

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

RACHEL MOURA ANDERE

**SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO VISANDO PATOLOGIAS E
CORREÇÕES: Estudo de caso**

**Varginha
2016**

RACHEL MOURA ANDERE

**SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO VISANDO PATOLOGIAS E
CORREÇÕES: Estudo de caso**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas-UNIS MG, como pré-requisito para obtenção do título de Bacharel, sob orientação da professora Marina Bedeschi Dutra.

**Varginha
2016**

RACHEL MOURA ANDERE

**SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO VISANDO PATOLOGIAS E
CORREÇÕES: Estudo de caso**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas-UNIS MG, como pré-requisito para obtenção do título de Bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

Prof.Orientador Marina Bedeschi Dutra

Prof. Armando Belato Pereira

Prof. Leopoldo Freire Bueno

OBS.:

Aos meus pais e familiares, pelo apoio em todos os momentos e por sempre acreditarem em meu sucesso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais pela dedicação, carinho e que sempre acreditaram em mim, ao meu namorado Marcel, pelo companheirismo e apoio sempre demonstrado ao meu lado, aos meus amigos de curso que esteve sempre presente nesta trajetória com paciência e companheirismo e em especial a professora orientadora Marina Bedeschi Dutra pela paciência e suporte nessa caminhada.

"Todos os seus sonhos podem se tornar realidade se você tem coragem para perseguí-los"

Walt Disney, desenhista e empreendedor.

RESUMO

Uma etapa importante da construção civil é a impermeabilização, a qual não tem tido a devida importância, sendo muitas vezes executado, de forma empírica, sem projetos específicos, e sem concordância com a norma ABNT NBR 9575- Impermeabilização: Seleção e Projeto de Impermeabilização de 2003. A maioria dos problemas de impermeabilização se dá pela inexistência do sistema de impermeabilização, gerada pela contenção de custos, talvez porque, o custo de impermeabilização em uma obra é de aproximadamente 3% do custo total mas também, pela falta de informações, em relação a importância de se impermeabilizar. Levando assim ao surgimento das patologias. Nesse estudo apresentam-se os tipos de impermeabilização, as técnicas de execução mais adequadas, além de apresentar vários casos de patologias e de sugerir algumas possíveis soluções a serem adotadas. É apresentado o projeto de impermeabilização de um muro de arrimo, como problemas de infiltração, juntamente com seu memorial descritivo e seu respectivo orçamento.

Palavras-chave: Patologias. Impermeabilização. Projeto de Impermeabilização.

ABSTRACT

An important stage of construction is the waterproofing, which has not had its due importance, often executed, empirically, without specific projects, and without agreement with ABNT NBR 9575- Waterproofing: Selection and Waterproofing Project 2003. most waterproofing problems is by lack of waterproofing system, generated by cost containment, perhaps because the cost of waterproofing a work is approximately 3% of the total cost but also the lack of information on regarding the importance of proof. thus leading to the emergence of diseases. In this study we present the types of waterproofing, the most appropriate technical implementing, in addition to presenting several cases of disease and suggest some possible solutions to be adopted. It presented the waterproofing design of a retaining wall, and infiltration problems, along with its descriptive memorial and its budget.

Keywords: *Diseases. Sealing. Waterproofing project.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Proporção do custo de cada etapa da construção de uma edificação	15
Figura 2 – Sistema de Impermeabilização rígida ou flexível	24
Figura 3- Preparação de argamassa com aditivo impermeabilizante	25
Figura 4– Impermeabilização de paredes de encosta com aditivo impermeabilizante.....	26
Figura 5 - Cimento impermeabilizante de pega ultra-rápida	27
Figura 6 – aplicação de membrana com polímero modificado com cimento (Viaplus).....	28
Figura 7 – Aplicação de membrana asfáltica - VEDAPREN	29
Figura 8– Aplicação de membrana acrílica	30
Figura 9– Aplicação de manta asfáltica na horizontal.....	32
Figura 10- Aplicação de Manta asfáltica vertical.....	32
Figura 11-Exemplo de caimentos em laje com 1 coletor	33
Figura 12- Camadas de sistema de impermeabilização flexível.....	35
Figura 13– Execução de arremate de impermeabilização junto ao ralo.....	36
Figura 14- Detalhamento do encaixe da manta na alvenaria.....	37
Figura 15– Detalhe de impermeabilização na soleira.....	38
Figura 16– Detalhe de pingadeira.....	39
Figura 17– Murro de arrimo com infiltração.....	45
Figura 18– Murro de arrimo com infiltração.....	45
Figura 19– Murro de divisa com dreno	46
Figura 20– Esquema da parede enterrada com infiltração.	46
Figura 21– Murro de arrimo com escoamento da água pela falta de pingadeira.....	47
Figura 22– Esquema da patologia pela falta de pingadeira parede enterrada com infiltração.	47
Figura 23– Esquema de soluções para problemas de impermeabilização em estruturas enterradas.....	48
Figura 24-Sistema de Impermeabilização muro de arrimo	51
Figura 25-Detalhe de pingadeira do projeto	52
Figura 26- Detalhe da drenagem	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Projeto de Impermeabilização- NBR9575	21
Tabela 2 – Cálculo do BDI	59
Tabela 3- Cálculo do custo da mão de obra- ajudante.....	60
Tabela 4- Cálculo do custo da mão de obra- oficial	61
Tabela 5- Compra de ferramentas	61
Tabela 6- orçamento administração local	62
Tabela 7- Orçamento da impermeabilização	62
Tabela 8- Orçamento chapisco	63
Tabela 9-Orçamento reboco	63
Tabela 10-Orçamento pintura.....	64
Tabela 11-Orçamento limpeza geral da obra.....	64
Tabela 12- Orçamento Total com BDI	64

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Justificativa	14
1.2 Objetivo geral.....	16
1.3 Objetivos específicos.....	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 Conceito de impermeabilização.....	17
2.2 Mecanismos de atuação da água nas edificações	17
2.2.1 Umidade acidental	17
2.2.2 Umidade ascensional	18
2.2.3 Umidade de infiltração	18
2.2.4 Umidade por condensação.....	18
2.2.5 Umidade de obra.....	19
2.3 Projeto de impermeabilização	19
2.4 Escolha da impermeabilização	21
2.5 Sistemas Impermeabilizantes	23
2.5.1 Tipos de Sistemas	23
2.5.1.1 Sistema de Impermeabilização Rígida	24
2.5.1.1.2 Argamassa com aditivo hidrófugo impermeabilizante	24
2.5.1.1.3 Argamassa Polimérica	26
2.5.1.1.4 Cimentos Cristalizantes	26
2.5.1.1.5 Cimento impermeabilizante de pega ultra-rápida.....	27
2.5.2.1 Sistema de impermeabilização flexível	28
2.5.2.1.1 Membrana de polímero modificado com cimento.....	28
2.5.2.1.2 Membranas asfálticas	29
2.5.2.1.3 Membrana acrílica	30
2.5.2.1.4 Manta asfáltica.....	31
2.5.3 Componentes do sistema de impermeabilização.....	32
2.5.3.1 Base e camada de regularização	33
2.5.3.1.2 Caimentos	33
2.5.3.2 Camada impermeável	34
2.5.3.3 Proteção mecânica	34
2.5.3.4 Detalhes construtivos.....	35
2.5.3.4.1 Ralo.....	35
2.5.3.4.2 Rodapés	36

2.5.3.4.3 Soleira.....	37
2.5.3.4.4 Pingadeira	38
2.6. Patologias causadas por impermeabilização aplicada de forma inadequada ou pela inexistência da mesma	39
2.7. Manutenção da impermeabilização	41
3 METODOLOGIA.....	42
4 ESTUDO DE CASO – ANÁLISE E SUGESTÕES DE IMPERMEABILIZAÇÕES	44
4.1 Estruturas enterradas- apresentação do estudo de caso	44
4.1.1 Soluções a serem utilizadas nos problemas de impermeabilização em paredes enterradas	48
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	49
5.1 Memorial descritivo.....	49
5.1.1 Objetivo	49
5.1.2 Generalidades	49
5.1.3 Especificações	49
5.1.4 Normas técnicas.....	50
5.1.5 Referências Normativas.....	50
5.1.6 Método executivo	50
5.1.7 Desenhos.....	51
5.1.8 Impermeabilização.....	51
5.1.9.1 Detalhe Construtivo: pingadeira em concreto	51
5.1.9.3 Drenagem tipo barbacã.....	52
5.1.10 Solução através do lado interno.....	53
5.1.10.1 Argamassa com aditivo hidrófugo: caracterização e dimensões do material ...	53
5.1.10.1.2 Preparo do substrato	53
5.1.10.1.3 Aplicação da argamassa com aditivo hidrófugo.....	54
5.1.10.2 Argamassa polimérica: caracterização e dimensões do material.....	54
5.1.10.2.2 Preparo do substrato	55
5.1.10.2.4 Proteção da argamassa polimérica.....	55
5.1.11 Solução através do lado externo	55
5.1.11.1 Primer Manta caracterização e dimensões do Material	55
5.1.11.1.3 Preparo do substrato	55
5.1.11.1.4 Aplicação do primer manta.....	56

5.1.11.2 Solução através do lado interno	56
5.1.11.2.1 Manta asfáltica: caracterização e dimensões do material	56
5.1.11.2.2 Preparo do substrato	57
5.1.11.2.3 Aplicação da manta asfáltica	57
5.1.11.3 Adesivo para chapisco: caracterização e dimensões do Material	58
5.1.11.3.2 Preparo do substrato	58
5.1.11.3.3 Aplicação da adesivo para chapisco	58
5.1.11.4.3 Aplicação da tela estruturante de PVC	59
5.2 Orçamento	59
6 CONCLUSÃO	66
REFERÊNCIAS	67
APÊNDICE A - Planilhas de composição de preço unitário	70

1 INTRODUÇÃO

Atualmente o mercado brasileiro contém diversos fabricantes de produtos para impermeabilização, desenvolvidos para impedir a ação indesejada da água. Com o uso de tais produtos, a impermeabilização deixa de ser algo pouco executado na construção civil, e passa a fazer parte dos projetos, representando uma minúscula fração do custo e do volume de uma obra, quando planejada antecipadamente (Manual Técnico VEDACIT, 7ª edição, p. 6).

Uma eficiente impermeabilização resulta em maior vida útil da edificação. Com a impermeabilização executada no decorrer da obra é mais fácil e economicamente melhor, do que reparar ou concertar posteriormente, uma vez que a umidade presente torna os ambientes insalubres e com aparência desagradável, exibindo eflorescências, manchas, bolores, oxidação das armaduras, tornando o reparo mais complexo (RIGHI, 2009).

A impermeabilização é uma das principais etapas na construção civil, que propicia aos usuários conforto, tornando os ambientes salubres e mais adequados à prevenção de doenças respiratórias (Manual Técnico VEDACIT, 7ª edição, p. 6).

A falta de impermeabilização está entre os principais problemas citados em obras de construção civil, que se planejados nos primeiros estágios do desenvolvimento da construção podem ser evitados, dado que geralmente são os problemas que geram mais custos e traumas para os ocupantes da edificação. A falta de informações a respeito das técnicas e dos materiais de impermeabilização são os principais responsáveis pelos diversos problemas e patologias geradas pela umidade (RIGHI, 2009).

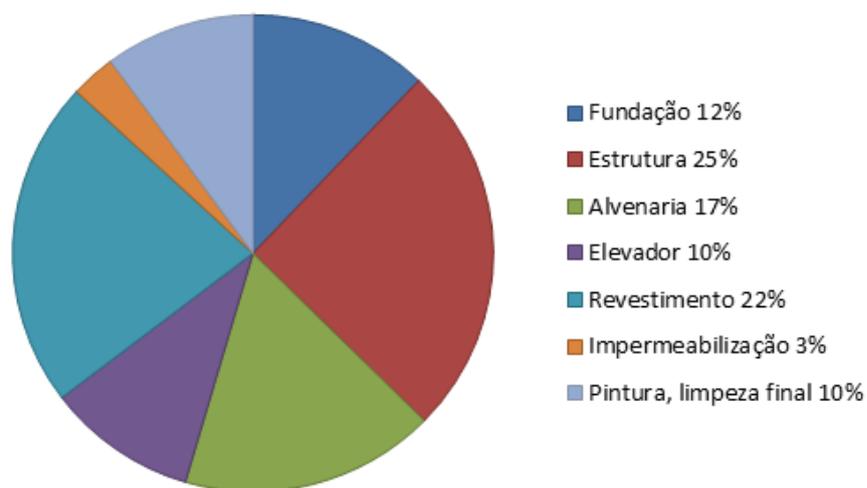
1.1 Justificativa

Na construção civil há uma diferença entre a teoria e o que verdadeiramente acontece na prática, no canteiro de obra, devido a pouca qualificação da mão de obra e a não utilização das normas que abordam os sistemas de impermeabilização, diversos problemas ocorrem posteriormente a execução da obra (RIGHI, 2009).

A execução da impermeabilização durante a obra é o mais recomendado, pois é mais simples e econômico quando comparado à executar a impermeabilização depois da obra já finalizada. Quando os problemas com umidade passam a existir na obra já finalizada tornam os ambientes desagradáveis levando ao surgimento de manchas, bolores, podendo ainda causar oxidações das armaduras, eflorescência entre outras patologias, danosas à edificação e as pessoas que a ocupam (RIGHI,2009).

O custo de impermeabilização de acordo com a Vedacit (2012), em uma edificação representa cerca de 3% do custo total da obra, conforme se observa na Figura 1. Esse valor é pouco significativo considerando que a falta da impermeabilização adequada pode levar a gastos posteriores com reparos da edificação e principalmente com a saúde de seus ocupantes.

