

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Vanessa Isabel Butzke

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE ARGAMASSA
IMPERMEABILIZANTE FLEXÍVEL E MANTA ASFÁLTICA PARA
IMPERMEABILIZAÇÃO

Porto Alegre
outubro, 2020

VANESSA ISABEL BUTZKE

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE ARGAMASSA
IMPERMEABILIZANTE FLEXÍVEL E MANTA ASFÁLTICA
PARA IMPERMEABILIZAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de
Graduação do curso de Engenharia Civil da Escola de
Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheira
Civil

Orientador: Profa. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira

Porto Alegre
outubro, 2020

VANESSA ISABEL BUTZKE

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE ARGAMASSA
IMPERMEABILIZANTE FLEXÍVEL E MANTA ASFÁLTICA
PARA IMPERMEABILIZAÇÃO**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRA CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pela Professora Orientadora e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, outubro de 2020.

Professora Cristiane Sardin Padilla de Oliveira
Doutora pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientadora

BANCA EXAMINADORA

Profa. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira
(UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Daniel Tregnago Pagnussat
(UFRGS)
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Eng. Deividi Maurenre Gomes da Silva
(UFRGS)
Me. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

RESUMO

As áreas de uma edificação expostas a umidade estão mais suscetíveis a apresentar manifestações patológicas, visto que a água é o agente causador de muitos inconvenientes nas construções humanas. O surgimento das manifestações patológicas nas edificações, acaba por trazer danos à saúde, segurança e ao bem-estar dos usuários, além de atuar na degradação dos ativos imobiliários formados pelo patrimônio edificado, e em situações mais severas, até comprometer o sistema estrutural da construção. As áreas internas de uma edificação, como banheiros, lavabos, cozinhas e lavanderias, são áreas mais expostas à ação da umidade pelo uso, e por isso é imprescindível execução da impermeabilização nesses locais, que tem por finalidade proteger estes ambientes e seus sistemas construtivos contra a ação deletéria de fluidos, de vapores e da própria umidade. Os métodos de impermeabilização disponíveis no mercado e atualmente mais utilizados para impermeabilizar áreas internas são os sistemas com manta asfáltica e argamassas poliméricas bi componentes, também denominadas argamassas impermeabilizantes flexíveis. O presente trabalho procurou fazer uma análise sobre esses dois métodos, no que diz respeito ao processo executivo, métodos de aplicação e desempenho dos materiais, através de revisão bibliográfica e de estudos de casos. Também, foi apresentada uma análise sobre o cumprimento das instruções normativas pelos casos estudados. Foi possível ainda, observar os pontos críticos de cada sistema de impermeabilização, tanto no momento da execução, quanto na escolha dos materiais, que geralmente influenciam no surgimento de manifestações patológicas, e que são determinantes para eficácia e durabilidade da impermeabilização. Os resultados obtidos trouxeram um panorama da utilização destes materiais nas construções atuais, principalmente na cidade de Porto Alegre, bem como, foi possível abordar as vantagens e desvantagens demonstradas na execução de cada um dos métodos.

Palavras-chave: Impermeabilização, Manta Asfáltica, Argamassa Polimérica, Argamassa Flexível, Argamassa Cimentícia.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Demonstração de pressão d'água positiva e negativa	17
Figura 2 - Aplicação da argamassa polimérica	30
Figura 3 - Exemplo ilustrativo das camadas da impermeabilização de um banheiro com argamassa polimérica	31
Figura 4 - Detalhamento de impermeabilização em ralos	33
Figura 5 - Aplicação de tela de poliéster em ralo	33
Figura 6 – Imprimação com emulsão asfáltica	35
Figura 7 - Aplicação da manta	36
Figura 8 - Teste de estanqueidade da impermeabilização de laje de cobertura	37
Figura 9 - Aplicação de camada separadora	38
Figura 10 - Detalhe ancoragem de manta asfáltica	40
Figura 11 - Detalhe ralo impermeabilizado com manta asfáltica	41
Figura 12 - Execução da impermeabilização com manta asfáltica em ralos	42
Figura 13 - Impermeabilização com manta asfáltica: detalhe dos cantos arredondados e ralo	48
Figura 14 - Camadas da impermeabilização, primer e asfalto	48
Figura 15 - Equipamento que faz o aquecimento do asfalto	49
Figura 16 - Termômetro para controle do aquecimento do asfalto	49
Figura 17 - Vassoura utilizada para aplicar e espalhar o asfalto	50
Figura 18 - Área com o asfalto aplicado	50
Figura 19 - Impermeabilização com manta asfáltica: preparação do material	51
Figura 20 - Posicionamento da manta asfáltica	51
Figura 21 - Aquecimento da manta asfáltica e do substrato com maçarico	51
Figura 22 - Detalhe de rodapés e cantos arredondados	51
Figura 23 - Materiais utilizados para impermeabilização com argamassa polimérica	53
Figura 24 - Preparação da argamassa polimérica: adição do componente em resina líquida	54
Figura 25 - Preparação da argamassa polimérica: medição da quantidade do componente em pó	54
Figura 26 – Preparação da argamassa polimérica: adição do componente em pó	54
Figura 27 - Preparação da argamassa polimérica: agitação da mistura	54
Figura 28 - Pincel utilizado para aplicar a argamassa polimérica	55

Figura 29 - Reforço com tela no rodapé	55
Figura 30 - Imagem Ilustrativa: Utilização da alvenaria na altura da impermeabilização	57
Figura 31 - Impermeabilização no box do banheiro onde há uso de gesso acartonado	57
Figura 32 - Primeira demão de impermeabilização com argamassa polimérica no lavabo	58
Figura 33 - Primeira demão de impermeabilização com argamassa polimérica no lavabo e detalhes de tubulações passantes	59
Figura 34 - Impermeabilização de banheiro pronta com proteção mecânica	59
Figura 35 - Preparação da área a ser impermeabilizada	60
Figura 36 - Rebaixo do ralo	61
Figura 37 - Limpeza do local que será impermeabilizado	61
Figura 38 - Instrução para corte da tela estruturante posicionada no ralo	62
Figura 39 - Instrução para corte da tela estruturante posicionada na borda do ralo	62
Figura 40 - Dimensões indicadas para corte da tela estruturante para ralo	62
Figura 41 - Preparação da mistura do impermeabilizante	63
Figura 42 - Colocação do bloco de espuma e preparação do substrato com impermeabilizante	63
Figura 43 - Aplicação da primeira camada de impermeabilizante e da tela estruturante	64
Figura 44 - Posicionamento da tela "margarida" na parte interna do tubo	64
Figura 45 - Demonstração do posicionamento das telas estruturantes no ralo	64
Figura 46 - Segunda camada de impermeabilização	65
Figura 47 - Aplicação do impermeabilizante no rodapé e piso	66
Figura 48 - Aplicação do impermeabilizante no piso da cozinha até a demarcação com a régua	66
Figura 49 - Aplicação da tela estruturante no rodapé	67
Figura 50 - Aplicação do impermeabilizante na parede	68
Figura 51 - Limpeza da pedra de ardósia e das tubulações	68
Figura 52 - Layout do processo	69
Figura 53 - Vazamento encontrado após o teste de estanqueidade	70
Figura 54 - Aresta sem meia cana apresentando fissura	70
Figura 55 - Aresta com meia cana sem apresentar fissuras	71
Figura 56 - Assentamento de shaft com indicação de arestas a serem arredondadas	71
Figura 57 - Acabamento arredondado em formato meia cana executado em todas as arestas	72

Figura 58 - Aplicação primeira demão do impermeabilizante	76
Figura 59 - Área impermeabilizada	76
Figura 60 - Corte da tela estruturante para o ralo	77
Figura 61 - Posicionamento da tela no ralo	77
Figura 62 - Aplicação da tela no ralo.....	78
Figura 63 - Teste de estanqueidade.....	79
Figura 64 - Impermeabilização do ralo com manta asfáltica.....	80
Figura 65 Aplicação da manta sobre o piso do box.....	81
Figura 66 - Aplicação da manta sobre os rodapés e parede.....	81
Figura 67 - Aplicação da manta na parede	81
Figura 68 - Teste de estanqueidade.....	82
Figura 69 - Manta asfáltica aplicada em toda a superfície	83
Figura 70 - Aplicação da manta em torno da tubulação	83
Figura 71- Teste de estanqueidade.....	84
Figura 72 - Demonstração da laje durante o teste de estanqueidade	84
Figura 73 - Componentes (líquida e em pó) da argamassa impermeabilizante.....	84
Figura 74 - Agitação da mistura	85
Figura 75 - Aplicação da argamassa na parede.....	85
Figura 76 - Finalização da impermeabilização.....	86
Figura 77 - Detalhe de vedação ralo	86
Figura 78 - Parede do Box que será impermeabilizada	87
Figura 79 - Preparação da argamassa impermeabilizante	88
Figura 80 - Mistura dos componentes com agitador mecânico	88
Figura 81 - Mistura pronta para aplicação	88
Figura 82 - Aplicação do impermeabilizante.....	89
Figura 83 - Finalização da impermeabilização.....	89

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resumo da classificação das impermeabilizações	25
Quadro 2 - Critérios de escolha do tipo de manta em função do uso	34
Quadro 3 - Quadro comparativo: número de demãos aplicadas.....	92
Quadro 4 - Quadro comparativo: uso de estruturante.....	93
Quadro 5 - Quadro comparativo: encontro de gesso acartonado com piso	94
Quadro 6 - Quadro resumo: execução de acabamento arredondado em arestas e cantos	95
Quadro 7 - Relação de áreas impermeabilizadas	96
Quadro 8 - Quadro comparativo: teste de estanqueidade	97

LISTA DE SIGLAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

EPDM: Elastomérica de Etilenopropilenodieno-Monômero

IBI: Instituto Brasileiro de Impermeabilização

NBR: Norma Brasileira Regulamentadora

PEAD: Polietileno de Alta Densidade

PES: Procedimento de Execução de Serviço

PVC: Policloreto de Vinila

UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 DIRETRIZES DA PESQUISA.....	13
2.1 Objetivos da Pesquisa.....	13
2.1.1 Objetivo Principal.....	13
2.1.2 Objetivos Secundários	13
2.2 Delimitação.....	13
2.3 Limitação	14
2.4 Delineamento.....	14
3 UMIDADE.....	15
3.1 Umidade de percolação	15
3.2 Umidade de condensação	15
3.3 Umidade do solo.....	16
3.4 Umidade por fluido sob pressão unilateral ou bilateral.....	16
3.5 Estanqueidade.....	17
3.5.1 Estanqueidade de sistema de pisos em contato com a umidade ascendente	18
3.5.2 Estanqueidade de sistemas de pisos de áreas molháveis da habitação.....	18
3.5.3 Estanqueidade de sistemas de pisos de áreas molhadas	19
4 IMPERMEABILIZAÇÃO.....	20
5 TIPOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO	22
5.1 Classificação quanto à aderência.....	22
5.2 Classificação quanto à flexibilidade.....	23
5.3 Classificação quanto ao método de execução.....	24
5.4 Classificação quanto aos materiais	24
6 DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS ESTUDADOS	26
6.1 Argamassa impermeabilizante flexível.....	26
6.1.1 Método executivo da impermeabilização com argamassa impermeabilizante.....	28
6.1.1.1 Preparação do Substrato	29
6.1.1.2 Preparação da Argamassa	29
6.1.1.3 Aplicação da Argamassa na Superfície.....	29
6.1.1.4 Teste de Estanqueidade.....	31
6.1.1.5 Camada de Proteção	32

6.1.2 Detalhes construtivos.....	32
6.1.2.1 Detalhamento de ralos	32
6.2 Manta Asfáltica.....	34
6.2.1 Método executivo da impermeabilização com manta asfáltica	35
6.2.1.1 Preparação do substrato	35
6.2.1.2 Imprimação	35
6.2.1.3 Aplicação da manta asfáltica	36
6.2.1.4 Teste de estanqueidade	37
6.2.1.5 Camada separadora.....	37
6.2.1.6 Camada de proteção mecânica	38
6.2.2 Detalhes construtivos.....	38
6.2.2.1 Detalhamento da ancoragem da manta	39
6.2.2.2 Detalhamento de ralos	40
7 DESCRIÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO.....	43
7.1 Caso 1: Acompanhamento da execução de impermeabilização em obra	43
7.1.1 Projeto.....	44
7.1.2 Escolha do sistema de impermeabilização	44
7.1.3 Principais cuidados durante a execução	46
7.1.4 Detalhes construtivos e manifestações patológicas	46
7.1.5 Execução da impermeabilização com Manta Asfáltica	47
7.1.6 Execução da impermeabilização com Argamassa Impermeabilizante Flexível	52
7.2 Caso 2: Análise de procedimentos em construtoras de Porto Alegre	59
7.2.1 Construtora A.....	59
7.2.1.1 Impermeabilização da área de serviço – Ralo	60
7.2.1.2 Impermeabilização de cozinha – Piso e parede	65
7.2.1.3 Impermeabilização de banheiro e box	67
7.2.1.4 Problemas encontrados na impermeabilização.....	69
7.2.1.5 Análise dos procedimentos	72
7.2.2 Construtora B.....	74
7.2.2.1 Impermeabilização dos banheiros, área de serviço, cozinha e varanda/sacada com argamassa polimérica.....	74
7.2.2.2 Impermeabilização dos pontos de esgoto do ralo e vaso.....	76

7.2.2.3 Teste de estanqueidade	78
7.2.2.4 Análise dos procedimentos	79
7.3 Caso 3: Análise de vídeos	80
7.3.1 Vídeo 1: Impermeabilização de box com Manta Asfáltica.....	80
7.3.2 Vídeo 2: Impermeabilização de banheiro com Manta Asfáltica.....	82
7.3.3 Vídeo 3: Impermeabilização de banheiro com Argamassa Impermeabilizante.....	84
7.3.4 Vídeo 4: Impermeabilização de banheiro em reforma com Argamassa Impermeabilizante	87
8 ANÁLISE DOS ESTUDOS DE CASO	90
8.1 Argamassa Impermeabilizante Flexível.....	90
8.1.1 Escolha do material	90
8.1.2 Número de demãos	91
8.1.3 Uso de estruturante	92
8.1.4 Locais que há encontro de gesso acartonado com o piso	94
8.2 Arredondamento de arestas e cantos vivos	95
8.3 Área impermeabilizada e teste de estanqueidade	96
8.4 Manta Asfáltica.....	97
9 CONCLUSÃO.....	99

1 INTRODUÇÃO

Executar edificações de qualidade, que tenham um bom desempenho e uma boa vida útil é uma busca constante na construção civil. Dessa forma, como a infiltração de água e a umidade em geral são grandes causadoras de manifestações patológicas nas construções, a etapa de impermeabilização é uma das fases mais importantes do processo construtivo.

Apesar de ser um tema já muitas vezes estudado, ainda assim, impermeabilizações que não apresentam desempenho satisfatório são um dos principais problemas a serem enfrentados nas construções, sendo um reparo muito solicitado em assistências técnicas de construtoras e em empresas de reformas.

Além disso, a evolução da indústria e dos materiais da construção civil vem acontecendo de forma que a cartela de produtos para impermeabilização disponíveis no mercado está cada vez maior, trazendo soluções alternativas e inovações tecnológicas para esse setor. Sendo assim, é perceptível que as empresas que executam impermeabilizações também acompanhem esse avanço e possam se adaptar a novas técnicas e a materiais mais eficientes, ou com melhor custo benefício.

No entanto, percebe-se que ainda existem muitas diferenças entre as práticas aconselhadas, seguindo as instruções normativas de impermeabilização, e o que é de fato observado nos canteiros de obra. Em muitos casos, não é dada a devida importância a estudos prévios com detalhamentos e projeto, além da falta de qualificação, e de conhecimento por parte das equipes.

Pode-se destacar então, que a impermeabilização é de tal importância que sua execução deve ser fiscalizada a rigor, independentemente do tamanho do projeto, para que dessa forma não haja riscos de irregularidades na execução, e que assim, não sejam necessários gastos com a recuperação de elementos afetados (SCHEIDEGGER, 2019).

Com este pressuposto, o presente trabalho tem como objetivo, fazer um estudo dos principais métodos de impermeabilização utilizados para áreas internas, realizando um estudo comparativo entre argamassa impermeabilizante flexível e manta asfáltica, com intuito de entender as vantagens e desvantagens apresentado por cada método, bem como, trazer um panorama da utilização destes materiais nas construções atuais.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes para o desenvolvimento do trabalho são apresentadas no próximo item.

2.1 Objetivos da Pesquisa

2.1.1 Objetivo Principal

Análise de dois sistemas de impermeabilização de áreas internas, manta asfáltica e argamassa impermeabilizante flexível, com o objetivo de constatar diferenças no processo de execução. Buscando assim, entender as vantagens e desvantagens de cada método de impermeabilização no que diz respeito ao processo executivo e métodos de aplicação.

2.1.2 Objetivos Secundários

- a) Avaliar os pontos críticos, seja na execução ou escolha dos materiais, de cada sistema de impermeabilização que possam acarretar em manifestações patológicas, e que sejam determinantes para eficácia e durabilidade da impermeabilização.
- b) Análise dos dados em relação a decisões de projeto, levando em consideração as características dos métodos estudados.
- c) Analisar o cumprimento das instruções normativas por parte das empresas que executam impermeabilizações.

2.2 Delimitação

Este trabalho delimita-se ao estudo e análise feitos a partir de pesquisas bibliográficas, do acompanhamento presencial da execução de impermeabilizações de áreas internas de argamassa impermeabilizante flexível e de manta asfáltica em edificações na cidade de Porto Alegre. Além da realização de pesquisas em instruções de trabalho de impermeabilizações de construtoras situadas na cidade de Porto Alegre, e também de coleta de informações a partir de vídeos disponibilizados em uma plataforma de compartilhamento de vídeos.

2.3 Limitação

São limitações do trabalho:

- a) não serão realizados ensaios experimentais para avaliar o desempenho dos materiais;
- b) as análises serão apenas referentes a impermeabilizações de áreas internas;
- c) não serão realizadas análises de custos de materiais e de mão-de-obra dos serviços estudados.

2.4 Delineamento

O trabalho foi realizado através das etapas representadas no plano de trabalho e são divididos em:

- a) revisão bibliográfica;
- b) descrição dos dois sistemas de impermeabilização;
- c) comparação dos métodos de execução;
- d) seleção de obras de estudo;
- e) coleta de dados em obra;
- f) coleta de dados a partir das instruções técnicas de construtoras;
- g) avaliação dos sistemas;
- h) análise dos dados;
- i) considerações finais;

O presente trabalho foi desenvolvido a partir de revisão de literatura realizada em livros, boletins técnicos, artigos, revistas, sites, dissertações e teses que tratam de impermeabilização de edificações, e também as publicações normativas referentes a este assunto da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

3 UMIDADE

A água, apesar de ser imprescindível para a vida, também é o agente causador de muitos inconvenientes nas construções humanas. Todas as edificações ficam expostas às intempéries, e nessa situação, onde há a constante presença e ausência de água, tendem a deteriorar-se. Por conseguinte, os agentes agressivos trazidos pela água, agravam ainda mais esta situação e, portanto, devem ter sua entrada barrada por impermeabilizações com resistências adequadas (PIRONDI, 1988).

De acordo com a NBR 9575 Impermeabilização – Seleção e projeto (ABNT 2010), as impermeabilizações devem ser escolhidas de acordo com a solicitação imposta pelo fluido. Dessa forma, a norma classifica a ocorrência destas solicitações de quatro formas distintas:

- a) umidade de percolação;
- b) umidade de condensação;
- c) umidade do solo;
- d) umidade por fluido sob pressão unilateral ou bilateral;

3.1 Umidade de percolação

Para Cunha e Neumann (1979), a água de percolação se caracteriza por ter livre escoamento, é observada em terraços, coberturas, empenas e fachadas, e não exerce pressão hidrostática sobre os elementos. Na NBR 9575 (ABNT 2010) ainda se encontra a definição de que a água de percolação atua em superfícies, e não excede a pressão hidrostática de 1kPa (0,1 m.c.a.).

3.2 Umidade de condensação

A norma NBR 9575 (ABNT 2010) traz como definição: “água proveniente da condensação de água presente no ambiente sobre a superfície de um elemento construtivo, sob determinadas condições de temperatura e pressão”. Relaciona-se este tipo de umidade a ambientes como banheiro, cozinha, saunas, frigoríficos, etc., que em geral são ambientes com equipamentos que produzem vapor.

A umidade de condensação pode ocorrer também em ambientes em que há pouca ventilação e onde as paredes são bastante frias. Este local é propício para que a água condense nas paredes, e no entanto não há ventilação adequada para secá-la (VERÇOZA, 1987).

