

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

Luiz Guilherme de Oliveira Barreto

**COMPARAÇÃO DE SISTEMAS DE
IMPERMEABILIZAÇÃO COM MANTA ASFÁLTICA:
APLICAÇÃO USANDO MAÇARICO OU ASFALTO
QUENTE**

Porto Alegre
Julho de 2023

LUIZ GUILHERME DE OLIVEIRA BARRETO

**COMPARAÇÃO DE SISTEMAS DE
IMPERMEABILIZAÇÃO COM MANTA ASFÁLTICA:
APLICAÇÃO USANDO MAÇARICO OU ASFALTO
QUENTE**

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

Orientadora: Profa. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira

Porto Alegre
Julho de 2023

LUIZ GUILHERME DE OLIVEIRA BARRETO

**COMPARAÇÃO DE SISTEMAS DE
IMPERMEABILIZAÇÃO COM MANTA ASFÁLTICA:
APLICAÇÃO USANDO MAÇARICO OU ASFALTO
QUENTE**

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, julho de 2023

BANCA EXAMINADORA

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

Prof. José Alberto Azambuja (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

Dedico este trabalho a minha avó,
Jussara Marlene Barreto, e mãe,
Margarete Rosa de Oliveira, que
fisicamente não estão presentes, mas sei
que sempre estão comigo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer à minha esposa, Maria Linna de Oliveira Martins e irmã Dauana de Oliveira por toda ajuda nesta caminhada. Hoje é um momento muito especial para mim, pois alcançar a conclusão deste capítulo da minha vida não teria sido possível sem o apoio e o incentivo que recebi de vocês. Gostaria de dedicar este pequeno espaço para expressar minha sincera gratidão. Amo muito vocês.

À minha orientadora, gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos pelo apoio e orientação ao longo da realização do meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Esse trabalho não teria sido possível sem o seu auxílio e incentivo ao longo de todo o processo.

Ninguém é tão sábio que não tenha algo a aprender
e nem tão ignorante que não tenha algo a ensinar.

Blaise Pascal

RESUMO

A impermeabilização é uma das etapas de grande importância para prolongar a vida útil de uma obra da construção civil. Embora seu custo seja relativamente baixo em relação a todo o projeto, a falta de impermeabilização adequada ou sua má aplicação podem causar impactos significativos na construção, resultando em transtornos que poderiam ser evitados com a aplicação correta. Entre os diversos sistemas de impermeabilização, a manta asfáltica é uma das opções mais antigas e ainda amplamente utilizada atualmente. Existem vários tipos de acabamentos, estruturas e espessuras de mantas asfálticas, mas suas aplicações são bastante similares. Geralmente, a aplicação envolve a utilização de um promotor de aderência na superfície e, em seguida, a fixação da manta asfáltica com o uso de maçarico, derretendo a camada inferior da manta e criando aderência à superfície previamente preparada. Uma outra forma de aplicação que vem ganhando popularidade entre as empresas especializadas em impermeabilização é o uso da manta asfáltica juntamente com o asfalto modificado quente, que desempenha o papel de aderir a manta à base preparada com o promotor de aderência. O resultado deste estudo oferece uma análise das vantagens e desvantagens dos dois métodos acompanhados, proporcionando uma visão abrangente das suas características. Dessa forma, com base nos resultados obtidos, esta monografia oferece uma contribuição para que profissionais do ramo possam tomar decisões baseadas nas informações ao escolher o método mais adequado de aplicação de manta asfáltica em suas obras. A análise imparcial das vantagens e desvantagens dos dois métodos auxilia na otimização dos processos de impermeabilização, garantindo uma escolha mais acertada para cada cenário específico e, conseqüentemente, contribuindo para a qualidade e durabilidade das construções.

Palavras-chave: impermeabilização, manta asfáltica, asfalto quente, cimento asfáltico, asfalto modificado.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Organograma da pesquisa	17
Figura 2 - Forma como a pressão positiva e negativa atuam	22
Figura 3 - Camadas que estruturam a manta asfáltica	28
Figura 4 - Caimento em direção aos ralos	29
Figura 5 - Rebaixamento dos ralos	30
Figura 6 - Aplicação do primer	31
Figura 7 - Detalhamento do ralo	32
Figura 8 - Teste de estanqueidade	34
Figura 9 - Manta asfáltica fissurada	41
Figura 10 - Falhas na aplicação do promotor de aderência	45
Figura 11 - Bobinas sendo desenroladas e alinhadas	46
Figura 12 - Alinhamento das mantas	46
Figura 13 - Colagem com a chama direcionada para a manta e o substrato simultaneamente	47
Figura 14 - Aplicação da manta asfáltica com maçarico	47
Figura 15 - Detalhamento do ralo	48
Figura 16 - Colagem da manta no ralo	49
Figura 17 - Detalhamento da ancoragem do rodapé	49
Figura 18 - Teste de estanqueidade	50
Figura 19 - Aplicação do promotor de aderência	55
Figura 20 - Aplicação do asfalto quente	57
Figura 21 - Aplicação da manta asfáltica	58
Figura 22 - Detalhamento do ralo	59
Figura 23 - Aplicação vertical da manta asfáltica	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação de mantas asfálticas	25
Tabela 2 - Classificação dos asfaltos modificados	36
Tabela 3 - Ferramentas, consumo e tempo de liberação das áreas por material aplicado	38
Tabela 4 - Ferramentas disponíveis para aplicação do sistema com maçarico	43
Tabela 5 - Materiais e ferramentas não localizados na obra	43
Tabela 6 - Ferramentas disponíveis para aplicação do sistema com maçarico	54
Tabela 7 - Custo dos materiais por metro quadrado	62
Tabela 8 - Vantagens e Desvantagens de cada sistema	63

LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

CAP – Cimento asfáltico de petróleo

NBR - Norma Brasileira Regulamentadora

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

NR – Norma regulamentadora

LISTA DE SÍMBOLOS

N – Unidade de medida da força Newton

m.c.a – Metros de coluna d'água

kPa – Unidade de medida de pressão Kilopascal

m³ – Metro cúbico

% – Porcentagem

°C – Graus

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. <i>CONTEXTUALIZAÇÃO</i>	15
1.2. <i>IMPORTÂNCIA DO TEMA</i>	15
1.3. <i>JUSTIFICATIVA</i>	16
1.4. <i>DELINEAMENTO DA PESQUISA</i>	16
2. DIRETRIZES DA PESQUISA	18
2.1. <i>OBJETIVO PRINCIPAL DO TRABALHO</i>	18
2.2. <i>OBJETIVOS SECUNDÁRIO DO TRABALHO</i>	18
2.3. <i>DELIMITAÇÕES</i>	18
2.4. <i>LIMITAÇÕES</i>	18
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
3.1. <i>DEFINIÇÕES DE IMPERMEABILIZAÇÃO</i>	19
3.2. <i>DURABILIDADE DA EDIFICAÇÃO</i>	20
3.3. <i>EFEITO DA ÁGUA NAS ESTRUTURAS</i>	20
3.3.1. <i>Água sob pressão positiva e negativa</i>	21
3.3.2. <i>Água de condensação</i>	22
3.3.3. <i>Água de percolação</i>	22
3.4. <i>ESTANQUEIDADE</i>	22
3.5. <i>MANTAS ASFÁLTICAS</i>	23
3.5.1. <i>Classes das mantas asfálticas</i>	24
3.5.2. <i>Tipos de mantas asfálticas</i>	24
3.5.3. <i>Tipos de estruturantes de mantas asfálticas</i>	26
3.5.4. <i>Acabamento superficial das mantas asfálticas</i>	26
3.5.5. <i>Camadas da manta asfáltica</i>	27
3.6. <i>COMPONENTES DO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO</i>	28
3.6.1. <i>Preparação do substrato</i>	28
3.6.2. <i>Rebaixo dos ralos</i>	29
3.6.3. <i>Camada promotora de aderência</i>	30
3.6.4. <i>Tratamento dos ralos</i>	31
3.6.5. <i>Aplicação da manta asfáltica com maçarico</i>	32
3.6.6. <i>Teste de estanqueidade</i>	33
3.6.7. <i>Camada separadora</i>	34
3.6.8. <i>Camada de proteção mecânica</i>	35
3.6.9. <i>Ancoragem da manta no rodapé</i>	35
3.7. <i>ASFALTO MODIFICADO</i>	35

3.7.1. Aplicação do asfalto em sistema de manta asfáltica	37
3.8. FERRAMENTAS	38
4. CASO 1: ACOMPANHAMENTO DA EXECUÇÃO DO SISTEMA DE MANTA ASFÁLTICA APLICADA COM MAÇARICO	40
4.1. INFORMAÇÕES DA OBRA	40
4.2. REMOÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO ANTERIOR.....	40
4.3. ENTREVISTA COM OS FUNCIONÁRIOS	42
4.4. FERRAMENTAS E MATERIAIS UTILIZADOS	42
4.5. PREPARAÇÃO DO SUBSTRATO	44
4.6. APLICAÇÃO DO PROMOTOR DE ADERÊNCIA	44
4.7. APLICAÇÃO DA MANTA ASFÁLTICA	45
4.8. DETALHES DO RALO E RODAPÉ	48
4.9. TESTE DE ESTANQUEIDADE.....	50
4.10. APLICAÇÃO DA CAMADA PROTEÇÃO DA MANTA ASFÁLTICA	50
4.11. ENTREGA DO TRABALHO EXECUTADO.....	51
5. CASO 2: ACOMPANHAMENTO DA EXECUÇÃO DO SISTEMA MANTA ASFÁLTICA APLICADO COM ASFALTO QUENTE MODIFICADO	52
5.1. INFORMAÇÕES DA OBRA	52
5.1. ENTREVISTA COM OS FUNCIONÁRIOS	53
5.2. FERRAMENTAS E MATERIAIS UTILIZADOS	54
5.3. PREPARAÇÃO DO SUBSTRATO.....	54
5.4. APLICAÇÃO DO PROMOTOR DE ADERÊNCIA	55
5.5. APLICAÇÃO DO ASFALTO QUENTE.....	55
5.6. APLICAÇÃO DA MANTA ASFÁLTICA	57
5.7. TESTE DE ESTANQUEIDADE.....	58
5.8. APLICAÇÃO DA CAMADA PROTEÇÃO DA MANTA ASFÁLTICA	58
5.9. DETALHES DO RALO E RODAPÉ	59
5.10. ENTREGA DO TRABALHO EXECUTADO.....	60
6. ANÁLISE COMPARATIVA DOS DOIS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO.....	61
6.1. ANÁLISE DAS VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS DOIS SISTEMAS.....	61
6.2. COMPARAÇÃO ENTRE AS NORMAS DE APLICAÇÃO DOS SISTEMAS DE MANTAS ASFÁLTICAS COM OS CASOS 1 E 2 ACOMPANHADOS.....	64
7. CONCLUSÃO	65

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Um sistema de impermeabilização é um conjunto de técnicas e materiais utilizados para evitar a passagem de água, umidade ou substâncias líquidas através de uma superfície. De acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2010), os sistemas são classificados de acordo com o material constituinte principal da camada impermeável, sendo eles cimentícios, asfálticos ou poliméricos. Esses sistemas são aplicados em estruturas de construção, como telhados, lajes, paredes, piscinas, banheiros, entre outros, com o objetivo de prevenir danos causados pela água, umidade e vapor d'água.