Figura 1– Proporção do custo de cada etapa da construção de uma edificação



(Fonte: VEDACIT, 2012, p. 6)

O trabalho se justifica justamente para mostrar a relevância de se conhecer e executar os procedimentos da impermeabilização e em casos onde seja necessária a correção do sistema de impermeabilização e como proceder. A impermeabilização tem o papel de proteger dos danos que a umidade pode causar que levam ao comprometimento da edificação, diminuindo sua vida útil, além de tornar os ambientes insalubres. A fim de mostrar a importância do projeto de impermeabilização será realizado um projeto de reparo da impermeabilização de um muro de arrimo, que já danificado pela umidade e ineficiência da impermeabilização existente.

1.2 Objetivo geral

Objetivo desse trabalho é relacionar conhecimentos específicos sobre impermeabilização e assim avaliar os processos mais adequados de aplicação, correção dos sistemas de impermeabilização, realizando um projeto de reparo da impermeabilização de um muro de arrimo seguindo as prescrições da norma ABNT NBR 9575.

1.3 Objetivos específicos

O objetivo geral deste trabalho será atingido a partir dos objetivos específicos listados abaixo:

- a) Levantar e analisar quais são os problemas de um estudo de caso em estrutura enterrada (muro de arrimo);
- b) Memorial descritivo do projeto de impermeabilização do estudo de caso;
- c) Levantamento de materiais e serviços referente ao projeto de impermeabilização do estudo de caso;
- d) Projeto de impermeabilização do estudo de caso.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Conceito de impermeabilização

O conceito de Sistema de Impermeabilização de acordo com a NBR 9575/2003 é: “Conjunto de produtos e serviços destinados a conferir estanqueidade às partes de uma construção” Constituindo esta estanqueidade com sua definição, na mesma Norma, como: “Propriedade de um elemento (ou conjunto de componentes) de impedir a penetração ou passagem de fluídos através de si. A sua determinação está associada a uma pressão limite de utilização, que se relacionam as condições de exposição do elemento”.

A impermeabilização deve estar em absoluta concordância com os aspectos normativos da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, que estabelece condições mínimas de proteção da construção contra a passagem de fluídos, bem como os requisitos de salubridade, segurança e conforto do usuário.

2.2 Mecanismos de atuação da água nas edificações

Um dos grandes causadores de patologias é a água que pode atuar de forma direta ou indireta, pode ser vista como um agente de deterioração ou como ambiente propício a instalação de outros agentes. (Righi2009, apud Queruz 2007).

“As causas da presença de umidade nas edificações podem ser pela: umidade acidental, umidade ascensional, umidade de infiltração, umidade por condensação e por umidade de obra.” (LERSCH, 2003).

2.2.1 Umidade acidental

De acordo com Righi (2009), umidade acidental é uma umidade que gera infiltrações causadas por falhas nos sistemas de tubulações, como águas pluviais, esgoto e água potável. Edificações que já possuem um tempo de existência extenso a umidade tem uma importância especial, já que pode existir a presença de matérias com tempo de vida já excedido, que não tem costume de ser contempladas em planos de manutenção.

2.2.2 Umidade ascensional

A umidade ascensional é caracterizado pelo aparecimento de água originada do solo por fenômenos sazonais de aumento de umidade e pela presença permanente de umidade de lençóis freáticos superficiais (RIGHI, 2009).

Pela existência do fenômeno de capilaridade ocorre a ascensão da água em paredes. A água sobe até o momento em que entram em equilíbrio com a força da gravidade que são permitidos devido aos vasos capilares pequenos. A altura que a água ascende pelo vaso capilar consiste principalmente do seu diâmetro: quanto menor, maior a altura (RIGHI, 2009).

2.2.3 Umidade de infiltração

A umidade de infiltração é a umidade passada pelas áreas externas às internas por pequenas trincas, por causa de falhas na interface entre elementos construtivos ou pela alta capacidade dos materiais de absorverem a umidade do ar, como planos de parede e portas ou janelas. Normalmente é ocasionada pela água da chuva e ao se combinar com o vento, acaba agravando a infiltração e assim aumentando a pressão de infiltração (RIGHI, 2009).

2.2.4 Umidade por condensação

Com a grande presença de umidade no ar e da presença de superfícies que se encontram com temperatura abaixo da adequada ao ponto de orvalho, ocorre a umidade condensada. Esse fenômeno ocorre pela diminuição da capacidade de absorção da umidade pelo ar quando resfriado, na interface da parede, e assim precipitando (RIGHI, 2009).

Os diferentes materiais se comportam de forma diferenciada quanto à condensação conforme a sua densidade: os de menor densidade sofrem menos do que os mais densos (RIGHI, 2009).

2.2.5 Umidade de obra

De acordo com Righi (2009 apud Queruz 2007), a umidade de obra é caracterizada pela umidade que se conservou internamente nos materiais por ocasião de sua execução e se manifesta em consequência do equilíbrio que se dispõe entre material e ambiente. A umidade contida nas argamassas de reboco é um exemplo desta umidade, que transmitem o excesso de umidade para a parte interna das alvenarias, que assim precisa de um tempo maior do que o da cura do próprio reboco para ingressar em equilíbrio com o ambiente interno.

2.3 Projeto de impermeabilização

Para um resultado bom e duradouro da construção é necessário a elaboração de um projeto de impermeabilização. Como os projetos arquitetônicos e de impermeabilização são específicos, ou seja, devem ser detalhados os produtos e a suas formas de execução dos sistemas e ideias de impermeabilização para cada tipo de obra (RIGHI, 2009).

Pieper (1992), afirma que é no começo de um projeto arquitetônico que se necessita considerar o mais adequado sistema de impermeabilização, que as dificuldades da impermeabilização seriam diminuídas se previstas em projetos.

Segundo Souza e Melhado (1998), o projeto de impermeabilização deve conter as seguintes informações:

- a) Os sistemas a serem adotados em cada uma das áreas;
- b) A espessura total do sistema de impermeabilização, incluindo a regularização;
- c) As alturas e espessuras necessárias dos eventuais rebaixos necessários na alvenaria para a execução dos rodapés;
- d) Desníveis necessários para a laje;
- e) Corte típico de cada sistema a ser empregado, identificando as camadas e suas respectivas espessuras mínimas e declividades;
- f) Lista com os pontos críticos dos demais projetos que possam comprometer o sistema de impermeabilização, juntamente com as justificativas e as alterações propostas;

De acordo com Righi (2009) sempre deve satisfazer o detalhamento do projeto de impermeabilização e analisar os possíveis problemas durante o decorrer da obra. A preparação da estrutura deve ser verificada para perceber se a impermeabilização está sendo executada de forma correta, se o material utilizado está dentro das especificações de qualidade, consumo, espessura, sobreposição, tempo de secagem, arremates, método de aplicação, testes de estanqueidade, e principalmente nas características técnicas.

Embora seja essencial que haja projeto de impermeabilização, porém na maioria dos casos eles são inexistentes, as construtoras e os engenheiros só dão a devida atenção ao final da obra quando surgem problemas, resultantes de muitas falhas (RIGHI, 2009).

Antonelli et al. (2002) diz que a ausência de projeto específico de impermeabilização é responsável por 42% dos problemas, sendo expressiva sua influência na execução e fiscalização da impermeabilização.

Com um projeto de impermeabilização há a diminuição da ocorrência das patologias, já que esse permite controlar a execução.

A NBR 9575/2003 diz que o Projeto básico de impermeabilização deve conter:

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.

A NBR 9575/2003 diz que o Projeto executivo de impermeabilização deve conter:

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.

A seguir são apresentados na Tabela 1, os projetos básicos e executivos.

Tabela 1– Projeto de Impermeabilização- NBR9575

PROJETO BÁSICO	PROJETO EXECUTIVO
Plantas de localização e identificação das impermeabilizações.	Plantas de localização e identificação das impermeabilizações.
Detalhes construtivos que descrevem graficamente as soluções adotadas no projeto de arquitetura.	Detalhes genéricos e específicos que descrevam graficamente todas as soluções de impermeabilização.
Detalhes construtivos que explicitem as soluções adotadas no projeto de arquitetura para o atendimento das exigências de desempenho.	Memorial descritivo de materiais, camadas de impermeabilização e dos procedimentos de execução.
Memorial descritivo dos tipos de impermeabilização selecionados.	Planilha de quantitativos de materiais e serviços.

(Fonte: Autora)

2.4 Escolha da impermeabilização

A impermeabilização deverá ser escolhida de acordo com as circunstâncias em que será utilizada. Os fatores mais relevantes são: a pressão hidrostática, frequência de

umidade, exposição a cargas, exposição ao sol, extensão da aplicação e movimentação da base. (SABBATINI, 2006).

Segundo Souza e Melhado (1997), simplicidade da execução, produtividade e método construtivo são as referências que precisam ser ponderadas na escolha do sistema impermeabilizante, associando, também, as particularidades de execução da impermeabilização.

De acordo com Righi (2009) os fatores fundamentais que devem ser ponderados são o comportamento físico da estrutura e a atuação da água na mesma.

Em relação ao comportamento físico da estrutura, Cunha e Neumann (1979) destacam que: elementos da construção onde normalmente se prevê a ocorrência de trincas são as partes da obra sujeitas as alterações dimensionais provenientes do aquecimento e do resfriamento, ou de recalques e movimentos estruturais e os elementos da construção não sujeitos a fissuramentos e trincas são as partes da obra com carga estabilizada, em condições de temperatura relativamente constante.

Enquanto que, em relação à atuação da água, para Cunha e Neumann (1979) é necessário considerar:

- Água de percolação, que é aquela que atua em terraços, coberturas e fachadas, onde existe livre escoamento, sem exercer pressão sobre os elementos da construção;

- Água de condensação, que é a água que atua quando ocorre a condensação do ar atmosférico;

- Água com pressão, que é a água que atua em solos, caixas d'água, piscinas, exercendo força hidrostática sobre a impermeabilização. Pode ser de dois tipos:

- a) Água sob pressão negativa: exerce pressão hidrostática de forma inversa à impermeabilização;

- b) Água sob pressão positiva: exerce pressão hidrostática de forma direta na impermeabilização.

- Umidade por capilaridade é a ação da água sobre os elementos das construções que estão em contato com bases alagadas ou solo úmido.

2.5 Sistemas Impermeabilizantes

O sistema de impermeabilização tem como função principal, proteger as edificações dos danos de infiltrações, eflorescências e vazamentos originados pela água.

“A seleção do sistema de impermeabilização deve apresentar preceitos como: atender aos requisitos de desempenho, a máxima racionalização construtiva, a máxima construtibilidade, a adequação do sistema de impermeabilização aos demais subsistemas, elementos e componentes do edifício, custo compatível com o empreendimento e a durabilidade do sistema” (SOUZA E MELHADO, 1997).

De acordo com Righi (1990 apud Moraes, 2002), o projetista que irá determinar os sistemas de impermeabilização, caracterizando a impermeabilização das peças e das áreas, levando em consideração o seguinte roteiro:

- a) Seleção do sistema de impermeabilização mais apropriado, dependendo do comportamento físico da estrutura;
- b) Material impermeabilizante dentro do sistema como o mais indicado, escolhido basicamente em função dos próximos itens;
- c) Desempenho do material escolhido;
- d) Atuação da água;
- e) Método construtivo.

2.5.1 Tipos de Sistemas

Righi (1997 apud Moraes, 2002) assegura que os sistemas de impermeabilização existentes têm diferenças de concepção, princípio de funcionamento, materiais e técnicas de aplicação, serve assim como base para diversas classificações, auxiliam na compreensão e comparação dos sistemas existentes.

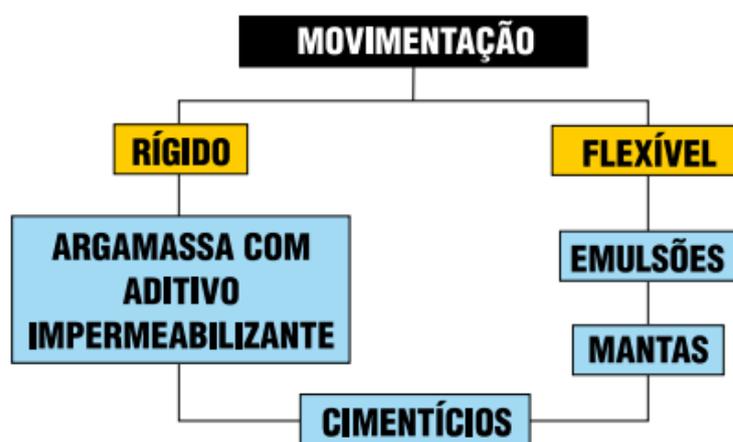
“Os sistemas impermeabilizantes são divididos em rígidos e flexíveis, que assim são relacionados às partes construtivas sujeitas ou não a fissuração” (NBR 9575/2003).

O sistema de impermeabilização rígido é para estruturas que não se movimentam ou que não sofrem deformações, que não tem forte exposição do sol e que não sofram vibrações e variações térmicas, como exemplo caixa d'água, piscina enterrada e fundações (VEDACIT-manual técnico de impermeabilização de estruturas, 2012).

Segundo a Vedacit (manual técnico de impermeabilização de estruturas, 2012) o sistema flexível é para estruturas sujeitas a movimentação, com forte exposição do sol e com variações de temperatura e vibrações, como as lajes de cobertura, reservatórios elevados, áreas frias (banheiros e cozinhas) e etc.

A seguir a Figura 2 explica sobre sistemas de impermeabilização:

Figura 2 – Sistema de Impermeabilização rígida ou flexível



(Fonte: VEDACIT, 2012, p. 12)

2.5.1.1 Sistema de Impermeabilização Rígida

A NBR 9575/2003 conceitua como impermeabilização rígida:

“O conjunto de materiais ou produtos aplicáveis nas partes construtivas não é sujeita à fissuração. Na qual os impermeabilizantes rígidos não acompanham o trabalho da estrutura, ou seja, o que leva a não utilização desse tipo de impermeabilização em áreas expostas a grandes variações de temperatura”

Segundo Vedacit (2012) o sistema de impermeabilização rígida torna a área aplicada impermeável pela abrangência de aditivos químicos, aliado à correta granulometria dos agregados e redução da porosidade do elemento. Este tipo de impermeabilização é indicado para locais que não estão sujeitos a trincas ou fissuras.