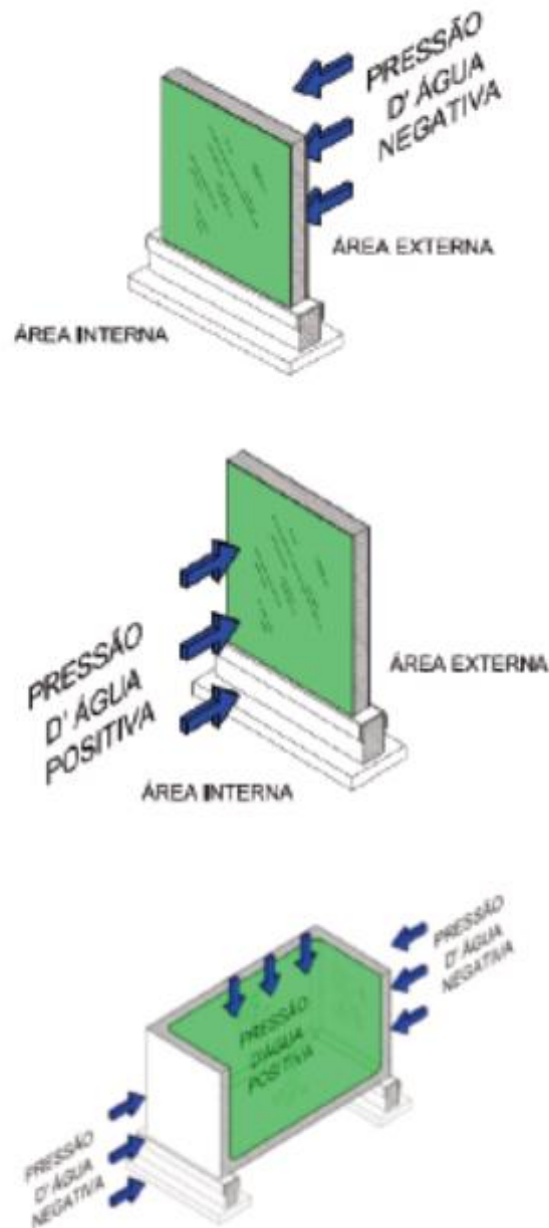
3.3 Umidade do solo

Todo solo tem umidade, e sendo assim, havendo uma estrutura porosa como a terra e areia, a água presente no subsolo sobe por capilaridade e permeabilidade até haver equilíbrio hidrostático. Portanto, se elementos porosos, como alvenaria e concreto, entrarem em contato com o solo úmido, também por efeito da capilaridade conduzirão a umidade (VERÇOZA, 1987). Ainda, a umidade do solo traz consigo sais perniciosos, que são agentes agressivos e podem desagregar as argamassas e tijolos, além de manchá-los (VERÇOZA, 1987).

3.4 Umidade por fluido sob pressão unilateral ou bilateral.

A umidade de fluido sob pressão ocorre em subsolos, caixa d'águas, piscinas, etc., ou seja, locais onde a água exerce força hidrostática sobre a impermeabilização (CUNHA; NEUMANN, 1979). É definida como água sob pressão negativa, confinada ou não, aquela que exerce pressão hidrostática superior a 1kPa de forma inversa à impermeabilização. E água sob pressão positiva, confinada ou não, é aquela que exerce pressão hidrostática superior a 1kPa de forma direta à impermeabilização (ABNT, 2010a), assim como demonstrado na Figura 1.

Figura 1 - Demonstração de pressão d'água positiva e negativa



Fonte: (IBI, 2018)

3.5 Estanqueidade

A NBR 15575-3 Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos (ABNT, 2013) traz o desempenho de estanqueidade esperado para sistemas de pisos. A estanqueidade tem papel fundamental para durabilidade dos elementos construtivos, e a norma ainda ressalta: “O controle adequado da umidade em uma edificação habitacional ou

sistema é a chave para o controle de muitas manifestações patológicas que abreviam sua vida útil, reduzindo seu valor de uso e de troca de uma habitação.”

A partir disso, NBR 15575-3 (ABNT, 2013), traz alguns conceitos relacionados às áreas das edificações, que são as definições de áreas molhadas, áreas molháveis e áreas secas. Esses conceitos tem um papel muito importante, pois a partir deles que é definido o desempenho esperado para cada área.

- a) áreas molhadas: são as áreas da edificação cuja condição de uso e de exposição pode resultar na formação de lâmina d’água pelo uso normal a que o ambiente se destina, como por exemplo, banheiro com chuveiro, área de serviço e áreas descobertas;
- b) áreas molháveis: são as áreas da edificação que recebem respingos de água decorrentes da sua condição de uso e exposição, mas que não resulte na formação de lâmina d’água pelo uso normal a que o ambiente se destina. São exemplos: banheiro sem chuveiro, lavabo, cozinha e sacada coberta;
- c) áreas secas: são as áreas que em condições normais de uso e exposição, não preveem a utilização direta de água nem mesmo durante a operação de limpeza;

Sendo assim, a norma prevê três requisitos de estanqueidade para sistema de pisos:

3.5.1 Estanqueidade de sistema de pisos em contato com a umidade ascendente

Em relação à umidade ascendente a norma determina que os sistemas de pisos devem ser estanques à umidade ascendente, e para isso se considera a altura máxima do lençol freático prevista para o local da obra. O método de avaliação de estanqueidade para esse caso é feito a partir de análise de projeto, conforme as NBR 9575 Impermeabilização – Seleção e projeto (ABNT, 2010a) e NBR 9574 Execução de impermeabilização (ABNT, 2008), ou inspeções no local. E para garantir o nível mínimo de aceitação (M) de desempenho, o sistema deve atender todas as premissas do projeto ou então atender à análise in loco do protótipo.

3.5.2 Estanqueidade de sistemas de pisos de áreas molháveis da habitação

Para áreas molháveis a NBR 15575-3 (ABNT, 2013) traz a seguinte informação: “Áreas molháveis não são estanques e, portanto, o critério de estanqueidade não é aplicável. Esta informação deve constar no manual de uso, operação e manutenção.”

3.5.3 Estanqueidade de sistemas de pisos de áreas molhadas

Para áreas molhadas onde existe a formação de lâmina d'água, e assim pressão d'água positiva, a norma aponta que para manter o sistema de piso estanque é preciso impedir a passagem da umidade para outros elementos construtivos da habitação.

Para isso, o critério de estanqueidade de pisos de áreas molhadas consiste em: “Os sistemas de pisos de áreas molhadas não podem permitir o surgimento de umidade, permanecendo a superfície inferior e os encontros com as paredes e pisos adjacentes que os delimitam secos, quando submetidos a uma lâmina d'água de no mínimo 10 mm em seu ponto mais alto, durante 72 h.”. E caso sejam utilizados sistemas de impermeabilização previstos na NBR 9575 (ABNT, 2010a), a execução deve atender à NBR 9574 (ABNT, 2008).

4 IMPERMEABILIZAÇÃO

Como visto no capítulo anterior, a umidade está presente de várias formas em uma edificação, e para manter o controle sobre umidade, e assim, proteger os materiais que a compõe, é necessário fazer uso de um sistema de impermeabilização.

Picchi (1986), define a impermeabilização como proteção da construção contra a passagem de líquidos, compreendendo todos os materiais, componentes, e acessórios necessários para formar uma barreira estanque à água. Já para a NBR 9575 (ABNT 2010), a impermeabilização consiste em um “conjunto de operações e técnicas construtivas (serviços), composto por uma ou mais camadas, que tem por finalidade proteger as construções contra a ação deletéria de fluidos, de vapores e da umidade”.

Sendo assim, a partir destas definições, pode-se chegar ao papel principal da impermeabilização, que está diretamente ligado à durabilidade da edificação. O Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI, 2018) define essa finalidade da seguinte forma: “propiciar a habitabilidade e funcionalidade da edificação, assim como a saúde, segurança e bem-estar dos usuários, além da preservação dos ativos imobiliários formados pelo patrimônio edificado”, já que a umidade acaba agindo na deterioração da estrutura através de degradação do concreto, corrosão das armaduras, anomalias em tintas e outros revestimentos, entre outras manifestações patológicas (IBI, 2018).

Como a impermeabilização tem grande importância para a durabilidade de uma edificação, de sua estrutura e para o bem-estar de seus usuários, é importante ressaltar o domínio da sua técnica por quem a projeta e por quem a executa.

O conhecimento dos princípios e técnicas de impermeabilização é essencial para engenheiros já que a impermeabilização é parte integrante de um projeto de edificação, e sendo assim, quem a projeta deve prever os detalhes necessários à impermeabilização. Não somente isso, o engenheiro deve ser capaz de especificar sistemas, selecionar materiais, contratar empresas aplicadoras e fiscalizar a execução dos serviços. Além do mais, a impermeabilização consiste em um serviço em que os detalhes assumem um papel importante, e qualquer falha, por mínima que seja e ainda que localizada, pode comprometer todo o sistema de proteção (PICCHI, 1986; VERÇOZA, 1987).

Tendo isso em vista, a última atualização da norma NBR 9575 (ABNT 2010), trouxe a obrigatoriedade da execução do projeto de impermeabilização para as edificações. Sendo que

o projeto de impermeabilização consiste no conjunto de informações gráficas e descritivas que determinam todas as características que envolvem os sistemas de impermeabilização presentes em uma construção. O projeto deve ser elaborado nas seguintes etapas: estudo preliminar, projeto básico de impermeabilização e projeto executivo de impermeabilização (ABNT, 2010a).

No estudo preliminar deverão ser determinadas e quantificadas as áreas que serão impermeabilizadas, de forma que sejam atendidas todas as exigências de desempenho em relação à estanqueidade dos elementos construtivos e à durabilidade contra a ação de fluidos, vapores e da umidade (ABNT, 2010a).

No projeto básico, estão contidas todas as informações gráficas e descritivas que definem os sistemas de impermeabilização adotados, e que dessa forma cumpram todas as exigências de desempenho em relação à estanqueidade dos elementos construtivos e durabilidade frente à ação de fluidos, vapores e umidade. Nessa etapa, há a recomendação de que seja executada durante a etapa da coordenação geral das atividades de projeto (ABNT, 2010a).

Por último se tem o projeto executivo, que consiste em um projeto especializado e por isso recomenda-se que seja feito concomitantemente aos demais projetos executivos. Nele estão contidas todas as informações dos sistemas de impermeabilização de forma bem detalhada (ABNT, 2010a).

5 TIPOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Para fazer a escolha do sistema mais adequado para uma determinada edificação é necessário levar em conta vários fatores determinantes como: forma da estrutura, movimentação admissível no cálculo da estrutura, temperatura e umidade relativa local, efeito arquitetônico que se deseja obter, custo, entre outros (PIRONDI, 1988), e assim elencar aqueles que se traduzem mais eficientes para seu caso.

Existem algumas formas de se classificar a impermeabilização. A NBR 9575 (ABNT 2010), por exemplo, classifica os tipos de impermeabilização segundo o principal material constituinte da camada impermeável, definindo-os em cimentícios, asfálticos e poliméricos. Já a NBR 9574 (ABNT 2008), classifica os tipos de impermeabilização em impermeabilizações do tipo rígida e do tipo flexível.

Segundo Picchi (1986), é importante lembrar que um sistema de impermeabilização não é caracterizado apenas pelos seus materiais constituintes, mas também pela técnica de aplicação utilizada. Isso porque, os mesmos materiais se aplicados de formas e com técnicas distintas, podem gerar sistemas de impermeabilização diferentes.

De acordo com Oliveira (2015)¹, pode-se classificar as impermeabilizações quanto à aderência, flexibilidade, método de execução e materiais.

5.1 Classificação quanto à aderência

No que diz respeito à aderência, classifica-se a impermeabilização em aderente, semi-independente e independente ou não aderente.

Um sistema de impermeabilização aderente é aquele que é constituído por um conjunto de materiais ou de produtos aplicáveis às partes construtivas de forma que seja totalmente aderido ao substrato (ABNT, 2010a). Nesse caso, a impermeabilização trabalha junto com a estrutura, e dessa forma, a fissuração do suporte impõem à impermeabilização grandes deformações, o que pode gerar elevadas tensões de tração (PICCHI, 1986). Pode-se citar como exemplos de impermeabilizações aderente todas as impermeabilizações rígidas, membranas e mantas asfálticas.

¹ Notas de Aula, Professora Cristiane Sardin Padilla de Oliveira, disciplina de Edificações IIA, Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

O sistema semi-independente consiste em um sistema de impermeabilização fixo em alguns pontos específicos, e preferencialmente permitindo que alguns pontos como as zonas de fissuração, juntas de dilatação, e outros que sofrem movimentações mais elevadas fiquem livres (PICCHI, 1986). Um exemplo deste sistema é o de impermeabilização com manta PVC.

O sistema independente ou não aderente tem como característica a utilização de uma camada de separação entre a impermeabilização e o substrato. Por esta razão, todos os movimentos do suporte serão distribuídos por todo o comprimento da impermeabilização, o que acarreta em pequenas deformações percentuais e, portanto, pequenas tensões (PICCHI, 1986). A manta elastomérica é um exemplo desse sistema de impermeabilização.

Picchi (1986) ainda faz considerações sobre as vantagens e desvantagens dos sistemas anteriormente descritos. Segundo o autor, apesar do sistema independente possibilitar melhor distribuição dos movimentos e tensões originados no substrato, ainda assim, possui a desvantagem no quesito localização e reparo de falhas. Isso porque, no sistema independente e semi-independente a água pode deslocar-se sob a impermeabilização e manifestar a falha em um ponto distante daquele de sua origem, enquanto no sistema aderente é mais provável que o dano na impermeabilização provocará uma mancha em um ponto imediatamente abaixo à falha, facilitando sua localização.

5.2 Classificação quanto à flexibilidade

Em relação a flexibilidade pode-se classificar em sistemas rígidos e sistemas flexíveis.

Sistemas rígidos são os sistemas que não suportam a movimentação da estrutura e conseqüentemente também não suportam a formação de trincas na base. Para Cunha e Neumann (1979) um exemplo de impermeabilização rígida é a de concretos e argamassas que se tornam impermeáveis a partir da inclusão de aditivos hidrófugos.

Sistemas flexíveis possuem um determinado nível de elasticidade, que permite que esse sistema absorva até um certo nível de movimentação do seu substrato. Segundo a NBR 9575 (ABNT, 2010), a impermeabilização flexível consiste em “conjunto de materiais ou produtos que apresentam características de flexibilidade compatíveis e aplicáveis às partes construtivas sujeitas à movimentação do elemento construtivo”. Além disso, a norma ressalta que para a camada impermeável ser considerada flexível, a mesma deverá passar por testes de laboratório que a certifique desta característica.

5.3 Classificação quanto ao método de execução

A classificação quanto ao método de execução é definida em sistemas moldados in loco e sistemas pré-fabricados.

Os sistemas moldados in loco, que fazem uso de materiais que podem ser chamados de membranas, são constituídos a partir da aplicação de camadas, que podem ou não conter armaduras e que, portanto, formam um sistema monolítico e que não possui emendas. Dentro desta classificação, existem sistemas aplicados a quente e a frio (IBI, 2018). Dentre os sistemas moldados in loco, pode-se destacar as membranas asfálticas, moldadas a quente ou a frio; e as membranas poliméricas sintéticas, classificação a qual pode ser subdividida em: membranas acrílicas, argamassa polimérica flexível e membranas elastoméricas (OLIVEIRA, 2015)².

Os sistemas pré-fabricados são aqueles com produtos já prontos de fábrica, e sendo assim, após sua aplicação necessitam de soldagem ou colagem nas emendas, da forma que for indicado pelo seu fornecedor. Em relação à colagem ao substrato, o processo pode ser realizado a quente, com maçarico a gás ou a frio (IBI, 2018).

No sistema pré-fabricado de impermeabilização tem-se atualmente as mantas, do tipo asfálticas e poliméricas sintéticas. As poliméricas sintéticas podem ser plásticas ou elastoméricas, sendo que dentre a categoria de plásticas estão as mantas de PVC e PEAD, e dentre as elastoméricas encontramos os tipos de manta butílica e EPDM (OLIVEIRA, 2015).

5.4 Classificação quanto aos materiais

A classificação de acordo com os materiais é aquela trazida pela NBR 9575 (ABNT, 2010), em que os sistemas de impermeabilização são classificados a partir do material principal da camada impermeabilizante, de acordo com sua natureza química. Sendo assim, tem-se a classificação em cimentícios, asfálticos e poliméricos.

O Quadro 1 apresenta o resumo da classificação das impermeabilizações.

² Notas de Aula, Professora Cristiane Sardin Padilla de Oliveira, disciplina de Edificações IIA, Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Quadro 1 - Resumo da classificação das impermeabilizações

CLASSIFICAÇÃO	TIPO	EXEMPLOS
Aderência	Aderente	Impermeabilizações rígidas; membranas e mantas asfálticas
	Semi-independente	Manta PVC
	Independente ou Não aderente	Manta elastomérica
Flexibilidade	Rígido	Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo; Argamassa modificada com polímero; Argamassa polimérica; Cimento cristalizante para pressão negativa; Cimento modificado com polímero; Membrana epoxídica
	Flexível	Membrana de poliuretano; Membrana de poliuretano modificado com asfalto; Membrana de polímero com cimento; Membrana acrílica; Mantas asfálticas; Manta de policloreto de vinila (PVC); Manta de polietileno de alta densidade (PEAD); Manta elastomérica de etileno-dieno-monômero – EPDM; Manta elastomérica de poliisobutileno isopreno (IIR); entre outras.
Método de Execução	Moldado in loco	A frio Membranas acrílicas; argamassas poliméricas; entre outras.
		A quente Membranas asfálticas
	Pré-fabricado	Manta asfáltica
Materiais	Cimentício	Argamassa com aditivo impermeabilizante; argamassa modificada com polímero; argamassa polimérica; cimento modificado com polímero.
	Asfáltico	Membrana de asfalto modificado sem adição de polímero; membrana de asfalto elastomérico; membrana de emulsão asfáltica; membrana de asfalto elastomérico, em solução; manta asfáltica.
	Polimérico	Membrana de polímero acrílico com ou sem cimento; membrana acrílica para impermeabilização; membrana epoxídica; manta de acetato de etilvinila (E.V.A.); manta de policloreto de vinila (P.V.C.); manta de polietileno de alta densidade (P.E.A.D.); manta elastomérica de etilenopropilenodieno-monômero (E.P.D.M.); entre outras.

Fonte: Elaborado pelo Autor

6 DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS ESTUDADOS

6.1 Argamassa impermeabilizante flexível

Revestimentos impermeabilizantes industrializados, ou então, argamassas impermeabilizantes, são produtos que cada vez mais vem se desenvolvendo no mercado, se aprimorando com novas tecnologias e ganhando mais espaço entre os consumidores. Dentre essa gama de produtos, observa-se várias nomenclaturas utilizadas, sem que haja uma padronização de nomes para cada categoria de produto. Algumas nomenclaturas encontradas são: Argamassa polimérica; Argamassa cimentícia; Argamassa impermeabilizante flexível; Impermeabilizante cimentício flexível; Revestimento impermeabilizante bicomponente semiflexível; Impermeabilizante à base de polímeros acrílicos, cimentos e aditivos, reforçado com fibras; entre outras variantes (DENVER, 2018a, 2018b, 2019; SIKA, 2018; VIAPOL LTDA, 2019).

Percebe-se que os nomes comerciais não esclarecem em qual classificação da norma o produto se encaixa, e exatamente a quais propriedades ele atende. Sendo assim, é necessário acessar a ficha técnica do produto, onde geralmente encontra-se a informação de qual norma o material atende às especificações, podendo ser a NBR 11905 Argamassa polimérica industrializada para impermeabilização (ABNT, 2015), ou a NBR 15885 Membrana de polímero acrílico com ou sem cimento, para impermeabilização (ABNT, 2010b).

A NBR 9575 (ABNT, 2010) traz como definição para 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”.

De acordo com as classificações anteriormente citadas no capítulo 5, a argamassa polimérica se encaixa em um sistema de impermeabilização aderente, moldado in loco, cimentício e rígido, mesmo que alguns de seus fabricantes a descrevam como semiflexível (DENVER, 2018a; SIKA, 2018).

A argamassa polimérica, que é produzida industrialmente, e tem em sua composição cimento, agregados minerais inertes, polímeros acrílicos e aditivos, proporciona, a partir dessa mistura, e de sua aplicação sobre uma estrutura, um revestimento muito durável, com ótima impermeabilização e uma elevada resistência mecânica (SCHEIDEGGER, 2019).

O Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI) indica a utilização desse material para a impermeabilização de subsolos, cortinas, poços de elevadores, muros de arrimo, baldrames e alicerces, além de paredes internas e externas, pisos frios em contato com o solo e áreas frias em geral. Também é indicado para reservatórios de água potável, piscinas de concreto enterradas e estruturas sujeitas à infiltração do lençol freático.

Já a membrana de polímero acrílico com ou sem cimento, não tem uma definição específica dada pela NBR 9575 (ABNT, 2010), porém a norma traz a definição de “membrana para impermeabilização”, que é definida como “camada de impermeabilização moldada no local, com características de flexibilidade e com espessura compatível para suportar as movimentações do substrato, podendo ser estruturada ou não”. Dessa forma, enfatiza-se que quando caracterizado como membrana, o impermeabilizante deve ser flexível.

Portanto, de acordo com as classificações presentes no capítulo 5 deste trabalho, a membrana de polímero acrílico com ou sem cimento se caracteriza em um sistema de impermeabilização aderente, moldado in loco, polimérico e flexível.

Da mesma forma que a argamassa polimérica, a membrana de polímero acrílico com cimento, também é produzida industrialmente, e tem em sua composição cimento, agregados minerais inertes, polímeros acrílicos e outros aditivos, podendo ser reforçado com fibras. O que muda é a proporção dos componentes, resultando em um material definido como polimérico.

Resumindo, a grande diferença entre as duas categorias de materiais apresentados se dá pela sua composição, se o material se caracteriza majoritariamente cimentício ou polimérico. Isso se traduzirá em sua classificação, sendo que argamassa polimérica se enquadra em material cimentício e rígido e a membrana de polímero acrílico com cimento se enquadra em material polimérico e flexível. Consequentemente as propriedades dos materiais serão diferentes, e dessa forma, suas indicações de uso também serão distintas.

O material flexível tem como indicação, uso em locais como: reservatório de concreto de água potável apoiado ou elevado, piscinas de concreto enterrada, paredes internas de *drywall*, áreas frias elevadas como banheiros, cozinhas, lavanderias, áreas de serviços, barriletes, lavabos, sacadas apoiadas, terraços e varandas gourmet cobertas (VIAPOL LTDA, 2019). Enquanto o material rígido tem como indicação: banheiros, cozinhas e áreas de serviço (áreas térreas), baldrames, paredes de subsolos, piscinas, tanques e caixas d’água enterrados, tratamento de umidade em rodapés, paredes internas e externas (pressão negativa e positiva), como base para sistema flexível cimentício e camada base impermeável (DENVER, 2018a; SIKA, 2018).

Enfatizando que no primeiro caso há a possibilidade de se utilizar em lajes, enquanto que no segundo é indicado apenas em áreas térreas. Obviamente, essa diferença também estará presente no preço do produto, sendo que quanto maior a porcentagem de polímeros acrílicos e outros aditivos como fibras, mais elevado será seu preço.