A impermeabilização é uma etapa de grande importância para o prolongamento da vida útil de uma construção civil, pois desempenha um papel fundamental na proteção das estruturas contra a infiltração de água, umidade e demais patologias. Seu custo é relativamente baixo em relação a todo o projeto, porém a falta de impermeabilização adequada ou sua má aplicação pode causar a deterioração do concreto, corrosão da armadura de aço, apodrecimento de madeira, mofo e problemas de saúde relacionados à umidade, como doenças respiratórias. Esses impactos significativos na construção e na saúde podem ser evitados com a aplicação do sistema de impermeabilização adequado às suas necessidades.

1.2. IMPORTÂNCIA DO TEMA

Para atender às exigências do mercado da construção civil em relação à qualidade e à durabilidade das edificações, as construtoras têm se dedicado cada vez mais a um processo crucial para a saúde das construções: a impermeabilização.

De acordo com Klein (2002), o custo de aplicação de um sistema de impermeabilização pode representar até 3% do custo total da obra. No entanto, a falta ou a má aplicação desse sistema pode elevar esse valor para até 10% do custo total da obra. Isso ocorre porque, em casos de má aplicação, é necessário remover e refazer todo o sistema de impermeabilização, acarretando gastos adicionais significativos.

A impermeabilização é um investimento crucial para garantir a vida útil e a integridade das edificações, prevenindo problemas como infiltrações, trincas e deterioração de estruturas. Dessa forma, as construtoras têm direcionado sua atenção para esse processo essencial, visando garantir a satisfação dos clientes e a longevidade das construções.

1.3. JUSTIFICATIVA

O sistema de manta asfáltica é um dos métodos mais antigos e amplamente empregado para a impermeabilização de estruturas, sendo ainda bastante utilizado nos dias atuais. Existem diversos tipos de acabamentos, estruturas e espessuras de mantas asfálticas disponíveis no mercado. Apesar das variações, suas aplicações são semelhantes, comumente envolvendo a aplicação de um promotor de aderência na superfície seguida pela colagem da manta asfáltica, realizada com o auxílio de maçarico para derreter a camada inferior da manta, promovendo a aderência à superfície a ser impermeabilizada.

Uma abordagem cada vez mais adotada por empresas do ramo de impermeabilização, especialmente na região Sul do país, é a utilização da manta asfáltica em conjunto com o asfalto modificado. Nesse método, o asfalto modificado é aquecido em caldeira e, em seguida, é aplicado para funcionar como uma segunda camada de impermeabilização e aderência à base imprimada.

Por serem dois métodos de aplicação amplamente utilizados em Porto Alegre, espera-se que os resultados deste estudo contribuam para o aprimoramento das práticas de impermeabilização, fornecendo subsídios técnicos para a tomada de decisões mais assertivas em projetos futuros. O conhecimento aprofundado das vantagens e desvantagens de cada método permitirá a seleção do sistema de manta asfáltica mais adequado às necessidades específicas de cada obra, otimizando a proteção das estruturas e garantindo maior vida útil às edificações.

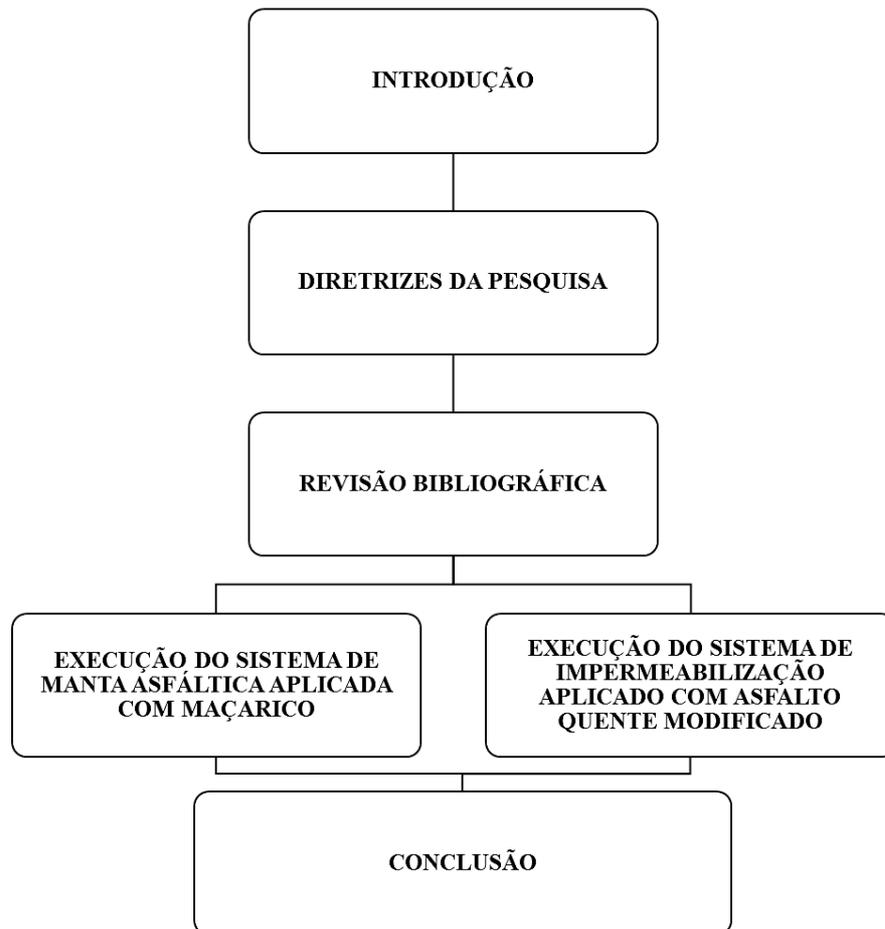
1.4. DELINEAMENTO DA PESQUISA

Com base no organograma apresentado na Figura 1, o presente trabalho seguiu as seguintes etapas de desenvolvimento, as quais forneceram uma estrutura sólida para a condução da pesquisa:

- a) Introdução ao assunto tema;
- b) Revisão bibliográfica;
- c) Diretrizes da pesquisa;
- d) Acompanhamento da execução do sistema de impermeabilização com manta asfáltica aplicado com maçarico;

- e) Acompanhamento da execução do sistema de impermeabilização com manta asfáltica aplicado com asfalto quente;
- f) Conclusão.

Figura 1 - Organograma da pesquisa



Fonte: O autor

2. DIRETRIZES DA PESQUISA

Nos próximos subtópicos, estão apresentadas as diretrizes de desenvolvimento deste trabalho.

2.1. OBJETIVO PRINCIPAL DO TRABALHO

O objetivo deste trabalho é analisar a aplicação de dois sistemas de impermeabilização: o sistema com manta asfáltica aplicado com maçarico e o sistema com manta asfáltica aplicado com asfalto quente em lajes externas.

2.2. OBJETIVOS SECUNDÁRIO DO TRABALHO

Como objetivo secundário, este trabalho dedica-se a comparar as instruções normativas e as recomendações dos fabricantes com a aplicação dos sistemas de impermeabilização por parte da empresa prestadora dos serviços analisados.

2.3. DELIMITAÇÕES

Este trabalho tem como delimitador o estudo e análise a partir de pesquisas bibliográficas, coleta de informações junto aos fabricantes dos materiais, conversas com profissionais do ramo e o acompanhamento da execução de duas aplicações de impermeabilização em lajes externas de duas edificações da cidade de Porto Alegre.

As duas aplicações selecionadas para análise são:

- a) manta asfáltica aplicada com maçarico; e
- b) manta asfáltica aplicada com asfalto derretido.

2.4. LIMITAÇÕES

Este trabalho limita-se a:

- a) analisar duas aplicações de sistemas de impermeabilização na cidade de Porto Alegre;
- b) não realizar experimentos em laboratórios;
- c) não avaliar o custo da execução e da mão-de-obra; e
- d) não acompanhar possíveis necessidades de correções pós obra devido a limitação no tempo da análise.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. DEFINIÇÕES DE IMPERMEABILIZAÇÃO

A impermeabilização é um processo aplicado para tornar um material ou superfície resistente à penetração de líquidos e gases. O objetivo principal da impermeabilização é proteger estruturas contra efeitos que afetem negativamente sua vida útil, como edifícios, casas, pontes, reservatórios, piscinas, pisos, etc., contra a ação prejudicial da água, umidade, óleos, produtos químicos e outros elementos corrosivos.

Conforme a NBR 9575 (ABNT, 2010), “a impermeabilização é um conjunto de técnicas construtivas (serviços), composto por uma ou mais camadas, que tem por finalidade proteger as construções contra a ação deletéria de fluídos, de vapores e da umidade”.

A aplicação da impermeabilização é fundamental para evitar danos causados por infiltrações, vazamentos e umidade, que podem comprometer a integridade das estruturas e levar a problemas como a deterioração do material, surgimento de mofo, bolor, e conseqüentemente, prejuízos estruturais e à saúde dos ocupantes¹.

Existem diversos métodos e materiais utilizados na impermeabilização, dependendo do tipo de superfície e do grau de proteção necessário. Alguns dos materiais comuns usados para impermeabilização incluem membranas asfálticas, mantas acrílicas, poliuretano, resinas epóxi, cimentos poliméricos, entre outros.

A impermeabilização é uma etapa crucial na construção e manutenção de edificações e estruturas, uma vez que a prevenção de problemas relacionados à umidade e infiltrações contribui para a prolongação da vida útil do projeto e para a segurança e conforto dos usuários. É importante que a impermeabilização seja realizada por profissionais qualificados, utilizando materiais adequados, para garantir a eficácia e durabilidade do processo.

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.

3.2. DURABILIDADE DA EDIFICAÇÃO

A norma que trata da vida útil de uma edificação é a NBR 15575-3 (ABNT, 2021) - "Edificações habitacionais - Desempenho", também conhecida como Norma de Desempenho. Essa norma estabelece requisitos e critérios para avaliar o desempenho de diversos sistemas e componentes de uma edificação, incluindo aspectos relacionados à sua vida útil.