2.5.1.1.2 Argamassa com aditivo hidrófugo impermeabilizante

“Tipo de impermeabilização não industrializada aplicada em substrato de concreto ou alvenaria, constituída de cimento, areia, aditivo impermeabilizante e água, formando um revestimento com propriedades impermeabilizantes” (NBR 9575/2003).

“Aditivos hidrófugos são aditivos impermeabilizantes de pega normal, reagindo com o cimento durante o processo de hidratação. São compostos de sais metálicos e silicatos” (Righi 2009, apud Denver 2008).

Os aditivos impermeabilizantes reagem com a cal livre do cimento desenvolvendo sais cálcicos insolúveis. Que atuam por hidrofugação no sistema capilar, e assim admite a respiração dos materiais e reduz o ângulo de molhagem dos poros dos substratos (VEDACIT, 2012).

Segundo Righi (2009) a simplicidade de aplicação é vantagem principal desse sistema, porém sua desvantagem é que deve ser aplicado junto com outro sistema de impermeabilização, garantido, assim, a estanqueidade, pois a movimentação dos elementos nesse sistema é muito suscetível. Conforme ilustra a Figura 3, a preparação de argamassa com aditivo.

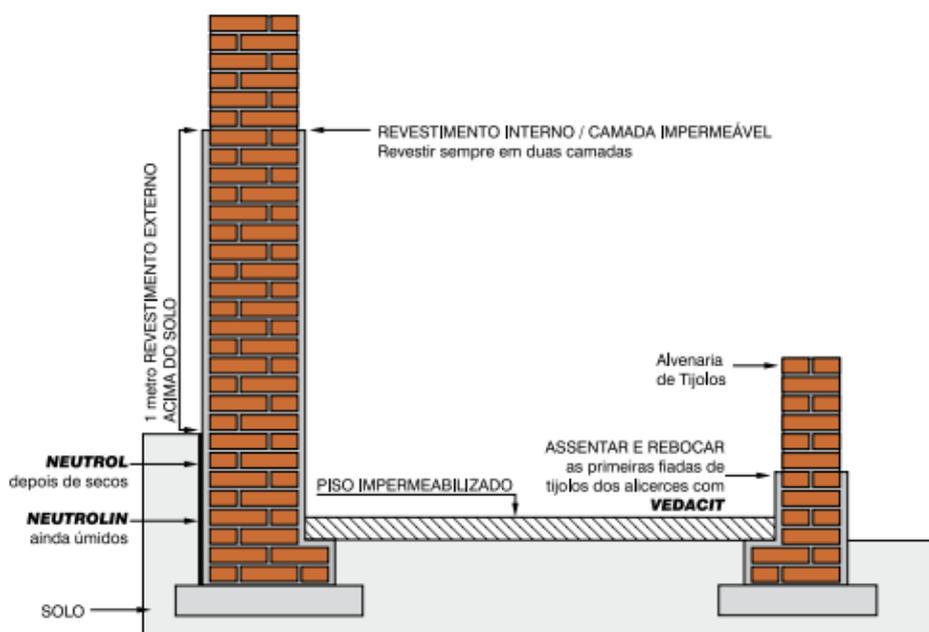
Figura 3- Preparação de argamassa com aditivo impermeabilizante



(Fonte:MANUAIS DE ESCOPO [20--])

A impermeabilização correta de paredes de encosta com aditivo impermeabilizante conforme Vedacit (2012), está ilustrada na Figura 4, abaixo.

Figura 4– Impermeabilização de paredes de encosta com aditivo impermeabilizante



(Fonte: VEDACIT, 2012, p. 38).

2.5.1.1.3 Argamassa Polimérica

“Tipo de impermeabilização industrializada aplicada em substrato de concreto ou alvenaria, constituída de agregados minerais inertes, cimento e polímeros, formando um revestimento com propriedades impermeabilizantes” (NBR 9575/2003).

É formado assim um revestimento impermeável que é a consequência da reação do cimento modificado com polímero (VEDACIT-manual técnico de impermeabilização de estruturas, 2012).

Para Righi (2008 apud VIAPOL, 2008) a argamassa polimérica tem as suas fundamentais propriedades: resistência a pressões hidrostáticas positivas, fácil aplicação, não altera a potabilidade da água, é uma barreira contra sulfatos e cloretos, uniformiza e sela o substrato, reduzindo o consumo de tinta em pinturas externas.

A argamassa polimérica pode ser aplicada na forma de pintura com trincha ou brocha e pode ser aplicado na forma de revestimento final com desempenadeira

2.5.1.1.4 Cimentos Cristalizantes

“Cimentos cristalizantes são impermeabilizantes rígidos, à base de cimentos especiais e aditivos minerais, que possuem a propriedade de penetração osmótica nos capilares da estrutura, formando um gel que se

cristaliza, incorporando ao concreto compostos de cálcio estáveis e insolúveis” (Righi 2009, apud Denver 2008).

Existem dois tipos de cristalizantes quando não utilizado diretamente na água de amassamento de concreto. Os cimentos cristalizantes que são aplicados na forma de pintura nos seguintes materiais previamente saturados: concreto, blocos de concreto e tijolos cerâmicos revestidos de argamassa (SOARES, 2014). E os cristalizantes líquidos à base de silicatos e resinas que são injetados e assim pelo efeito de cristalização a porosidade das alvenarias de tijolos maciços é preenchida, bloqueando de tal modo a umidade ascendente (Righi 2009, apud Denver 2008).

2.5.1.1.5 Cimento impermeabilizante de pega ultra-rápida

“O produto é uma solução aquosa de silicato modificado, quando misturado com a água e cimento, que é um produto de alta alcalinidade, transforma-se em hidrosilicato, que tem como principal característica ser um cristal insolúvel em água, que preenche os poros da argamassa” (SIKA, 2016).

O impermeabilizante líquido de pega ultra-rápida que é adicionado ao cimento e utilizado para tampar orifícios por onde jorra água, impermeabilizar superfícies úmidas e realizar concretagem em presença de água, sendo uma solução temporária, permitindo que a impermeabilização definitiva seja efetuada adequadamente (SIKA, 2016). Ilustrada na Figura 5 abaixo sua execução.

Figura 5 - Cimento impermeabilizante de pega ultra-rápida.



(Fonte: DIPROTEC, [20--] adaptado).

2.5.2.1 Sistema de impermeabilização flexível

A NBR 9575/2003 denomina: “impermeabilização flexível o conjunto de materiais ou produtos aplicáveis nas partes construtivas sujeitas à fissuração” Segundo o manual técnico de impermeabilização de estruturas, da Vedacit, o conjunto de materiais ou produtos aplicáveis nas partes construtivas sujeitas à fissuração abrange o sistema de impermeabilização flexível.

Há dois tipos básicos de sistemas flexíveis de acordo com Vedacit (2012): o sistema flexível moldado no local: membranas asfálticas (mantas líquidas) acrílicas e argamassas poliméricas e o sistema flexível pré-fabricado: mantas asfálticas.

2.5.2.1.1 Membrana de polímero modificado com cimento

Trata-se de um produto flexível recomendado para impermeabilização de torres de água e reservatórios de água potáveis. Seus compostos são à base de resinas termoplásticas e cimentos aditivados que em junção, resultam em uma membrana de polímero modificado, com cimento de ótimos níveis de resistência e impermeabilidade e também pode conter adições de fibras de polipropileno que majoram sua flexibilidade (Righi 2009, apud Denver 2008). Um exemplo de membrana de polímero modificado com cimento é o Viapol, sua aplicação é feita conforme Figura 6.

Figura 6 – aplicação de membrana com polímero modificado com cimento (Viapol).



(Fonte: CASA DAS MANTAS [20--])

De acordo com Righi (2009, apud DENVER, 2008) a membrana de polímero modificado com cimento é de simples aplicação, não modifica a potabilidade da água, sendo atóxico e inodoro e acompanha as movimentações estruturais e fissuras. As suas características se destaca em relação à resistência das pressões hidrostáticas positivas (pressão de dentro para fora).

2.5.2.1.2 Membranas asfálticas

Membranas asfálticas: “são membranas que empregam como materiais impermeabilizantes produtos derivados do CAP (Cimento Asfáltico de Petróleo)” (RIGHI, 2009).

Podem ser aplicados a frio, como se fosse uma pintura, com trincha, rolo ou escova e podem ser aplicadas a quente, as membranas asfálticas demandam mão de obra especializada, pois é imprescindível o uso de caldeira. Na Figura 7 a seguir aplicação de membrana asfáltica um exemplos de membranas asfáltica fornecido no mercado é o VEDAPREN.

Figura 7 – Aplicação de membrana asfáltica - VEDAPREN



(Fonte:METALICA [20--])

De acordo com Sabbatini (2006), as membranas asfálticas podem ser divididas em relação ao tipo de asfalto utilizado e apresentam-se três tipos mais utilizados:

a) Emulsão asfáltica: é um produto resultante da dispersão de asfalto em água, através de agentes emulsificantes. São produtos baratos e de fácil aplicação para áreas e

superfícies onde não haverá acúmulo ou retenção de água. É aplicado a frio e geralmente sem a adição de estruturantes.

b) Asfalto oxidado: é um produto obtido pela modificação do cimento asfáltico de petróleo, que se funde gradualmente pelo calor, de modo a se obter determinadas características físico-químicas. É executado devidamente estruturado, é aplicado a quente.

c) Asfalto modificado com adição de polímero elastomérico: é um produto obtido pela adição de polímeros elastoméricos, no cimento asfáltico de petróleo em temperatura adequada. É executado devidamente estruturado, pode ser aplicado tanto a quente quanto frio.

2.5.2.1.3 Membrana acrílica

De acordo com Righi (2009, apud DENVER, 2008) membrana acrílica é um impermeabilizante que sua fórmula é à base de resinas acrílicas dispersas, sendo sugeridos para impermeabilização exposta de lajes de cobertura, marquises e telhados.

Ainda de acordo com Righi (2009) a principal vantagem desse sistema é que não precisa de uma camada de proteção mecânica sobre a membrana, apenas será necessário se o uso da laje for de tráfego muito acentuado de pessoas e se houver tráfego de automóveis. A desvantagem é que, por não haver a camada de proteção mecânica, necessita de reaplicação do produto periodicamente, segundo o fabricante.

Como se pode ver na Figura 8 a aplicação de membrana acrílica, um exemplo de membrana acrílica é a Vialflex Branco e Vedapren Branco.

Figura 8– Aplicação de membrana acrílica



(Fonte:AECWEB [20--])

2.5.2.1.4 Manta asfáltica

As mantas asfálticas são feitas à base de asfaltos modificados com polímeros e armados com estruturantes especiais. O asfalto modificado existente na composição da manta é o encarregado pela impermeabilização (VEDACIT,2012).

Segundo a NBR 9952/2014, os tipos de asfalto a serem utilizados nas mantas são os seguintes:

a) Elastoméricas: são mantas que apresentam a adição de elastômeros em sua massa. Usualmente é usado SBS (Estireno-Butadieno-Estireno).

b) Plastoméricas: são mantas que apresentam a adição de plastômeros em sua massa. Usualmente é usado APP (Polipropileno Atático).

c) Oxidado: são mantas de asfalto oxidado, policondensado, ou com a adição de uma mistura genérica de polímeros.

A mesma norma classifica as mantas asfálticas, em relação ao estruturante interno, nos seguintes tipos: filme de polietileno, véu de fibra de vidro, não tecido de poliéster e tela de poliéster.

Em relação à espessura, as mantas podem ser de 3 mm até 5 mm, sendo que, quanto maior a espessura, melhor será seu desempenho

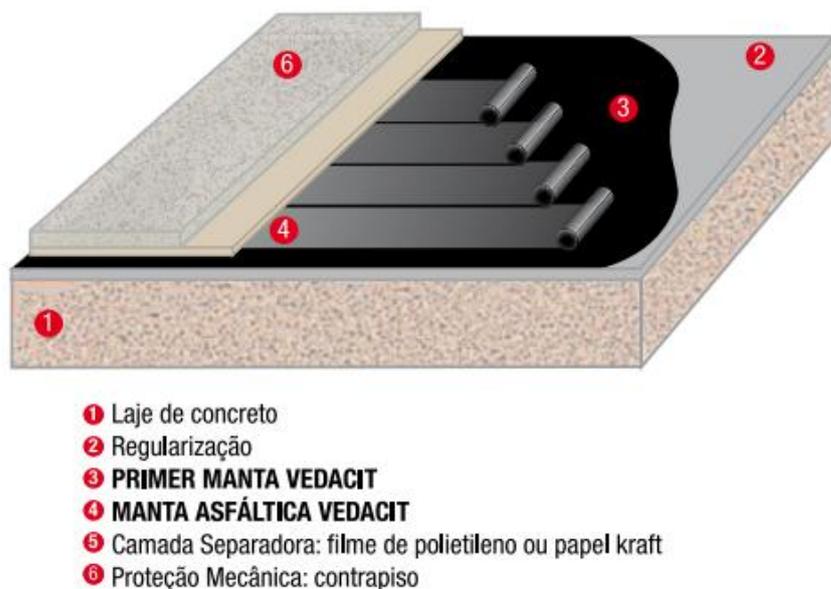
As mantas asfálticas podem ter acabamento superficial dos seguintes tipos, conforme ABNT NBR 9952/2014: granular, geotêxtil, metálico, polietileno, filme de polietileno, areia de baixa granulometria e plástico metalizado.

“As principais vantagens das mantas asfálticas são: espessura constante, fácil controle e fiscalização, aplicação do sistema de uma única vez, menor tempo de aplicação e não é necessário aguardar a secagem” (RIGHI2009, apud MELLO 2005).

“Após a colocação da manta necessita ser feito um teste de estanqueidade com uma lâmina d’água, por 72 horas, a fim de detectar qualquer falha na impermeabilização” (NBR 9574/2008).

Aplicação de manta asfáltica horizontal deverá ser feito da maneira que a Figura 9 demonstra.