Posto isto, percebe-se que a questão da nomenclatura não é clara, e existe divergências entre nomes comerciais com aqueles utilizados na norma e também com os que são utilizados nas obras. Esse fator será possível de observar nos estudos de casos, pois nas instruções técnicas das empresas, e na entrevista em campo, o nome utilizado para se referir ao material impermeabilizante, é argamassa polimérica, mesmo que o produto utilizado possua outro nome comercialmente.

Ademais, sobre outras características do sistema, tanto a argamassa polimérica (rígida) quanto a argamassa impermeabilizante flexível, são comercializadas como um produto bicomponente, ou seja o produto vem separado em duas partes: a parte sólida, cimentícia, e a resina líquida (FIBERSALS, 2020).

É importante informar, também, que no sistema de impermeabilização com argamassa impermeabilizante flexível deve-se fazer uso de armadura ou estruturante, e na maioria das vezes faz-se o uso de tela de poliéster para esta função. Deve-se utilizar o estruturante quando houver mudança de direção na impermeabilização como em encontro de piso e parede, e também quando houver ralos, tubulações passantes, juntas, entre outros. Além disso, recomenda-se o uso da tela em áreas de grandes extensões ou que estejam sujeitas a maiores solicitações, como por exemplo tráfego mais intenso (OLIVEIRA, 2015)³.

6.1.1 Método executivo da impermeabilização com argamassa impermeabilizante

Tanto a execução da impermeabilização com argamassa polimérica quanto a de impermeabilização com membrana de polímero com cimento, são orientadas pela NBR 9574 (ABNT, 2008), seguindo as etapas de preparação do substrato, preparação da argamassa, aplicação da impermeabilização e proteção mecânica quando necessário.

³ Notas de Aula, Professora Cristiane Sardin Padilla de Oliveira, disciplina de Edificações IIA, Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

6.1.1.1 Preparação do Substrato

Para a aplicação da argamassa flexível, é necessário que o substrato esteja perfeitamente limpo e regularizado, ou seja, não deverá apresentar qualquer parte solta ou desagregada, nata de cimento, óleos e desmoldantes, ou qualquer outra sujeira. Para garantir isso, recomenda-se uma lavagem com escova de aço e água, ou então jatos de água de alta pressão. Se houver partes com falhas na concretagem, ou ninhos, deverá ser realizada a devida regularização com argamassa (ABNT, 2008; IBI, 2020a).

Por fim, recomenda-se que o local de aplicação seja umedecido com auxílio de trincha ou brocha, tomando o cuidado de não encharcar a superfície (ABNT, 2008; IBI, 2020a).

Alguns fatores importantes a se considerar na etapa de preparação do substrato são: o caimento já deve estar executado, com no mínimo 1% de inclinação para áreas externas e no mínimo 0,5% para áreas internas, e os detalhes já devem ter sido observados e ajustados, como o arredondamento dos cantos e posicionamento dos ralos (ABNT, 2008; YAZIGI, 2013).

6.1.1.2 Preparação da Argamassa

A preparação da argamassa é realizada a partir da mistura dos dois componentes do material. Para isso é indicado que se utilize um balde ou outro recipiente limpo e então faça a adição da resina líquida e posteriormente do componente em pó de forma gradual. Deve-se então realizar a mistura até obter-se uma massa perfeitamente homogênea. A mistura pode ser realizada tanto de forma manual como mecânica. Se utilizado o processo mecânico para realização da mistura indica-se é misturar por 3 minutos, porém, se utilizado o processo manual de mistura, o tempo recomendado muda para 5 minutos. Uma vez misturados os componentes, pó e resina, deve-se respeitar o tempo de utilização de mistura recomendado pelo fabricante (ABNT, 2008; IBI, 2020a). Vale ressaltar que é importante seguir à risca as recomendações do fabricante de cada produto.

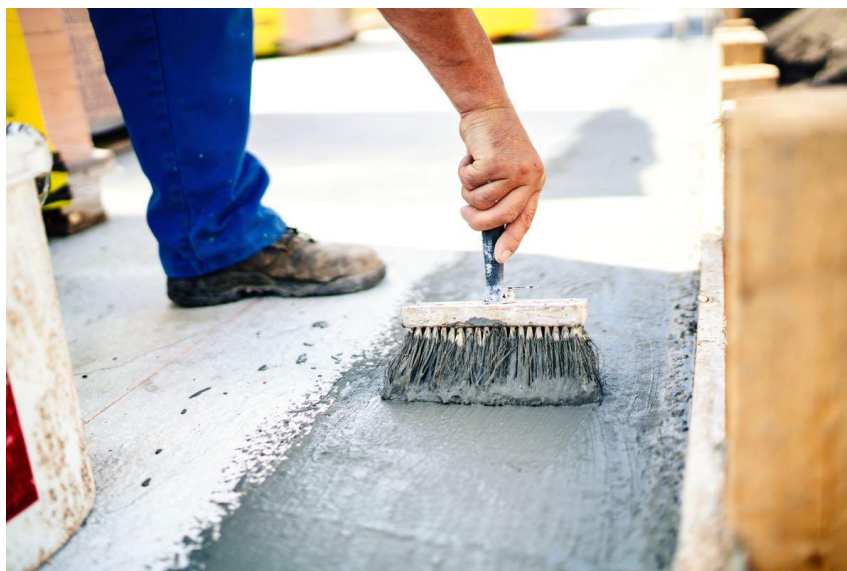
6.1.1.3 Aplicação da Argamassa na Superfície

A argamassa deve ser aplicada sobre o substrato com o auxílio de uma trincha (Figura 2). As demãos deverão ser aplicadas em sentido cruzado e em camadas uniformes. A recomendação é que as aplicações das demãos sejam feitas com um intervalo de 2h a 6h, dependendo da

Estudo Comparativo Entre Argamassa Impermeabilizante Flexível e Manta Asfáltica Para Impermeabilização

temperatura ambiente. Ao aplicar a demão subsequente verificar o nível de umidade da demão anterior, e caso ela se encontre seca é necessário molhar o local antes da nova aplicação. A quantidade de demãos deverá ser seguida de acordo com a indicação do fabricante (ABNT, 2008; IBI, 2020a).

Figura 2 - Aplicação da argamassa polimérica



Fonte: (FIBERSALS, 2020)

Caso seja utilizada a armadura, do tipo tela, ela deverá ser posicionada após a primeira demão de argamassa polimérica e em seguida ser totalmente recoberta pelas outras demãos que serão aplicadas (ABNT, 2008).

No que diz respeito às orientações dos locais de aplicação, dependerá das áreas que serão impermeabilizadas, e suas respectivas utilizações. Estas orientações deverão estar bem especificadas no projeto de impermeabilização e ser seguidas rigorosamente por quem executa (YAZIGI, 2013). As camadas da impermeabilização de um banheiro com argamassa polimérica estão ilustradas na Figura 3.

Por fim, deve-se realizar a cura do produto, da forma e pelo tempo necessário indicados pelo fornecedor. A NBR 9574 (ABNT, 2008) traz como orientação promover a hidratação da superfície por no mínimo 72h em locais abertos ou expostos ao sol.

Figura 3 - Exemplo ilustrativo das camadas da impermeabilização de um banheiro com argamassa polimérica



Fonte: adaptado de (MANUAL DO ARQUITETO, 2017)

6.1.1.4 Teste de Estanqueidade

Após a conclusão da execução da impermeabilização, e com a cura completa do produto, deve ser realizado o teste de estanqueidade da impermeabilização. De acordo com a NBR 9574 (ABNT, 2008), o ensaio deve ter duração mínima de 72 h para verificação de falhas. Para o ensaio, o local impermeabilizado deverá ser submetido à carga d'água. Se por ventura alguma falha venha ser detectada e haja a necessidade de reparos, deverá ser realizado novamente o ensaio de estanqueidade para posterior liberação (ABNT, 2008; IBI, 2018).

Ensaio não destrutivo, como o de termografia, podem complementar o ensaio de estanqueidade. Além disso, a observação dos projetistas, equipes de fiscalização e executores de impermeabilização, tem papel fundamental na complementação ao teste de estanqueidade (IBI, 2018).

6.1.1.5 Camada de Proteção

Uma das grandes vantagens da argamassa flexível é que não existe a necessidade de uma camada de proteção mecânica sobre a impermeabilização além do próprio revestimento que será aplicado no local, sendo assim o revestimento já pode ser aplicado diretamente sobre a camada de impermeabilização (SCHEIDEGGER, 2019). A NBR 9574 (ABNT, 2008) recomenda que seja realizada a proteção mecânica em locais onde exista possibilidade de agressão mecânica.

6.1.2 Detalhes construtivos

Assim como em todos os métodos de impermeabilização, existem pontos específicos que devem ter cuidados especiais, ou seja, para essas regiões deve-se utilizar técnicas específicas, que tem seus detalhamentos e especificidades contidos no projeto de impermeabilização. Esses pontos, geralmente, são mais críticos por apresentarem maiores concentrações de tensões, e a probabilidade de surgirem falhas nos mesmos também são maiores. Exemplos são: os ralos, cantos, encontros de piso com parede, juntas, etc.

No caso da argamassa impermeabilizante flexível, ou argamassa polimérica sempre há a necessidade do uso de estruturante nesses pontos, e o detalhamento gráfico, presente no projeto executivo de impermeabilização, deve orientar a execução correta da impermeabilização nesses pontos.

6.1.2.1 Detalhamento de ralos

O ralo, que se caracteriza como um ponto crítico, deve ser reforçado com armadura, como por exemplo a tela de poliéster. Esse passo será importante para reforçar estruturalmente o sistema de impermeabilização. A Figura 4 demonstra o detalhamento das camadas do sistema.

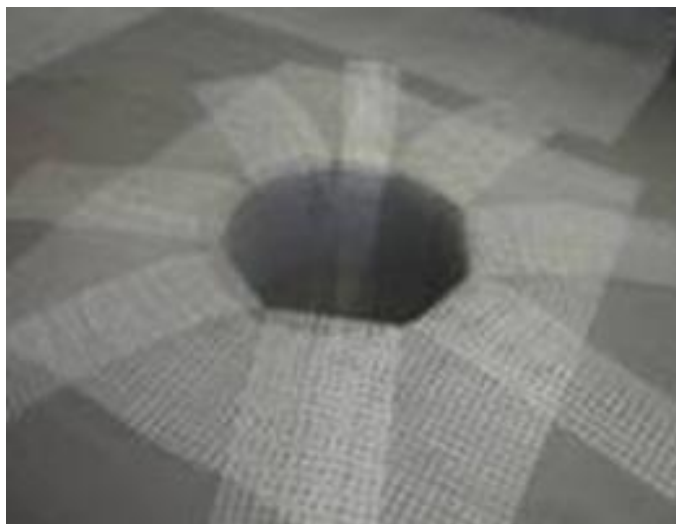
Figura 4 - Detalhamento de impermeabilização em ralos



Fonte: (SILVA, 2014)

Para que a impermeabilização seja feita de forma eficiente em torno dos ralos, a tela deverá ser cortada, de modo que fique aderida ao interior do tubo e à superfície. Para isso, se faz uso de duas camadas de tela nesse ponto, a primeira em que a parte interna do tubo estará toda coberta pela tela, e a superfície estará coberta por tiras da tela, e a segunda camada em que o inverso acontecerá. A Figura 5 ilustra esse procedimento.

Figura 5 - Aplicação de tela de poliéster em ralo



Fonte: (REPROTERM, 2020)

Por fim, de acordo com a recomendação da NBR 9574 (ABNT, 2008) a tela deverá ser totalmente recoberta pela próxima demão de argamassa polimérica.

6.2 Manta Asfáltica

A manta asfáltica foi desenvolvida na década de 1970, e consiste em uma manta com elevada flexibilidade, pré-fabricada e que tem o asfalto como seu principal componente, além de elastômeros e véu de vidro ou poliéster (MAPA DA OBRA, 2017; YAZIGI, 2013).

A NBR 9575 (ABNT, 2010) traz a definição de manta para impermeabilização como “produto impermeável, pré-fabricado, obtido por processos industriais, tais como calandragem ou extensão”. Dentre as classificações, a manta asfáltica se encaixa em um sistema de impermeabilização, moldado in loco, asfáltico, flexível e aderente.

A manta asfáltica, pelo fato de ser pré-fabricada, garante a espessura da camada de impermeabilização, desta forma, não há a necessidade que ocorra uma rigorosa fiscalização no que diz respeito à quantidade de demãos aplicadas por quem executa, como ocorre em sistemas moldados in loco, por exemplo. As espessuras mais comumente comercializadas são de 2,5 mm, 3 mm e 4mm (MAPA DA OBRA, 2017).

A utilização desse método de impermeabilização é indicada para várias situações, desde lajes de coberturas até reservatórios elevados (menos de água potável). A norma vigente NBR 9952 - Manta asfáltica com armadura para impermeabilização – Requisitos e métodos de ensaio (ABNT, 2014), classifica as mantas asfálticas em tipos I, II, III e IV, de acordo com a resistência à tração e o alongamento. De acordo com essa classificação, são indicados os critérios de escolha em função do uso (IBI, 2020b; YAZIGI, 2013) detalhados no Quadro 2.

Quadro 2 - Critérios de escolha do tipo de manta em função do uso

TIPO DE MANTA	UTILIZAÇÃO
I e II	Baldrame, banheiro, cozinha, área de serviço, viga-calha exposta, viga-calha protegida, laje exposta com trânsito eventual, muro de arrimo e cortina, telhado, terraço, sacada e floreira
III	Viga-calha exposta, viga-calha protegida, laje exposta com trânsito eventual, muro de arrimo e cortina, laje térrea ou de cobertura, reservatório, tanque e telhado
IV	Laje térrea ou de cobertura, reservatório e tanque

Fonte: (YAZIGI, 2013)

6.2.1 Método executivo da impermeabilização com manta asfáltica

A execução da impermeabilização com manta asfáltica é orientada pela NBR 9574 (ABNT, 2008), seguindo as etapas de preparação do substrato, imprimação, aplicação da impermeabilização, teste de estanqueidade, aplicação de camada separadora e por fim proteção mecânica.

6.2.1.1 Preparação do substrato

A superfície deve estar limpa, lisa, seca e isenta de poeira, graxa, óleos, e também estar livre de qualquer irregularidade. Sendo assim, é indicado realizar a regularização da superfície, de preferência com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, tendo o cuidado de executar o caimento com no mínimo 1% de inclinação em direção aos ralos. Além disso é necessário arredondar os cantos verticais e horizontais em meia cana (ABNT, 2008; IBI, 2020b; YAZIGI, 2013).

6.2.1.2 Imprimação

Após a secagem da camada de regularização da superfície, é então necessário executar a imprimação da área. Para isso, deve-se aplicar uma demão de primer com rolo de lã de carneiro, trincha ou brocha, de forma homogênea, em toda a área a ser impermeabilizada (Figura 6), e aguardar sua total secagem (ABNT, 2008; IBI, 2020b; YAZIGI, 2013).

Figura 6 – Imprimação com emulsão asfáltica



Fonte: (IBI, 2020b)

6.2.1.3 Aplicação da manta asfáltica

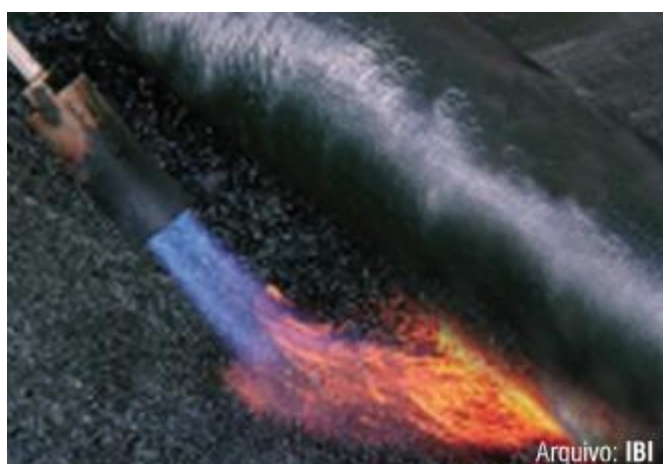
Para iniciar, deve-se ajustar o posicionamento da manta sobre a superfície, para isso, recomenda-se que as bobinas sejam desenroladas, alinhando-as e rebobinando-as novamente. Ao aplicar as mantas utilizando chama de maçarico a GLP, forma mais comum de execução, recomenda-se que o maçarico utilizado seja com gatilho controlador de chama, haste de 50 cm, bocal de 2” (ABNT, 2008).

Sendo assim, o próximo passo é direcionar a chama do maçarico de forma a aquecer simultaneamente o substrato imprimado e a face de aderência da manta (Figura 7), e em seguida aplicar pressão sobre a manta no sentido do centro para as bordas, para que dessa forma, qualquer bolha de ar que venha a existir seja expulsa (ABNT, 2008). Deve-se atentar as sobreposições, que devem ter no mínimo 10 cm. Por fim, deve-se selar as emendas, podendo utilizar roletes, espátulas ou colheres de pedreiro com ponta arredondado. Além disso, é indicado seguir as orientações do fabricante no que diz respeito ao consumo, manuseio, ferramentas e instruções de segurança (ABNT, 2008).

Alguns detalhes devem ser atentados especialmente, como por exemplo, o rodapé. É indicado que a colagem da manta nesse ponto seja feita em duas etapas, ou seja, primeiramente deve-se aderir o plano horizontal e posteriormente fazer a colagem do plano vertical (IBI, 2020b).

A manta também pode ser aplicada com asfalto quente, com adesivo, ou então ser autoadesiva, no entanto no presente trabalho não se abordará a descrição detalhada da execução desses métodos pois são métodos pouco utilizados e com pouca presença no mercado atualmente.

Figura 7 - Aplicação da manta



Fonte: (IBI, 2020b)

6.2.1.4 Teste de estanqueidade

Após a conclusão da execução da impermeabilização, deve-se comprovar a estanqueidade do sistema, e para isso realiza-se o teste de estanqueidade da impermeabilização.

De acordo com a NBR 9574 (ABNT, 2008), o ensaio deve ter duração mínima de 72 h para verificação de falhas. Para o ensaio, o local impermeabilizado deverá ser submetido à carga d'água (Figura 8). Se por ventura alguma falha venha ser detectada e haja a necessidade de reparos, deverá ser realizado novamente o ensaio de estanqueidade para posterior liberação (ABNT, 2008; IBI, 2018).

Ensaio não destrutivo, como o de termografia, podem complementar o ensaio de estanqueidade. Além disso, a observação dos projetistas, equipes de fiscalização e executores de impermeabilização, tem papel fundamental na complementação ao teste de estanqueidade (IBI, 2018)

Figura 8 - Teste de estanqueidade da impermeabilização de laje de cobertura



Fonte: Foto tirada pelo Autor

6.2.1.5 Camada separadora

A camada separadora ficará situada acima da manta asfáltica (Figura 9). Sua função é evitar a aderência entre a manta e a argamassa da proteção mecânica que virá posteriormente. Sua

Estudo Comparativo Entre Argamassa Impermeabilizante Flexível e Manta Asfáltica Para Impermeabilização

presença é de grande importância, pois evitará surgimento de fissuras excessivas no revestimento argamassado de proteção, devido as movimentações da manta, e também irá facilitar a manutenção, caso seja necessário no futuro. Os materiais indicados para esta camada são: filme plástico, lona, ou outros materiais equivalentes (IBI, 2020b; YAZIGI, 2013).

Figura 9 - Aplicação de camada separadora



Fonte: (IBI, 2020b)

6.2.1.6 Camada de proteção mecânica

A camada de proteção mecânica será aplicada sob a camada de separação. Essa camada pode ser de argamassa de cimento e areia, podendo ser armada ou não. Sobre esta camada pode ser executado um revestimento. Importante manter o caimento em direção aos ralos. A norma NBR 9574 (ABNT, 2008) ainda recomenda que seja promovida proteção contra raios ultravioletas sob a manta, exceto para as mantas auto protegidas (ABNT, 2008; IBI, 2020b).

Como esta é a última etapa de execução da impermeabilização com manta, vale ressaltar que durante todas as etapas deve ser vedado o trânsito de pessoal, material, e equipamentos estranhos ao processo de impermeabilização (ABNT, 2008).

6.2.2 Detalhes construtivos

Da mesma forma que na argamassa impermeabilizante flexível, e em todos os métodos de impermeabilização, existem pontos específicos que devem ter cuidados especiais, ou seja, para essas regiões deve-se utilizar técnicas específicas, que tem seus detalhamentos e especificidades contidos no projeto de impermeabilização. Esses pontos, geralmente são mais críticos, onde

ocorrem concentração de tensões, e a probabilidade de surgirem falhas nos mesmos também são maiores.