A NBR 15575-3 (ABNT, 2021) define os níveis mínimos de desempenho que uma edificação deve atender em relação a diferentes requisitos, como segurança estrutural, estanqueidade (impermeabilidade), isolamento térmico e acústico, durabilidade e outros fatores essenciais para garantir a qualidade e a longevidade do empreendimento.

No contexto da vida útil, essa norma estabelece critérios para determinar o período em que a edificação deve ser capaz de manter suas características de desempenho, desde que sejam realizadas as manutenções adequadas. Por exemplo, a vida útil de alguns sistemas e componentes pode ser determinada em função do uso, do ambiente em que estão inseridos e da qualidade dos materiais utilizados.

Nesse sentido, a vida útil de uma edificação refere-se ao tempo em que a estrutura é capaz de desempenhar sua função original de forma segura e eficiente. A correta aplicação de sistemas de impermeabilização desempenha um papel fundamental na proteção da edificação contra ações da água e umidade, evitando a deterioração e o comprometimento de sua integridade estrutural.

Portanto, ao garantir a adequada impermeabilização da edificação de acordo com as diretrizes da NBR 15575-3 (ABNT, 2021), é possível aumentar significativamente a vida útil do empreendimento, protegendo-o dos danos causados pela água e preservando sua segurança, durabilidade e qualidade ao longo do tempo.

3.3. EFEITO DA ÁGUA NAS ESTRUTURAS

Uma aplicação adequada de um sistema de impermeabilização depende de vários fatores essenciais para garantir a eficácia e a durabilidade da proteção contra a infiltração da água. Conforme a NBR 9575 (ABNT, 2010), a impermeabilização se dá com material impenetrável a presença de fluidos.

Um dos principais causadores de patologias nas edificações é a água. A infiltração da água pode ocorrer através de falhas na impermeabilização, juntas mal seladas, telhados danificados,

entre outros problemas. A umidade pode causar deterioração de materiais, corrosão de armaduras em estruturas de concreto, crescimento de fungos e mofo, além de afetar negativamente o conforto dos ocupantes.

Com isso, para que possamos estudar os sistemas de impermeabilização, precisamos entender o comportamento da água no seu estado líquido e gasoso na edificação.

3.3.1. Água sob pressão positiva e negativa

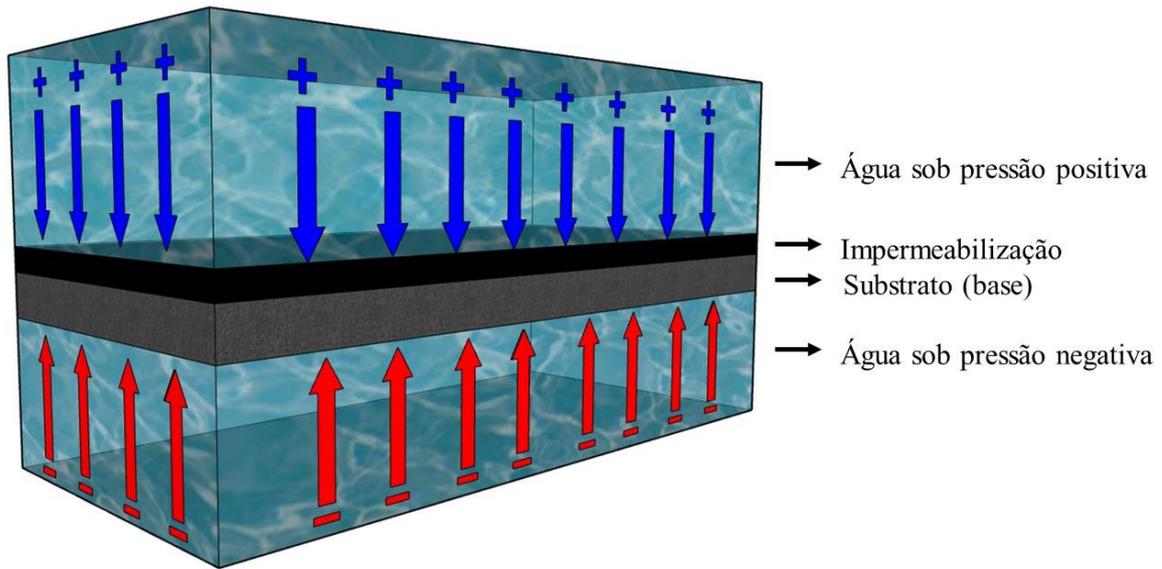
A pressão positiva ocorre quando a água ou umidade exerce uma força na direção em que o sistema de impermeabilização foi aplicado (SALGADO, 2020). Esta pressão pode ocorrer em superfícies externas de uma construção expostas à chuva, onde a água cai na superfície e exerce pressão no sentido de empurrar o sistema de impermeabilização contra o substrato.

Salgado (2020), define a pressão negativa como ocasionada pela água ou umidade que exerce uma força na direção contrária à aplicação do sistema de impermeabilização. Nesse caso, a água ou umidade tenta penetrar na estrutura de forma oposta à impermeabilização, como, por exemplo, a pressão que um reservatório enterrado sofre da umidade presente no solo

A NBR 9575 (ABNT, 2010) diferencia a água sob pressão positiva e negativa pela direção da pressão em relação à impermeabilização. A pressão é considerada positiva quando atua diretamente sobre a impermeabilização e negativa quando age de forma inversa, ou seja, em sentido contrário ao sistema de impermeabilização. Além disso, para ser classificada como pressão positiva ou negativa, a pressão hidrostática exercida pela água deve ser sempre superior a 1 kPa (0,1 m.c.a).

A Figura 2 ilustra a forma como a pressão positiva e negativa atuam na impermeabilização.

Figura 2: Forma como a pressão positiva e negativa atuam



Fonte: O autor

3.3.2. Água de condensação

A definição trazida em norma NBR 9575 (ABNT, 2010), descreve a condensação da água como “presente no ambiente sobre a superfície de um elemento construtivo, sob determinadas condições de temperatura e pressão.

A condensação da água ocorre em locais úmidos que estão com suas superfícies mais frias que o ar úmido, fazendo com que a umidade do ar em contato com a superfície forme gotículas de água. A água em contato com a superfície, se não tratada, pode acarretar em patologias como bolor, mofo, fungos, as famosas manchas de umidade, descolamento do revestimento. Por exemplo, isso pode ser observado em poços de elevador.

3.3.3. Água de percolação

A NBR 9575 (ABNT, 2010), define a água de percolação como atuante sobre superfícies, não exercendo pressão hidrostática superior a 1 kPa (0,1 m.c.a).

A água de percolação pode ser encontrada em terraços e lajes expostas à chuva.

3.4. ESTANQUEIDADE

Salgado (2020) define a estanqueidade como a propriedade de um elemento de impedir a

penetração ou passagem de fluidos através de si. A estanqueidade é extremamente importante para garantir a durabilidade, a segurança e o conforto de uma edificação, protegendo-a de danos causados pela água e umidade. A NBR 15575-3 (ABNT, 2021) destaca que o controle adequado da umidade é fundamental para evitar muitas manifestações patológicas que podem comprometer a vida útil da construção.

A NBR 15575-3 (ABNT, 2021) preconiza a importância da estanqueidade em três situações específicas:

- a) sistema de pisos em contato com a umidade ascendente;
- b) sistemas de pisos de áreas molháveis de habitação;
- c) sistemas de pisos de áreas molhadas.

Essas são áreas críticas em uma edificação, onde a presença de água e umidade pode ser mais frequente e, portanto, requerem especial atenção quanto à impermeabilização.

A garantia da estanqueidade nessas situações é essencial para prevenir a deterioração dos materiais, o surgimento de infiltrações, o crescimento de fungos e a degradação das estruturas. Ao assegurar a impermeabilização adequada nessas áreas, a edificação estará protegida contra a ação prejudicial da água e umidade, prolongando sua vida útil e proporcionando um ambiente seguro e confortável para seus ocupantes.

3.5. MANTAS ASFÁLTICAS

A manta asfáltica é um dos materiais mais usuais quando o assunto é impermeabilização na construção civil pelo fato de ser um material impermeável, durável, flexível, resistente, de fácil manuseio e de versátil aplicação. Por ser pré-fabricada, a manta asfáltica garante uma espessura uniforme e assim atendendo as especificações de projeto de impermeabilização não correndo o risco de ser aplicada uma espessura inferior ao determinado.

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

A NBR 9952 (ABNT, 2014) classifica as mantas asfálticas de acordo com a tração e alongamento em tipos I, II, III e IV, e a flexibilidade a baixa temperatura em classes A, B e C, conforme na Tabela 1 apresentada a seguir.

3.5.1. Classes das mantas asfálticas

De acordo com a NBR 9952 (ABNT, 2014), a classificação em A, B e C, relacionada à flexibilidade em baixas temperaturas antes e após o envelhecimento acelerado, é fundamental para selecionar o tipo adequado de manta para cada situação.

As mantas da classe A, com melhor flexibilidade, são ideais para regiões com temperaturas muito baixas, onde a resistência à formação de fissuras é essencial para garantir a efetividade da impermeabilização. Essas mantas proporcionam uma camada de proteção confiável em locais sujeitos a condições extremas, como regiões frias ou áreas expostas a ventos gelados.

As mantas da classe B, com qualidade mediana, são uma opção intermediária, indicadas para aplicações em regiões de clima moderado, onde as temperaturas não atingem extremos muito baixos. Elas ainda oferecem uma boa resistência à formação de fissuras em condições climáticas menos adversas.

Por fim, as mantas da classe C, com menor resistência em termos de flexibilidade, são mais apropriadas para áreas de clima ameno ou regiões onde as temperaturas raramente atingem níveis muito baixos. Seu uso pode ser adequado em locais onde a exposição a temperaturas frias é pouco frequente ou mesmo inexistente.

A escolha adequada da classe da manta asfáltica é crucial para garantir a eficiência e a durabilidade do sistema de impermeabilização. Uma seleção inadequada pode comprometer a integridade da estrutura e levar a problemas como infiltrações, vazamentos e danos à construção².

3.5.2. Tipos de mantas asfálticas

Em relação aos tipos de mantas asfálticas, existem quatro tipos (I, II, III e IV) descritos pela norma NBR 9952 (ABNT, 2014), que se referem às propriedades das mantas em resistir aos esforços de tração e alongamento, tanto longitudinal quanto transversal. Os tipos de mantas asfálticas também remetem à qualidade, sendo as mantas do tipo IV as de maior resistência à tração e alongamento, e as do tipo I as de menor resistência, formando uma ordem de tipos decrescente, onde o valor de tipo subsequente é mais resistente que a do valor anterior.