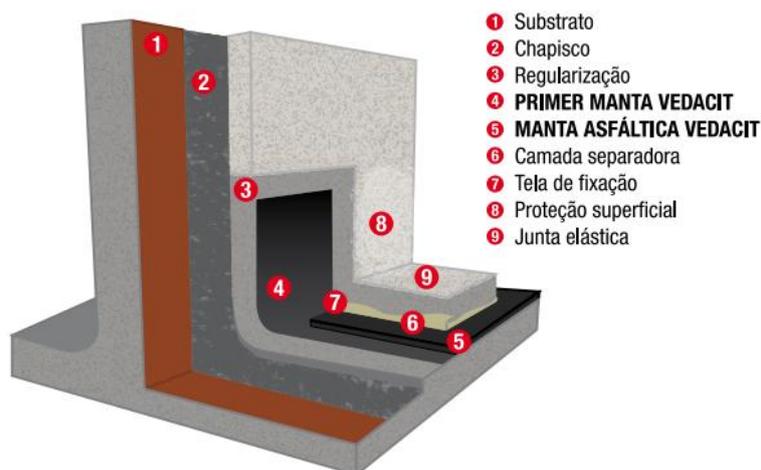
Figura 9– Aplicação de manta asfáltica na horizontal



(Fonte: VEDACIT, 2012, p. 53)

Aplicação de manta asfáltica na vertical deverá ser feito da maneira demonstrada na Figura 10.

Figura 10- Aplicação de Manta asfáltica vertical



(Fonte: VEDACIT, 2012, p. 54)

2.5.3 Componentes do sistema de impermeabilização

De acordo com Soares (2014), o sistema de impermeabilização pode ser separado em diferentes grupos, que podem se distinguir entre os diferentes sistemas utilizados. Assim o sistema de impermeabilização será definido em quatro

componentes: base e camada de regularização, camada impermeável, proteção mecânica e detalhes construtivos.

2.5.3.1 Base e camada de regularização

De acordo com Soares (2014) a base e a camada de regularização originam alguns dos mais importantes requisitos dos sistemas, de acordo com o seu grau de fissuração, deformabilidade devido às cargas e a movimentação. Portanto, com o estudo da estrutura a ser impermeabilizada define-se as características do sistema a ser empregado.

A camada de regularização deve regularizar o substrato a ser impermeabilizado, de maneira a harmonizar uma superfície uniforme de apoio adequado à camada impermeável (SOARES, 2014).

“A superfície a ser impermeabilizada deve ser isenta de protuberâncias e com resistência e textura compatíveis como sistema de impermeabilização a ser empregado” (NBR 9574/1986).

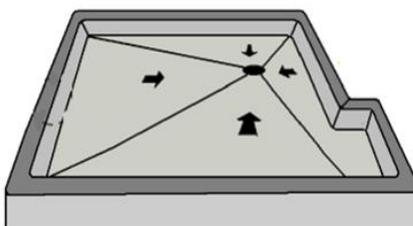
O caimento mínimo deve ser previamente dimensionado, para conduzir os fluídos aos locais devidamente dimensionados em projeto (SOARES, 2014).

2.5.3.1.2 Caimentos

Os caimentos são imprescindíveis para que o sistema de impermeabilização funcione, impedindo a concentração de água e a conduzindo para o sistema de drenagem, conforme Figura 11 (SOARES, 2014).

“A inclinação do substrato de áreas horizontais externas deve ser de, no mínimo, 1% em direção aos coletores de água. Já para calhas e áreas internas, é permitido um mínimo de 0,5%” (NBR 9575/2003).

Figura 11-Exemplo de caimentos em laje com 1 coletor



(Fonte: SOARES,2014)

2.5.3.2 Camada impermeável

De acordo com a NBR 9575:2003 a camada impermeável: “é o estrato com a função de prover uma barreira à passagem de fluidos”. De acordo com o sistema impermeabilizante a barreira pode ser de diferentes materiais (SOARES, 2014).

2.5.3.3 Proteção mecânica

A NBR 9575:2003 define a proteção mecânica como “a função de absorver e dissipar os esforços estáticos ou dinâmicos atuantes por sobre a camada impermeável, de modo a protegê-la contra a ação deletéria destes esforços” De acordo com Cruz (2003) a proteção mecânica pode ser dividida em 3 grupos:

a) Proteção mecânica intermediária: devem servir de camada de distribuição de esforços e amortecimento das cargas na impermeabilização, provenientes das proteções finais ou pisos. A execução deve ter, no mínimo, 1,0 cm de espessura.

b) Proteção mecânica final para solicitações leves e normais: são utilizadas para distribuir sobre a impermeabilização dos carregamentos normais. Estas proteções mecânicas devem ser dimensionadas de acordo com as solicitações e possuir resistência mecânica compatível com os carregamentos previstos. A proteção mecânica final deve ter espessura mínima de 3,0 cm.

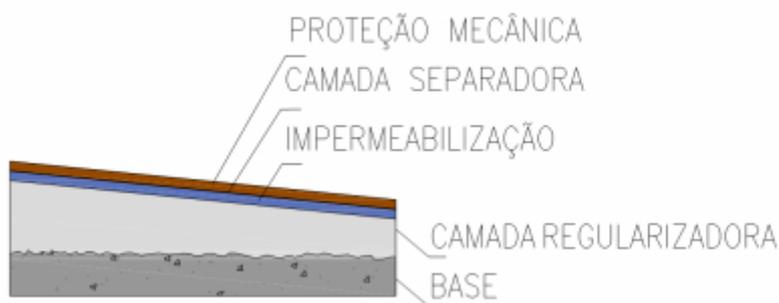
c) Proteção em superfície vertical: protege a impermeabilização do impacto, intemperismo e abrasão, atuando como camada intermediária quando forem previstos, sobre elas, revestimentos de acabamento. Nas impermeabilizações flexíveis, as camadas de proteção devem sempre ser armadas com telas metálicas fixadas, no mínimo, 5 cm acima da cota da impermeabilização. A armadura deve ser fixada mecanicamente à parede, sem comprometimento da estanqueidade do sistema.

Quando há uma proteção mecânica sobre uma camada impermeabilizante flexível, como por exemplo, as mantas asfálticas, são necessárias o uso de uma camada separadora, para evitar que as tensões atuantes nas camadas de proteção mecânica transmitam para a impermeabilização, tensões estas originadas por variações térmicas ou carregamentos (SOARES, 2014).

A camada separadora evita a transmissão das tensões atuantes, fazendo com que a proteção mecânica não fique colada na impermeabilização como o esquema da Figura

12, e assim impede que a sua movimentação, como a retração e a expansão, cause patologias na proteção mecânica, como por exemplo, fissuras e rachaduras (SOARES, 2014).

Figura 12- Camadas de sistema de impermeabilização flexível



(Fonte: SOARES,2014)

2.5.3.4 Detalhes construtivos

Uma das mais importantes partes no processo de impermeabilização são os detalhes construtivos, que impedem posteriormente que ocorram vazamentos. Que na verdade, são os maiores causadores das patologias e problemas com impermeabilização. Ocorre em encontros com ralos, juntas, mudanças de planos e passagem de dutos, na qual, sua perfeita execução garante a estanqueidade de pontos críticos (SOARES,2014).

2.5.3.4.1 Ralo

Para Righi (2009) a execução de arremates no ralo é, possivelmente, o detalhe mais importante do processo de impermeabilização. Visto que este é o ponto de maior incidência de falhas do sistema.

“Os coletores devem ter diâmetro que garantam a manutenção da seção nominal dos tubos antevista no projeto hidro sanitário após a execução da impermeabilização, sendo o diâmetro nominal mínimo de 75 mm” (NBR 9575/2003).

É aconselhável que se empregue um coletor de diâmetro maior para que se chegue ao diâmetro de projeto, pois a entrada da camada impermeabilizante dentro do coletor faz com que seu diâmetro nominal diminua (NBR 9575/2003).

Na Figura 13 são evidenciadas as quatro etapas para a impermeabilização de um ralo, onde são aplicadas a membrana asfáltica e a tela estruturante de poliéster para elevar a resistência do sistema impermeabilizante. Deve haver o rebaixamento da região em torno do ralo para poder executar um reforço na impermeabilização.

Figura 13– Execução de arremate de impermeabilização junto ao ralo.



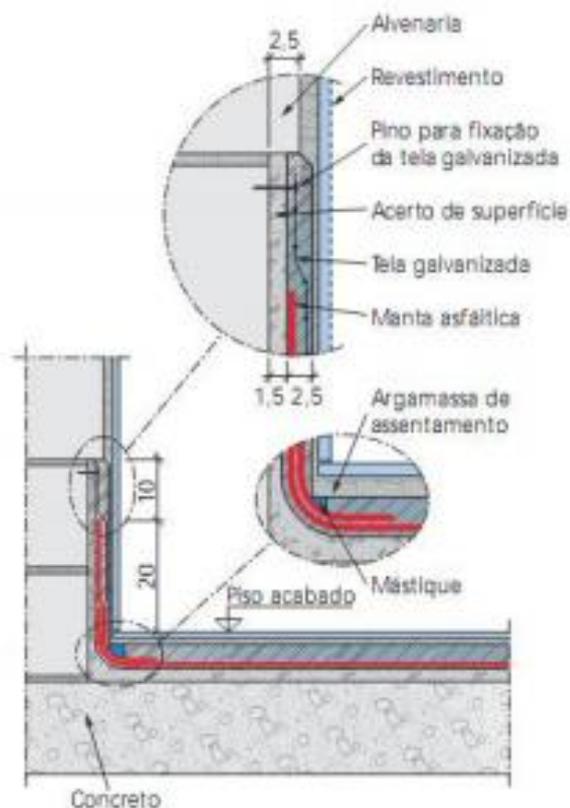
(Fonte: CRUZ, 2003, p. 81).

2.5.3.4.2 Rodapés

De acordo com Soares (2014) o rodapé, embora seja um elemento construtivo que, na maioria dos casos, não recebe a sua devida importância, tem um papel essencial no correto funcionamento do sistema. Podendo tanto ser um plano de fraqueza para infiltrações, como foco de futuras patologias como trincas.

“Nos planos verticais, necessitam de executar um encaixe para embutir a impermeabilização, a uma altura mínima de 20 cm acima do nível do piso acabado ou 10 cm do nível máximo que a água pode atingir” (NBR 9575/2003). Conforme, Figura 14 detalhamento do encaixe do rodapé.

Figura 14- Detalhamento do encaixe da manta na alvenaria



(Fonte: RIGHI 2009, apud ANTUNES, 2004, p.185)

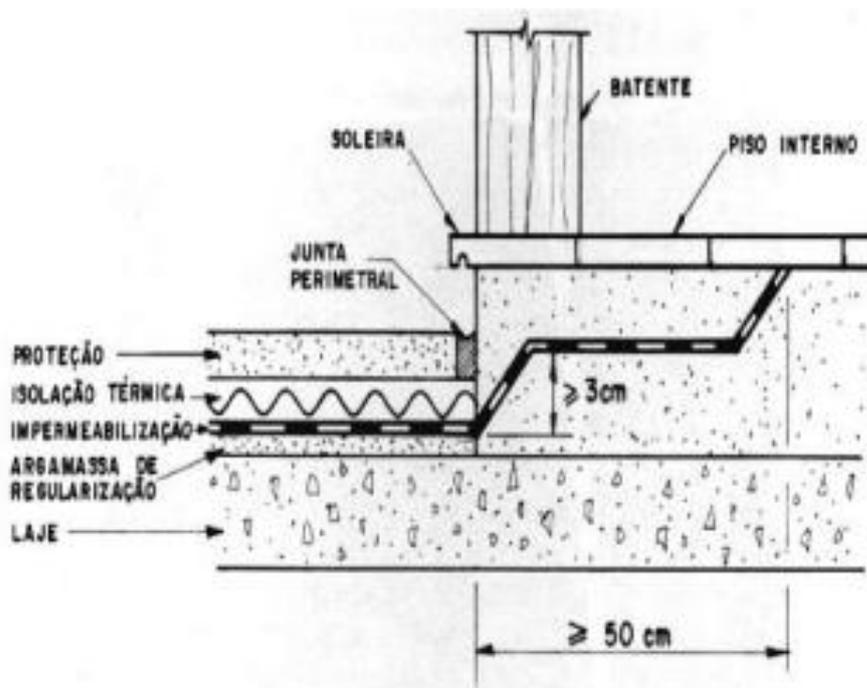
2.5.3.4.3 Soleira

“Nos locais limites entre as áreas externas impermeabilizadas e internas, deve existir diferença de cota de no mínimo 6 cm e ser prevista a execução de barreira física no limite da linha interna dos contra marcos, caixilhos e batentes, para ideal ancoragem da impermeabilização, com declividade para a área externa” (NBR 9575/2003).

Na soleira é necessário que a impermeabilização entre nos ambientes cobertos, onde existam portas abrindo para a parte exposta à chuva e ao vento (RIGHI, 2009).

No detalhe da impermeabilização de soleira na Figura 15, deve adentrar no mínimo 50 cm na região coberta e elevando-se no mínimo 3 cm, para evitar a passagem da água pela esquadria para que não cause estrago na parte interior do imóvel.

Figura 15– Detalhe de impermeabilização na soleira



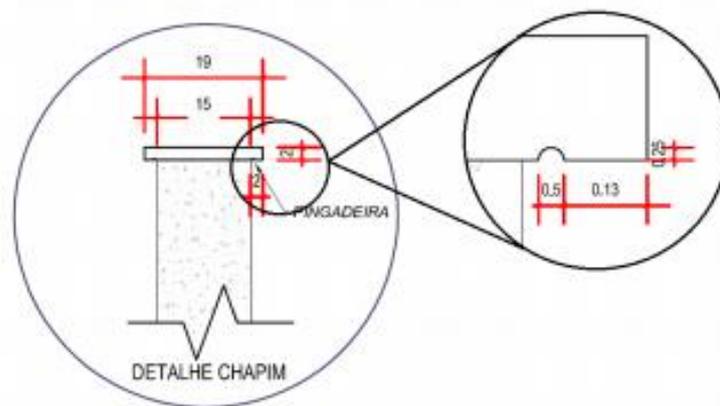
(Fonte: RIGHI 2009, apud PICCHI, 1986, p. 58)

2.5.3.4.4 Pingadeira

As pingadeiras são soluções construtivas utilizadas para evitar o escoamento de água nas estruturas verticais, de maneira a evitar a penetração do fluxo de água no arremate de impermeabilização (SOARES, 2014).