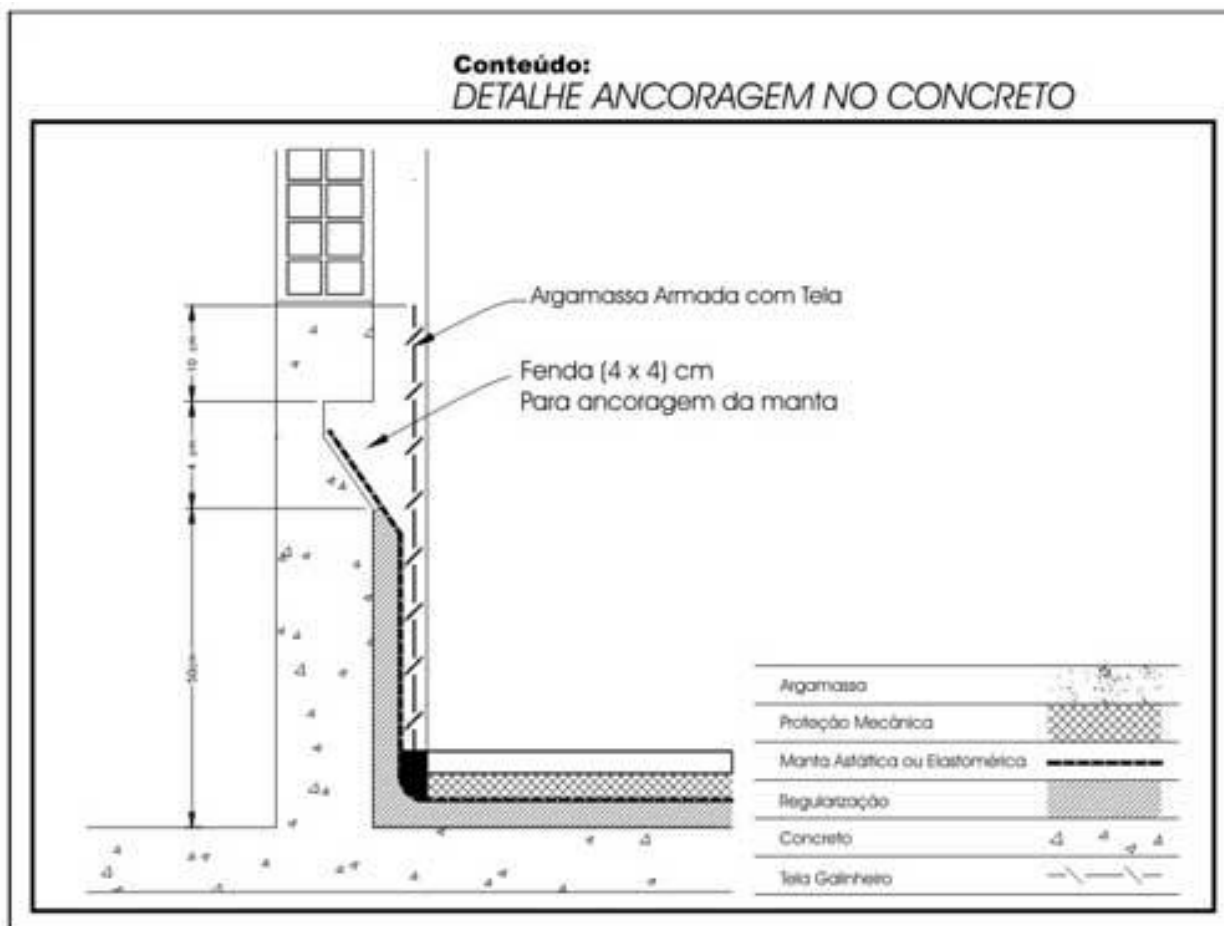
Para Picchi (1986) o sucesso da impermeabilização é resultado de uma série de detalhes construtivos bem executados, que irão assegurar a estanqueidade nos pontos críticos, visto que a maioria dos problemas de impermeabilização se originam em bordas, ralos, juntas, mudanças de planos e passagens de tubulações. Para manta asfáltica, os pontos que mais necessitam de atenção são os mesmos citados por Picchi (1986), são juntas, ralos, rodapés, passagem de tubulações, emendas, ancoragem, entre outros.

6.2.2.1 Detalhamento da ancoragem da manta

Os rodapés são pontos que requerem grande atenção, caso não executado de forma adequada pode-se tornar um ponto de fraqueza do sistema sujeito a manifestações patológicas como trincas e possibilitar infiltrações (SOARES, 2014).

De acordo com a NBR 9574 (ABNT, 2008), deve ser previsto nos planos verticais o encaixe para embutir a impermeabilização, desempenhando o papel da ancoragem do sistema. Essa ancoragem deverá ter uma altura mínima de 20 cm acima do nível do piso acabado ou 10 cm do nível máximo que a água pode atingir. A Figura 10 demonstra um possível detalhamento da ancoragem de um sistema de impermeabilização com manta asfáltica.

Figura 10 - Detalhe ancoragem de manta asfáltica



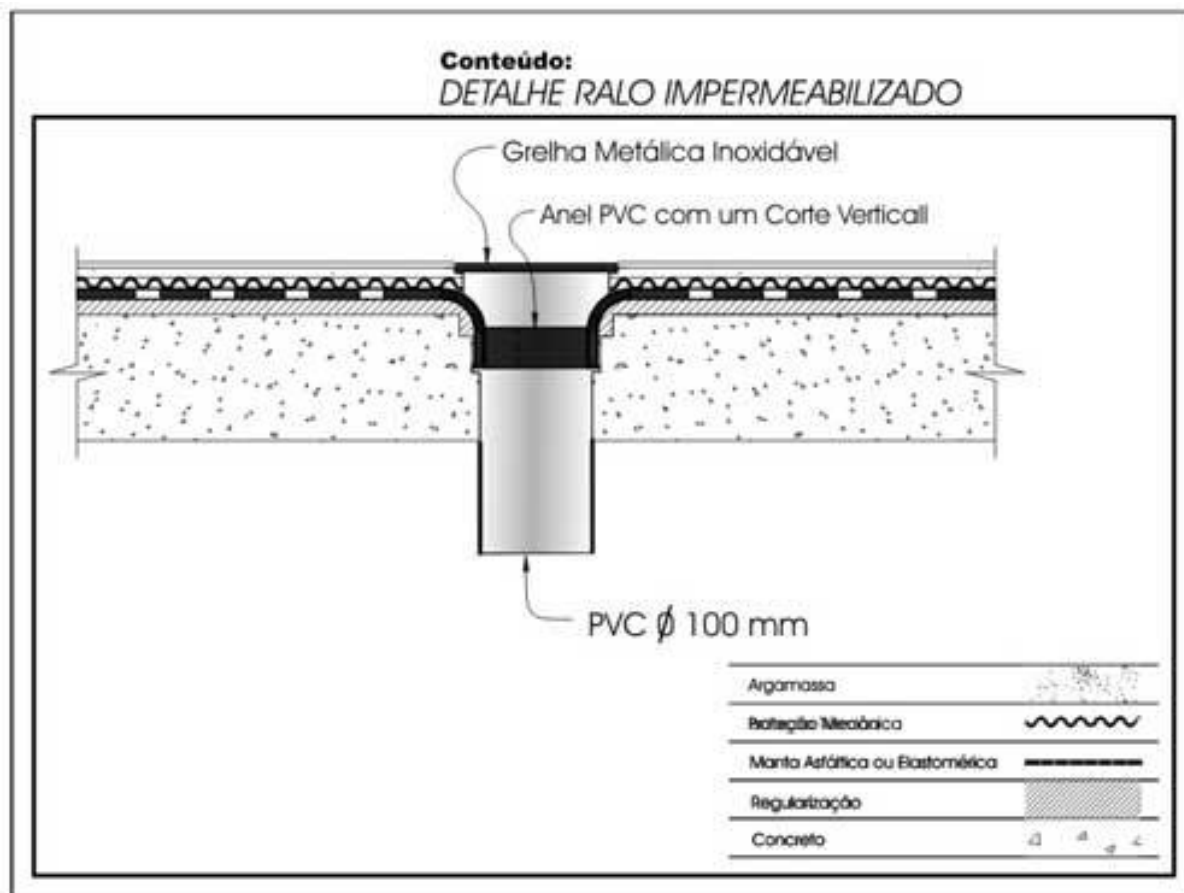
Fonte: (SPAGNOLLO, 2020)

6.2.2.2 Detalhamento de ralos

O sucesso de um sistema de impermeabilização está muito ligado com a perfeita execução da impermeabilização em ralos, visto que este é um ponto que muitas vezes apresenta falhas.

A NBR 9575 (ABNT, 2010) orienta que os coletores tenham diâmetro que garanta a manutenção da seção nominal dos tubos prevista no projeto hidráulico após a execução da impermeabilização, e ainda indica que diâmetro nominal mínimo seja de 75 mm. A norma apresenta essa preocupação, pois ao executar a impermeabilização com a manta em ralos, os coletores perdem diâmetro nominal, visto que a manta ficará aderida a parte interna do tubo (Figura 11).

Figura 11 - Detalhe ralo impermeabilizado com manta asfáltica



Fonte: (SPAGNOLLO, 2020)

Portanto, para executar o tratamento de ralos existem algumas orientações específicas (Figura 12). O procedimento segue a seguinte ordem⁴:

- 1) Verificar se área no entorno do ralo está rebaixada. O recomendado é que este entorno rebaixado tenha as dimensões de aproximadamente 40 x 40 cm;
- 2) Recortar uma tira de manta asfáltica e fazer um tubo no diâmetro interno do ralo, deixando para fora cerca de 10 cm da manta, e aderir com auxílio do maçarico e colher de pedreiro a manta à parte interna do tubo;
- 3) Com auxílio de um estilete cortar em tiras a parte da manta que ficou acima do nível do piso, e com auxílio do maçarico, aderir a manta à superfície;
- 4) Com um novo pedaço de manta, revestir todo o diâmetro do ralo, em seguida recortar em formato de pontas a parte que ficará colada no interior do tubo;

⁴ Orientação passada por fornecedor do produto, contida no folheto com o Guia de Aplicação de Manta Asfáltica VEDACIT.

- 5) Por fim, aderir as pontas no interior do tubo, que já está revestido com uma camada de manta, e concluir os arremates necessários;

É importante verificar se as pontas da manta estão bem aderidas, pois em caso de refluxo de água, não haja a possibilidade de ela passar por baixo da manta. Além disso, vale ressaltar que a grelha deve sempre ser fixada na proteção mecânica.

Figura 12 - Execução da impermeabilização com manta asfáltica em ralos



Fonte: VEDACIT⁵

⁵ Orientação passada por fornecedor do produto, contida no folheto com o Guia de Aplicação de Manta Asfáltica VEDACIT.

7 DESCRIÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO

Considerando as técnicas de pesquisa, este trabalho se enquadra em um estudo de caso. Para Yin (2001) o estudo de caso consiste em “uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”.

Um estudo de caso possibilita uma análise em profundidade, considerando as múltiplas dimensões do objeto de estudo e permite que sejam utilizados instrumentos que conferem maior profundidade, riqueza e singularidade aos dados. No entanto, vale salientar que pesquisas de estudo de caso não devem ser generalizadas, já que se restringe ao caso estudado (GIL, 2008; LAKATOS, 2003).

Nesse estudo de caso, serão abordadas três fontes de dados para análise. Uma visita em campo, a qual será acompanhada a execução de impermeabilizações utilizando manta asfáltica e também argamassa impermeabilizante flexível. A segunda fonte será a de procedimentos realizados em duas construtoras de Porto Alegre, ao qual poder-se-á verificar quais são as técnicas utilizadas, suas instruções para a execução e demais recomendações, além de analisar suas conformidades com as normas. E por último a análise de vídeos disponibilizados na internet e que demonstram a execução de impermeabilizações, sejam elas de forma informal, ou proveniente de recomendações de fabricantes.

7.1 Caso 1: Acompanhamento da execução de impermeabilização em obra

Acompanhamento da execução da impermeabilização em obra, realizada no dia 28 de fevereiro de 2020. A obra em questão é de um edifício residencial multifamiliar, de alto padrão, localizada em Porto Alegre – RS, no bairro Petrópolis, com tipologias de 48 a 79m², com 1 dormitório e 1 vaga de garagem.

Nesta visita foram observadas a impermeabilização de floreiras, em ambiente externo, utilizando manta asfáltica, e de banheiros e lavabos (ambiente interno) utilizando argamassa impermeabilizante flexível. A execução foi realizada por empresa terceirizada, especializada em impermeabilização no setor da construção civil. O acompanhamento das atividades foi feito juntamente com o coordenador técnico da empresa, que atua no mercado de impermeabilização em construções civis há 12 anos, e que passou todas as informações sobre as atividades realizadas.

7.1.1 Projeto

Tendo em vista que a última atualização da norma NBR 9575 (ABNT 2010), trouxe a obrigatoriedade da execução do projeto de impermeabilização para as edificações, o primeiro questionamento feito, foi justamente sobre a existência do projeto de impermeabilização nesta obra. Contudo, a resposta obtida foi negativa, ou seja, para esta obra não foi realizado o projeto de impermeabilização.

Apesar disso, para o coordenador técnico da empresa que estava executando a impermeabilização, o projeto é de extrema importância, pois detalha todas as informações da execução, proporcionando segurança tanto para a empresa que contrata, quanto para a que executa. O projeto possibilita a prevenção de erros devido à falta de informação, ou então relacionados a detalhes construtivos que possam vir ser adicionados posteriormente à contratação do serviço.

A relevância do projeto se mostra, na maioria vezes, na hora das falhas, já que um dos maiores problemas que aparecem está justamente relacionado às interferências de outros serviços e execuções de procedimentos não programados, principalmente após o término da impermeabilização. Sendo que esses são detalhes que deveriam estar especificados no projeto. A elaboração do projeto permite que as soluções de impermeabilização sejam consideradas na etapa de compatibilização com os demais projetos, ainda na etapa inicial do estudo do empreendimento.

Ao questionar o porquê de o projeto não ser realizado, a informação foi de que ainda existe muita resistência por parte dos clientes que procuram diminuir custos.

7.1.2 Escolha do sistema de impermeabilização

Tendo em vista, que não houve a realização do projeto de impermeabilização, no qual estariam especificadas as orientações de quais materiais deveriam ser utilizados, a primeira análise a ser feita nesse caso, é referente a escolha dos sistemas de impermeabilização. Para os ambientes internos, os quais são o foco deste trabalho, a escolha foi de utilizar argamassa polimérica, já para os ambientes externos, a escolha da empresa (cliente) foi de utilizar manta asfáltica. Dessa forma, foi possível observar na mesma obra a execução dos dois sistemas, mesmo que utilizados em áreas diferentes.

Segundo o coordenador técnico, o motivo ao qual o cliente em questão fez a escolha de utilizar a argamassa impermeabilizante flexível, que durante a entrevista tratou com a nomenclatura de “argamassa polimérica”, para a impermeabilização das áreas internas, é devido ao custo. A argamassa polimérica apresenta um desempenho excelente para áreas internas e pequenas, e possui um custo menor em relação à manta asfáltica, por mais que a manta também apresente um ótimo desempenho. Ele também aponta, que existe essa tendência no mercado, pois, atualmente, nas obras que realiza, apenas em torno de 10% delas utilizam materiais distintos, como a manta asfáltica e opções a base de poliuretano, para a impermeabilização de áreas internas. Constatando que a grande maioria opta pela argamassa polimérica ou argamassa impermeabilizante flexível.

Ainda em relação à escolha dos materiais para impermeabilização de áreas internas, e quais outros materiais poderiam ser utilizados no mesmo local, o coordenador técnico observou que existem diversas possibilidades, mas que no mercado nacional e especificamente na empresa que estava executando, são ainda novidades, como materiais a base de acrílico, e a base de poliuretano, ambos moldados in loco.

Sendo assim, concluiu-se que a manta asfáltica tem o custo mais elevado, e a argamassa polimérica funciona muito bem, porém em espaços limitados. E ainda ressaltou que, por mais que fabricantes apontem alta flexibilidade em algumas argamassas poliméricas, a experiência demonstra que ela se comporta majoritariamente de forma rígida. Por conseguinte, a sua utilização se dá de forma adequada apenas em áreas menores, e que não estejam sujeitas a grandes deformações.

Entretanto, no que diz respeito à execução dos métodos e sua agilidade, o entrevistado observou que nesse ponto existe vantagem na execução da manta asfáltica, pois seu tempo de execução e cura se torna muito menor. Para esse método, após passar o primer, em torno de duas horas depois já é possível fazer a aplicação da manta e em seguida o teste de estanqueidade, ou então se for feita a utilização de uma camada de asfalto antes da manta, o tempo de execução vai para apenas dois dias, além de os 3 dias de teste de estanqueidade, enquanto que na argamassa polimérica seu ciclo de execução se estende por até 11 dias.

Dando como exemplo um pavimento, se necessita em torno de 4 a 5 dias para executar as 4 demãos de argamassa polimérica, e após, é necessário mais 3 dias para que haja a cura do material para então poder fazer o teste de estanqueidade, já que a recomendação do fabricante

é que não seja posto em carga antes de 3 dias. Posteriormente, são necessárias as 72 horas de teste de estanqueidade recomendadas pela norma, totalizando os 11 dias.

Esse tempo pode ser entendido como uma grande desvantagem para o cliente, por isso é importante que a execução das atividades estejam bem afinadas com o planejamento, e que a liberação para execução da impermeabilização das áreas que foram combinadas, como por exemplo de um pavimento, sejam cumpridas por parte da construtora, para que não ocorram atrasos nos prazos combinados.

7.1.3 Principais cuidados durante a execução

Durante o acompanhamento, foi questionado aos encarregados, quais são os principais cuidados que devem ser tomados durante a execução da impermeabilização, para garantir que o sistema tenha o desempenho esperado. O coordenador destacou os seguintes cuidados:

- Área isolada: apenas a equipe de impermeabilização deverá ter acesso e trabalhar no local. E isso durante todo o ciclo da impermeabilização, ou seja, durante a execução, o teste de estanqueidade e a proteção.
- Determinação de possíveis interferências: Ter todas as informações do projeto totalmente definidas, como por exemplo instalação de gradis, perfis metálicos, placas solares, e qualquer outro detalhe construtivo, que possa interferir no sistema de impermeabilização e conseqüentemente trazer algum dano.

Pela experiência do entrevistado, os pontos críticos na impermeabilização são os mesmos nos dois métodos, e por isso os cuidados e a atenção devem ser direcionados praticamente aos mesmos itens, sendo os principais deles descritos anteriormente.

7.1.4 Detalhes construtivos e manifestações patológicas

As manifestações patológicas na maioria das vezes têm relação com interferências feitas posteriormente à impermeabilização e também a detalhes construtivos. Pontos com tubulações passantes de hidráulica e elétrica, ralos, juntas de dilatação, cantos, alguma fixação que seja feita, chumbadores, perfis, etc, são os locais que mais apresentam problemas segundo o entrevistado.

7.1.5 Execução da impermeabilização com Manta Asfáltica

Na primeira etapa da visita à obra, foi observada a execução da manta asfáltica. A partir dessa observação será possível analisar a técnica que foi executada, verificando sua concordância com a norma NBR 9574 (ABNT, 2008), e também de entender seus diferenciais e técnicas específicas da empresa que a executa.

O procedimento de execução de impermeabilização de manta asfáltica que foi acompanhado, consistiu em uma impermeabilização de área externa, o que não é o foco deste estudo de caso. No entanto, a execução da impermeabilização com manta asfáltica tanto de áreas externas quanto de áreas internas é mesma. Dessa forma, o acompanhamento desta execução traz informações importantes e que agregam para a análise deste trabalho.

No momento da visita à obra, havia apenas um funcionário fazendo a aplicação da manta e o coordenador técnico orientando e fiscalizando a atividade.

Quando questionado sobre os benefícios desse método, o executante da impermeabilização apontou a sua durabilidade e vida útil, a alta resistência à tração, a sua flexibilidade, além de outros detalhes relacionados à falhas, como o fato de que, por se tratar de um sistema totalmente aderido, as falhas se manifestam perto dos pontos em que ocorreram, e também por essa razão há a possibilidade de executar um “remendo” dependendo do local da falha. Mas ressaltou a importância de utilizar bons materiais, para que todos esses benefícios sejam garantidos.

Para dar início ao procedimento o local que receberá a impermeabilização já deve estar com o substrato devidamente preparado, ou seja, limpo, com os cantos arredondados e com o caimento necessário. Na obra em questão, a empresa contratante do serviço já deixou o local nas condições necessárias para aplicação da impermeabilização.

A Figura 13 demonstra como o substrato foi preparado, com os cantos arredondados, e também a presença do ralo, para onde é direcionado o caimento para a drenagem de água.

Figura 13 - Impermeabilização com manta asfáltica: detalhe dos cantos arredondados e ralo

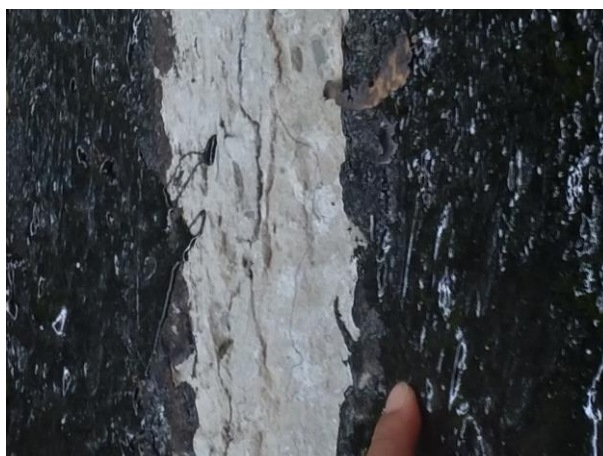


Fonte: Foto tirada pelo Autor

Em seguida é feita a aplicação do primer, que também tem base em asfalto. O primer melhora a aderência entre o substrato e a camada de asfalto. A cura do primer depende da umidade do ambiente, mas fica em aproximadamente 2 horas, de acordo com o executor. Passado este tempo já é possível aplicar a camada de asfalto, ou então em outros casos, aplicar diretamente a manta asfáltica.

Na Figura 14 é possível observar as três camadas: o substrato, o primer e a camada de asfalto.

Figura 14 - Camadas da impermeabilização, primer e asfalto



Fonte: Foto tirada pelo Autor

A próxima etapa é a de camada de asfalto. Esta camada já se caracteriza por ser uma camada impermeabilizante, e ela é um diferencial na impermeabilização executada por essa empresa.

Isso porque, a norma exige que seja utilizado apenas o primer antes de aderir a manta asfáltica. Com o uso desta camada extra de asfalto se obtém uma camada dupla de impermeabilização, e além disso, a aderência da manta na camada de asfalto se torna muito mais eficaz.

A camada de asfalto é aplicada, na temperatura de 180°C. Para isso é usado uma espécie de caldeira que faz o aquecimento do asfalto no próprio local de aplicação, assim como demonstrado nas Figuras 15 e 16. O asfalto é aplicado e espalhado manualmente, com o equipamento demonstrado na Figura 17. O asfalto utilizado tem um rendimento de aproximadamente 1,5 a 2 kg/m² e seu tempo de cura é de aproximadamente um turno (Figura18).

