma avaliação quanto ao grau de satisfação do usuário com o sistema de impermeabilização.

A figura 34 representa os valores encontrados por metro quadrado encontrados em nossa pesquisa, pode ser comprovada uma diferença de 11,15% de economia no uso da manta asfáltica, em relação à manta líquida, esse fato intensifica ainda mais a maior utilização.

Figura 34 – Relação de valores



Fonte: acervo próprio, 2015.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575: Seleção e projeto**. Rio de Janeiro, 2010.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9952: Manta Asfáltica com armadura para impermeabilização** – Requisitos e métodos de ensaio: Rio de Janeiro, 2007.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NRB 12190: seleção de impermeabilização**, Rio de Janeiro, 2001.

ARANTES, K. Y. **Uma visão geral sobre a impermeabilização na construção civil**. Belo Horizonte: Monografia – Escola de Engenharia UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

AZEVEDO, S.L.; GUERRA, F.L. **Considerações sobre patologias e restaurações de edifícios**. São Paulo: Téchné, 2009.

BAUER, E.; VASCONCELOS, P.H.C.O; GRANATO, J.E. **Sistemas de impermeabilização e isolamento térmico**. São Paulo: IBRACON, 2003.

BORBOLETAS. **Mofo no teto**. 2014. Disponível em: <http://www.borboletasbr.blogspot.com.br/>. Acesso em: 23 nov. 2014.

CABRAL, P. L. **Impermeabilização e proteção em armazéns graneleiros**. Revista Impermeabilizar, São Paulo: 1992.

CASTISANO, L. M. O, J. L. **Impermeabilização com Manta Asfáltica e Argamassa Polimérica**. Barretos: Universitário da Fundação Educacional de Barretos – UNIFEB, 2012.

CUNHA, A. G.; NEUMANN, W. **Manual de impermeabilização e isolamento térmico**. Rio de Janeiro: Barbieri, 1979.

COSTA, A. R. **A impermeabilização das edificações**. Blumenau: 2009.

DENVER. **Impermeabilizantes: aplicações**. 2015. Disponível em: <http://www.denverimper.com.br/>. Acesso em: 10 fev. 2015.

DREAMSTIME. **Dreamstime**. 2014. Disponível em: <http://pt.dreamstime.com/>. Acesso em: 20 nov. 2014.

ENGENHARIA CIVIL. **Criptoflorescencia**. 2014. Disponível em: <http://www.engenharia civil.com/dicionario/criptoflorescencia>. Acesso em: 10 nov. 2014.

EQUIPE DE OBRA. **Como construir na prática**. 2014. Disponível em: <http://www.equipedebra.pini.com.br>. Acesso em: 22 abr. 2015.

FREI, M. M. T. R. G. **A Importância da impermeabilização em Edificações**. Barretos: estudo de caso no tratamento de infiltração em laje de subsolo. Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, SP, 2009. 67p.

IBDA. **Instituto Brasileiro de Desenvolvimento de arquitetura**. 2014. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br>. Acesso em: 22 abr. 2015.

IBI. **Instituto Brasileiro de Impermeabilização**. 2014. Disponível em: <http://www.ibisp.org.br>. Acesso em: 22 nov. 2014.

LERSCH, I. M. **Contribuição para a identificação dos principais fatores de degradação em edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre**. Porto Alegre: UFRGS, 2003.

PAVAN, Ademilton; DAL PONT, Tiago Estano. **Impermeabilização com manta asfáltica: Um estudo de caso no tratamento da infiltração em lajes de cobertura**. Tubarão: 2007. Universidade do Sul de Santa Catarina, 2007.

PENSEIMOVEIS. **Imóveis**. 2014. Disponível em: www.revista.penseimoveis.com.br. Acesso em: 10 nov. 2014.

PERDIGÃO, R.C.C. **Impermeabilização de construções: Soluções tecnológicas e critérios de seleção**. 2007. 82f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2007. Disponível em: <http://w3.ufsm.br>. Acesso em: 20 mar. 2015.

PICCHI, F.A. **Impermeabilização de coberturas**. São Paulo: Editora Pini, 1986. 220p.

PLÁ, C.F.O. **Impermeabilização e isolamento**. Rio Grande do Sul, Instituto Federal de Educação, 2010. 33p.

POZZOBON, Cristina Eliza. **Notas de Aulas da disciplina de Construção Civil II**. Anápolis, 2007.

RIGHT, G. V. **Estudo dos Sistemas de Impermeabilização: patologias, prevenções e correções**, Santa Maria: 94p. 2009. Disponível em: http://www.livrosgratis.com.br/arquivos_livros/cp119917.pdf. Acesso em: 13 fev. 2015.

RIPPER, Ernesto. **Como evitar erros na construção**. 3 ed. São Paulo: PiniLtda, 1996. 168 p.

SANTOS, C. B. **Sistema de impermeabilizações: estudo de caso de impermeabilização de pé de parede na pós-ocupação e de laje de terraço em Feira de Santana-BA**. Feira de Santana: UEFS, 2010.

SOUZA, Júlio Cesar Sabadini de; MELHADO, Silvio Burrattino. **Diretrizes para a seleção e projeto de impermeabilização dos pisos do pavimento tipo de edifícios**. São Paulo: PCC-USP, 1998.

STORTE, M. - Gerente Técnico da Viapol Impermeabilizantes. **Impermeabilização – Prevenção e Proteção**. Artigo do Instituto Brasileiro do Concreto, s.d.

UEMOTO, K. L. **Patologia: danos causados por eflorescências**. Tecnologia de Edificações, São Paulo: Pini, IPT- Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1988.

VEDACIT. **Manual técnico de impermeabilização de estruturas**. 7. ed. 2014. Disponível em: <http://www.vedacit.com.br>. Acesso em: 20 nov. 2014.

VERÇOZA, E.J. **Impermeabilização na construção**. Porto Alegre: Editora Sagra, 1987. 151p.

VIAPOL. **Impermeabilização**. 2014. Disponível em: <http://www.viapol.com.br>. Acesso em: 26 nov. 2014.

WIKIPEDIA. **O que é uma Laje**. Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Laje_\(arquitetura\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Laje_(arquitetura)). Acesso em: 23 jan. 2015.