De acordo com Soares (2014) para que as pingadeiras executem seu papel com perfeição, devem ter as seguintes características: primeiramente a inclinação que deve ser aplicado com uma inclinação de 2 a 5% e o friso que sem a existência dele não há pingadeira, apenas um simples peitoril. Já que o friso inferior permite que a água, de fato, pingue. Se não possuir o friso, que é o corte na parte inferior do peitoril, a água escorrerá pela parede, invalidando a finalidade da pingadeira. Conforme Figura 16.

Figura 16– Detalhe de pingadeira



(Fonte: SOARES, 2014.)

2.6. Patologias causadas por impermeabilização aplicada de forma inadequada ou pela inexistência da mesma

As causas de diversas patologias em uma edificação são as falhas no processo de impermeabilização.

Em relação ao projeto, as origens dos defeitos podem ocorrer, de acordo com Righi (2009, apud Moraes 2002): pela ausência do próprio projeto, pela especificação inadequada de materiais, pela falta de dimensionamento e previsão do número de coletores pluviais para escoamento d'água e pela interferência de outros projetos na impermeabilização.

Para Righi (2009, apud Bértolo 2001) uma impermeabilização bem executada pode ser lesada por falhas na concretagem, má execução do revestimento ou chumbamento inadequado de peças e equipamentos. Nesses casos é inevitável o aparecimento de patologias, não existindo outra solução a não ser procurar orientação adequada e, se necessário, restaurar a impermeabilização da área de forma correta e assim acabar com as patologias.

Segundo Pinto (1996) as patologias de impermeabilização de uma forma geral mostram-se com características próprias e sistematizadas conforme as definições a seguir:

a) Carbonatação: nas superfícies expostas das estruturas de concreto, a diminuição da alcalinidade é devido ao tempo, originando a despassivação da armadura

da estrutura, essa redução ocorre pela ação do gás carbônico presente na atmosfera, principalmente.

b) Corrosão: ataque de natureza eletroquímica nas barras da estrutura, em que a concepção óxidos/hidróxidos de ferro é acarretada devida a existência de umidade. A corrosão só acontece nas seguintes condições:

- Deve existir um eletrólito (representado pela água);
- Deve existir uma diferença de potencial (obtido pela tração nas barras de aço);
- Deve existir oxigênio (ar atmosférico).

c) Degradação do concreto: ocorre a dissoluções de sais e o lixiviamento devido a ação da água.

d) Degradação do forro de gesso: é decomposição do revestimento executado em placas de gesso, devido à atuação da água, gerando a dissolução de sais e lixiviamento dos mesmos, conseqüentemente a mostrar-se na superfície como bolor, descascamento da pintura e desagregamento do revestimento entre outros.

e) Desagregação da argamassa: é a partir da superfície dos elementos de concretos com uma mudança da coloração é iniciada a desagregação, e depois surge o acréscimo de fissuras que aparecem de acordo com a perda do caráter aglomerante do cimento, devido ao ataque, normalmente de sulfatos e cloretos, admitindo que os agregados livres da união que lhes proporciona a pasta.

f) Desagregação de tijolos maciços: é a concepção de pó de coloração avermelhada na forma de escamas, e conseqüentemente de camadas alternativas no interior da peça, devido ao ataque de sulfatos e excedida pressão hidrostática interna.

g) Eflorescências: é o desenvolvimento de depósitos de sais cristalizados acarretados pela migração de água, rica em sais, da interioridade dos componentes de alvenaria e/ou concreto. São identificados por coloração geralmente esbranquiçada.

h) Gotejamento de água: umidade extrapolada que se ajunta em um ponto da superfície por tensão superficial, caindo por gravidade ao atingir apurado volume.

i) Mancha de umidade: uma parte localizada da superfície que se apresenta penetradaa água, exibindo cor diferente do restante da mesma.

j) Vegetação: é o desenvolvimento de plantas em determinados pontos da estrutura, comumente em locais com a presença de umidade e de fissuras.

h) Vesículas: é o desenvolvimento de bolhas na pintura, que apresentam nas cores branca, preta e vermelha acastanhado.

Souza (2008) cita as principais causas para o surgimento de patologias em impermeabilizações que são: a baixa qualidade dos materiais impermeabilizantes, a falta de impermeabilização, a escolha de materiais inadequados, o dimensionamento inadequado para o escoamento das águas pluviais, a não consideração do efeito térmico sobre a laje, o pouco caimento para o escoamento das águas, a execução inadequada da impermeabilização, a má execução das juntas, os rodapés mal executados, o acabamento mal executado no entorno dos ralos, o acabamento mal executado em passagens de tubulações pela laje, ralos quebrados, rachaduras da platibanda, vazamento de tubulações furadas ou rachadas, entupimento de ralos, ruptura da impermeabilização, ruptura de revestimentos cerâmicos, a concretagem mal executada gerando falhas, concreto desagregado, fôrmas mal executadas e instalações das tubulações mal executadas.

2.7. Manutenção da impermeabilização

A manutenção da impermeabilização é importante para a não aparição de patologias. O usuário final do imóvel precisa estar ciente do uso e da manutenção para impedir danos a impermeabilização (RIGHI, 2009).

Segundo o IBI (Instituto Brasileiro de Impermeabilização) (2016) o proprietário do imóvel deve receber um manual técnico de utilização e manutenção indicativa das áreas impermeabilizadas, contendo as informações e orientações indispensáveis para a mais perfeita utilização e preservação da impermeabilização, incluindo: descrição das características de cada tipo de impermeabilização, inclusive documentação técnica; forma e cuidados de utilização; orientação e programa de manutenção preventiva, incluindo testes e ensaios; relação de fornecedores e garantia.

São providências para a manutenção da impermeabilização, que devem ser assumidas pelo usuário do imóvel: executar inspeções periódicas; evitar perfurações sem um posterior reparo; executar limpeza interna nos reservatórios; reparar vazamentos de tubulações furadas ou rachadas; executar limpeza de ralos para evitar o entupimento; quando houver troca de revestimentos, cuidar para não haver ruptura da impermeabilização; cuidar dos ralos para evitar quebras; executar reparo das fissuras de movimentação; evitar o entupimento do sistema de drenagem.

3 METODOLOGIA

O trabalho tem como finalidade o levantamento dos problemas relevantes associados à impermeabilização encontrados na construção civil analisando as possíveis soluções e a elaboração de um projeto de impermeabilização de acordo com a NBR 9575.

Desta forma realizou-se uma pesquisa com informações que auxiliasse no entendimento inicial do tema a ser desenvolvido, com base na pesquisa bibliográfica, utilizando como fonte principal dissertações, livros, manuais técnicos dos fabricantes e material disponível na internet. Foram, também, estudados os materiais impermeabilizantes mais usados no mercado, buscando igualdade entre os materiais dos fabricantes, seus modos de execução e cuidados que devem ser tomados na sua aplicação. Os sistemas impermeabilizantes foram separados em tipos para um melhor entendimento do tema.

Em seguida levantou-se os tipos de materiais e os tipos de sistemas com suas características, a pesquisa foi elaborada de modo a focar nas patologias consequentes da falta ou ineficiência dos sistemas impermeabilizantes. Foram determinados quais são os tipos de patologias encontradas na construção civil e os locais onde acontecem em uma edificação, buscando soluções e prevenções para cada caso.

O estudo de caso foi realizado na cidade de Varginha- MG, no primeiro semestre de 2016 em uma edificação residencial, com vistorias nos locais, levantamento fotográfico das patologias e o diagnóstico para descobrir os mecanismos que originaram as patologias.

O caso estudado gerou um diagnóstico, provável, a partir das características das patologias encontradas e do caso como um todo, aconselhando a solução mais apropriada e como prevenir tal patologia, compondo de uma análise do que verdadeiramente foi executado e onde ocorreram as falhas no processo. Dessa forma, foram analisadas todas as informações levantadas no período de estudo.

Com as possíveis soluções para o problema em estruturas enterradas (muro de arrimo), dessa forma foi desenvolvido o memorial descritivo, na qual reuniu-se os materiais necessários à solução ou pelo menos amenização dos problemas encontrados no muro de arrimo analisado, e de acordo com as normas NBR 9574 e a NBR 9575, elaborou-se o projeto de impermeabilização, juntamente com a elaboração do

quantitativo de materiais e serviços que foi feita com base no TCPO 14, com o rendimento dos produtos e com as cotações de preços referentes ao comércio de materiais de construção referentes a Varginha.

4 ESTUDO DE CASO – ANÁLISE E SUGESTÕES DE IMPERMEABILIZAÇÕES

Foram levantados os principais locais que precisam do procedimento de impermeabilização em uma obra para impossibilitar os problemas de infiltrações, e as principais características de sua aplicação.

Com a grande variedade de produtos com diferentes características, é pouco plausível que haja apenas só um tipo de produto que possa ter função satisfatória. As soluções de impermeabilização pesquisadas são apenas algumas das disponíveis, apesar de serem as mais comuns e, por esse motivo as mais utilizadas e divulgadas.

4.1 Estruturas enterradas- apresentação do estudo de caso

De acordo com Righi (2009) estruturas enterradas, são as que se encontram em contato constante com o solo, fazendo a sua contenção, por exemplo, os muros de arrimo. As infiltrações e degradações são geralmente ocorridas pela falta de um tratamento eficaz contra a umidade.

Para Righi (2009, apud Gabrioli 2002) os sistemas impermeabilizantes na maioria das vezes ficam enterrados, dessa forma com sérios impedimentos técnicos e operacionais para a correção de falhas, com isso a impermeabilização deve ser projetada de forma a durar a vida útil toda da construção.

As consequências da infiltração de água do solo em paredes enterradas apresentam origem em vários tipos de problemas segundo Righi (2009, apud Freitas 2003), a degradação do revestimento interior da parede, a formação de eflorescências, o escoamento superficial e a acumulação de água, a corrosão de elementos metálicos, desenvolvimentos de microbiota, e a deterioração dos materiais armazenados.

A Figura 17 mostra o muro de arrimo enterrado de uma casa de alvenaria na cidade de Varginha. A foto mostra o quintal da casa, na qual a parede foi executada encostada no aterro e encostada na parede de divisa e apresenta problemas no revestimento interior, aparecimento de vegetação e manchas de umidade devido à má impermeabilização e, também, a falta de um dreno eficaz no lado do aterro.

Figura 17– Murro de arrimo com infiltração



(Fonte: Autora)

A Figura 18 mostra o mesmo murro de arrimo com infiltração pela má impermeabilização do rodapé do muro de divisa, onde foi feito apenas um dreno.

Figura 18– Murro de arrimo com infiltração



(Fonte: Autora)

A Figura 19 exibe o dreno feito do outro lado do murro de arrimo e mostra que possivelmente ele não atende a vazão de água que ele suporta e que por isso a água se acumula e infiltra na estrutura.

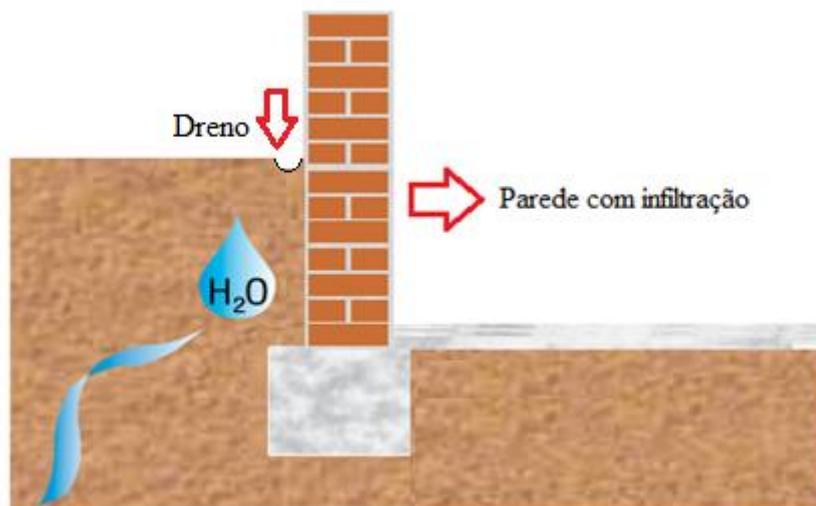
Figura 19– Murro de divisa com dreno



(Fonte: Autora)

A Figura 20 exibe um esquema da patologia muito ocorrente em estruturas enterradas.

Figura 20– Esquema da parede enterrada com infiltração.



(Fonte: VEDACIT, adaptado 2012, p. 18)

A Figura 21 mostra o mesmo muro de arrimo com infiltração pela falta de pingadeira, causando assim o escoamento da água na estrutura vertical e apresenta mancha de umidade no muro onde fica encostado o aterro.