Após a aplicação do asfalto, a empresa aguarda em torno de um turno para cura e posterior aplicação da manta. Como exemplo, o coordenador técnico explicou que, caso o primer seja aplicado de manhã, a tarde já fazem a aplicação da camada de asfalto e no outro dia de manhã a aplicação da manta.

Figura 15 - Equipamento que faz o aquecimento do asfalto



Fonte: Foto tirada pelo Autor

Figura 16 - Termômetro para controle do aquecimento do asfalto



Fonte: Foto tirada pelo Autor

Figura 17 - Vassoura utilizada para aplicar e espalhar o asfalto



Fonte: Foto tirada pelo Autor

Figura 18 - Área com o asfalto aplicado



Fonte: Foto tirada pelo Autor

Obtendo-se a camada de asfalto completamente curada, é então realizada a aplicação da manta asfáltica. O processo se inicia com o desenrolar da manta, em seguida o corte com as dimensões necessárias, e então, é feito o posicionamento da manta ao local que será impermeabilizado, sempre com um transpasse de 10 cm. Por último, com o uso do maçarico se faz o aquecimento do material, o qual vai propiciar a colagem da manta. A chama do maçarico deve estar posicionada de forma que aqueça a manta e a camada de asfalto igualmente, e então, a manta é colada no asfalto, sendo pressionada levemente com as mãos e com o auxílio de um rolo.

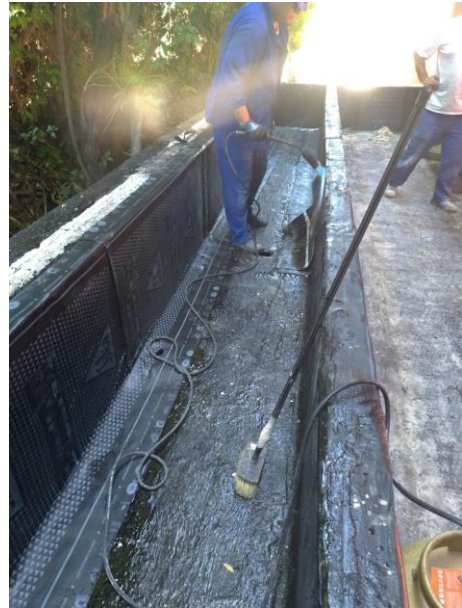
A manta asfáltica que foi utilizada possui 4mm de espessura, sendo que esse é o material padrão utilizado pela empresa em suas impermeabilizações. As Figuras 19 a 22 demonstram as etapas descritas acima, e também o detalhe do rodapé.

Figura 19 - Impermeabilização com manta asfáltica: preparação do material



Fonte: Foto tirada pelo Autor

Figura 21 - Aquecimento da manta asfáltica e do substrato com maçarico



Fonte: Foto tirada pelo Autor

Figura 20 - Posicionamento da manta asfáltica



Fonte: Foto tirada pelo Autor

Figura 22 - Detalhe de rodapés e cantos arredondados



Fonte: Foto tirada pelo Autor

Assim que aplicada a manta asfáltica em toda superfície a ser impermeabilizada, e antes de executar a proteção mecânica é realizado o teste de estanqueidade, que é feito de acordo com as instruções normativas, e possui duração de 72 horas.

Por fim, em quase todos os casos faz-se a entrega da impermeabilização com a proteção mecânica pronta. No procedimento padrão da empresa estudada, a proteção mecânica é

entregue com espessura de 2,5 cm e com acabamento “reguado”, e nos rodapés é entregue com chapisco. Em alguns casos há a possibilidade de a empresa contratante do serviço realizar a proteção mecânica, pois opta por realizar o contrapiso uma única vez. Quando isso acontece, existe uma supervisão e orientação da empresa especializada para que todos os cuidados necessários sejam tomados, como por exemplo, o manuseio e transporte dos materiais e equipamentos, para garantir que a impermeabilização não seja comprometida. Nesta obra, esta foi a situação observada, e, portanto, a proteção mecânica foi executada pela própria construtora.

7.1.6 Execução da impermeabilização com Argamassa Impermeabilizante Flexível

A segunda etapa da visita à obra, foi destinada a observar a execução da argamassa impermeabilizante flexível. A partir desse acompanhamento será possível analisar as técnicas empregadas na execução do serviço, verificando sua concordância com a norma NBR 9574 (ABNT, 2008), além de observar seus diferenciais e procedimentos específicos da empresa em questão.

Primeiramente, levando em consideração a análise feita no tópico 6.1 desse trabalho sobre a nomenclatura dos materiais, é importante salientar que nesta visita em obra, o nome utilizado para se referir ao material utilizado na impermeabilização foi argamassa polimérica, mesmo que o material utilizado tenha como nome comercial “Revestimento Impermeabilizante Flexível”. Essa nomenclatura (argamassa polimérica) é utilizada tanto pela empresa quanto pelos seus colaboradores.

A impermeabilização com a argamassa polimérica foi executada nos banheiros e nos lavabos dos apartamentos. Para essa atividade, havia apenas um funcionário encarregado para execução, com a supervisão e orientação do coordenador técnico de obras. Os materiais e equipamentos necessários para execução se encontravam próximos à área a ser impermeabilizada.

Para dar início à execução, foi feita demarcação da área a ser impermeabilizada. Nessa obra a demarcação foi feita em toda a extensão do piso dos banheiros e dos lavabos, e a altura demarcada nos rodapés foi de 20 cm a cima do piso pronto. Essa altura pode variar, e ser maior, dependendo do pedido e/ou preferência do cliente, ou da forma for estabelecido no projeto executivo. Com a área devidamente limpa, fez-se a preparação do local umedecendo o substrato.

O material utilizado foi um revestimento impermeabilizante, flexível, bi componente à base de resinas termoplásticas e cimentos com aditivos e incorporação de fibras sintéticas (polipropileno). Segundo o fabricante sua composição resulta em uma membrana de polímero modificado com cimento de excelentes características de resistência, flexibilidade e impermeabilidade, que atende à NBR 15885:2010 Membrana de Polímero acrílico com ou sem cimento, para impermeabilização (ABNT, 2010b). O consumo indicado pelo fabricante é de 3,0 kg/m² para áreas frias como cozinha, lavabo, banheiro, área de serviço, barrilete. E o rendimento para uma caixa de 18 kg do produto é de 6 m², também para áreas frias (VIAPOL LTDA, 2019).

A preparação da argamassa foi feita de acordo com as orientações do fabricante, misturando o componente em pó com o componente em resina, por 3 minutos, dissolvendo possíveis grumos que possam se formar, obtendo uma pasta homogênea. Nas Figuras 23 a 26, pode-se observar os materiais necessários e a ordem de preparação da mistura.

Na Figura 27, pode-se observar a agitação da mistura sendo realizada manualmente, o que não demonstra o procedimento padrão, que na maioria das vezes é realizado com misturador elétrico.

Figura 23 - Materiais utilizados para impermeabilização com argamassa polimérica



Fonte: Foto tirada pelo Autor

Figura 24 - Preparação da argamassa polimérica: adição do componente em resina líquida



Fonte: Foto tirada pelo Autor

Figura 26 – Preparação da argamassa polimérica: adição do componente em pó



Fonte: Foto tirada pelo Autor

Figura 25 - Preparação da argamassa polimérica: medição da quantidade do componente em pó



Fonte: Foto tirada pelo Autor

Figura 27 - Preparação da argamassa polimérica: agitação da mistura



Fonte: Foto tirada pelo Autor

Após realizada a mistura, e com o substrato umedecido a argamassa é aplicada no local com o auxílio de um pincel (Figura 28). De acordo com o fabricante, o tempo que se tem para utilizar argamassa, após a mistura dos componentes é de 40 minutos, na temperatura de 25°C.

Figura 28 - Pincel utilizado para aplicar a argamassa polimérica



Fonte: Foto tirada pelo Autor

Nesta obra foram aplicadas 4 demãos de argamassa polimérica, sendo que para essa empresa, isso se caracteriza como o procedimento padrão. Segundo o aplicador, a cura de cada camada depende do clima, e da umidade relativa do ar, mas varia entre 4 a 8 horas.

Antes da segunda camada, foi realizado o reforço com tela de poliéster em pontos específicos, como nos ralos, nos cantos e rodapés, e em torno das tubulações passantes, assim como demonstra a Figura 29, sempre aplicando a tela juntamente com a argamassa polimérica. E então, após a cura da primeira camada, é colocada a tela em toda a extensão da impermeabilização, sempre mantendo um transpasse de 10 cm em todas as emendas da tela. Esse passo já é considerado como segunda camada da impermeabilização, pois a tela é aplicada com a argamassa polimérica.

Figura 29 - Reforço com tela no rodapé



Fonte: Foto tirada pelo Autor

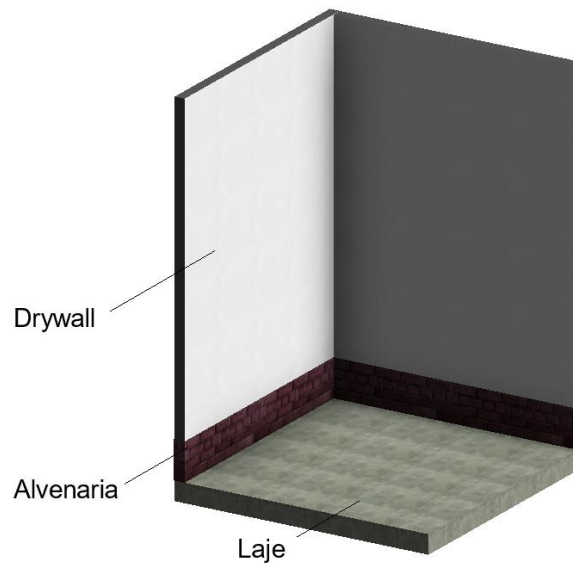
No caso dessa empresa, a tela de poliéster é utilizada em todas as impermeabilizações feitas com argamassa polimérica. Devido ao fato desta impermeabilização ser realizada em áreas que podem sofrer pouca movimentação térmica e pequenas deformações, como nas lajes de banheiros com pequenas dimensões, a aplicação da tela juntamente com a argamassa polimérica, que possui um certo nível de flexibilidade, garante que a impermeabilização resista à essas movimentações, porém sempre enfatizando que de forma limitada.

Durante a entrevista, o coordenador técnico informou que com a impermeabilização pronta, espera-se três dias para aplicar o teste de estanqueidade no local. Contudo, analisando a ficha técnica do material, encontra-se a seguinte informação: “Aguarde a cura do produto por no mínimo 5 dias antes do teste de estanqueidade e execução da proteção mecânica. Para reservatórios e ambientes fechados aguardar no mínimo 7 dias.” (VIAPOL LTDA, 2019). Já o teste de estanqueidade é realizado de acordo com a NBR 9574, e possui duração de 72 horas.

A última etapa consiste na execução da proteção mecânica. A proteção mecânica para esse tipo de impermeabilização pode ser um contrapiso, como foi observado no acompanhamento desta obra, ou pode ser entregue com um chapisco rolado, como é o caso do procedimento padrão dessa empresa, além da opção de aplicar o revestimento cerâmico diretamente sobre a impermeabilização.

Em casos que há o uso de gesso acartonado como vedação em box de banheiros, existe uma recomendação específica por parte da empresa. Recomenda-se que não desça a placa até o encontro com o piso, e que sejam realizadas duas fiadas de alvenaria, ou então que a alvenaria seja feita de acordo com qualquer que seja a altura destinada à impermeabilização, assim como demonstrado na Figura 30. Dessa maneira a segurança será muito maior em relação à junta no encontro dos dois planos, devido à movimentação relativa dos materiais, que será muito menor. Em casos que a placa vai de encontro com o piso, é importante que não seja realizada uma junta seca, pois esse material não resiste a esse tipo de junta e suas movimentações.

Figura 30 - Utilização da alvenaria na altura da impermeabilização



Fonte: Elaborado pelo Autor

Na figura a seguir (Figura 31) é possível observar essa situação na prática. Nesta imagem a impermeabilização de banheiro e box já está finalizada com a proteção mecânica sob o plano horizontal. E no rodapé é possível observar que a impermeabilização é aplicada sob alvenaria, enquanto que a placa de gesso acartonado é alocada apenas desse ponto pra cima.

Figura 31 - Impermeabilização no box do banheiro onde há uso de gesso acartonado



Fonte: Foto tirada pelo Autor

O coordenador técnico ainda observou que quando as vedações em áreas molhadas são de alvenaria, esse serviço de impermeabilização se torna mais seguro, e menos propício a falhas.

No que diz respeito às falhas e possíveis soluções para elas, o coordenador técnico apontou que para esse sistema de impermeabilização, torna-se praticamente impossível localizar as falhas pontualmente, pois na maioria das vezes elas não se revelam próximas do local em que ocorreu a ruptura. Conseqüentemente, quando ocorre algum dano relacionado a esse sistema, é necessário que ele seja refeito completamente.

As figuras a seguir demonstram as áreas em que as impermeabilizações foram aplicadas. As Figuras 32 e 33 são referentes ao lavabo, onde é possível observar os detalhes de tubulações passantes, as quais serão reforçadas com tela de poliéster, e a Figura 34 apresenta a impermeabilização do banheiro e do box já finalizada, com a proteção mecânica.

Figura 32 - Primeira demão de impermeabilização com argamassa polimérica no lavabo



Fonte: Foto tirada pelo Autor

Figura 33 - Primeira demão de impermeabilização com argamassa polimérica no lavabo e detalhes de tubulações passantes



Fonte: Foto tirada pelo Autor

Figura 34 - Impermeabilização de banheiro pronta com proteção mecânica



Fonte: Foto tirada pelo Autor

7.2 Caso 2: Análise de procedimentos em construtoras de Porto Alegre

Com intuito de demonstrar e analisar os procedimentos de impermeabilizações de áreas internas em construtoras de Porto Alegre, nessa parte do trabalho serão abordadas informações presentes em instruções de trabalho de duas construtoras, que serão apresentadas como construtora A e construtora B.

7.2.1 Construtora A

A construtora A, é uma das principais construtoras do Brasil, com mais de 100 mil unidades construídas. É uma construtora e incorporadora especializada em empreendimentos econômicos, tendo seu negócio voltado para o mercado de clientes de baixa renda, fazendo uso do programa federal Minha Casa Minha Vida. Um dos diferenciais desta construtora, é que suas edificações são construídas com paredes de concreto armado, tanto externas quanto internas, possuindo apenas algumas vedações em *drywall*.

Para impermeabilização de áreas internas, em seus empreendimentos, a construtora faz uso de argamassa polimérica, assim como é possível observar nas orientações presentes nas instruções de trabalho.

As instruções de trabalho são fornecidas pela empresa, e nelas estão presentes o passo a passo ilustrativo e a descrição da atividade do processo, ou seja, estão presentes todas as orientações de como executar a atividade (INSTRUÇÃO DE TRABALHO, 2019). Nesse caso, será feita uma descrição sobre a instrução de trabalho referente à impermeabilização em área de serviço, cozinha e banho, e posteriormente uma análise sobre as orientações nela apresentadas.

Como essa empresa utiliza sua própria equipe para a realização da impermeabilização, a instrução de trabalho tem um papel fundamental para padronização do trabalho, para que a execução seja feita de acordo com todas as orientações, e conseqüentemente para manter a qualidade.

7.2.1.1 Impermeabilização da área de serviço – Ralo

Na área de serviço, a impermeabilização é feita apenas no ralo. A orientação passada pela empresa inicia com a preparação do serviço, que compreende a limpeza do local, eliminação de nichos, cavidades, fissuras, esfrelamento ou pontos de gravata/pinos de placa abertos. Além disso, o local deve apresentar superfície regular, com aspecto homogêneo, plano, nivelado e no prumo. Se for necessário, deve-se providenciar regularização com a argamassa. A limpeza e a regularização com argamassa são demonstradas na Figura 35.

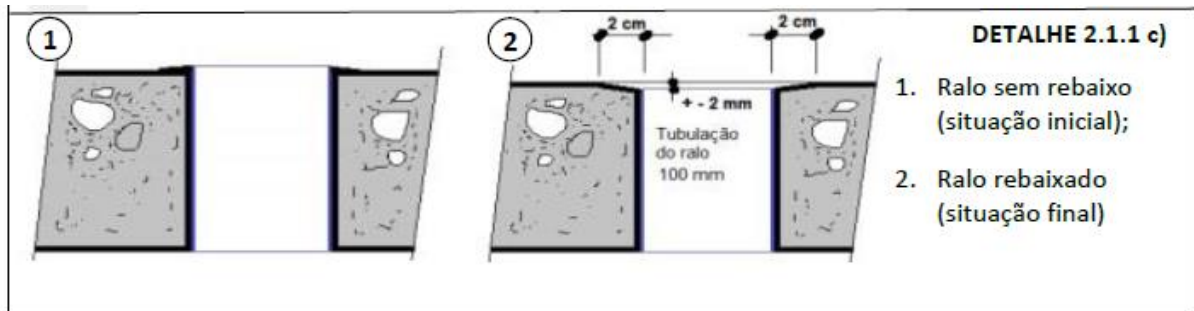
Figura 35 - Preparação da área a ser impermeabilizada



Fonte: adaptado de (INSTRUÇÃO DE TRABALHO, 2019)

Outro detalhe que faz parte da preparação do serviço é o ajuste do nível do ralo. É necessário fazer o rebaixo da laje em torno do ralo, propiciando o caimento necessário, assim como demonstrado na Figura 36. E assim que feito esse ajuste, é orientado a realizar a limpeza do local, como demonstrado na Figura 37.

Figura 36 - Rebaixo do ralo



Fonte: adaptado de (INSTRUÇÃO DE TRABALHO, 2019)

Figura 37 - Limpeza do local que será impermeabilizado



Fonte: adaptado de (INSTRUÇÃO DE TRABALHO, 2019)

Como se trata de impermeabilização de um ralo, a preparação dos materiais compreende o recorte da tela estruturante, no formato de “margarida” (denominação utilizada pela empresa), e a preparação da argamassa impermeabilizante. A empresa indica que para preparação da argamassa sejam seguidas as orientações do fabricante, e que a mistura seja realizada com misturador helicoidal, para garantir a homogeneidade, assim como demonstrado na Figura 41. As Figuras 38, 39 e 40 demonstram as orientações para o corte da tela.

Figura 38 - Instrução para corte da tela estruturante posicionada no ralo



Fonte: adaptado de (INSTRUÇÃO DE TRABALHO, 2019)

Figura 39 - Instrução para corte da tela estruturante posicionada na borda do ralo



Fonte: adaptado de (INSTRUÇÃO DE TRABALHO, 2019)

Figura 40 - Dimensões indicadas para corte da tela estruturante para ralo



Fonte: adaptado de (INSTRUÇÃO DE TRABALHO, 2019)

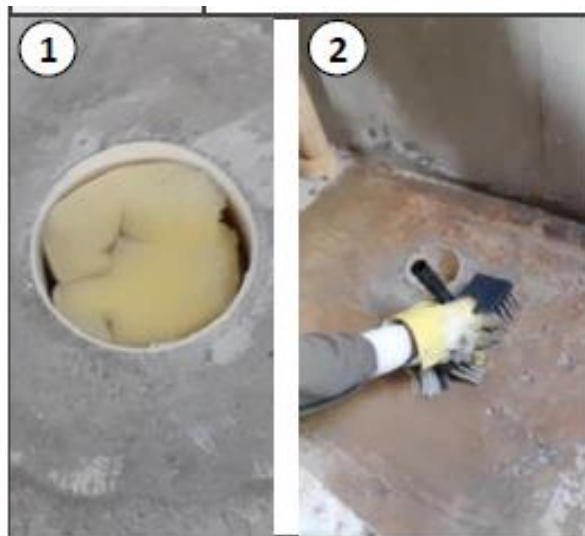
Figura 41 - Preparação da mistura do impermeabilizante



Fonte: adaptado de (INSTRUÇÃO DE TRABALHO, 2019)

Para iniciar a aplicação do impermeabilizante, deve-se antes colocar um bloco de espuma no interior da tubulação do ralo, com 5 cm de distância da borda, assim como apresentado na figura 42. Em seguida, a instrução de trabalho orienta umedecer a superfície utilizando a trincha embebida de impermeabilizante, que também é demonstrado na Figura 42.

Figura 42 - Colocação do bloco de espuma e preparação do substrato com impermeabilizante



Fonte: adaptado de (INSTRUÇÃO DE TRABALHO, 2019)

A área impermeabilizada em torno do ralo é de 0,04 m² (20 x 20 cm). Dessa forma, é orientado passar a primeira camada do impermeabilizante nessa extensão em torno do ralo, e em seguida aplicar a tela que foi recortada (tela de estrutura - borda do ralo) de acordo com a Figura 43.

Figura 43 - Aplicação da primeira camada de impermeabilizante e da tela estruturante



Fonte: adaptado de (INSTRUÇÃO DE TRABALHO, 2019)

Na sequência, deve-se posicionar a tela sob o perímetro interno da tubulação do ralo, formando a “margarida” sob a laje, como demonstram as Figuras 44 e 45. E com a tela posicionada, utilizar o pincel para finalizar a demão de impermeabilização (Figura 46). A empresa ressalta que a tela deve estar toda coberta pelo impermeabilizante, jamais deixar alguma parte da tela aparente.