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.

Abaixo segue tabela 1 da NBR 9952 (ABNT, 2014) que se refere ao tipo e classe de manta asfáltica.

Tabela 1: Classificação de mantas asfálticas

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

3.5.3. Tipos de estruturantes de mantas asfálticas

A NBR 9575 (ABNT, 2010) define como estruturante os componentes da camada impermeável destinado a absorver esforços mecânicos, o qual deve ser compatível com o tipo de impermeabilização.

Os materiais estruturantes da manta asfáltica são responsáveis por conferir resistência mecânica e estabilidade ao material, garantindo sua durabilidade e desempenho como sistema de impermeabilização. Existem diferentes materiais que podem ser utilizados como estruturantes, detalhados a seguir.

- a) Filme Polimérico³: trata-se de um filme de polietileno ou polipropileno incorporado ao asfalto.
- b) Tecido de Fibra de Vidro⁴: é uma malha de fibra de vidro impregnada com asfalto.
- c) Não Tecido de Poliéster⁵: consiste em uma camada de poliéster impregnado com asfalto.

Esses materiais estruturantes são incorporados ao asfalto durante o processo de fabricação da manta asfáltica, resultando em diferentes combinações que atendem a diversas necessidades e especificações para cada aplicação específica. A escolha do material estruturante dependerá do tipo de manta asfáltica e das características requeridas para cada projeto de impermeabilização.

3.5.4. Acabamento superficial das mantas asfálticas

De acordo com a SIKA (2022a), o acabamento superficial das mantas asfálticas é uma parte importante do processo de fabricação desses materiais de impermeabilização. Ele tem como objetivo conferir características específicas ao produto final, melhorar a sua performance e adequá-lo às diferentes aplicações na construção civil. Existem diferentes tipos de acabamento superficial para as mantas asfálticas, sendo os principais comercializados detalhados a seguir.

- a) Filme de Polietileno: algumas mantas asfálticas possuem um filme de polietileno em uma ou ambas as faces. Esse acabamento confere proteção contra a aderência entre rolos durante o armazenamento e facilita a aplicação, uma vez que o filme de polietileno pode ser removido quando necessário.
- b) Filme Aluminizado: mantas asfálticas com acabamento aluminizado são revestidas

com uma fina camada de alumínio na face que não fica em contato com o substrato. Esse tipo de acabamento proporciona maior reflexão dos raios solares, reduzindo a absorção de calor pela manta e contribuindo para o conforto térmico na edificação.

- c) Ardósia: o acabamento de ardósia consiste em uma fina camada de ardósia aplicada na superfície que fica exposta. Esse tipo de acabamento é utilizado em mantas asfálticas destinadas à impermeabilização de telhados e coberturas, protegendo a manta das intempéries e proporcionando estética ao produto final.

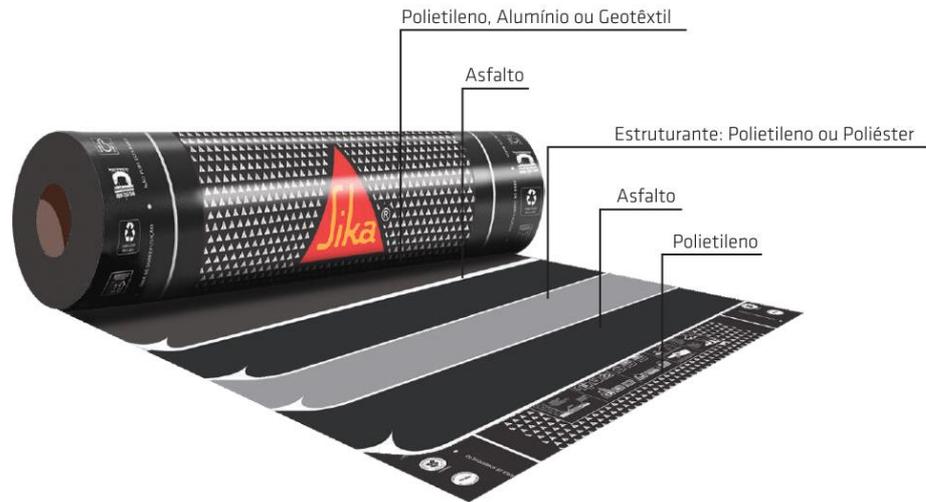
Esses são alguns dos principais acabamentos superficiais utilizados em mantas asfálticas. A escolha do tipo de acabamento dependerá das características específicas de cada projeto, considerando fatores como a aplicação da manta, a exposição ao ambiente, a estética desejada e a resistência mecânica necessária para cada situação.

3.5.5. Camadas da manta asfáltica

As mantas asfálticas possuem sua estrutura, demonstradas na Figura 3, geralmente divididas em cinco camadas.

- a) Camada Inferior: essa camada é feita de polietileno e tem como função aderir ao substrato (superfície onde a manta será aplicada). É responsável por proporcionar a fixação adequada da manta ao substrato, garantindo sua estabilidade durante a aplicação.
- b) Duas Camadas de Asfalto: entre a camada inferior e a camada estruturante, existem duas camadas de asfalto. O asfalto é o principal componente da manta asfáltica, sendo responsável por sua impermeabilização e resistência à água.
- c) Camada Estruturante: Essa camada é o material estruturante da manta asfáltica, como o filme de poliéster ou fibra de vidro. Ela confere resistência mecânica e estabilidade ao material, garantindo sua durabilidade e desempenho como sistema de impermeabilização.
- d) Camada de Acabamento: a última camada é feita de material de acabamento, que pode ser uma camada de polietileno ou outros materiais como filme aluminizado, geotêxtil ou ardósia. Essa camada tem a função de proteger a manta e pode ser exposta ou não, dependendo do material de acabamento.

Figura 3: Camadas que estruturam a manta asfáltica



Fonte: SIKA, 2022a

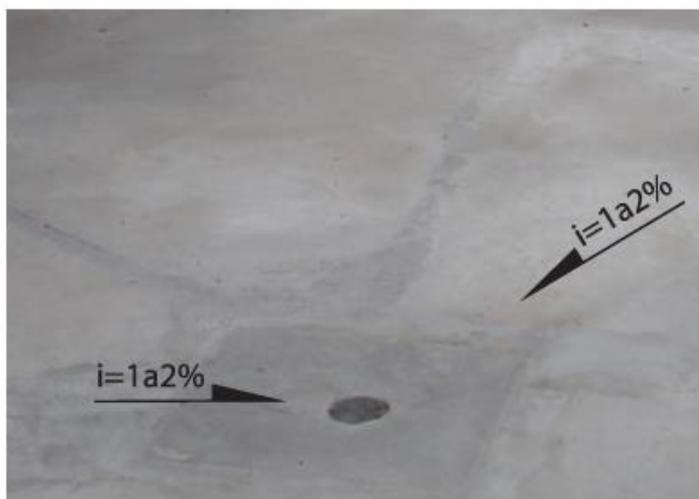
3.6. COMPONENTES DO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Para a execução do sistema de impermeabilização com manta asfáltica, a NBR 9574 (ABNT, 2008) estabelece as etapas necessárias para uma correta aplicação, que são: preparação do substrato, imprimação, aplicação da impermeabilização, teste de estanqueidade e aplicação da camada de proteção mecânica.

3.6.1. Preparação do substrato

A preparação do substrato é a primeira etapa e é essencial para garantir a aderência adequada da manta asfáltica ao local de aplicação. Conforme a NBR 9574 (ABNT, 2008), o substrato deve ser limpo, regularizado e livre de qualquer material que possa prejudicar a aderência, como poeira, óleo ou graxa. Para aplicação em área horizontais, como lajes, é importante que haja caimento de no mínimo 1% em direção aos coletores de água. Para calhas e áreas internas é permitido o mínimo de 0,5% de caimento. Cantos devem estar em meia cana e as arestas arredondada.

Figura 4: Caimento em direção aos ralos



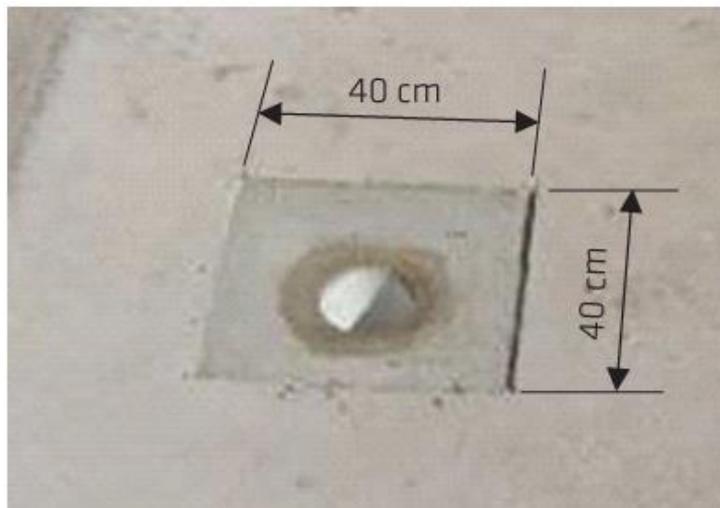
Fonte: SIKA, 2022a

3.6.2. Rebaixo dos ralos

Sika (2022a) recomenda realizar o rebaixamento de aproximadamente 1 a 2 cm em torno dos ralos para a correta impermeabilização com manta. Essa prática visa criar uma área rebaixada de cerca de 40 x 40 cm em torno do ralo, proporcionando um espaço adequado para a aplicação da manta asfáltica e garantindo uma transição suave entre a superfície impermeabilizada e o ralo.

O rebaixamento dos ralos é importante para evitar que a manta asfáltica fique sobreposta ao ralo, o que poderia dificultar o escoamento adequado da água. Além disso, esse rebaixamento também auxilia na proteção da região próxima ao ralo contra possíveis infiltrações, assegurando a efetividade do sistema de impermeabilização.

Figura 5: Rebaixamento dos ralos



Fonte: SIKA, 2022

3.6.3. Camada promotora de aderência

Em seguida, realiza-se a imprimação, que consiste na aplicação de uma camada de primer asfáltico sobre o substrato preparado. A camada de imprimação ajuda a melhorar a aderência entre o substrato e a manta asfáltica, aumentando a eficiência do sistema de impermeabilização (IBI, 2018).

Para aplicar o primer, é necessário homogeneizá-lo adequadamente e, em seguida, aplicá-lo em apenas uma demão utilizando rolo de pintura de lã de carneiro, trincha, broxa ou pincel. O tempo de secagem do primer pode variar de 2 a 6 horas, dependendo das condições ambientais (SIKA, 2022b; VIAPOL, 2021b).