Figura 21– Murro de arrimo com escoamento da água pela falta de pingadeira

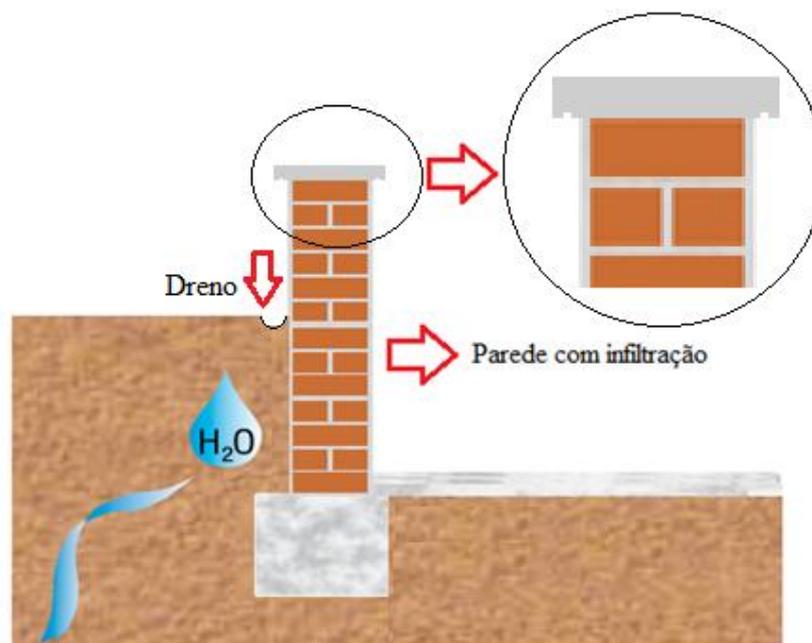


(Fonte: Autora)

A Figura 22 exibe um esquema da patologia pela falta de pingadeira

infiltração.

Figura 22– Esquema da patologia pela falta de pingadeira parede enterrada com



(Fonte: VEDACIT, adaptado 2012, p. 18)

4.1.1 Soluções a serem utilizadas nos problemas de impermeabilização em paredes enterradas

A solução mais eficaz é a realização da impermeabilização pelo exterior da estrutura, mas muitas vezes essa solução é impossível.

Na Figura 23 é apresentado um esquema das possíveis soluções para o problema em paredes enterradas, porém neste caso a solução através do lado externo é impossível devido o fato de já possuir o muro de divisa.

Figura 23– Esquema de soluções para problemas de impermeabilização em estruturas enterradas.



(Fonte: Autora)

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O caso estudado encontra-se uma residência na cidade de Varginha, na qual foram averiguados problemas diversos na parede de encosta. A edificação apresenta infiltrações no muro de arrimo (parede de encosta), mancha de umidade, vegetação, falta de pingadeira, conforme o estudo de caso.

Será elaborado um projeto de impermeabilização do estudo de caso de estruturas enterradas (muro de arrimo). Após a elaboração da possível solução para o problema devido à edificação já esta edificada, fazendo com que a solução através do lado externo seja impossível, foi feito assim o projeto completo referente ao muro de arrimo como se o muro não estivesse edificado, o seu memorial descritivo e o quantitativo de materiais e de serviços apresentados abaixo.

5.1 Memorial descritivo

5.1.1 Objetivo

O presente memorial descritivo de construção civil tem por objetivo definir os materiais a serem empregados na obra, assim como também orientar sobre o correto uso dos mesmos, assim refere-se aos procedimentos básicos que devem ser tomados para a execução das impermeabilizações de um muro de arrimo já edificado do estudo de caso em questão.

5.1.2 Generalidades

Em caso de divergência entre estas especificações e o Projeto Gráfico, deverá se consultar o Responsável Técnico. Nenhuma modificação poderá ser feita no Projeto ou durante a execução deste, sem o consentimento escrito e assinado do Responsável Técnico.

5.1.3 Especificações

Os serviços e obras deverão ser executados em rigorosa observância com o projeto e memoriais descritivos componentes e específicos.

5.1.4 Normas técnicas

A obra será executada integral e rigorosamente em obediência às normas e especificações contidas neste Memorial, bem como ao projeto completo apresentado, quanto à distribuição e dimensões, e ainda os detalhes técnicos em geral.

A obra será executada de acordo com a boa técnica, as Normas Brasileiras da A.B.N.T., as posturas federais, estaduais, municipais e condições locais.

5.1.5 Referências Normativas

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9574**: Execução de Impermeabilização. Rio de Janeiro, 1986.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9575**: Impermeabilização: Seleção e Projeto. Rio de Janeiro, 2003.

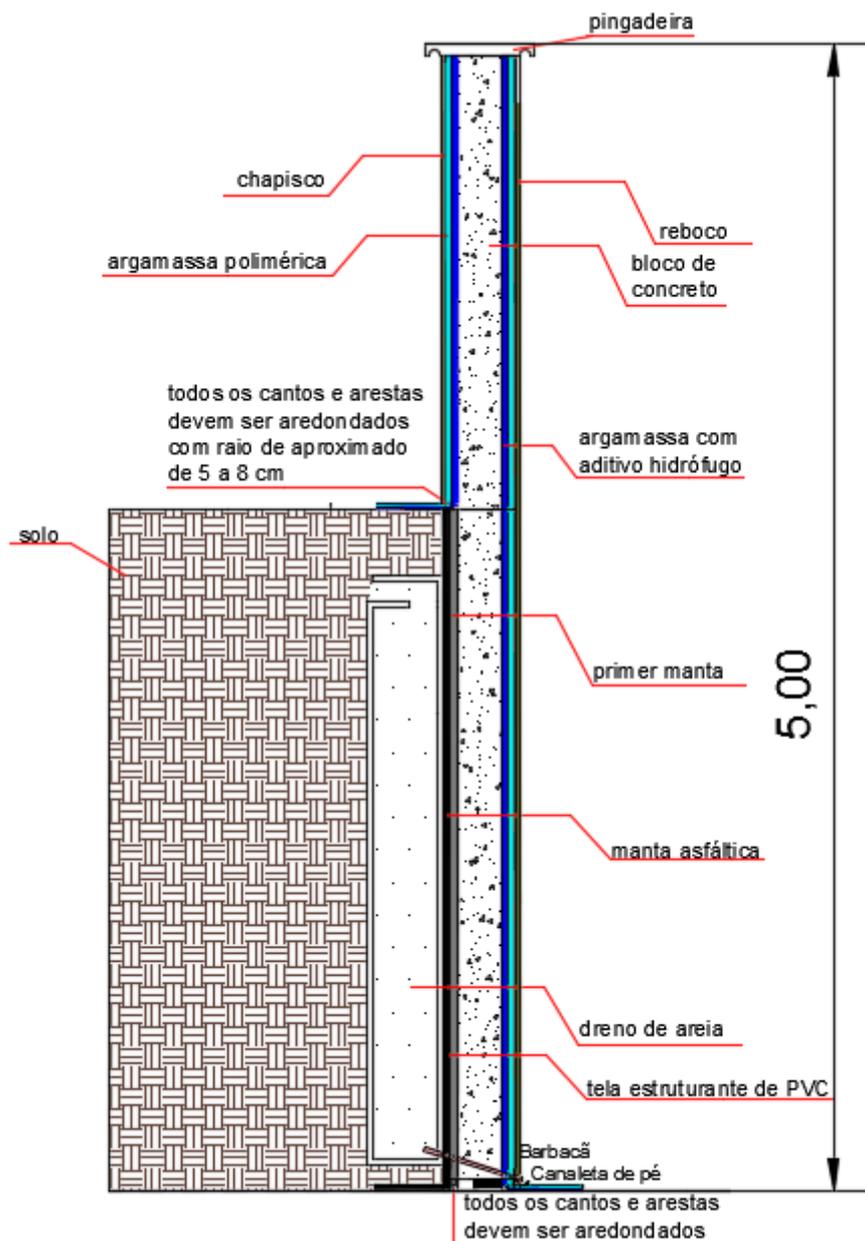
5.1.6 Método executivo

A impermeabilização deverá ser aplicada apenas em superfícies resistentes, uniformes e perfeitamente secas. Nenhum produto será aplicado, sem a devida preparação das superfícies a serem impermeabilizadas. Os cantos e arestas internas das superfícies deverão ser convenientemente arredondados. A aplicação de qualquer produto indicado nestas especificações está condicionada a mais completa obediência às recomendações do Fabricante quanto ao manuseio, dosagem e cuidados especiais para garantia da qualidade e durabilidade dos serviços, não esquecendo inclusive os aspectos de segurança do pessoal envolvido nas operações de execução. Será aplicada primeiramente a argamassa polimérica e depois a argamassa com aditivo hidrófugo.

5.1.7 Desenhos

O projeto referente ao muro de arrimo em que haverá impermeabilização está composto de 01 prancha, em anexo ao trabalho, Conforme Figura 24.

Figura 24-Sistema de Impermeabilização muro de arrimo



(Fonte: Autora)

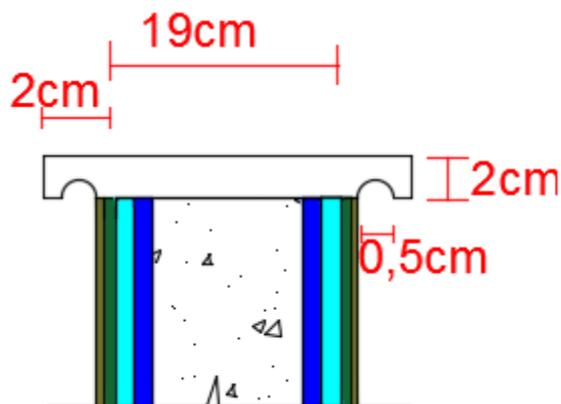
5.1.8 Impermeabilização

5.1.9.1 Detalhe Construtivo: pingadeira em concreto

Caracterização e dimensões do material: Pingadeira pré moldada em concreto, modelo rufo, reto, com friso na face inferior (conforme figura abaixo). A função deste elemento é proteger as superfícies verticais da platibanda da água da chuva sua inclinação deverá ser de 2 a 5%.

- Largura interna 38 cm x Altura 2 cm

Figura 25-Detalhe de pingadeira do projeto



(Fonte: Autora)

5.1.9.3 Drenagem tipo barbacã

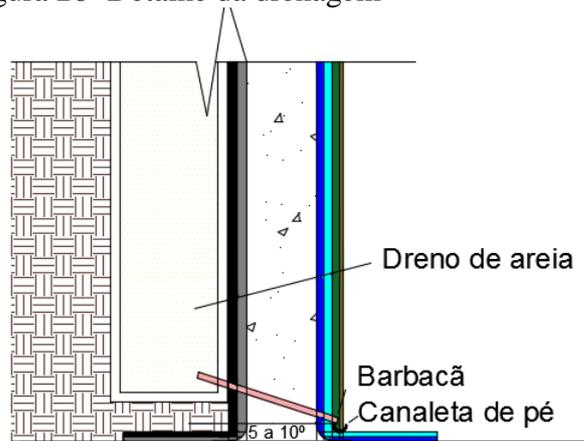
A drenagem necessita ser eficaz para alívio das poropressões na estrutura de contenção, na qual se utiliza drenagem superficial que consiste em dreno de parâmetro, o barbacã e a canaleta, o comprimento do barbacã geralmente é um pouco maior que o do muro sua extremidade interna é envolvida de um dreno de areia para que sua ação seja mais efetiva, que é a retirada de água acumulada atrás do muro de arrimo. Conforme Figura 25.

Características:

Barbacã com tubo de PVC de 100mm com 30cm de comprimento

Dreno de areia 12m³ (15m X 2,5m x 0,3m)

Figura 26- Detalhe da drenagem



(Fonte: AUTOR)

5.1.10 Solução através do lado interno

5.1.10.1 Argamassa com aditivo hidrófugo: caracterização e dimensões do material

“Tipo de impermeabilização não industrializada aplicada em substrato de concreto ou alvenaria, constituída de cimento, areia, aditivo impermeabilizante e água, formando um revestimento com propriedades impermeabilizantes” (NBR 9575/2003).

O aditivo impermeabilizante deve ser homogêneo. Conforme as condições climáticas e o tempo de armazenamento, que poderá apresentar consistência mais fluida. A sua qualidade, entretanto, não sofre qualquer alteração, pois a quantidade de ingredientes ativos permanece constante, independentemente da sua viscosidade.

- VEDACIT (argamassa com aditivo hidrófugo) : Pote de 1 Kg, galão de 3,6 litros, balde de 18 litros, pote de 1 litro e tambor de 200 litros.

- Consumo aproximado: concreto impermeável – 2L VEDACIT/50 kg de cimento).

- Rendimento:

Pote de 1 kg = Pote de 1 L (1,05 kg)

5.1.10.1.2 Preparo do substrato

Eventuais trincas devem ser previamente corrigidas. As cavidades ou nichos existentes na superfície devem ser preenchidos com argamassa de cimento e areia, traço volumétrico mínimo 1:3.

As superfícies a serem revestidas devem ser ásperas, isentas de partículas soltas e materiais estranhos, como pontas de ferro e pedaços de madeira. O substrato deve estar limpo e isento de resíduos de agente de cura, desmoldantes, óleos ou graxas.

Os cantos devem ser arredondados, formando meia-cana. Os trabalhos de aplicação da argamassa impermeável devem ser precedidos em 24 horas pela aplicação de um chapisco (traço cimento: areia – 1:2 a 1:3). Lembrar sempre que nunca se deve usar aditivo impermeabilizante no chapisco, para não prejudicar a sua aderência.

Caso ocorra a presença de filme de água, ele necessita ser eliminado antes da execução da impermeabilização definitiva.

5.1.10.1.3 Aplicação da argamassa com aditivo hidrófugo

Como preparo prévio, limpar a superfície e chapiscá-la com um adesivo de alto desempenho para argamassas e chapiscos. Aguardar no mínimo 3 dias para a aplicação do revestimento. A argamassa de revestimento deve ser feita no traço de 1:3 (cimento: areia média peneirada) e usar, além da água, 2 litros do VEDACIT (argamassa com aditivo hidrófugo) para cada saco de cimento de 50 kg. Nunca queimar e alisar com desempenadeira de aço ou colher de pedreiro.

5.1.10.2 Argamassa polimérica: caracterização e dimensões do material

“Tipo de impermeabilização industrializada aplicada em substrato de concreto ou alvenaria, constituída de agregados minerais inertes, cimento e polímeros, formando um revestimento com propriedades impermeabilizantes” (NBR 9575/2003)

Produto bi-componente, composto por parte A (cimento, aditivos e agregados minerais) e parte B (copolímero compatível com cimento).

- VEDAPOT (argamassa polimérica): Galão de 3,6 Kg , balde de 18Kg e caixa de 18Kg.