Figura 44 - Posicionamento da tela "margarida" na parte interna do tubo



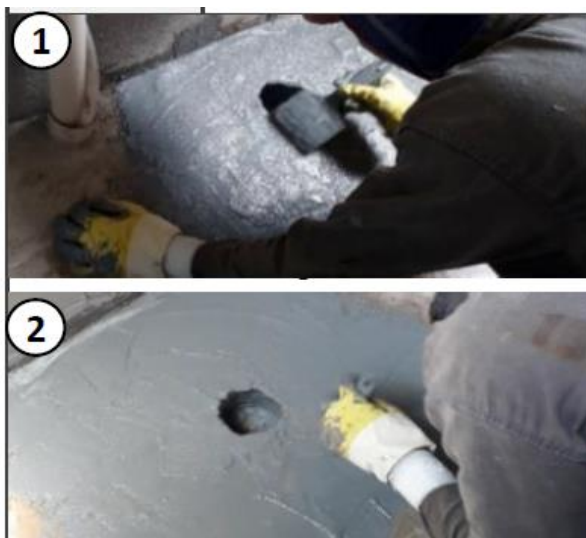
Fonte: adaptado de (INSTRUÇÃO DE TRABALHO, 2019)

Figura 45 - Demonstração do posicionamento das telas estruturantes no ralo



Fonte: adaptado de (INSTRUÇÃO DE TRABALHO, 2019)

Figura 46 - Segunda camada de impermeabilização



Fonte: adaptado de (INSTRUÇÃO DE TRABALHO, 2019)

7.2.1.2 Impermeabilização de cozinha – Piso e parede

A impermeabilização da cozinha também inicia com a preparação do serviço. Para isso, é feita a demarcação do local a ser impermeabilizado, com altura de 20 cm nos rodapés. Além disso, é realizada a preparação do substrato, da mesma forma que na área de serviço, e também a preparação da mistura do impermeabilizante.

O serviço inicia com a aplicação do impermeabilizante com trinchinha/broxa na área previamente demarcada. A orientação indica que esse procedimento deve ser realizado por toda a cozinha, avançando com a impermeabilização também no piso, para que a “emenda” entre piso e parede não fique sobre cantos. A Figura 47 demonstra esses procedimentos.

Figura 47 - Aplicação do impermeabilizante no rodapé e piso



Fonte: adaptado de (INSTRUÇÃO DE TRABALHO, 2019)

Por fim, deve-se aplicar uma camada de impermeabilizante em toda extensão do piso da cozinha. Para delimitar a área que será impermeabilizada, indica-se a utilização de um sarrafo, com a borda interna alinhada com a face interna das paredes do entorno da cozinha, assim como demonstra a Figura 48.

Figura 48 - Aplicação do impermeabilizante no piso da cozinha até a demarcação com a régua



Fonte: adaptado de (INSTRUÇÃO DE TRABALHO, 2019)

7.2.1.3 Impermeabilização de banheiro e box

Esta etapa inicia com a preparação e a impermeabilização do ralo do box. O procedimento de impermeabilização do ralo do box acontece basicamente da mesma forma que a do ralo da área de serviço, descrito no item 7.2.1.1. A única diferença se encontra no número de demãos, pois nessa área, além da primeira demão com a tela estruturante, são realizadas mais duas demãos de impermeabilizante, respeitando o tempo mínimo de secagem previsto pelo fabricante.

Dando sequência à impermeabilização do banheiro, faz-se a demarcação da impermeabilização na parede, sendo que no box o rodapé possui uma altura de 40 cm, e no restante do banheiro o rodapé é de apenas 20 cm. Além disso, faz-se a preparação do substrato, certificando-se que ele esteja livre de imperfeições e/ou sujeiras.

No box, o procedimento se inicia com aplicação do impermeabilizante no tento, que é uma pedra de ardósia que divide o box do restante do banheiro. A aresta entre essa pedra e o piso do box deve estar com acabamento em formato de meia cana. Dando sequência, é feita a aplicação da tela estruturante, e para isso, deve-se cortar a tela com largura de 9 cm, e comprimento de acordo com o comprimento do tento. Ao aplicar a tela, posiciona-la 6 cm sobre o piso e 3 cm sobre o tento, assim como demonstrado na Figura 49. Em seguida, aguardar secar, e pintar com pincel o impermeabilizante. O mesmo deve ser feito na emenda entre o *Shaft* e o piso, porém a tela nessa área deve ter 20 cm de comprimento e 10 cm de largura.

Figura 49 - Aplicação da tela estruturante no rodapé



Fonte: adaptado de (INSTRUÇÃO DE TRABALHO, 2019)

Seguindo nesse processo, aplica-se o impermeabilizante na área da parede, de acordo com a marcação que foi previamente feita. A Figura 50 demonstra essa atividade. Após impermeabilização de todo o rodapé do banho, deve-se avançar com a aplicação também no piso, para que a emenda entre a impermeabilização de piso e parede não fique sobre os cantos.

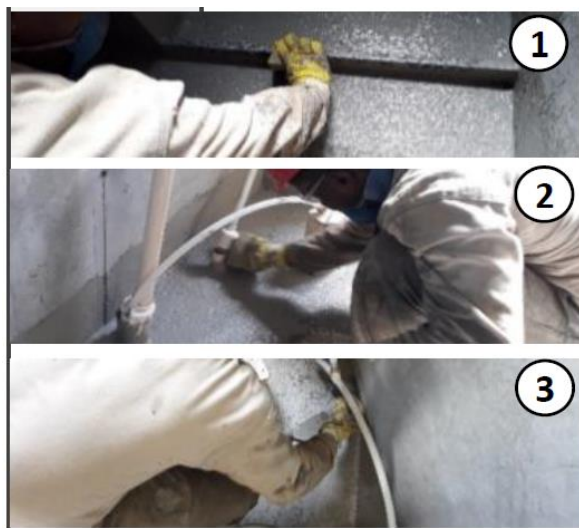
Figura 50 - Aplicação do impermeabilizante na parede



Fonte: adaptado de (INSTRUÇÃO DE TRABALHO, 2019)

Por fim, é orientado a aplicar o impermeabilizante sobre o piso com a trincha/broxa e cabo de vassoura, partindo da área do box para a área da porta de entrada dos banheiros, fazendo uso de pincel em pontos de difícil acesso. Além disso, orienta-se limpar os tentos com espuma, para que o impermeabilizante não fique impregnado na peça. Da mesma forma, é indicado limpar respingos de impermeabilizante em tubos PVC e PEX (Figura 51).

Figura 51 - Limpeza da pedra de ardósia e das tubulações

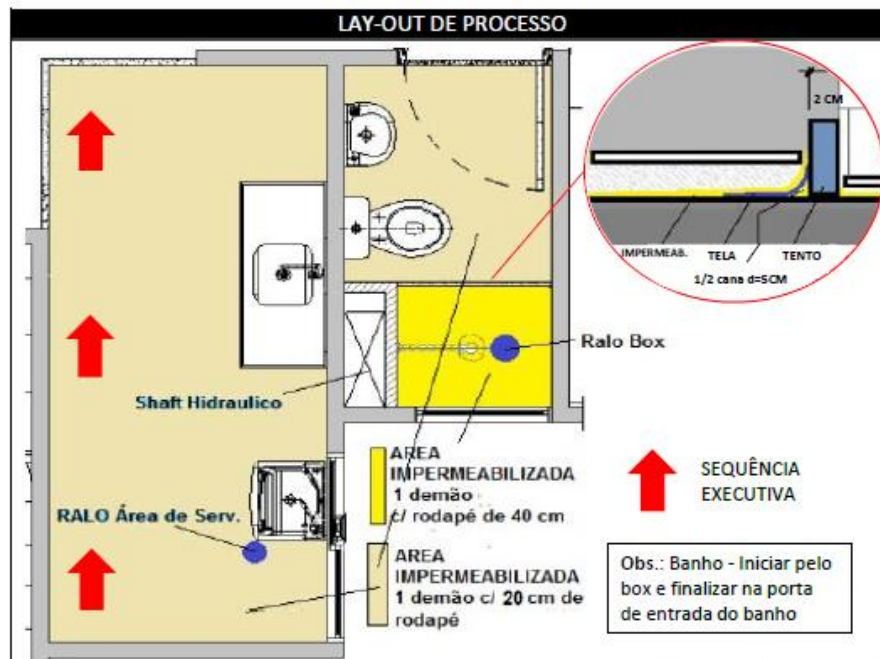


Fonte: adaptado de (INSTRUÇÃO DE TRABALHO, 2019)

A impermeabilização do banheiro finaliza com o teste de estanqueidade, que é realizado apenas na área do box. O teste segue as orientações normativas, sendo realizado em 72 h. Caso houver algum vazamento, o procedimento de impermeabilização deverá ser realizado novamente.

A seguir, é apresentada a Figura 52 presente na instrução de trabalho que orienta a sequência executiva do serviço, além de demonstrar detalhes do arredondamento no rodapé do box entre o piso e a pedra de ardósia.

Figura 52 - Layout do processo



Fonte: adaptado de (INSTRUÇÃO DE TRABALHO, 2019)

7.2.1.4 Problemas encontrados na impermeabilização

Nessa empresa, foram observadas algumas manifestações patológicas nas impermeabilizações do box. Após realizar o teste de estanqueidade, e o mesmo falhar, não atestando a estanqueidade do sistema, algumas análises foram feitas a respeito das causas dos problemas.

A Figura 53 demonstra o vazamento encontrado após o teste de estanqueidade, no box de um apartamento.

Figura 53 - Vazamento encontrado após o teste de estanqueidade



Fonte: (MAGALHÃES, 2019)

O que foi observado, é que esse local, que apresentou o vazamento, se trata de uma das arestas do box que não possui o acabamento arredondado em formato de meia cana. Além disso, após a execução da impermeabilização em um dos edifícios, onde foram seguidas as recomendações da instrução de trabalho da empresa, foi observado que todas as arestas que não possuíam meia cana apresentavam fissuras, enquanto que nas arestas que foi executado o acabamento arredondado não foram encontradas fissuras. As Figuras 54 e 55 demonstram essa situação.

Figura 54 - Aresta sem meia cana apresentando fissura



Fonte: (MAGALHÃES, 2019)

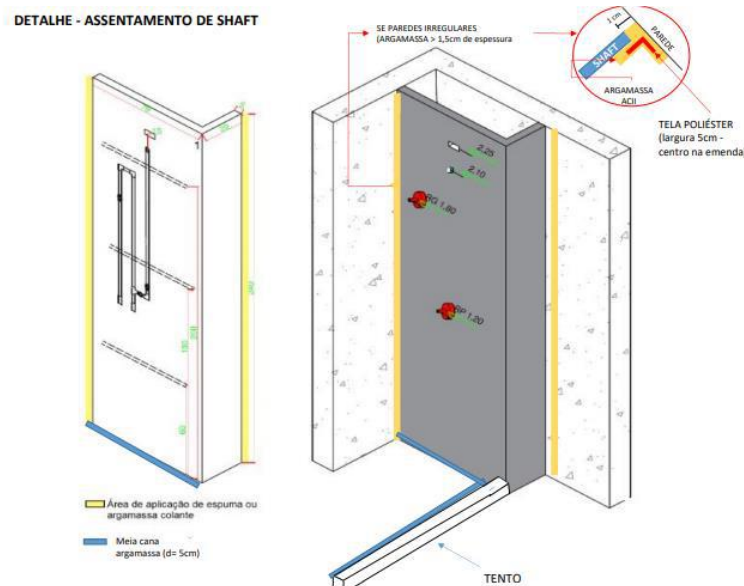
Figura 55 - Aresta com meia cana sem apresentar fissuras



Fonte: (MAGALHÃES, 2019)

A orientação da empresa é que sejam realizados os acabamentos com a argamassa em formato de meia cana, e diâmetro de 5 cm, apenas entre o piso e o *shaft* de gesso acartonado, e entre o piso e a pedra de ardósia (tento), assim como demonstra a Figura 56. No entanto, a NBR 9575 (ABNT, 2010a) aponta o seguinte: “As arestas e os cantos vivos das áreas a serem impermeabilizadas devem ser arredondados, sempre que a impermeabilização assim requerer.”. Assim sendo, é necessário que todas as arestas, sejam elas dentro ou fora do box, possuam o acabamento arredondado.

Figura 56 - Assentamento de shaft com indicação de arestas a serem arredondadas



Fonte: (MAGALHÃES, 2019)

Para solucionar essa questão foram executadas meia canas em todas as arestas do box, assim como demonstrado na Figura 57.

Figura 57 - Acabamento arredondado em formato meia cana executado em todas as arestas



Fonte: (MAGALHÃES, 2019)

7.2.1.5 Análise dos procedimentos

Na construtora A, a primeira atividade apresentada foi a de impermeabilização do ralo na área de serviço. Dessa forma, a partir da análise das instruções de trabalho, existem algumas considerações a serem feitas sobre o procedimento.

Inicialmente é necessário fazer uma avaliação sobre a área que a construtora indica para ser impermeabilizada, que é de apenas 20 cm em torno do ralo da área de serviço. É por essa razão que na área de serviço não é realizado teste de estanqueidade, já que não possui toda sua extensão impermeabilizada.

As áreas da edificação que devem ser impermeabilizadas não estão especificadas nas normas de impermeabilização NBR 9575 e NBR 8574, no entanto a norma de desempenho, NBR 15575-3 apresenta os conceitos de área molhada e área molhável e o desempenho de estanqueidade esperado para essas áreas, descritos no item 4.5 deste trabalho. A norma basicamente diferencia as áreas molhadas de molháveis, de forma que, se pelas condições normais de uso geram ou não lâmina d'água no piso. E em relação ao desempenho, determina que áreas molhadas deverão passar pelo teste de estanqueidade especificado pela NBR 9574, enquanto que as áreas molháveis não necessitam ser estanques, mas que isso deva estar especificado no manual de uso, operação e manutenção.

A área de serviço é dada como exemplo de área molhada pela norma de desempenho. No entanto pode ser interpretada como área molhável, já que em condições normais de uso recebe apenas respingos d'água, o que geralmente não gera lâmina d'água, apenas em caso de acidentes ou vazamentos, motivo pelo qual possui um ralo. Esse pode ter sido o caso da construtora A, que ao considerar a área de serviço como área molhável, e descrever essa informação no manual, fica isenta dos danos de acidentes.

Dessa forma, conclui-se que, a norma prevê e permite a classificação de área molhável sem impermeabilização, mas se considerar o desempenho, a estanqueidade da edificação e a possibilidade de acidentes, todas as áreas possíveis de serem cobertas por lâminas deveriam ser impermeabilizadas, tornando o desempenho superior.

Agora, aprofundando mais na análise da própria execução da impermeabilização, pode-se observar que algumas partes dessa execução divergem da orientação dada pela NBR 9574. Nas orientações da construtora observou-se que as camadas de impermeabilização juntamente com o estruturante são aplicadas sem pausa para cura do material. Enquanto que a norma orienta que se deve aplicar as camadas com um intervalo de 2 a 6 horas, dependendo da temperatura ambiente, ou então aquilo que for indicado pelo fabricante.

Seguindo nos procedimentos apresentados, e analisando a impermeabilização da cozinha, também é possível perceber algumas divergências com a NBR 9574. Primeiramente, a impermeabilização é feita apenas com 1 demão de impermeabilizante. Obviamente, deve-se atentar às orientações do fabricante do produto, e também que tipo de produto está sendo utilizado, pois a norma prevê pelo menos duas demãos de impermeabilizante para execução de membrana de polímero com cimento. Além disso, não foi observado nas orientações a indicação para umedecer o substrato antes de passar a primeira camada de impermeabilizante, e também, não é orientado que seja feito o acabamento arredondado no encontro de piso e parede.

Além desses itens, na cozinha também não é realizado o teste de estanqueidade. E, por mais que a cozinha consista em uma área molhável, em que a estanqueidade não é obrigatória segundo a norma de desempenho, ao prezar pela qualidade e desempenho da edificação, e fazer uso de um sistema de impermeabilização, é importante que esse sistema seja executado de acordo com às orientações normativas, e que sua eficácia seja atestada pela realização do teste de estanqueidade.

Por fim, analisando os problemas que foram encontrados na impermeabilização dos banheiros e box desta construtora, onde foram encontradas fissuras na impermeabilização, e também

foram constatados vazamentos após o teste de estanqueidade, é preciso fazer a seguinte observação: se no box, onde percebe-se que existe um cuidado maior com a impermeabilização, vide o número maior de demãos, uso de tela nos rodapés e também o cuidado com a execução dos arredondamentos nos cantos em formatos de meia cana, e mesmo assim, quando realizado o teste de estanqueidade, foram encontradas falhas, vale fazer o questionamento sobre a eficácia da impermeabilização em outras áreas, como na cozinha e na área de serviço, onde não é realizado o teste para certificar a estanqueidade.

7.2.2 Construtora B

A construtora B, assim como a construtora A, também tem seu mercado voltado para empreendimentos de baixo padrão, fazendo uso do programa federal Minha Casa Minha Vida. As características dos seus empreendimentos são similares aos da construtora A, além de ter um método construtivo semelhante, fazendo uso de paredes de concreto.

A impermeabilização das áreas internas é orientada a partir da instrução de trabalho, também chamada de “procedimento de execução de serviço” (PES 31, 2019). Nesse documento estão descritos todos os procedimentos de execução, além de constar a determinação dos tipos de impermeabilizações para todas as áreas da edificação. Assim como feito para a construtora A, será apresentada uma descrição dos procedimentos de impermeabilização das áreas internas e posteriormente será feita uma análise sobre os mesmos.

Para as áreas internas, como banheiros, cozinha, e área de serviço, e também varandas e sacadas, a empresa utiliza membrana impermeável líquida ou argamassa polimérica (nomenclaturas utilizadas pela empresa) para realizar a impermeabilização.

7.2.2.1 Impermeabilização dos banheiros, área de serviço, cozinha e varanda/sacada com argamassa polimérica

Para dar início ao serviço, é necessário que algumas condições sejam atendidas, e que o local esteja previamente preparado para a execução da impermeabilização. Dessa forma, inicialmente, o local deve estar limpo, e o substrato deve-se encontrar áspero, isento de partículas soltas, materiais estranhos, nata de cimento, óleos ou desmoldantes, bem como pontas de ferro e pedaço de madeira. Qualquer nicho e falha de concretagem deverá ser devidamente tratado.

A regularização com o arredondamento dos cantos deve estar concluída antes da aplicação da aplicação de membrana impermeável líquida (argamassa polimérica/cristalizantes) para os pisos úmidos, como os do box de banheiro e de reservatórios inferiores.

A empresa orienta que os locais que possuem fechamento em *drywall* ou placas cimentícias, deverão estar tratadas e vedadas com PU, que é um selante a base de poliuretano, em todos os recortes e encontros entre paredes e lajes. A mesma vedação com selante PU deve ser realizada em todas as passagens de tubulações.

Essa atividade de selar as juntas, é de extrema importância, já que a argamassa polimérica por si só não suporta grandes movimentações, como as que acontecem onde há ralos e gesso acartonado, comprometendo a impermeabilização. Como o PU é um material a base de poliuretano, com alta aderência e viscosidade, após sua cura ele se torna flexível e com boa durabilidade, contribuindo para que a impermeabilização não apresente fissuras nessas regiões.

No que diz respeito ao caimento do substrato em direção aos ralos, a instrução técnica sugere que eles sejam realizados na execução da concretagem da laje, com alisamento mecânico do concreto, pois dessa forma não é necessário fazer a execução de uma camada regularizadora.

Para a preparação do impermeabilizante (argamassa polimérica), as instruções são as seguintes: despejar em um balde o componente líquido (resina acrílica), e adicionar aos poucos o componente cimentício, em pó, misturando até obter uma massa homogênea, por 3 minutos se for com misturador elétrico ou por 5 minutos se for manualmente. Deve-se respeitar o tempo de mistura indicado pelo fabricante e nunca adicionar água.

Com o material e a área devidamente preparados, pode-se aplicar a primeira demão da argamassa polimérica, com auxílio de uma trincha ou brocha, tanto no piso como no rodapé, em uma altura de 20 cm, assim como demonstra as Figuras 58 e 59. A aplicação da argamassa polimérica impermeabilizante deve ser feita em todo o banheiro, área de serviço, na cozinha, varanda/sacada.

Figura 58 - Aplicação primeira demão do impermeabilizante



Fonte: adaptado de (PES 31, 2019)

Figura 59 - Área impermeabilizada



Fonte: Foto tirada pelo Autor

Com a primeira camada totalmente curada, pelo tempo indicado pelo fornecedor, deve-se realizar o reforço nos rodapés com a tela de poliéster. A tela já deverá estar cortada com a largura de 20 cm, e deverá ser aplicada juntamente com a argamassa polimérica em todo encontro entre parede e laje de banheiro, cozinha e área de serviço. A tela deverá ser posicionada de forma que haja pelo menos 10 cm na laje e no mínimo 10 cm na parede.

Em seguida, após a cura do reforço com a tela e a argamassa, aplicar mais uma camada de argamassa polimérica em toda extensão do piso e no rodapé, no sentido contrário da camada anterior, de forma que fiquem cruzadas. E por fim, aplicar a terceira camada de argamassa, de forma que fique cruzada em relação a segunda camada, também em toda extensão de piso e rodapé, e tendo cuidado de garantir que qualquer falha sobre a laje e a parede estejam devidamente cobertas, principalmente sob a tela.

A instrução de trabalho ainda adverte que devem ser seguidas as recomendações dos fabricantes em relação ao tempo de cura entre demãos e para o número de demãos, porém, deve-se aplicar no mínimo 3 demãos para garantir a cobertura. A instrução de trabalho também ressalta a importância de a impermeabilização ser realizada em todos os pavimentos, inclusive no térreo. Além disso, no térreo, deverão ser impermeabilizados todos os cômodos que receberem piso laminado.

7.2.2.2 Impermeabilização dos pontos de esgoto do ralo e vaso

Alguns detalhes da impermeabilização possuem grande importância, como é o caso dos ralos. Por isso a instrução de trabalho trata a execução desses pontos de forma separada, apresentando as orientações de forma mais detalhada.

Primeiramente a orientação enfatiza que o ralo do box seja o ponto mais baixo do piso do banheiro. Para executar a impermeabilização, deve-se manter o tampão chamado “blocktech” no interior do tubo para evitar futuros entupimentos no ralo e no vaso.