É importante observar as instruções do fabricante em relação ao tempo de secagem para garantir que o primer esteja devidamente seco antes da aplicação da manta asfáltica. O tempo de secagem adequado é fundamental para obter a aderência desejada entre a manta e o substrato, garantindo a eficácia da impermeabilização e evitando problemas futuros com a formação de bolhas ou descolamentos da manta.

Figura 6: Aplicação do primer



Fonte: SIKA, 2022a

3.6.4. Tratamento dos ralos

O sucesso de um sistema de impermeabilização está intimamente relacionado à perfeita execução da impermeabilização em ralos, uma vez que esse é um ponto crítico que frequentemente apresenta falhas. A NBR 9575 (ABNT, 2010) oferece orientações específicas para garantir a eficácia dessa etapa crucial, destacando a importância de cuidados com o diâmetro dos coletores.

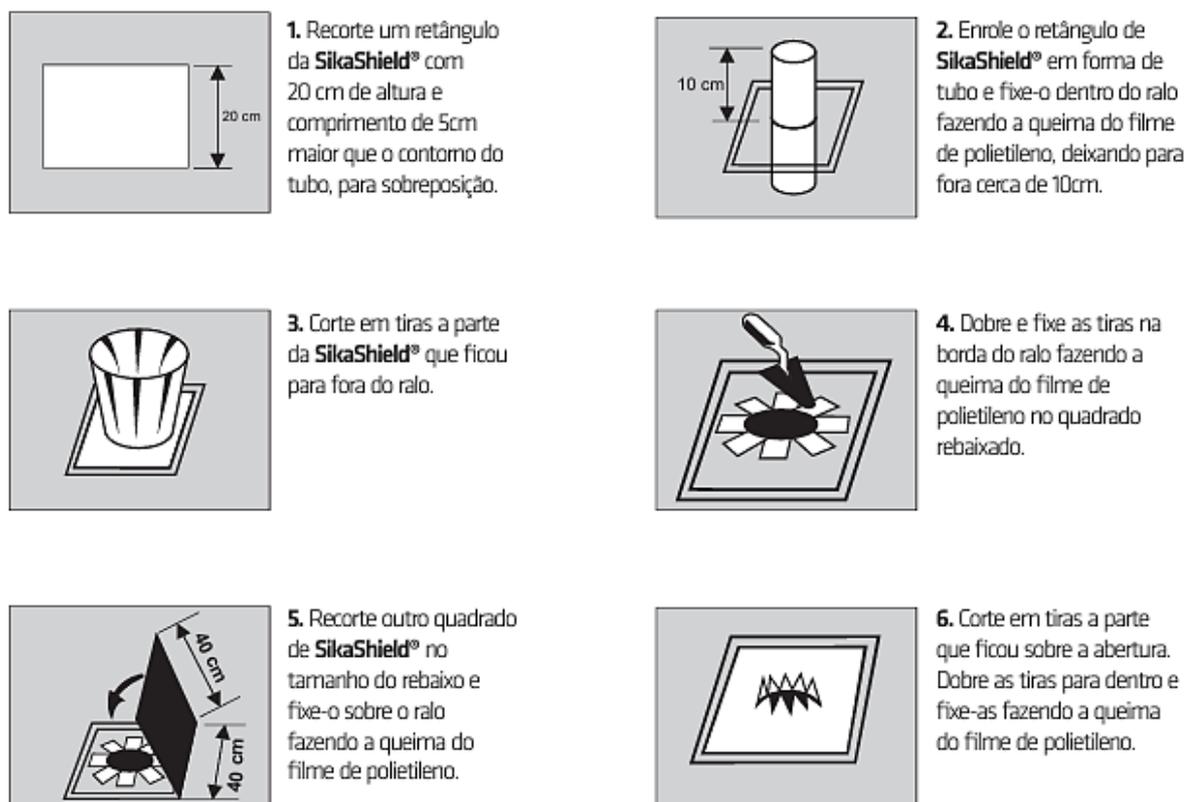
De acordo com a norma, os coletores devem ter um diâmetro que assegure a manutenção da seção nominal dos tubos conforme previsto no projeto hidráulico, mesmo após a execução da impermeabilização. Além disso, a norma recomenda que o diâmetro nominal mínimo do coletor seja de 75 mm.

A preocupação da NBR 9575 (ABNT, 2010) é justificada, uma vez que durante a aplicação da manta asfáltica nos ralos, ocorre uma diminuição do diâmetro nominal dos coletores, uma vez que a manta se adere à parte interna do tubo.

Essa diminuição do diâmetro pode ocasionar restrição na vazão do escoamento de água pelo ralo, podendo resultar em problemas como entupimentos e refluxo. Além disso, a inadequada execução da impermeabilização nessa região pode levar a infiltrações, comprometendo a estanqueidade do sistema e causando danos na estrutura da edificação.

Portanto, é fundamental seguir as recomendações da NBR 9575 (ABNT, 2010) durante a execução da impermeabilização em ralos, garantindo que o diâmetro adequado seja mantido e que a manta asfáltica seja aplicada de forma correta, evitando problemas futuros e assegurando a proteção eficiente contra a ação da água nesses pontos críticos da edificação.

Figura 7: Detalhamento do ralo



Fonte: SIKA, 2022

3.6.5. Aplicação da manta asfáltica com maçarico

Para a execução do sistema sem a utilização de asfalto quente, a manta asfáltica é aplicada com maçarico sobre o substrato já imprimado e seco. A NBR 9574 (ABNT, 2008) recomenda que essa aplicação seja realizada em temperaturas superiores a 5 °C, garantindo assim uma aderência adequada e a eficiência do sistema de impermeabilização.

Durante o processo, a manta asfáltica é posicionada sobre o substrato imprimado, e os rolos são desenrolados, alinhados e rebobinados novamente, permanecendo sobre o substrato para sua aplicação. Para a correta aplicação da manta, utiliza-se um maçarico com gatilho de chama, haste de 50 cm e bocal de 2 polegadas.

Durante a aplicação, é fundamental garantir que não haja sobreposições inadequadas ou espaços sem cobertura, evitando assim futuros problemas de infiltração. As sobreposições entre mantas devem ser de no mínimo 10 cm, e o selamento das emendas deve ser feito com roletes, espátulas ou colher de pedreiro de pontas arredondadas.

Essas etapas são essenciais para assegurar a integridade da impermeabilização com manta asfáltica, garantindo sua eficácia em proteger a edificação contra a ação da água e preservando sua durabilidade ao longo do tempo. É importante seguir as diretrizes da norma e as boas práticas recomendadas durante a aplicação para obter resultados satisfatórios no sistema de impermeabilização.

3.6.6. Teste de estanqueidade

Após a aplicação da manta, realiza-se o teste de estanqueidade, que consiste em verificar a integridade do sistema de impermeabilização, garantindo que não haja vazamentos ou falhas que comprometam a eficácia da proteção contra a água.

O teste de estanqueidade é uma etapa crucial para assegurar a qualidade da impermeabilização e sua capacidade de resistir à ação da água sem permitir infiltrações. A NBR 9574 (ABNT, 2008) estabelece que esse ensaio deve ter uma duração mínima de 72 horas para verificar a ocorrência de possíveis falhas.

Durante o ensaio, aplica-se uma carga d'água sobre a área impermeabilizada, simulando as condições reais de exposição à água. Essa carga d'água pressiona o sistema de impermeabilização, permitindo identificar qualquer ponto de vulnerabilidade ou desgaste que possa resultar em vazamentos.

Caso sejam identificadas falhas durante o teste de estanqueidade, é fundamental realizar as correções necessárias de forma imediata e realizar novamente o teste de estanqueidade no local, garantindo que a impermeabilização esteja em perfeito funcionamento antes da conclusão da obra. A verificação minuciosa da estanqueidade é essencial para evitar futuros problemas de infiltrações, que podem comprometer a estrutura da edificação e causar danos significativos.

Portanto, seguir as diretrizes da NBR 9574 e realizar o teste de estanqueidade de forma adequada é de extrema importância para garantir a eficácia do sistema de impermeabilização.

Figura 8: Teste de estanqueidade



Depois de aplicar a **SikaShield®** tampe os ralos, encha a área com cerca de 5cm de água, por no mínimo 72 horas, para verificar se há algum vazamento. A água utilizada no teste não deve ser ingerida por pessoas ou animais.

Fonte: SIKA (2022a)

3.6.7. Camada separadora

A camada separadora tem a função específica de evitar a aderência entre a manta asfáltica e a camada de proteção mecânica. Essa não-aderência é importante para prevenir que, em situações de movimentações ou retrações dos materiais, a camada de proteção exerça tensões na manta asfáltica, o que poderia levar a fissuras ou falhas na impermeabilização³.

Ao criar uma interface deslizante entre a manta asfáltica e a camada de proteção mecânica, a camada separadora permite que ambas as camadas trabalhem de forma independente, sem se afetarem mutuamente. Dessa forma, a camada de proteção pode exercer sua função de proteção contra danos mecânicos, raios ultravioletas, variações de temperatura e agentes externos, sem comprometer a integridade da manta asfáltica como sistema impermeabilizante.

Portanto, a camada separadora é essencial para garantir a durabilidade e eficiência do sistema de impermeabilização com manta asfáltica, protegendo a edificação contra infiltrações e preservando sua integridade estrutural ao longo do tempo.

Os materiais usuais para desempenhar esta função são geralmente filmes plásticos e lonas.

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.

3.6.8. Camada de proteção mecânica

Por fim, a última etapa é a aplicação da camada de proteção mecânica, especialmente importante no caso de mantas que não podem ficar expostas, como em terraços, lajes e áreas sujeitas a tráfego (SIKA, 2022a). Essa camada pode ser composta por diferentes materiais, tais como argamassa armada, concreto leve ou placas de proteção, e tem como objetivo proteger a manta asfáltica contra danos mecânicos, raios ultravioletas, variações de temperatura e agentes externos, aumentando sua durabilidade e vida útil.

É essencial que a camada de proteção seja devidamente regularizada e possua caimentos adequados para direcionar a água aos ralos, evitando o acúmulo e empoçamento d'água sobre a superfície impermeabilizada. Isso contribui para preservar a integridade do sistema de impermeabilização, evitando que a água empoçada cause danos e comprometa a eficiência da proteção contra a infiltração.

Após a aplicação da camada de proteção, é importante aguardar o tempo necessário para sua correta cura, garantindo a resistência adequada. Somente após a cura completa é que o local pode ser liberado para o tráfego de pessoas, permitindo a circulação livre com segurança.

3.6.9. Ancoragem da manta no rodapé

Segundo a NBR 9574 (ABNT, 2008), é necessário prever nos planos verticais um encaixe para embutir a impermeabilização, desempenhando o papel de ancoragem do sistema, com uma altura mínima de 20 cm acima do nível do piso acabado ou 10 cm acima do nível máximo que a água pode atingir.