- Consumo aproximado: Pintura: 850 g/m²/demão e Revestimento: 1,1 kg/m²/camada

- Rendimento:

Galão de 3,6 kg - Pintura - 1,5 m² / Revestimento - 1 m²,

Balde de 18 kg - Pintura - 7 m² / Revestimento - 5,4 m²,

Caixa de 18 kg - Pintura - 7 m² / Revestimento - 5,4 m²

5.1.10.2.2 Preparo do substrato

A superfície deve estar ligeiramente úmida (não saturada), limpa e isenta de pó. Eventuais trincas devem ser tratadas previamente.

5.1.10.2.3 Aplicação da argamassa polimérica

Misturar os dois componentes perfeitamente, de preferência com agitador mecânico. Aplicar em uma hora (no máximo) após a mistura. Caso não venha a ser utilizado em uma só vez, misturar os componentes na proporção 1:3 (líquido:pó), em massa. Aplicar entre 2 a 4 demãos cruzadas de Argamassa Polimérica com broxa ou trincha. Obedecer a um intervalo de aproximadamente 6 horas entre a aplicação de cada demão

5.1.10.2.4 Proteção da argamassa polimérica

Recomenda-se proteção mecânica em locais onde exista possibilidade de agressão mecânica.

5.1.11 Solução através do lado externo

5.1.11.1 Primer Manta caracterização e dimensões do Material

O primer manta é uma solução asfáltica indicada para imprimação de superfícies de concreto ou argamassa para colagem de mantas asfálticas. Apresenta secagem rápida e alto poder de aderência.

- Primer Manta Vedacit: Lata de 900ml, galão de 3,6 L, lata de 18 L, e tambor de 200 L

-Consumo aproximado: 0,300L/m²

- Rendimento:

Lata de 900ml - 3m²

Galão de 3,6 L - 12m²

Lata de 18 L – 60m²

Tambor de 200 L – 660m²

5.1.11.1.3 Preparo do substrato

O concreto deve estar limpo, íntegro, seco e sem impregnação de desmoldantes, agentes de cura, ou qualquer outro material que prejudique a aderência da manta. Caso haja falhas ou fissuras no concreto, estas devem ser tratadas e corrigidas antes da aplicação. Certificar-se também da correta localização e fixação dos coletores e tubulações. No rodapé, executar regularização com argamassa no traço 1:3 (cimento:areia média), arredondando os cantos com raio mínimo de 5 cm. Recomenda-se deixar uma área com altura mínima de 40 cm com relação à regularização do piso e 3 cm de profundidade para encaixe da manta. Para aumentar a aderência entre concreto e argamassa de regularização, aplicar chapisco no traço 1:3 (cimento: areia média). Aguardar cura mínima de 3 dias da argamassa de regularização para posterior aplicação do primer manta.

5.1.11.1.4 Aplicação do primer manta

Após a cura da argamassa de regularização, aplicar o primer manta vedacit. Homogeneizar o produto e, em seguida, aplicá-lo puro, em uma única demão, respeitando o consumo mínimo por m² e o tempo de secagem de 3 a 5 horas, na temperatura de 25 °c. O primer manta vedacit pode ser aplicado com trincha, rolo de lã de carneiro ou vassoura de cerdas macias. a manta asfáltica pode ser aplicada depois do tempo de secagem do primer manta vedacit, o que ocorre entre 4 a 6 horas, na temperatura de 25 °c. esse período de secagem pode variar em função das condições de temperatura e ventilação do local de aplicação.

5.1.11.2 Solução através do lado interno

5.1.11.2.1 Manta asfáltica: caracterização e dimensões do material

É uma manta asfáltica com acabamento de polietileno que confere impermeabilidade, resistência à tração e puncionamento, além de flexibilidade e aderência á superfície.

- Vedamax poliéster II: Rolo 100m²

-Consumo aproximado: 1,15m² / m² de área a ser impermeabilizada

5.1.11.2.2 Preparo do substrato

O concreto deve estar limpo, íntegro, seco e sem impregnação de desmoldantes, agentes de cura, ou qualquer outro material que prejudique a aderência da manta. Caso haja falhas ou fissuras no concreto, estas devem ser tratadas e corrigidas antes da aplicação. Certificar-se também da correta localização e fixação dos coletores e tubulações. Recomenda-se deixar uma área com altura mínima de 40 cm com relação à regularização do piso e 3 cm de profundidade para encaixe da manta, conforme apresentado no Detalhe 1. Para aumentar a aderência entre concreto e argamassa de regularização aplicar chapisco no traço 1:3 (cimento:areia média) aditivado com adesivo para chapisco. Aguardar cura mínima de 3 dias da argamassa de regularização para posterior aplicação do primer. Após a cura da argamassa, aplicar em toda a área a ser impermeabilizada 1 demão de primer base água, ou primer base solvente, respeitando o consumo recomendado por m² e o tempo de secagem.

5.1.11.2.3 Aplicação da manta asfáltica

Iniciar a aplicação da manta executando os arremates. Após a aplicação, posicionar e alinhar os rolos de manta asfáltica no sentido oposto a partir da parte mais baixa para as partes mais altas. Com o auxílio do maçarico, executar a colagem da manta asfáltica, aquecendo o lado inferior da manta e, ao mesmo tempo, a superfície imprimada, pressionando-a do centro para as bordas a fim de evitar a formação de bolhas de ar. As emendas devem ter sobreposição mínima de 10 cm e receber biselamento com a ponta da colher aquecida, para garantir a perfeita vedação do sistema. A colagem da manta no rodapé deve ser executada na altura de 30 cm com relação à regularização do piso e embutida no rebaixo deixado previamente. A sobreposição da manta aplicada na vertical deve ser no mínimo de 10 cm sobre a manta aplicada no piso. Finalizada a impermeabilização comprovar a estanqueidade do sistema em toda área impermeabilizada no período mínimo de 3 dias.

Proteção: Após o teste de estanqueidade deve ser feita a proteção mecânica do sistema de impermeabilização. Inicialmente, colocar um filme de polietileno como camada separadora sobre a manta e, em seguida, aplicar argamassa no traço 1:3

(cimento:areia) com espessura mínima de 2 cm. No rodapé sobre a manta, executar chapisco com argamassa no traço 1:3 (cimento: areia média) aditivado com adesivo para chapisco, intercalando as camadas de chapisco com tela estruturante de PVC ou similar.

5.1.11.3 Adesivo para chapisco: caracterização e dimensões do Material

Adesivo para chapisco é uma resina sintética, de alto desempenho, que proporciona excelente aderência das argamassas aos mais diversos substratos. Confere maior plasticidade, aumenta à impermeabilidade e evita a retração das argamassas. Pode ser usado em áreas externas e internas ou sujeito á umidade.

- Pote de 1 Kg
- Galão de 3,6 Kg
- Balde de 18 Kg
- Tambor de 200 Kg

Consumo aproximado

Para aditivo de argamassa de reparo, revestimento, piso e regularização - mínimo 500 g/m²/cm.

5.1.11.3.2 Preparo do substrato

As superfícies a serem chapiscadas, reparadas, revestidas e estucadas devem estar limpas, porosas, isentas de pó ou oleosidade e umedecidas antes da aplicação.

5.1.11.3.3 Aplicação da adesivo para chapisco

Aditivo para argamassa de reparo, revestimento, piso e regularização. adesivo é adicionado como aditivo na argamassa (cimento e areia) junto com a água de amassamento na diluição 1:2 (adesivo:água).

5.1.11.4 Tela estruturante de PVC : caracterização e dimensões do Material

É uma tela constituída de fios 100% poliéster. É utilizada como estruturante para materiais de impermeabilização, flexíveis e rígidos, possibilitando a formação de membrana e aumento da resistência a tração.

- Rolo 1,47 x 50 m
- Rolo 0,73 x 50 m
- Rolo 0,73 x 10 m
- Rolo 0,49 x 50 m

5.1.11.4.3 Aplicação da tela estruturante de PVC

Colocar a tela entre a 1ª e a 2ª demãos da impermeabilização ou do tratamento de trincas e fissuras e cobrir posteriormente com as demãos subsequentes, de modo que a tela não fique aparente. Para realizar cortes na tela, utilizar tesoura. Em trincas e fissuras, colocar a tela ultrapassando pelo menos 10 cm para cada lado.

5.2 Orçamento

Orçamento embasa-se em dimensionar insumos, mão-de-obra ou equipamentos indispensáveis à realização de uma obra ou serviço.

“BDI é a Bonificação ou Benefícios e Despesas Indiretas, é a parte do preço de cada serviço, expresso em percentual, que não se designa ao custo direto ou que não está efetivamente identificado como a produção direta do serviço ou produto. O BDI é a parte do preço do serviço formado pela recompensa do empreendimento, chamado lucro estimado, despesas financeiras, rateio do custo da administração central e por todos os impostos sobre o faturamento, exceto leis sociais sobre a mão-de-obra utilizada no custo direto”.(BDI /CREA-MG,2007)

Tabela 2 – Cálculo do BDI

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	Quantidade	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
1.0	Mão de obra Indireta				800,00
1.1	Engenheiro civil campo	mês	1	800,00	800,00
2.0	Refeição dos Indiretos				60,00
2.1	Café - 10 dias/ mês	unid	2,00	30,00	60,00
2.2	Lanche da tarde - 10dias/ mês	unid	2,00	30,00	60,00
	TOTAL DOS CUSTOS INDIRETOS				860,00

(Fonte: Autora)

Continuação da Tabela 2- Cálculo do BDI

	TOTAL DOS CUSTOS DIRETOS (mão de obra direta e materiais)				21.826,88
3	Contingências		-		
3.1	Incertezas e riscos (1,5% sobre sub-total 1 + custos diretos)		%	1,8%	406,39
	SUB-TOTAL GERAL DA OBRA				23.095,24
	SUB-TOTAL GERAL DA OBRA SEM IMPOSTOS				23.095,24
	SUB-TOTAL GERAL DA OBRA SEM IMPOSTOS (faturamento direto)				23.095,24
4	Impostos :	21,65%	78,35%		1.960,22
4.1	Iss sobre serviços e mão-de-obra direta	unid	1,00	884,31	884,31
4.2	Cofins	unid	1,00	884,31	884,31
4.3	PIS	unid	1,00	183,93	191,60
5	LUCRO (15%)	unid	1,00	4.244,55	4.421,55
	TOTAL GERAL DA OBRA COM IMPOSTOS				29.477,02
				Total Geral dos indiretos	7.650,14
				Total Geral dos diretos	21.826,88
				BDI = Indiretos / Diretos	35,05%

(Fonte: Autora)

Tabela 3- Cálculo do custo da mão de obra- ajudante

FUNÇÃO : AJUDANTE - hora normal	VALOR R\$
a) Salário 10 dias	353,00
b) Encargos sociais	362,71
TOTAL DOS CUSTOS ABAIXO	171,00
TOTAL GERAL DOS CUSTOS	886,71
CÁLCULO DO CUSTO DO HOMEM HORA	
Custo homem hora sem BDI (a+b+c+d) / nº horas trabalhadas	4,64
Custo Homem Hora com BDI (e+f) / nº horas trabalhadas	

Obs.: valor referente a hora normal

**DETALHAMENTO DA COMPOSIÇÃO DE CUSTO DA MÃO-DE-OBRA
CUSTOS DIVERSOS**

	VALOR R\$
C1) Alimentação	
Café: Preço unitário x quantidade mensal	30,00
Lanche: preço unitário x quantidade mensal	30,00
C2) Transporte Ônibus - trajeto cidade/obra/cidade - Vale transporte	66,00
C3) Despesas Admissionais Exames Admissionais para obra e rotatividade de 10%	45,00

(Fonte: Autora)

Continuação Tabela 3- Cálculo do custo da mão de obra- ajudante

TOTAL CUSTOS DIVERSOS	171,00
HORAS	
Quantidades de Horas Trabalhadas utilizadas	191,19
R\$ hora (salário+encargos)/horas trabalhadas	3,74

(Fonte: Autora)

Tabela 4- Cálculo do custo da mão de obra- oficial

FUNÇÃO : OFICIAL - hora normal	VALOR R\$
a) Salário 10 dias	588,77
b) Encargos sociais	722,72
TOTAL DOS CUSTOS ABAIXO	171,00
TOTAL GERAL DOS CUSTOS	1482,49
CÁLCULO DO CUSTO DO HOMEM HORA	
Custo homem hora sem BDI (a+b+c+d) / n° horas trabalhadas	7,75
Custo Homem Hora com BDI (e+f) / n° horas trabalhadas	
Obs.: valor referente a hora normal	

**DETALHAMENTO DA COMPOSIÇÃO DE CUSTO DA MÃO-DE-OBRA
CUSTOS DIVERSOS**

C1) Alimentação	VALOR R\$
Café: Preço unitário x quantidade mensal	30,00
Lanche: preço unitário x quantidade mensal	30,00
C2) Transporte Ônibus - trajeto cidade/obra/cidade - vale transporte	66,00
C4) Despesas Admissionais Exames Admissionais para obra e rotatividade de 10%	45,00
TOTAL CUSTOS DIVERSOS	171,00
HORAS	
Quantidades de Horas Trabalhadas utilizadas	191,19
R\$ hora (salário+encargos)/horas trabalhadas	6,86

(Fonte: Autora)

Tabela 5- Compra de ferramentas

Serviço:	Compra de ferramenta				
Unid:	vb				
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1	Ferramentas/equipamentos				
1.1	trena	Unid	1,00	8,50	8,50
1.2	balde de plástico	Unid	1,00	8,07	8,07
1.3	óculos de segurança	Unid	2,00	7,50	15,00
1.4	capacete	Unid	2,00	34,70	69,40
1.5	prumo	Unid	1,00	15,66	15,66
1.6	luva de PVC	Unid	2,00	9,00	18,00
1.7	luva de raspas de couro	Unid	2,00	8,40	16,80

(Fonte: Autora)