Para dar sequência à execução, deve-se aplicar a primeira demão de argamassa polimérica no piso, entrando no máximo 5 cm dentro dos pontos de ralo e do vaso. Em seguida, aplicar a tela que deve ser cortada em formato de “margarida” entrando 5 cm na tubulação. O tamanho da tela dependerá do diâmetro da tubulação, sendo que, para tubulações com 100 mm de diâmetro a tela deverá ser cortada com dimensões de 35 x 20 cm, e para diâmetro de 150 mm deverá ter dimensões de 50 x 20 cm. As Figuras 60, 61 e 62 demonstram a aplicação da tela em formato de “margarida”.

Figura 60 - Corte da tela estruturante para o ralo



Fonte: adaptado de (PES 31, 2019)

Figura 61 - Posicionamento da tela no ralo



Fonte: adaptado de (PES 31, 2019)

Figura 62 - Aplicação da tela no ralo



Fonte: adaptado de (PES 31, 2019)

Essa etapa de impermeabilização dos ralos deve ser executada no mesmo momento em que é executado o reforço com tela nos rodapés, entre a primeira e segunda demão de argamassa polimérica.

7.2.2.3 Teste de estanqueidade

Com a impermeabilização concluída, e tendo o tempo de cura indicado pelo fabricante respeitado, é realizado o teste de estanqueidade. O teste de estanqueidade é realizado no banheiro, na cozinha e na área de serviço, com uma lâmina d'água de 10 mm de altura e com duração de 72 horas. A instrução de trabalho enfatiza que o teste deve ser realizado em todas as áreas que foram impermeabilizadas, em 100% dos apartamentos, registrando o resultado de todos nas fichas de verificação de serviço. A Figura 63 demonstra a execução do teste de estanqueidade.

Figura 63 - Teste de estanqueidade



Fonte: adaptado de (PES 31, 2019)

Ainda, é orientado que se evite o trânsito de pessoas e equipamentos por pelo menos 24 horas após o término dos serviços de impermeabilização. Dessa forma, deve-se executar os serviços de assentamento cerâmica apenas após este prazo.

7.2.2.4 Análise dos procedimentos

A construtora B apresenta orientações de execução mais alinhadas com as instruções normativas. O procedimento de execução é realizado da mesma maneira em todos os ambientes internos, em todo o banheiro, área de serviço, e na cozinha. Nesse procedimento, são aplicadas no mínimo três demãos de impermeabilizante para garantir a cobertura, e tela nos encontros de piso e parede e nos ralos. Ainda, a orientação enfatiza que o tempo de cura indicado pelo fabricante deve ser respeitado.

Além disso, outro ponto positivo, é que o teste de estanqueidade é realizado em todas as áreas que foram impermeabilizadas, independentemente se caracterizam áreas molhadas ou molháveis, atestando a eficácia e garantindo a qualidade da impermeabilização.

No entanto, alguns pontos não seguem as orientações normativas, como nos encontros de piso e parede da cozinha, área de serviço, e do banheiro, já que a construtora indica realizar o acabamento arredondado apenas no box dos banheiros. Outro detalhe observado é que não há a indicação de umedecer o substrato antes de aplicar o impermeabilizante.

7.3 Caso 3: Análise de vídeos

A fim de ampliar o estudo sobre a aplicação das impermeabilizações em áreas internas, nesse ponto do trabalho será apresentado uma análise de vídeos disponíveis na internet e que demonstram a execução de impermeabilizações, sejam elas de forma mais informal ou executada por empresas especializadas.

7.3.1 Vídeo 1: Impermeabilização de box com Manta Asfáltica

O primeiro vídeo demonstra a execução de impermeabilização do box do banheiro utilizando manta asfáltica. A execução é realizada por uma empresa especializada em impermeabilizações no setor da construção civil e que está situada no estado do Espírito Santo. A publicação do vídeo foi feita na plataforma de compartilhamento de vídeos em abril de 2015 (VEDATEC IMPERMEABILIZAÇÕES, 2015).

O vídeo inicia com a impermeabilização do ralo do box, onde a manta é aplicada na parte interna do tubo e sobre o piso no formato de flor (Figura 64). Nessa parte do vídeo é possível observar que todo o substrato está com o primer aplicado, pronto para receber a manta.

Figura 64 - Impermeabilização do ralo com manta asfáltica



Fonte: (VEDATEC IMPERMEABILIZAÇÕES, 2015)

Em seguida é aplicada a manta sobre essa área, aplicando com o maçarico e posteriormente pressionando para garantir a aderência. É aplicada a manta em toda a extensão do piso, e já subindo com a manta para os rodapés (Figura 65). Pode-se observar também, que os cantos já estão devidamente preparados com acabamento no formato arredondado.

Figura 65 Aplicação da manta sobre o piso do box



Fonte adaptado de (VEDATEC IMPERMEABILIZAÇÕES, 2015)

A aplicação da manta na parede acontece da mesma forma que acontece no piso, aquecendo com o maçarico e em seguida pressionando contra a superfície (Figura 66). É interessante observar como o rodapé desta impermeabilização é alto, o que futuramente pode significar um desempenho melhor da impermeabilização.

Figura 66 - Aplicação da manta sobre os rodapés e parede



Fonte: adaptado de (VEDATEC IMPERMEABILIZAÇÕES, 2015)

Na imagem a seguir (Figura 67) é possível observar a diferença de espessura no acabamento da parede, preparada para receber a manta. Isto é essencial para realizar a ancoragem da manta, e posteriormente realizar um acabamento compatível com o restante do banheiro.

Figura 67 - Aplicação da manta na parede



Fonte: adaptado de (VEDATEC IMPERMEABILIZAÇÕES, 2015)

Vale ressaltar que não é demonstrada a impermeabilização na mureta do box, no entanto a manta deve passar por cima da mureta, garantindo que a área do box esteja estanque, e possibilitando a realização do teste de estanqueidade, caso a área impermeabilizada com a manta seja apenas o box do banheiro.

Por fim, é demonstrado o início do teste de estanqueidade, que é realizado assim que é finalizada a aplicação da manta em toda a área do box. A Figura 68 demonstra essa etapa.

Figura 68 - Teste de estanqueidade



Fonte: (VEDATEC IMPERMEABILIZAÇÕES, 2015)

7.3.2 Vídeo 2: Impermeabilização de banheiro com Manta Asfáltica

O segundo vídeo demonstra a impermeabilização de um banheiro com a manta asfáltica. A publicação do vídeo foi feita na plataforma de compartilhamento de vídeos em agosto de 2017 (APLICANDO MANTA ASFALTICA NO BANHEIRO, 2017). A execução aparenta não ser realizada por empresa especializada em impermeabilização. O vídeo apresenta a manta já aplicada em toda a superfície do piso e também no rodapé, e demonstra apenas o arremate da manta em torno da tubulação do vaso sanitário, como pode ser observado na Figura 70.

Em relação a execução da impermeabilização demonstrada nesse vídeo, pode-se fazer algumas observações. Primeiro, percebe-se que todo o banheiro está impermeabilizado com a manta, e não apenas a região do box. No entanto a impermeabilização possui um rodapé baixo, principalmente para a área que será o box. Além disso, observa-se também que a manta foi aplicada com a parede sem o revestimento argamassado em toda ela, apenas na região em que a manta foi aplicada. Posto isso, questiona-se a qualidade da ancoragem da manta na parede,

pois pela imagem observa-se não ter sido executada a fenda na parede para ancoragem da manta (Figura 69).

Figura 69 - Manta asfáltica aplicada em toda a superfície



Fonte: (APLICANDO MANTA ASFALTICA NO BANHEIRO, 2017)

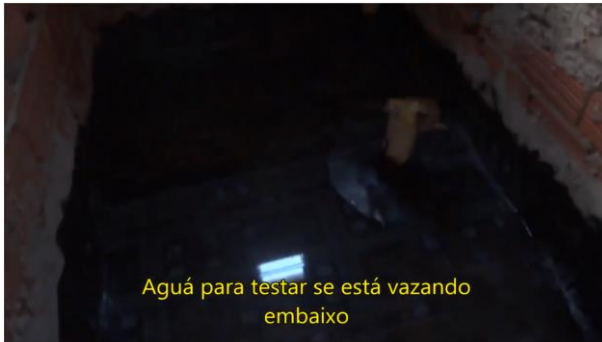
Figura 70 - Aplicação da manta em torno da tubulação



Fonte: (APLICANDO MANTA ASFALTICA NO BANHEIRO, 2017)

A aplicação da manta em torno das tubulações é realizada de forma correta, utilizando a manta cortada em formato de flor, e fazendo o arremate com o auxílio de uma espátula e do maçarico. E por fim, é demonstrado o teste de estanqueidade, e também como a laje situada abaixo do banheiro se encontra durante a realização do teste. As Figuras 71 e 72 demonstram estas observações.

Figura 71- Teste de estanqueidade



Fonte: (APLICANDO MANTA ASFALTICA NO BANHEIRO, 2017)

Figura 72 - Demonstração da laje durante o teste de estanqueidade



Fonte: (APLICANDO MANTA ASFALTICA NO BANHEIRO, 2017)

7.3.3 Vídeo 3: Impermeabilização de banheiro com Argamassa Impermeabilizante

Este vídeo demonstra a execução de impermeabilização do banheiro utilizando argamassa impermeabilizante. A publicação do vídeo foi feita na plataforma de compartilhamento de vídeos em abril de 2018 (POR DENTRO DA CONSTRUÇÃO, 2018). Não é possível determinar se a impermeabilização está sendo realizada em um banheiro térreo, ou sob laje. Esta informação implica na escolha do material impermeabilizante e as características de flexibilidade que ele proporciona.

O vídeo inicia com a preparação da argamassa bicomponente, fazendo a mistura da resina líquida com a parte cimentícia. A agitação é feita com auxílio de equipamento mecânico, e durante esse processo o executor enfatiza que jamais deve-se adicionar água à mistura (Figura 73 e 74).

Figura 73 - Componentes (líquida e em pó) da argamassa impermeabilizante



Fonte: adaptado de (POR DENTRO DA CONSTRUÇÃO, 2018)

Figura 74 - Agitação da mistura



Fonte: (POR DENTRO DA CONSTRUÇÃO, 2018)

No vídeo, o executor explica que a parede está totalmente curada, além de estar isenta de qualquer poeira ou partícula. Ele ainda informa que umedeceu a superfície antes de aplicar o impermeabilizante. A aplicação é feita com 3 demãos do impermeabilizante, passadas com pincel, de forma que fiquem em sentido cruzado entre si, e tendo o cuidado de preencher qualquer poro existente na parede. Entre as demãos é respeitado o tempo de cura informado pelo fornecedor. Nã área do box foi impermeabilizada toda a parede, enquanto que no restante do banheiro foi feita apenas um rodapé de 20 cm (Figura 75 e 76).

Figura 75 - Aplicação da argamassa na parede



Fonte: adaptado de (POR DENTRO DA CONSTRUÇÃO, 2018)

Figura 76 - Finalização da impermeabilização



Fonte: (POR DENTRO DA CONSTRUÇÃO, 2018)

É importante observar que não é usada tela estruturante em nenhum local impermeabilizado, como no rodapé e no ralo. Para vedar em torno dos ralos e das tubulações passantes, o encarregado apresenta uma estratégia diferente, fazendo uma cavidade em torno do tubo, onde, após a cura da argamassa polimérica, é passado selante PU (a base de poliuretano) para vedar este ponto crítico. No entanto, essa técnica não é orientada pela norma, sendo que o correto seria a aplicação da tela estruturante de poliéster. A Figura 77 demonstra essa cavidade onde será passado o selante.

Figura 77 - Detalhe de vedação ralo



Fonte: (POR DENTRO DA CONSTRUÇÃO, 2018)

Por fim, o vídeo não apresenta nenhum teste de estanqueidade, nem mesmo faz referência a execução do teste como prova da eficácia da impermeabilização.

7.3.4 Vídeo 4: Impermeabilização de banheiro em reforma com Argamassa Impermeabilizante

Este vídeo demonstra a execução de impermeabilização em uma reforma de banheiro utilizando argamassa cimentícia semi-flexível para impermeabilização. A publicação do vídeo foi feita na plataforma de compartilhamento de vídeos em novembro de 2017 (DOMINGUES CONSTRUÇÕES, 2017).

O vídeo inicia demonstrando a área que será impermeabilizada, que consiste em um banheiro em reformas, em que também não se pode distinguir se consiste em uma área térrea ou não. A imagem a seguir (Figura 78) demonstra a parede do box que será impermeabilizada. Percebe-se que a parede apresenta resíduos de argamassa colante e também vazios e poros significativos, constituindo um substrato bem irregular. Como não foi realizada nenhuma regularização antes de passar o impermeabilizante, essa situação pode induzir um aumento de tensões superficiais e propiciar o aparecimento de fissuras futuramente.

Figura 78 - Parede do Box que será impermeabilizada



Fonte: (DOMINGUES CONSTRUÇÕES, 2017)

Dando segmento à execução, o vídeo demonstra a preparação da argamassa, que consiste em misturar seus componentes, líquido e em pó, com o agitador mecânico. O produto utilizado para essa impermeabilização é descrito pelo seu fornecedor como argamassa cimentícia semi-flexível modificada com polímeros, especialmente formulada para a impermeabilização de elementos de concreto ou alvenaria. E na sua indicação de uso consta impermeabilização de ambientes úmidos ou sujeitos à umidade, como banheiros, cozinhas e lavanderias, sem

especificar se são áreas térreas ou sobre lajes. A sequência de imagens a seguir demonstram a preparação da argamassa (Figura 79 a 81).

Figura 79 - Preparação da argamassa impermeabilizante



Fonte: (DOMINGUES CONSTRUÇÕES, 2017)

Figura 80 - Mistura dos componentes com agitador mecânico



Fonte: adaptado de (DOMINGUES CONSTRUÇÕES, 2017)

Figura 81 - Mistura pronta para aplicação



Fonte: (DOMINGUES CONSTRUÇÕES, 2017)

Antes de aplicar o impermeabilizante, é realizada a limpeza de todo o substrato e em seguida ele é umedecido. A aplicação acontece de forma que as camadas fiquem cruzadas entre si, e ao todo são passadas 3 demãos do impermeabilizante (Figura 82).

Figura 82 - Aplicação do impermeabilizante



Fonte: (DOMINGUES CONSTRUÇÕES, 2017)

Pode-se perceber que nas paredes do box, a impermeabilização foi feita com uma altura de aproximadamente 150 cm, e no restante do banheiro o rodapé foi de 30 cm (Figura 83). Além disso não foi utilizada nenhuma tela estruturante nesta impermeabilização, nem mesmo fez-se o uso de selantes a base de poliuretano no entorno de ralos e tubulações.

Figura 83 - Finalização da impermeabilização



Fonte: (DOMINGUES CONSTRUÇÕES, 2017)

Por fim, o vídeo não apresenta nenhum teste de estanqueidade, nem mesmo faz referência a execução do teste como prova da eficácia da impermeabilização.

8 ANÁLISE DOS ESTUDOS DE CASO

Após fazer a escolha do sistema de impermeabilização levando em consideração a forma da estrutura, a movimentação admissível no cálculo da estrutura, a temperatura e umidade relativa do local, o custo, entre outros fatores, é importante lembrar que mesmo determinando o tipo de impermeabilização que melhor se adequa para cada situação, esse não é o único fator decisivo para a qualidade e eficácia da impermeabilização. A escolha dos produtos que serão utilizados e a forma que será executada a impermeabilização também tem grande influência no resultado final. Isto é, de nada adianta ter o melhor sistema escolhido se ele não for bem executado. Por isso, é válido fazer uma comparação entre a execução das impermeabilizações de mesmo tipo que foram apresentadas nos estudos de casos anteriormente, e analisar no que divergem entre si, e também a sua concordância com as normas de impermeabilização.

Nessa análise considerou-se as seguintes nomenclaturas: Empresa 1 para o Caso 1; Construtora A e Construtora B no Caso 2; e para o Caso 3, Vídeo 1, Vídeo 2, Vídeo 3 e Vídeo 4.

8.1 Argamassa Impermeabilizante Flexível

A partir da análise dos estudos de caso apresentados, percebe-se que a argamassa impermeabilizante flexível, tem sido amplamente utilizada para impermeabilização de áreas internas. No entanto, por se tratar de um sistema de impermeabilização relativamente novo, e também, que possui uma cartela de produtos diversa presente no mercado, com características diferentes, acaba por não possuir uma padronização na hora da execução, e por isso, alguns pontos acabam divergindo dependendo de quem está executando. A seguir será apresentado os itens que possuem grande influência no resultado final, e de que forma eles foram observados em cada caso estudado.

8.1.1 Escolha do material

A escolha do produto que vai ser aplicado é um dos fatores essenciais para determinar as características finais da impermeabilização. Por se tratar de um material que é apresentado no mercado de diversas formas, e que não possui uma padronização de nomenclatura, e nem de suas composições, ao escolher um produto de uma marca específica pode-se obter um resultado diferente de produtos correspondentes de outras marcas. Isso porque, qualquer alteração na

composição modifica as características do material, principalmente no que diz respeito a quantidade de polímeros adicionados, ou então se há ou não a adição de fibras na composição. Isso tudo vai interferir na flexibilidade do material e na sua capacidade de suportar tensões, e vai se traduzir na indicação de uso do produto, sendo ele indicado para usar em áreas térreas ou sobre lajes, além da indicação do número de demãos e também qual é a necessidade de uso de um estruturante. Lembrando sempre, que qualquer alteração na composição influenciará no preço final do produto.

Em todos os casos apresentados, foram utilizadas argamassas impermeabilizantes bicomponentes, com componente cimentício em pó e resina acrílica líquida. No entanto, em alguns casos apresentados (caso 2 – Construtora A e B, e caso 3 – Vídeo 3), não foi possível acessar a ficha técnica do produto, para fazer a conferência das propriedades do material, distinguir se o material consiste em argamassa polimérica, ou membrana de polímero com cimento, e também analisar suas indicações de uso. No caso 1, é utilizada a membrana de polímero com cimento, e dentre suas indicações de uso é mencionado “Áreas frias elevadas como banheiros, cozinhas, lavanderias, áreas de serviços, barriletes, lavabos, etc;” (VIAPOL LTDA, 2019). No caso 3 – Vídeo 4, o boletim técnico do produto apenas informa que se trata de “Argamassa cimentícia semi-flexível modificada com polímeros” e dentre suas indicações de uso aparece “Impermeabilização de ambientes úmidos ou sujeitos à umidade, como banheiros, cozinhas e lavanderias” (WEBER; SAINT-GOBAIN, 2019).

8.1.2 Número de demãos

Como visto, o número de demãos deve ser indicado pelo fabricante do produto, e isso é um fator que depende da escolha do material que será utilizado. A norma de execução de impermeabilização NBR 9574 (ABNT, 2008) traz poucas orientações relacionadas a essa questão. Para argamassa polimérica não há a indicação do número mínimo de demãos, e para membrana de polímero com cimento, a indicação é de aplicar no mínimo duas demãos em sentidos cruzados. Porém, a norma ressalta que a mistura, o consumo, o tempo de manuseio, as ferramentas, o tempo de secagem entre demãos, a cura, e as instruções de segurança devem seguir as recomendações do fabricante, para ambos materiais.

No Quadro 3 é apresentado o número de demãos utilizado por cada empresa, em cada caso estudado.

Quadro 3 - Quadro comparativo: número de demãos aplicadas

Argamassa Impermeabilizante - Número de demãos aplicadas			
Caso 1	Empresa 1	Lavabo e Banheiros	4 demãos;
Caso 2	Construtora A	Área de Serviço	1 demão, (2 camadas de impermeabilizante + estruturante, sem intervalo para cura das camadas);
		Cozinha	1 demão;
		Banheiro	3 demãos no ralo do box; 1 demão no piso do box e do restante do banheiro;
	Construtora B	Área de Serviço, cozinha e banheiro	3 demãos;
Caso 3	Vídeo 3	Banheiro	3 demãos;
	Vídeo 4	Banheiro	3 demãos;

Fonte: Elaborado pelo Autor

A partir dessa comparação, conclui-se que a Empresa 1 (caso 1) possui um rigor maior na execução da impermeabilização, utilizando 4 camadas de impermeabilizante. Vale lembrar que a Empresa 1 é o único caso estudado em que a execução foi realizada em uma edificação de alto padrão, e por empresa especializada.

É interessante fazer uma análise entre a Construtora A e B do caso 2, já que ambas possuem um método construtivo muito similar, possuem construções do mesmo padrão, e também, a impermeabilização é realizada por equipe própria da construtora. No entanto, a Construtora A faz uso de apenas 1 camada na maioria de suas áreas internas, enquanto que a Construtora B utiliza 3 demãos de impermeabilizante em todas as suas áreas.

8.1.3 Uso de estruturante

O uso do estruturante está descrito na norma de execução de impermeabilização, NBR 9574 (ABNT, 2008), apenas fazendo referência a forma de aplicação, ou seja, a norma não prevê os critérios para a utilização do estruturante, deixando a cargo do projetista ou da recomendação do fabricante. Para argamassa polimérica a norma especifica: “Quando da utilização de armadura tipo tela, esta deve ser posicionada após a primeira demão e ser totalmente recoberta pelas demãos subsequentes”, já para a membrana de polímero com cimento, a norma especifica o seguinte: “De acordo com a recomendação do fabricante ou projetista, posicionar o estruturante após a primeira demão”. Porém, é importante dizer que muitos fabricantes também não trazem a informação da necessidade do uso de estruturante, e se por acaso não houver

projeto de impermeabilização, como muitas vezes acontece, o executor que vai decidir se usar, e onde usar a armadura.

No que diz respeito aos detalhes construtivos como ralos e encontro de pisos e paredes, e o uso de reforços com telas estruturantes, não existe nenhuma recomendação específica de materiais por parte da norma para essas áreas. Contudo, a norma aponta o seguinte: “toda a tubulação que atravessa a impermeabilização deve ser fixada na estrutura e possuir detalhes específicos de arremate e reforços da impermeabilização;” e também diz que “toda instalação que necessite ser fixada na estrutura, no nível da impermeabilização, deve possuir detalhes específicos de arremate e reforços da impermeabilização;”, enfatizando a necessidade de um cuidado especial para esses pontos.