3.7. ASFALTO MODIFICADO

A NBR 9910 (ABNT, 2017) define o asfalto modificado, comumente nomeado como cimento asfáltico comercialmente, como um produto sólido, obtido pela modificação do cimento asfáltico de petróleo, que se funde gradualmente pelo calor, de modo a se obterem determinadas características físico-químicas para servir como impermeabilizante.

Quando em temperatura ambiente, o cimento asfáltico possui característica sólida, porém por ser um material termoplástico, sua consistência varia em função da temperatura de aquecimento, podendo ser mais ou menos fluído. Para aplicação do asfalto modificado juntamente com a manta asfáltica, a norma NBR 9574 (ABNT, 2008) define que a temperatura de aquecimento do asfalto deve ficar em entre 180 °C a 220 °C.

A NBR 9910 (ABNT, 2017) estabelece a classificação dos asfaltos modificados em quatro tipos distintos, como apresentado na Tabela 2 da norma, considerando diferentes propriedades e características específicas para cada tipo.

Tabela 2: Classificação dos asfaltos modificados

Características	Método de ensaio	Tipos de asfalto			
		I	II	III	IV
Ponto de amolecimento, °C	ABNT NBR 6560	60 – 75	75 – 95	95 – 105	85 – 105
Penetração (25°C, 100 g, 5 s), 0,1 mm	ABNT NBR 6576	25 – 40	20 – 35	15 – 25	40 – 55
Ductilidade (25°C, 5 cm/min), cm mínimo	ABNT NBR 6293	5	–	–	10
Perda por aquecimento em massa (163 °C. 5 h), % máx.	ASTM D6	1	1	1	1
Penetração resíduo (% da penetração original), mín.	ABNT NBR 6576	60	60	75	60
Solubilidade em CS ₂ , % em massa mín.	ASTM D2042	99	99	99	99
Ponto de fulgor, °C mín.	ASTM D92	235	235	235	235
NOTA É recomendável que o mínimo de ponto de amolecimento corresponda ao máximo de penetração e vice-versa, para os quatro tipos de asfalto considerados.					

Fonte: ABNT, 2017

Esses asfaltos modificados são amplamente utilizados em sistemas de impermeabilização devido às suas propriedades vantajosas e adequação para as mais diversas situações de aplicação. Sua composição e desempenho adequado permitem a formação de sistemas impermeabilizantes eficientes, contribuindo para a proteção das edificações contra a infiltração de água e proporcionando maior durabilidade e vida útil às estruturas construídas.

Cimento Asfáltico é utilizado para (SIKA, 2017):

- a) lajes;
- b) abobadas;
- c) áreas frias como banheiros, cozinhas, áreas de serviço, etc;
- d) terraços e sacadas;
- e) floreiras;
- f) fundações e vigas baldrames;

- g) muros de arrimo;
- h) superfícies de madeira;
- i) também é recomendado para a colagem das mantas asfálticas.

Seu consumo varia de 1,4 a 4 kg/m², dependendo da condição do substrato e da especificado de consumo para o local a ser aplicado (SIKA, 2017; VIAPOL, 2021a).

3.7.1. Aplicação do asfalto em sistema de manta asfáltica

Ao aplicar o cimento asfáltico quente em sistema de impermeabilização com manta asfáltica, deve observar as recomendações da NBR 9574 (ABNT, 2008), descritas a seguir.

- a) Aquecer o asfalto de forma homogênea em equipamento adequado numa temperatura compreendida entre 180 °C a 220 °C para o asfalto sem a adição de polímeros e 160 °C a 180 °C para o asfalto com a adição de polímeros.
- b) Aplicar uma demão do asfalto aquecido na temperatura mínima de 160 °C, com o uso de meada de fios de juta, no substrato imprimado numa distância máxima de 1,00 m à frente da bobina. O asfalto deve ser aplicado no substrato e face inferior da bobina. Pressionar a manta do centro em direção às bordas, de forma a expulsar eventuais bolhas de ar.
- c) As sobreposições devem ser de no mínimo 10 cm, executando o selamento das emendas através da aplicação de banho de asfalto, com o uso de meada de fios de juta, pressionando as emendas com roletes, espátulas ou colher de pedreiro de pontas arredondadas.

Para a aplicação do asfalto quente, é necessário o uso de uma caldeira com controle de temperatura, que permite derreter o asfalto na temperatura adequada para a aplicação. A caldeira é fundamental para garantir que o asfalto atinja a temperatura correta e mantenha-se em condições ideais de fluidez durante o processo de impermeabilização. O controle preciso da temperatura é essencial para assegurar a eficiência da impermeabilização e a aderência adequada da manta asfáltica ao substrato. Além disso, a utilização da caldeira proporciona maior segurança e precisão na execução do sistema de impermeabilização, contribuindo para a qualidade e durabilidade do empreendimento.

3.8. FERRAMENTAS

Para a aplicação correta dos sistemas de impermeabilização, é essencial utilizar as ferramentas recomendadas pelas normas técnicas e pelos fabricantes. Essas normas e orientações fornecem diretrizes importantes para garantir que o processo de impermeabilização seja eficiente e eficaz, protegendo as estruturas contra a penetração de líquidos indesejados (SIKA, 2022b; SIKA, 2020; VIAPOL 2021a; VIAPOL, 2021b; VIAPOL, 2022)

De acordo com a NBR 9574 (ABNT, 2008), as ferramentas apropriadas podem variar dependendo do tipo de sistema de impermeabilização e do material utilizado. Alguns exemplos comuns de ferramentas incluem rolos, trinchas, pincéis, espátulas, pistolas de aplicação, entre outros. O uso correto dessas ferramentas ajuda a garantir uma aplicação uniforme do material impermeabilizante, evitando falhas e garantindo a cobertura adequada das superfícies a serem protegidas.

Além disso, é importante seguir as recomendações dos fabricantes quanto às condições de aplicação, como temperatura ambiente, umidade relativa, tempo de secagem e a necessidade de camadas múltiplas, quando aplicável. O correto armazenamento e manuseio dos materiais impermeabilizantes também são fundamentais para garantir a qualidade e a eficácia do produto ao longo do tempo.

Na Tabela 3 apresenta-se as recomendações de ferramentas segundo a NBR 9574 (ABNT, 2008) e as fichas técnicas dos produtos da VIAPOL.

Tabela 3: Ferramentas, consumo e tempo de liberação das áreas por material aplicado

MATERIAL	FERRAMENTAS PARA APLICAÇÃO	CONSUMO aproximado	Liberação da etapa
PROMOTOR DE ADERÊNCIA	1. Rolo de lã de carneiro, trincha ou brocha.	400 gramas/m ² de área aplicada	Secagem de 2 à 6 horas após a aplicação
MANTA ASFÁLTICA	1. Maçarico com gatinho controlador de chama, haste 50 cm e boca de 2” para aplicação com maçarico. 2. Estilete;	1,15m ² de manta por m ² de área aplicada	Ao término da aplicação

	<ol style="list-style-type: none"> 3. Colher de pedreiro ou espátula; e 4. Botijão de gás de 13kg. 		
CIMENTO ASFÁLTICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aquecedor de asfalto com termômetro para controle da temperatura; 2. Meada de fios de juta; 3. Lata para transporte e espalhamento. 	3 a 6 kg/m ² de área aplicada	Após a secagem completa do produto
EPIs NECESSÁRIOS PARA APLICAÇÃO DO SISTEMA		<ol style="list-style-type: none"> 1. Luvas de raspas; 2. Botas impermeáveis; 3. Mangotes; 4. Óculos de segurança; e 5. Máscara de proteção facial; 	

Fonte: (ABNT, 2008; SIKA, 2022b; SIKA, 2020; VIAPOL 2021a; VIAPOL, 2021b; VIAPOL, 2022)

4. CASO 1: ACOMPANHAMENTO DA EXECUÇÃO DO SISTEMA DE MANTA ASFÁLTICA APLICADA COM MAÇARICO

Neste primeiro caso foi acompanhada a execução do sistema de impermeabilização aplicado com maçarico em uma edificação que possuía problemas de infiltração na laje de cobertura do subsolo.

Por se tratar de uma impermeabilização corretiva, foi necessário remover o revestimento da laje e o sistema de impermeabilização anterior.

4.1. INFORMAÇÕES DA OBRA

Execução da impermeabilização em uma obra localizada em Porto Alegre – RS, no bairro Jardim Lindóia, em uma edificação multifamiliar. O condomínio solicitou a substituição do sistema de impermeabilização na área de entrada do salão de festas, devido ao fato de ser uma impermeabilização antiga, com mais de 20 anos de idade, e que apresentava goteiras no subsolo.

A intervenção se tornou necessária para evitar maiores infiltrações e danos estruturais causados pela água ao longo do tempo. A substituição do sistema de impermeabilização antigo foi uma medida corretiva, visando garantir a estanqueidade adequada e preservar a integridade da edificação.

Durante a execução da obra, foram adotadas as diretrizes da NBR 9574 (ABNT, 2008) para a correta aplicação da manta asfáltica, que incluiu a preparação do substrato, a imprimação, a aplicação da manta asfáltica com maçarico, o teste de estanqueidade e a aplicação da camada de proteção mecânica.

O acompanhamento da obra permitiu verificar se a aplicação do novo sistema atende as recomendações de norma, garantindo a eficácia da impermeabilização. Com a substituição do sistema antigo e a aplicação correta da nova manta asfáltica, o condomínio terá uma proteção eficiente contra a água e a umidade, aumentando a durabilidade e a vida útil da edificação.

4.2. REMOÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO ANTERIOR

Com os devidos cuidados e manutenção adequada, as mantas asfálticas têm a capacidade de prolongar sua vida útil por no mínimo 12,5 anos de acordo com MORETTO (2023), mantendo suas propriedades originais e garantindo a eficácia do sistema de impermeabilização ao longo

desse período.

No entanto, no caso em questão, o sistema de impermeabilização apresentava falhas de estanqueidade devido à falta de manutenção e à não substituição dos materiais respeitando sua vida útil. Essa falta de cuidado e atenção com a impermeabilização resultou em diversos problemas, como as fissuras visíveis na manta asfáltica, conforme mostrado na Figura 9.

Essas fissuras são um indicativo claro de que a manta asfáltica já não cumpria adequadamente sua função no sistema de impermeabilização, permitindo a infiltração de água e comprometendo a proteção da edificação contra danos causados pela umidade.