Continuação Tabela 5- Compra de ferramentas

1.8	luvas de borracha	Unid	2,00	5,90	11,80
1.9	desempenadeira dentada	Unid	1,00	8,00	8,00
1.10	desempenadeira lisa	Unid	1,00	9,00	9,00
1.11	esquadro	Unid	1,00	10,00	10,00
1.12	espátula de aço	Unid	2,00	14,00	28,00
1.13	broxa retangular 8cm	Unid	2,00	8,50	17,00
1.14	trincha	Unid	4,00	8,50	34,00
1.15	colher de pedreiro	Unid	1,00	12,50	12,50
1.16	caixa de massa	Unid	1,00	15,00	15,00
1.17	pá debico	Unid	1,00	18,00	18,00
1.18	bloco de espuma	Unid	3,00	4,50	13,50
1.19	lapis carpinteiro	Unid	1,00	2,50	2,50
1.20	máscara com filtro para pó	Unid	2,00	35,00	70,00
1.21	máscara semifacil com filtro para vapores organicos	Unid	2,00	3,10	6,20
1.22	botas	Unid	2,00	21,00	42,00
	SUBTOTAL GERAL				448,93
	CUSTO UNITÁRIO				448,93

(Fonte: Autora)

Tabela 6- orçamento administração local

Serviço:	Administração local				
Unid:	10 dias				
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1	Mão-de-obra				
1.1	Engenheiro civil projeto e acompanhamento	mês	1,00	800,00	800,00
	SUBTOTAL GERAL				800,00
	CUSTO UNITÁRIO				800,00

(Fonte: Autora)

Tabela 7- Orçamento da impermeabilização

Serviço:	Impermeabilização				
Unid:	total				
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1	Mão-de-obra				
1.1	Servente	h	0,90	4,64	4,17
1.2	Pedreiro	h	1,60	24,01	38,42
	Subtotal 1				42,59
2.	Materiais				
2.3	argamassa com aditivo hidrófugo	L	1980,00	4,43	8.771,40
2.4	argamassa polimérica	Kg	385,000	2,83	1.089,55

(Fonte: Autora)

Continuação Tabela 7- Orçamento impermeabilização

2.5	primer manta	L	15,000	13,86	207,90
2.6	manta asfáltica	unid (rolo de 100m²)	1,000	279,90	279,90
2.7	adesivo para chapisco	Kg	37,500	10,55	395,63
2.8	tela estruturante de PVC	unid (rolo de 1,47 x 50m)	2,000	246,07	492,14
2.9	colchão drenante de areia	m³	12,000	11,86	142,32
2.10	barbacã com tubo de PVC 100mm	unid	1,00	6,23	6,23
2.11	Escavação	m³	150,00	90,00	13.500,00
	Subtotal 2				24.885,07
	SUBTOTAL GERAL				24.927,66
	CUSTO UNITÁRIO				24.927,66

(Fonte: Autora)

Tabela 8- Orçamento chapisco

Serviço:	Chapisco				
Unid:	m²				
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1	Mão-de-obra				
1.1	Servente	h	0,25	6,41	1,60
1.2	Oficial	h	0,20	24,01	4,80
	Subtotal 1				6,40
2.	Materiais				
2.1	Areia lavada tipo média	m³	0,01	45,00	0,45
	Cimento Portland CP-32	kg	2,45	0,40	0,98
	Adesivo base acrílica	L	0,25	15,00	3,75
	Subtotal 2				5,18
	SUBTOTAL GERAL				11,58
	CUSTO UNITÁRIO				11,58

(Fonte: Autora)

Tabela 9-Orçamento reboco

Serviço:	Reboco				
Unid:	m³				
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1	Mão-de-obra				
1.1	Servente	h	0,50	6,41	3,21
1.2	Oficial	h	0,50	24,01	12,01
	Subtotal 1				15,21
2.	Materiais				
2.1	argamassa de cal hidratado e areia penerada	m³	0,005	200,00	1,00
	Subtotal 2				1,00
	SUBTOTAL GERAL				16,21
	CUSTO UNITÁRIO				16,21

(Fonte: Autora)

Tabela 10-Orçamento pintura

Serviço:	Pintura de parede externa				
Unid:	m ²				
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUAN T.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1	Mão-de-obra				
1.1	Ajudante de pintor (servente)	h	0,40	4,64	1,86
1.2	Pintor (oficial)	h	0,50	24,01	12,01
	Subtotal 1				13,86
2.	Materiais				
2.1	Líquido preparador de superfícies	L	0,12	4,50	0,54
	tinta látex acrílica	L	0,24	10,50	2,52
	lixa grana:100 para superfície madeira/massa	Unid	0,25	1,00	0,25
	Subtotal 2				3,31
	SUBTOTAL GERAL				17,17
	CUSTO UNITÁRIO				17,17

(Fonte: Autora)

Tabela 11-Orçamento limpeza geral da obra

Serviço:	Limpeza geral da obra				
Unid:	unid				
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1	Mão-de-obra				
1.1	Servente	h	8,00	4,64	37,10
	Subtotal 1				37,10
	SUBTOTAL GERAL				37,10
	CUSTO UNITÁRIO				37,10

(Fonte: Autora)

Tabela 12- Orçamento Total com BDI

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANTID	PR. UNIT.	PR. TOTAL
1	SERVIÇOS PRELIMINARES				3.618,12
1.1	Compra de ferramenta	Vb	1,00	R\$ 448,93	R\$ 448,93
1.3	Ajudante e oficial	10 dias	1,00	R\$ 2.369,19	R\$ 2.369,19
1.4	Administração local (engenheiro civil, encarregado de obras)	10 dias	1,00	R\$ 800,00	R\$ 800,00
2	Impermeabilização				R\$ 11.427,66
2.1	Impermeabilização	total		R\$ 24.927,66	R\$ 24.927,66
3	Revestimento Externo				R\$ 4.168,50
3.1	Chapisco	m ²	150,00	R\$ 11,58	R\$ 1.737,00
3.2	Reboco	m ²	150,00	R\$ 16,21	R\$ 2.431,50
4	Pintura				R\$ 2.466,00
4.1	Pintura	m ²	150,00	R\$ 17,17	R\$ 2.575,50
5	Limpeza				R\$ 37,10
5.1	Limpeza geral	Casa	1,00	R\$ 37,10	R\$ 37,10
TOTAL GERAL					R\$ 35.326,88
BDI					33,09%
TOTAL GERAL COM BDI					R\$ 47.017,54

(Fonte: Autora)

O custo final do projeto de impermeabilização do muro de arrimo foi elaborado pelo TCPO 14, de acordo com o rendimento dos produtos e com os valores por cotação com o comércio de materiais de construção de Varginha. O seu custo ficou em R\$47.017,54 (quarenta e sete mil e dezessete reais e cinquenta e quatro centavos).

6 CONCLUSÃO

Neste trabalho foram abordados alguns aspectos sobre impermeabilização na construção civil, desde o projeto até as sugestões de procedimentos de recuperação em um estudo de caso, com patologias relacionadas à impermeabilização.

O procedimento da impermeabilização depende de certos fatores, tanto do projeto quanto da sua manutenção durante a vida útil da edificação. A grande maioria das patologias é devida a má execução e a falta da impermeabilização conforme os estudos de casos, onde verifica-se uma economia na execução do projeto, não efetuando o sistema de impermeabilização adequado. Lembrando que a execução de uma impermeabilização é cerca de 3% do custo total de uma obra, mas que pode gerar grande economia no futuro, dado que evitará gastos com reparos e retrabalho.

Para que os engenheiros possam indicar uma solução para as patologias de impermeabilização exata e executá-la de forma correta, evitando o aparecimento de patologias, devem entender a origem do problema na edificação.

O projeto de impermeabilização foi elaborado a partir da norma brasileira da ABNT 9575 que visa à seleção e o projeto seu orçamento foi feito a partir do TCPO 14 e de cotação com o comércio de materiais de construção de Varginha, na qual o orçamento ficou com um custo total de R\$29.477,02 (vinte e nove mil e quatrocentos e setenta e sete reais e dois centavos). A impermeabilização é um dos elementos da obra o qual a sua elaboração é essencial para a execução de um projeto de qualidade duradoura. Lembrando sempre de obedecer ao detalhamento do projeto de impermeabilização.

Conclui-se que uma das etapas da obra mais importante para evitar as patologias advindas da umidade e infiltrações, mostradas neste trabalho, é a impermeabilização. Não podemos menosprezá-la, ela deve ser prevista em projeto, por um engenheiro com a capacidade técnica para indicar a melhor forma de executá-la, sempre fiscalizando o serviço.

REFERÊNCIAS

ANTONELLI, G.R.; CARASEK, H.; CASCUDO O. **Levantamento das manifestações patológicas de lajes impermeabilizadas em edifícios habitados de Goiânia-Go.** IX Encontro Nacional do Ambiente Construído. Foz do Iguaçu. 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9952** – Manta asfáltica para impermeabilização. São Paulo, 2014

_____. **NBR 9574**: Execução de Impermeabilização. Rio de Janeiro, 1986.

_____. **NBR 9575**: Impermeabilização: Seleção e Projeto. Rio de Janeiro, 2003.

BDI - Bonificação ou Benefício e Despesas Indiretas / Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de Minas Gerais. - Belo Horizonte : Crea-MG, 2007.

CUNHA, A.G.; NEUMANN, W. **Manual impermeabilização e isolamento térmico.** Rio de Janeiro: Texsa Brasileira, 1979. 227p.

CRUZ, J. H. P. **Manifestações patológicas de impermeabilização com uso de sistema não aderido com mantas asfálticas: avaliação com auxílio de sistema multimídia.** 2003. 168f. Monografia (Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2003

DIPROTEC. **Impermeabilizantes pega ultra-rápida** .Disponível em: www.diprotec.com.br/dicas---impermeabilizantes---pega-ultra-rapida. Acessado em 29 mar 2016

IBI - Instituto Brasileiro de Impermeabilização –Disponível em: <http://www.ibibrasil.org.br/>. >Acessado em 30 mar 2016.

LERSCH, I. M. **Contribuição para a identificação dos principais fatores de degradação em edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre.** Porto Alegre: UFRGS, 2003. 180 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

MANUAIS DE ESCOPO. **Impermeabilização Rígida.** Disponível em: www.manuaisdeescopo.com.br/News/2013/05/06/Impermeabilizacao-Rigida> Acessado em 21 mar 2016.

METALICA. **Sistema de impermeabilização na construção civil.** Disponível em : <wwwo.metallica.com.br/sistemas-de-impermeabilizacao-na-construcao-civil> Acessado em 21 mar 2016.

METÁLICA. **Membranas de poliuretano: Impermeabilização de alta tecnologia.** Disponível em: <wwwo.metallica.com.br/membranas-de-poliuretano-impermeabilizacao-de-alta-tecnologia> Acessado em 21 mar 2016.

NAKAMURA, J. **Rígida e estanque.** *Téchne*, São Paulo, n. 115, p. 28-33, out. 2006.

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.

PIEPER, R. **Só se nota a impermeabilização quando ela não existe.** *Revista Impermeabilizar*, São Paulo, n. 43, p. 6, fev. 1992.

PINTO, J.A.N. **Patologias de impermeabilização.** Santa Maria: Multipress, 1996. 270p.

POUSA, S.C. **Impermeabilização de banheiros.** *Téchne*, São Paulo, n. 61, p. 69- 71, abr. 2002.

RIGHI, V.G. **Estudo dos sistemas de impermeabilização.** 2009. 95f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria,2009.

SABBATINI F. et al. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica da USP. **Impermeabilização – Sistemas e execução.** São Paulo, [2006]. 20p. Disponível em <http://pcc2436.pcc.usp.br> (Acessado em 22/03/2016)

SIKA - <http://www.sika.com.br> (Acessado em 29/3/2016).

SOARES, F.F. **A importância do Projeto de Impermeabilização em Obras de Construção Civil.** Projeto de graduação – Universidade Federal do Rio de Janeiro/ Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2014.

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

SOUZA, M.F. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. 2008. 64f. Monografia - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

VEDACIT – **Manual técnico de impermeabilização de estruturas**. 7º Edição. Disponível em: <http://www.vedacit.com.br> (Acessado em 21/3/2016).

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre, Editora Sagra, 1991. 172p. www.aecweb.com.br/cont/m/rev/construcril-flex_2094_0_0 (Acessado em 29/3/2016). www.casadasmantas.com.br/casa-das-mantas/argamassas-impermeabilizantes/viaplus-7000-52-42-3.html (Acessado em 29/3/2016).

TCPO. **Tabela de Composição de Preços para Orçamentos**. São Paulo: PINI, 2012.640p.

APÊNDICE A - Planilhas de composição de preço unitário

Tabela 01- Chapisco rolado com mistura de cimento, areia e adesivo base acrílica, traço 1:3- unidade m²

Componentes	Unid	Consumos
Pedreiro	h	0,20
Serventes	h	0,25
Areia lavada tipo média	m ³	0,01
Cimento Portland CP-32	kg	2,45
Adesivo base acrílica	l	0,25

Fonte: TCPO.São Paulo: PINI, 2012.640p.

Tabela 02- Reboco para parede interna ou externa.

Componentes	Unid	Consumos
Pedreiro	h	0,50
Serventes	h	0,50

Fonte: TCPO. São Paulo: PINI, 2012.640p.adapatado.

Tabela 03- Pintura com tinta látex acrílica em parede externa, sem massa corrida-unidade: m²

Componentes	Unid	Consumos
com (3) três demãos		
Ajudante de pintor	h	0,40
Pintor	h	0,50
Líquido preparador de superficies	l	0,12
Tinta latex acrílica	l	0,24
Lixa grana :100 para supericie madeira/massa	un	0,25

Fonte: TCPO. São Paulo: PINI, 2012.640p.adapatado.

Tabela 04- Impermeabilização de parede sujeita á umidade de solo

Componentes	Unid	Consumos
Pedreiro	h	1,6
Serventes	h	0,90

Fonte: TCPO. São Paulo: PINI, 2012.640p.adapatado.