No Quadro 4 está apresentada a comparação entre os casos estudados, no que diz respeito ao uso de estruturante.

Quadro 4 - Quadro comparativo: uso de estruturante

Argamassa Impermeabilizante - Uso de estruturante			
Caso 1	Empresa 1	Lavabo e Banheiros	Utiliza em toda extensão da impermeabilização, além dos reforços nos rodapés, nos ralos (formato de flor), e tubulações passantes.
Caso 2	Construtora A	Área de Serviço	Utiliza estruturante no ralo em formato de flor e na extensão da impermeabilização (área de 0,04 m ²).
		Cozinha	Não utiliza estruturante.
		Banheiro	Utiliza estruturante no ralo do box em formato de flor e na extensão da impermeabilização (área de 0,04 m ²), e também nos rodapés do box (6 cm sobre o piso e 3 cm sobre o tento, e 6 cm sobre o piso e 4 cm sobre o shaft).
	Construtora B	Área de Serviço, cozinha e banheiro	Utiliza estruturante em todo encontro entre parede e laje de banheiro, cozinha e área de serviço (mínimo 10 cm na laje e 10 cm na parede); também utiliza estruturante nos ralos (formato de flor) e tubulações passantes.
Caso 3	Vídeo 3	Banheiro	Não utiliza estruturante; utiliza PU no entorno de ralos e tubulações passantes.
	Vídeo 4	Banheiro	Não utiliza estruturante.

Fonte: Elaborado pelo Autor

Pode-se observar que apenas a Empresa 1 faz uso de estruturante em toda a extensão da impermeabilização, enquanto que as demais ou utilizam em pontos críticos, como rodapés e ralos, ou nem sequer fazem uso do estruturante.

Além disso, a execução apresentada no vídeo 3 (caso 3), em que se aplica apenas um selante a base de poliuretano (PU) no entorno de ralos e tubulações, não atende a recomendação da norma de executar um reforço para a impermeabilização.

8.1.4 Locais que há encontro de gesso acartonado com o piso

Nas construções atuais, é muito comum que algumas paredes sejam de gesso acartonado, principalmente para vedações internas. Nos estudos de caso apresentados, foi observado essa situação em algumas paredes dos banheiros, tanto da Empresa 1, quanto das Construtoras A e B (Quadro 5).

A NBR 9574 (ABNT, 2008) não apresenta nada específico para impermeabilização em casos como estes, no entanto deixa bem claro que os elementos devem estar sempre rigidamente solidarizados às estruturas, da seguinte maneira: “os planos verticais a serem impermeabilizados devem ser executados com elementos rigidamente solidarizados às estruturas, até a cota final de arremate da impermeabilização, prevendo-se os reforços necessários”

Quadro 5 - Quadro comparativo: encontro de gesso acartonado com piso

Argamassa Impermeabilizante - Locais em que há encontro de gesso acartonado com o piso		
Caso 1	Empresa 1	Fez uso de duas fiadas de alvenaria para o rodapé, e complementou com o arredondamento dos cantos com argamassa.
Caso 2	Construtora A	Utiliza argamassa para fazer a união e acabamento arredondado nos pontos de encontro de <i>drywall</i> com piso.
	Construtora B	Utiliza PU para selar as juntas nos encontros de <i>drywall</i> com piso, além de usar em pontos de ralos e tubulações passantes.

Fonte: Elaborado pelo Autor

Percebe-se que a empresa 1 ao realizar as fiadas de alvenaria na altura da impermeabilização consegue atender bem a orientação da norma, de forma que o elemento vertical (alvenaria) esteja totalmente solidarizado à estrutura. No entanto essa prática não é recomendada quando se faz uso do sistema construtivo com paredes em gesso acartonado. Dessa forma, pode-se concluir que essa recomendação de executar a alvenaria é uma preocupação apenas da empresa terceirizada e responsável pela impermeabilização, que prefere que seu sistema não seja

influenciado pela qualidade da aplicação do gesso acartonado executado por outra equipe. Vale ressaltar também que a Construtora B apresenta um procedimento não adequado, e não atende a norma ao utilizar apenas um selante a base de poliuretano nas arestas entre o gesso acartonado e laje, o que não impede que haja uma movimentação relativa considerável entre o elemento vertical e a laje.

8.2 Arredondamento de arestas e cantos vivos

Quando há encontro de piso e parede, as arestas formadas se tornam um ponto crítico para a impermeabilização. Desta maneira, nas orientações dos detalhes construtivos, a norma de execução de impermeabilização NBR 9574 (ABNT, 2008) aponta o seguinte: “todo encontro entre planos verticais e horizontais deve possuir detalhes específicos da impermeabilização”, o que pode ser caracterizado por um reforço com armadura, um detalhe de ancoragem, entre outros, ou mesmo o acabamento arredondado, o qual a norma traz a orientação de forma mais específica, afirmando que: “as arestas e os cantos vivos das áreas a serem impermeabilizadas devem ser arredondados sempre que a impermeabilização assim requerer”. Assim como indicado por fabricantes, e pela literatura é recomendado que tanto para a execução de impermeabilização com manta asfáltica, quanto argamassa impermeabilizante que seja executado o arredondamento dos cantos antes da aplicação da impermeabilização. O Quadro 6 detalha o uso ou não da execução de acabamento arredondado em arestas e cantos por cada caso estudado.

Quadro 6 - Quadro resumo: execução de acabamento arredondado em arestas e cantos

Argamassa Impermeabilizante e Manta Asfáltica- Arredondamento de cantos			
Caso 1	Empresa 1	Lavabo e Banheiros	Faz acabamento arredondado em todas arestas e cantos vivos.
Caso 2	Construtora A	Área de Serviço	Não faz acabamento arredondado.
		Cozinha	Não faz acabamento arredondado.
		Banheiro	Acabamento arredondado apenas nas arestas do box do banheiro.
	Construtora B	Área de Serviço, cozinha e banheiro	Acabamento arredondado apenas nas arestas do box do banheiro.
Caso 3	Vídeo 1	Box do banheiro	Faz acabamento arredondado em todas arestas e cantos vivos.
	Vídeo 2	Banheiro	Faz acabamento arredondado em todas arestas e cantos vivos.
	Vídeo 3	Banheiro	Não faz acabamento arredondado.
	Vídeo 4	Banheiro	Não faz acabamento arredondado.

Fonte: Elaborado pelo Autor

8.3 Área impermeabilizada e teste de estanqueidade

Outro ponto interessante de trazer para uma comparação, é de quais áreas que foram impermeabilizadas por cada empresa nos casos apresentados. Já que em alguns casos fez-se a impermeabilização apenas em pontos específicos, como na área de serviço da construtora A, em que só é impermeabilizado em torno do ralo, ou então como no caso do Vídeo 1, em que só se apresenta a impermeabilização na área do box do banheiro (Quadro 7).

Quadro 7 - Relação de áreas impermeabilizadas

Argamassa Impermeabilizante e Manta Asfáltica – Área impermeabilizada		
Caso		Área impermeabilizada
Caso 1	Empresa 1	Lavabos e Banheiros
Caso 2	Construtora A	Área de Serviço (apenas no entorno do ralo), Cozinha e Banheiro
	Construtora B	Área de Serviço, Cozinha e Banheiro
Caso 3	Vídeo 1	Box do Banheiro
	Vídeo 2	Banheiro
	Vídeo 3	Banheiro
	Vídeo 4	Banheiro

Fonte: Elaborado pelo Autor

Para fazer essa análise é necessário abordar novamente os conceitos de áreas molhadas e áreas molháveis, trazidos pela norma de desempenho NBR 15575-3 (ABNT, 2013). Sendo que áreas molhadas são as áreas que em condições normais de uso geram lâmina d'água, e áreas molháveis são as áreas que em condições normais de uso não geram lâmina d'água na superfície do piso. Para atingir os requisitos de desempenho, áreas molháveis não necessitam ser estanques, ou seja, não é obrigatório a execução da impermeabilização, desde que isto esteja especificado no manual de uso. Todavia, essa orientação não protege contra a possibilidade da formação de lâmina d'água devido à acidentes, além da umidade gerada por respingos e condensação, fazendo com que a estanqueidade da edificação seja comprometida nesses locais.

Por mais que as empresas apresentadas tenham realizado a impermeabilização em áreas consideradas molháveis, como cozinhas e lavabos, percebe-se que em algumas, como a Construtora A, a preocupação com os detalhes não é a mesma dada para as áreas molhadas, como as de box de banheiro.

Isso tudo também irá implicar na necessidade de realizar o teste de estanqueidade para atestar a eficácia da impermeabilização. Por mais que a NBR 9574 (ABNT, 2008) recomende que o teste seja realizado, quando se trata de áreas molháveis, a norma de desempenho não prevê a necessidade da realização do teste.

O Quadro 8 apresenta a relação das empresas que realizam teste de estanqueidade.

Quadro 8 - Quadro comparativo: teste de estanqueidade

Argamassa Impermeabilizante e Manta Asfáltica - Teste de estanqueidade			
Caso 1	Empresa 1	Lavabo e Banheiros	Realiza teste de estanqueidade.
Caso 2	Construtora A	Área de Serviço	Não realiza teste de estanqueidade.
		Cozinha	Não realiza teste de estanqueidade.
		Banheiro	Realiza teste de estanqueidade apenas no box.
	Construtora B	Área de Serviço, cozinha e banheiro	Realiza teste de estanqueidade.
Caso 3	Vídeo 1	Box do Banheiro	Realiza teste de estanqueidade.
	Vídeo 2	Banheiro	Realiza teste de estanqueidade.
	Vídeo 3	Banheiro	Não realiza teste de estanqueidade.
	Vídeo 4	Banheiro	Não realiza teste de estanqueidade.

Fonte: Elaborado pelo Autor

Por mais que em algumas áreas não seja tão fácil realizar o teste de estanqueidade, como em cozinhas, áreas de serviço e lavabos, pois necessitam de uma estrutura provisória para conter a água, como uma simples mureta, é importante que o teste seja realizado para detectar possíveis falhas antes que outros serviços sejam realizados, como a execução de revestimentos e demais acabamentos, evitando a necessidade de retrabalho e custos adicionais.

Dessa forma, percebe-se que as empresas que realizam teste de estanqueidade em todas as suas áreas, validam um desempenho superior em suas impermeabilizações se comparado com as outras empresas que não demonstram essa preocupação.

8.4 Manta Asfáltica

A manta asfáltica, por ser um tipo de impermeabilização mais consolidado no mercado, possui, de modo geral, uma execução mais padronizada. A partir dos casos estudados nesse trabalho, observou-se poucas diferenças na execução desse método. No entanto, foi possível observar que na Empresa 1, foi realizada a dupla camada de impermeabilização, onde, além de passar o

primer de emulsão asfáltica no substrato, também é aplicada uma camada de asfalto aquecido antes da aplicação da manta asfáltica. Isso não foi observado no caso 3, vídeos 1 e 2, em que é executado o procedimento padrão, aplicando a manta asfáltica após a camada do primer.

Outra diferença observada foi a altura dos rodapés, e a ancoragem da manta no plano vertical. A norma de execução de impermeabilização orienta o seguinte: “Deve ser previsto nos planos verticais encaixe para embutir a impermeabilização, para o sistema que assim o exigir, a uma altura mínima de 20 cm acima do nível do piso acabado ou 10 cm do nível máximo que a água pode atingir.”. Esse encaixe para embutir e ancorar a manta foi observado na Empresa 1 e no Vídeo 1, porém a execução apresentada no Vídeo 2 não demonstrou essa preocupação com o encaixe da manta. Além disso, na Empresa 1 e no Vídeo 1 foram observadas alturas maiores da aplicação da manta no plano vertical, enquanto que no Vídeo 2 essa altura é bem menor, provavelmente atendendo apenas os 20 cm exigidos pela norma.

No mais, um importante cuidado na hora de realizar a impermeabilização com a manta asfáltica é o manuseio do maçarico e a ventilação do espaço, principalmente em ambientes fechados, com o intuito de manter a segurança de todos, assim como indica a NBR 9574 (ABNT, 2008): “Devem ser observadas as normas de segurança quanto ao fogo no caso das impermeabilizações que utilizam materiais asfálticos a quente da mesma forma quando utilizados processos moldados no local, com solventes, cuidados especiais devem ser tomados em ambientes fechados, no tocante ao fogo, explosão e intoxicação, a que o pessoal estiver sujeito, devendo ser prevista uma ventilação forçada.”.

9 CONCLUSÃO

A partir dos estudos feitos neste trabalho, e seguindo com o propósito de analisar decisões de projeto, e o porquê da escolha de um método em detrimento de outro, concluiu-se que alguns fatores irão interferir nessa decisão. São eles: o prazo de execução, o tamanho do projeto e a extensão da área que será impermeabilizada e também a questão de custos.

A manta asfáltica se mostra mais vantajosa em relação a agilidade de execução e prazos, pois seu tempo total de ciclo é em torno de 4 a 5 dias, enquanto que para a argamassa impermeabilizante, dependendo do número de demãos aplicadas, esse tempo pode se estender para 11 dias. A desvantagem trazida por esse tempo superior, deve ser analisada caso a caso, podendo ser mais oneroso para uns do que para outros, lembrando que durante todo o processo as áreas impermeabilizadas deverão ficar isoladas. Tendo isso em vista, é importante que o layout da obra seja bem estudado, a fim de mensurar qual impacto que essas áreas isoladas vão gerar no canteiro de obras e conseqüentemente no planejamento de toda obra.

Dentre as vantagens da manta asfáltica destacam-se ainda sua alta flexibilidade, durabilidade e a possibilidade de execução de reparos em eventuais falhas. Já como desvantagem pode-se frisar a necessidade de usar equipamento para aquecimento, e equipe especializada para aplicação. Além disso, apresenta espessura superior, e necessitada execução de uma camada de proteção mecânica, elevando ainda mais sua espessura.

Já argamassa impermeabilizante flexível, como visto, apresenta vantagens em relação a espessura da impermeabilização, que é mínima, e também, em muitos casos, não requer a execução da proteção mecânica, onde pode-se aplicar o revestimento logo acima da impermeabilização. Além disso, o produto não necessita de equipamentos específicos ou técnicas sofisticadas para sua aplicação. No entanto, dentre suas desvantagens, pode-se apontar o fato de que não há a possibilidade de executar reparos pontuais caso ocorram falhas, e também sua flexibilidade que é limitada, não sendo recomendada para grandes áreas, ou locais que sofram grandes movimentações.

Por fim, a partir das observações feitas nesse trabalho, é importante frisar que os sistemas de impermeabilização sejam bem executados, independente de qual seja escolhido, seguindo as instruções normativas e recomendações dos fabricantes, e sempre fazendo estudos prévios com todos os detalhamentos necessários, através do projeto de impermeabilização, a fim de prever qualquer problema ou interferência que possam vir a ocorrer, além de garantir a qualidade da

execução. Além disso, é importante atentar aos pontos críticos na hora da execução, pois esses possuem grande influência na qualidade e durabilidade da impermeabilização, visto que apresentam maiores concentrações de tensões, e por isso a probabilidade de surgirem falhas nos mesmos também são maiores. Sendo assim, esses pontos necessitam de detalhes específicos para impermeabilização e reforços, que devem ser executados de acordo com a recomendação das normas de impermeabilização.

Referências

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9574 Execução de impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2008.

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

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15885 Membrana de polímero acrílico com ou sem cimento, para impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2010. b.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-3 Edificações habitacionais — Desempenho Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos**. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9952 Manta asfáltica para impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2014.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11905 Argamassa polimérica industrializada para impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2015.

Aplicando Manta Asfáltica no banheiro - YouTube. 2017. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=JY8YIwU4mAQ>>. Acesso em: 27 jul. 2020.

CUNHA, Aimar G.; NEUMANN, Walter. **Manual de Impermeabilização e Isolamento Térmico Como Projetar e Executar**. Rio de Janeiro: Texsa Brasileira, 1979.

DENVER. **Ficha Técnica de Produto - DENVERTEC 100, Revestimento impermeabilizante semi-flexível**. 2018a. Disponível em: <<http://denverimper.com.br/produtos/detalhes/denvertec-10013br>>. Acesso em: 13 jun. 2020.

DENVER. **Ficha Técnica de Produto - Denvertec 540 Flex Impermeabilizante cimentício flexível**. 2018b. Disponível em: <<http://denverimper.com.br/produtos/detalhes/denvertec-540-flex>>. Acesso em: 13 jun. 2020.

DENVER. **Ficha Técnica de Produto - Denvertec Elastic Fibras Impermeabilizante elástico à base de polímeros acrílicos, cimentos e aditivos, reforçado com fibras**. 2019.

Estudo Comparativo Entre Argamassa Impermeabilizante Flexível e Manta Asfáltica Para Impermeabilização

Disponível em: <<http://denverimper.com.br/produtos/detalhes/denvertec-elastic-fibras45>>. Acesso em: 13 jun. 2020.

DOMINGUES CONSTRUÇÕES. **Passando impermeabilizante em box de banheiro.** - **YouTube.** 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=_X84AwyITNE>. Acesso em: 27 jul. 2020.

FIBERSALS. **Tudo sobre impermeabilização com argamassa polimérica.** 2020. Disponível em: <<https://fibersals.com.br/blog/impermeabilizacao-com-argamassa-polimerica/>>. Acesso em: 7 jan. 2020.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 6ª Edição ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

IBI. **GUIA DE APLICAÇÃO DA NORMA DE DESEMPENHO PARA IMPERMEABILIZAÇÃO: Especificação, aplicação, e contratação com foco no atendimento à ABNT NBR 15575:2013.** São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://ibibrasil.org.br/wp-content/uploads/2018/06/Guia-de-Aplicação-da-Norma-de-Desempenho-para-Impermeabilização-IBI.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2019.

IBI. **Orientação Técnica - Como impermeabilizar com argamassa polimérica.** 2020a. Disponível em: <<http://ibibrasil.org.br/wp-content/uploads/2018/01/Como-Imperm.-com-Argamassa-Polimerica-1.pdf>>. Acesso em: 7 jan. 2020.

IBI. **Orientação Técnica - Como impermeabilizar com mantas asfálticas.** 2020b. Disponível em: <<http://ibibrasil.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Passo-a-passo-Imperm.-com-Mantas-Asfalticas.pdf>>. Acesso em: 8 jan. 2020.

INSTRUÇÃO DE TRABALHO. **Impermeabilização Área de Serviço, Cozinha e Banho** - Material não publicado, 2019.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica.** 5 ed. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MAGALHÃES, Gabriela Ramires. **Relatório Final de Estágio, Engenharia Civil, UFRGS,** 2019.

MANUAL DO ARQUITETO. **Camadas Piso Banheiro.** 2017. Disponível em:

<<https://www.instagram.com/p/BTtIEHpAkh7/>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

MAPA DA OBRA. **Manta asfáltica: como aplicar - Capacitação - Mapa da Obra**. 2017. Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/impermeabilizacao-de-laje-com-manta-asfaltica/>>. Acesso em: 8 jan. 2020.

PES 31. **Procedimento de execução de serviço - Impermeabilizações** - Material não publicado, 2019.

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

PIRONDI, Zeno. **Manual Prático da Impermeabilização e de Isolação Térmica**. São Paulo: Pini, 1988.

POR DENTRO DA CONSTRUÇÃO. **Impermeabilização de Banheiro - YouTube**. 2018. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=inbZCQwEShY>>. Acesso em: 27 jul. 2020.

REPROTERM. **TELAS DE POLIÉSTER COM PVC – IMPERMEABILIZAÇÃO**. 2020. Disponível em: <<http://reproterm.com.br/telas-de-poliester-com-pvc-impermeabilizacao/>>. Acesso em: 22 jan. 2020.

SCHEIDEGGER, Guilherme Marchiori. Impermeabilização de edificações: mantas asfálticas e argamassas poliméricas. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 04, Ed. 03, Vol. 05, pp. 126-151, São Paulo, 2019.

SIKA. **Ficha Técnica de Produto - SikaTop®-107**. 2018. Disponível em: <<http://bra.sika.com/>>. Acesso em: 13 jun. 2020.

SILVA, Carlos Eduardo Oliveira Da. **Impermeabilização de Banheiro com Argamassa Polimérica**. 2014. Disponível em: <<http://ceosolucoesparaconstrucao.blogspot.com/2014/05/impermeabilizacao-de-banheiro-com.html>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

SOARES, Felipe Flores. **A importância do projeto de impermeabilização em obras de construção civil**. 2014. UFRJ - Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2014.

SPAGNOLLO, João Ricardo. **Impermeabilização : Coberturas não transitáveis | Fórum da Construção**. 2020. Disponível em:

Estudo Comparativo Entre Argamassa Impermeabilizante Flexível e Manta Asfáltica Para Impermeabilização

<<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=20&Cod=372>>. Acesso em: 22 jan. 2020.

VEDATEC IMPERMEABILIZAÇÕES. **Impermeabilização de Box com Manta Asfáltica - YouTube**. 2015. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=YwIHCrfb2lg>>.

VERÇOZA, Enio Jose. **Impermeabilização na construção**. Porto Alegre: Sagra, 1987.

VIAPOL LTDA. **Ficha Técnica de Produto - Viaplus® 7000 Revestimento**

Impermeabilizante Flexível com Fibras Sintéticas. 2019. Disponível em:

<<http://www.viapol.com.br/produtos/impermeabilizacao/cimenticio/viaplus-7000/>>. Acesso em: 13 jun. 2020.

WEBER; SAINT-GOBAIN. **Boletim Técnico - Tecplus Top Quartzolit**. 2019. Disponível em: <https://www.quartzolit.weber/files/br/2018-01/tecplus_top_quartzolit.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2020.

YAZIGI, Walid. **A técnica de edificar**. 12ª Edição ed. São Paulo: Pini, 2013.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.