Essa situação evidencia a importância de realizar manutenções periódicas nos sistemas de impermeabilização, seguindo as recomendações das normas técnicas e respeitando a vida útil dos materiais utilizados. Com uma manutenção preventiva adequada e substituição oportuna dos materiais desgastados, é possível prolongar a vida útil do sistema de impermeabilização, garantindo sua eficácia e protegendo a edificação ao longo dos anos. Dessa forma, evitam-se problemas como os apresentados na manta asfáltica da Figura 9, assegurando a integridade e durabilidade da edificação.

Figura 9: Manta asfáltica fissurada



4.3. ENTREVISTA COM OS FUNCIONÁRIOS

Durante a visita, havia quatro funcionários presentes: dois aplicadores, um ajudante e um técnico orientador. Em entrevista, o técnico explicou que, para esse tipo de sistema, o número mínimo de funcionários necessário para executar o serviço no tempo previsto é de três: dois aplicadores de manta, onde um deles cola as mantas no substrato enquanto o outro realiza os detalhamentos, como emendas e ralos, e um ajudante, responsável por carregar as mantas e fornecer o material necessário para os aplicadores.

Na entrevista realizada com o técnico, este foi questionado sobre sua opinião em relação ao uso de manta asfáltica para impermeabilização. Ele afirma que é um bom sistema, que apresenta excelente vida útil, resistência e flexibilidade. No entanto, ressalta que é essencial realizar o trabalho com cuidado e muita atenção para evitar falhas, pois, posteriormente, torna-se difícil localizá-las. Ele também enfatizou a importância de utilizar materiais de qualidade, pois há muitas mantas asfálticas e primers de baixa qualidade no mercado que não atendem às condições climáticas de Porto Alegre (variações térmicas), resultando em diversos problemas.

Comparando o sistema de impermeabilização com manta asfáltica aplicada com asfalto quente, o sistema aplicado a maçarico é um pouco mais demorado. No método com asfalto quente, basta derramar o asfalto no substrato e desenrolar a manta por cima. Já no sistema a maçarico, é necessário queimar o polietileno da camada que adere ao substrato, o que leva um pouco mais de tempo.

Alguns fatores relevantes para os aplicadores são o calor emitido pelos maçaricos, que torna o trabalho mais desgastante no verão, fazendo com que eles precisem fazer mais intervalos e, conseqüentemente, aumentando o tempo de aplicação. Além disso, o local de serviço é relevante, pois em lugares de difícil acesso o transporte das mantas torna-se muito trabalhoso, já que elas pesam entre 50 a 65 kg.

4.4. FERRAMENTAS E MATERIAIS UTILIZADOS

Com base na Tabela 3 apresentada anteriormente, foram feitas avaliações das ferramentas utilizadas nas etapas de aplicação do sistema de impermeabilização. A Tabela 4 apresenta as ferramentas disponíveis na obra durante a execução da impermeabilização.

Tabela 4: Ferramentas disponíveis para aplicação do sistema com maçarico

MATERIAL	FERRAMENTAS NECESSÁRIAS PARA APLICAÇÃO
PROMOTOR DE ADERÊNCIA	1. Rolo de lã de carneiro.
MANTA ASFÁLTICA	1. Maçarico com gatinho controlador de chama, haste 50 cm e boca de 2" para aplicação com maçarico. 2. Estilete; 3. Colher de pedreiro; 4. Espátula; 5. Luvas e botas impermeáveis; e 6. Botijão de Gás de 13kg.
EPIs PARA APLICAÇÃO DO SISTEMA	1. Luvas; e 2. botas impermeáveis.

Fonte: O autor.

A Tabela 5 apresenta as ferramentas e materiais que não foram localizados na obra.

Tabela 5: Materiais e ferramentas não localizados na obra.

MATERIAL	EPIs NECESSÁRIOS PARA APLICAÇÃO DO SISTEMA
EPIs NECESSÁRIOS PARA APLICAÇÃO DO SISTEMA	1. Máscara de proteção facial; e 2. Óculos de proteção.

Fonte: O autor

O uso da máscara de proteção facial e os óculos de proteção fazem parte do conjunto de equipamentos indispensáveis para proteção semifacial conforme indica Norma Regulamentadora (NR) 6.

4.5. PREPARAÇÃO DO SUBSTRATO

Por se tratar de um substrato que foi previamente preparado para receber o sistema de impermeabilização com manta, não foram necessárias grandes ações para deixar o substrato em condições de receber o promotor de aderência.

Após a remoção do sistema de impermeabilização antigo, realizou-se a limpeza do substrato com uma vassoura, removendo toda e qualquer sujeira que pudesse afetar a aderência do promotor à laje.

4.6. APLICAÇÃO DO PROMOTOR DE ADERÊNCIA

Por questão de garantia e recomendação do fornecedor, é importante utilizar o primer e a manta do mesmo fabricante. Neste caso, o primer fornecido pelo fabricante possui um tempo de secagem de 6 horas, o qual pode variar de acordo com as condições climáticas do dia.

O processo de aplicação foi planejado da seguinte forma: pela manhã, por volta das 8 horas, realizou-se a aplicação do promotor. Já à tarde, às 14 horas, deu-se início à aplicação das mantas, garantindo assim um intervalo de 6 horas para a secagem completa do primer.

Esse intervalo de secagem é fundamental para assegurar a eficácia da aderência entre o promotor e a manta asfáltica. Caso o primer não esteja completamente seco antes da aplicação das mantas, a adesão pode ser prejudicada, comprometendo a qualidade e a durabilidade do sistema de impermeabilização.

Com esse cuidado na programação do trabalho e respeitando o tempo adequado de secagem do primer, evitam-se problemas futuros e garante-se um processo de aplicação mais eficiente e seguro.

A correta aplicação do promotor de aderência é fundamental para que a manta asfáltica fique aderida ao substrato, porém como pode-se ver na Figura 10, o substrato apresenta algumas manchas claras, mostrando que o consumo mínimo de primer não foi adequado.

Figura 10: Falhas na aplicação do promotor de aderência



Fonte: O autor

4.7. APLICAÇÃO DA MANTA ASFÁLTICA

Por não ser uma área extensa, a aplicação da manta asfáltica foi realizada totalmente no turno da tarde. Primeiramente, desenrolaram-se as bobinas e fez-se o alinhamento das mantas. Em seguida, iniciou-se a colagem das mantas com o maçarico, partindo do ponto de menor cota para o de maior, direcionando a chama tanto para a manta quanto para o substrato. Essa abordagem permitiu a colagem da manta a partir do centro em direção às bordas.

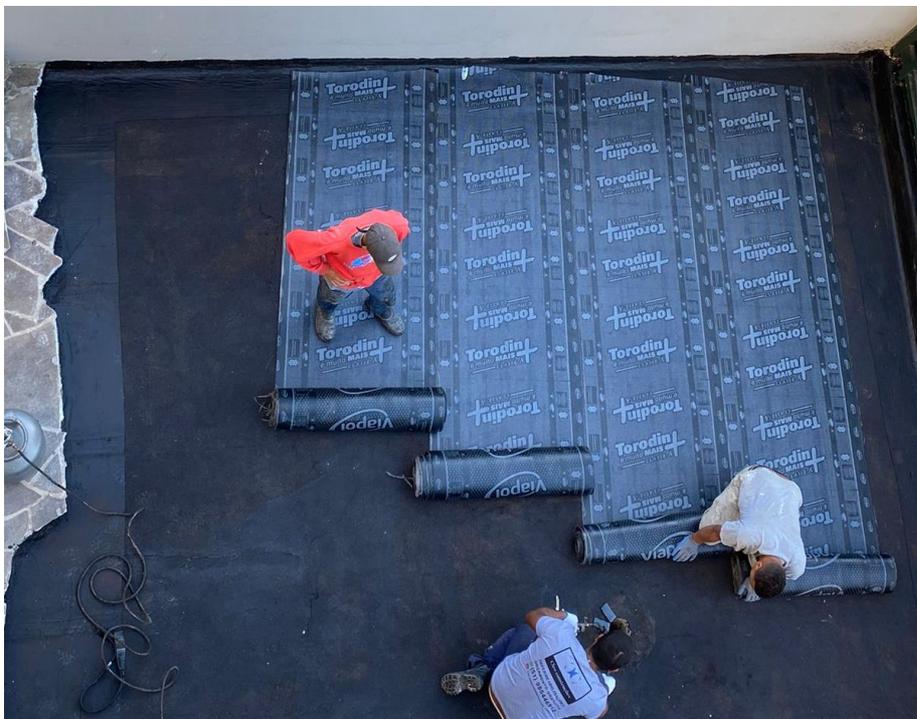
As sobreposições entre as mantas foram feitas com 10 cm de cobertura. A manta possuía a medida correta gravada na parte superior, o que facilitou a colagem das emendas de forma adequada. As emendas foram executadas direcionando a chama do maçarico tanto para a parte inferior da manta que ficou por cima quanto para a parte superior da manta que ficou por baixo. Após aquecer ambas as partes da sobreposição, pressionaram-se as mantas com o auxílio de uma colher de pedreiro, garantindo a união das mantas.

Figura 11: Bobinas sendo desenroladas e alinhadas



Fonte: O autor

Figura 12: Alinhamento das mantas.



Fonte: O autor

Figura 13: Colagem com a chama direcionada para a manta e o substrato simultaneamente



Fonte: O autor

Figura 14: Aplicação da manta asfáltica com maçarico



Fonte: O autor

4.8. DETALHES DO RALO E RODAPÉ

Conforme recomendação do fabricante, o ralo deveria ser rebaixado de 1 a 2 cm em relação à área quadrada de 40 x 40 cm. Em seguida, deveria ser feito um corte na manta com medidas de 20 cm de largura e 5 cm de comprimento, a qual seria colocada no ralo em formato de tubo, com uma parte adentrando 10 cm para dentro do ralo. Na parte externa do ralo, a manta deveria ser cortada em tiras longitudinais para fixação na borda do ralo. Por fim, deve-se cortar um quadrado na medida de 40 x 40 cm para colocar por cima da região rebaixada do ralo e cortar a manta na abertura do ralo dobrando-a para dentro e colando-a com o maçarico.

No entanto, conforme ilustrado na Figura 11, a recomendação do fabricante de executar o rebaixamento não foi seguida, o que pode resultar em empoçamento d'água caso não fique com caimento adequado ou possível ponto de infiltração caso a aplicação fique com algum ponto falho na colagem da manta.

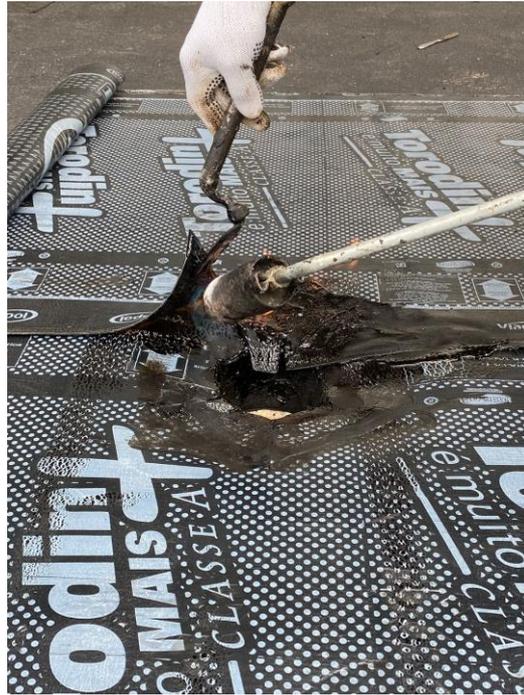
A correta execução das instruções do fabricante é essencial para garantir a eficácia da impermeabilização. O rebaixamento adequado do ralo e o uso correto da manta asfáltica evitam a formação de pontos vulneráveis que poderiam comprometer todo o sistema de impermeabilização.

Figura 15: Detalhamento do ralo.



Fonte: O autor

Figura 16: Colagem da manta no ralo



Fonte: O autor

Pelo fato de o rodapé ter um degrau, a manta não pode terminar embutida com 20 cm de altura com recomenda a NBR 9574 (ABNT, 2008). A manta foi colada contornando o rodapé e feito um encaixe, com a função de ancoragem na parede como mostra a Figura 17.

Figura 17: Detalhamento da ancoragem do rodapé

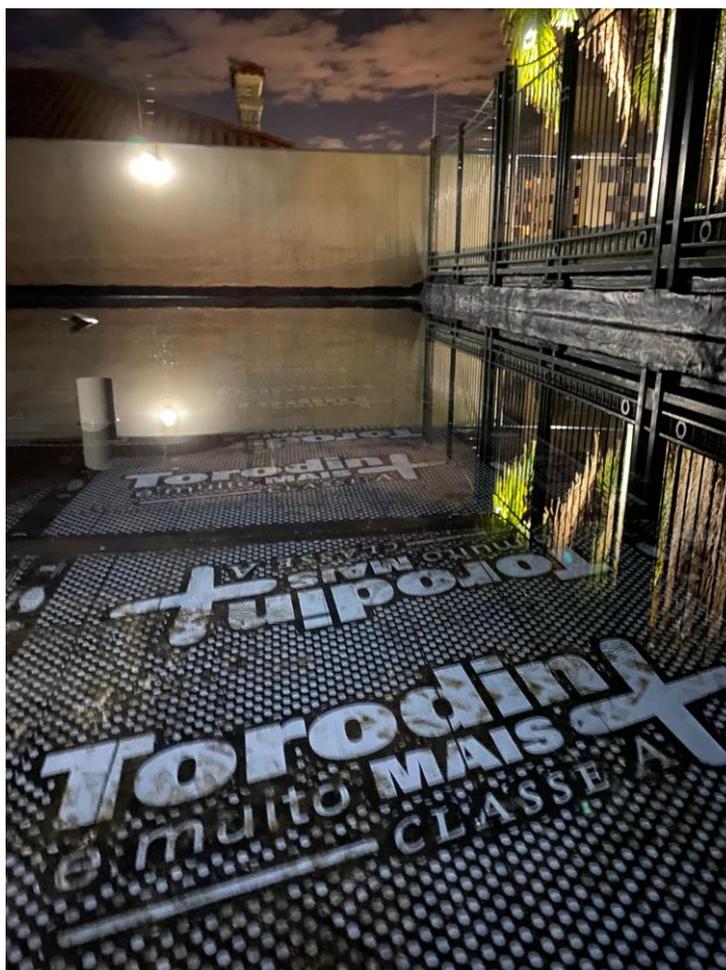


Fonte: O autor

4.9. TESTE DE ESTANQUEIDADE

No final do dia, após o termina da aplicação da manta asfáltica, foram vedadas todas as passagens de água, permitindo que a área ficasse com alguns centímetros de altura de água e realizado o teste de estanqueidade por 72 horas. Passando o tempo do teste e não sendo identificado rebaixamento no nível de água, é realizado a proteção mecânica do sistema.

Figura 18: Teste de estanqueidade



Fonte: O autor

4.10. APLICAÇÃO DA CAMADA PROTEÇÃO DA MANTA ASFÁLTICA

Para que a empresa possa fornecer garantia do sistema, são adotadas algumas etapas importantes. Primeiramente, utiliza-se uma lona como camada separadora para evitar que a manta asfáltica fique aderida à proteção mecânica. Em seguida, é realizada a aplicação da proteção mecânica, que consiste em uma argamassa com aproximadamente 2,5 cm de espessura, devidamente regularizada e com caimento adequado para direcionar a água ao ralo.

Além disso, os rodapés são entregues com chapisco, o que proporciona uma base adequada para a aplicação da impermeabilização no encontro entre a superfície horizontal e as paredes.

É importante mencionar que a decisão de fazer um piso de revestimento fica a cargo do contratante. Essa escolha não está inclusa na garantia do sistema de impermeabilização fornecido pela empresa.

4.11. ENTREGA DO TRABALHO EXECUTADO

Após a realização do teste de estanqueidade, a contratante assina um termo atestando que o teste foi realizado e que não há problemas de infiltração na área. Com base nesse resultado satisfatório, procede-se à aplicação da proteção mecânica. Após o período necessário para a cura completa da argamassa, é autorizada a liberação da circulação no local.

5. CASO 2: ACOMPANHAMENTO DA EXECUÇÃO DO SISTEMA MANTA ASFÁLTICA APLICADO COM ASFALTO QUENTE MODIFICADO

5.1. INFORMAÇÕES DA OBRA

A segunda visita, foi na execução da impermeabilização em uma obra localizada em Porto Alegre – RS, no bairro Ipanema, na laje de cobertura de um edifício multifamiliar. O condomínio solicitou a substituição do sistema de impermeabilização de membrana elastomérica por um sistema mais durável. O sistema anterior possuía 5 anos e apresentava algumas bolhas e fissuras, sintomas de infiltração, sendo possivelmente resultado de uma aplicação incorreta. Por exemplo, a falta de tela estruturante que contribui com a membrana para absorver as dilatações do substrato ou um consumo do material por metro quadrado inferior à recomendação do fabricante, fazendo com que a membrana não tivesse espessura suficiente para suportar as movimentações do substrato e intempéries.

A empresa apresentou os diferentes sistemas de impermeabilização com os quais trabalha e o condomínio optou pelo sistema de manta asfáltica aplicada com asfalto quente. Essa escolha se baseou no fato de que a manta asfáltica possui uma vida útil mais elevada, prevista de no mínimo 12,5 anos para uma laje externa de acordo com MORETTO (2023), seguindo a metodologia da NBR 15575 (ABNT, 2021), quando corretamente executada. Além disso, o uso do asfalto modificado, que por si só é impermeabilizante, aumenta a segurança da aplicação e complementa o sistema como uma segunda camada de impermeabilização, prevenindo possíveis pontos de falha.

A substituição do sistema de impermeabilização antigo foi uma medida preventiva, pois ainda não havia apresentado pontos de infiltração na parte inferior da laje.

Durante a execução da obra, foram seguidas as diretrizes da NBR 9574 (ABNT, 2008) para a correta aplicação da manta asfáltica. Esse processo incluiu a preparação do substrato, a imprimação, a aplicação da manta asfáltica com asfalto quente, o teste de estanqueidade e a aplicação da camada de proteção mecânica.

O acompanhamento da obra permitiu realizar a comparação entre as duas formas de aplicação da manta asfáltica: com maçarico e asfalto quente, e verificar se a aplicação do sistema sem maçarico atendeu às recomendações da norma, garantindo a eficácia da impermeabilização.

5.1. ENTREVISTA COM OS FUNCIONÁRIOS

Durante a visita, havia cinco funcionários presentes: dois aplicadores, dois ajudantes e um técnico orientando. O técnico explicou que, para esse tipo de sistema, o número mínimo de funcionários necessário para executar o serviço no tempo previsto é de quatro: dois aplicadores de manta, onde um deles cola as mantas no substrato enquanto o outro realiza os detalhamentos, como emendas e ralos, e dois ajudantes, um responsável por carregar as mantas e fornecer as latas de cimento asfáltico derretido e outro responsável por manter a caldeira na temperatura adequada para o derretimento do asfalto. É crucial que a temperatura seja controlada corretamente, pois caso seja mais alta, o asfalto pode transbordar para fora da caldeira e pegar fogo, enquanto se for menor, o asfalto não derreterá no ponto correto de aplicação, causando problemas. Também se o asfalto aquecer acima da temperatura máxima indicada, pode alterar suas propriedades.

Na entrevista realizada com o técnico, foi perguntada sua opinião sobre o uso de manta asfáltica para impermeabilização usando asfalto quente e sobre qual tipo de aplicação os aplicadores preferem: com maçarico ou asfalto quente. Segundo o técnico, a aplicação com asfalto quente reduz o risco de deixar pontos não aderidos ao substrato e aumenta a agilidade da aplicação, possibilitando cobrir uma área maior em comparação à aplicação com maçarico. No entanto, essa aplicação requer um funcionário a mais, o que aumenta o custo de execução do serviço. Além disso, para a aplicação do sistema, é necessário aguardar o tempo necessário para o derretimento do cimento asfáltico antes de iniciar a aplicação. Apesar disso, a maioria dos aplicadores prefere a aplicação com asfalto quente devido à sua agilidade de execução.

O sistema de manta asfáltica aplicado com asfalto quente é comumente conhecido como "sistema duplo aderido", nomenclatura não encontrada em bibliografias. As empresas nomearam dessa forma, pois esse sistema possui duas aderências: uma do asfalto quente ao substrato imprimado e outra do asfalto quente à manta asfáltica.

Este sistema proporciona uma aderência de 100% da manta ao substrato e uma dupla impermeabilização, já que o cimento asfáltico é um impermeabilizante, conforme dito pelo técnico. Dos retrabalhos que ocorrem, a grande maioria é com sistema de manta asfáltica aplicada a maçarico, mostrando-se ser um sistema que requer mais cuidado em sua aplicação do que o aplicado com asfalto quente.

O técnico também ressaltou que é essencial realizar o trabalho com cuidado e muita atenção para evitar falhas, pois posteriormente torna-se difícil localizá-las, assim como no sistema

aplicado a maçarico. Ele enfatizou ainda a importância de utilizar materiais de qualidade, pois há muitos materiais de baixa qualidade no mercado que não atendem às condições climáticas de Porto Alegre, resultando em diversos problemas.

5.2. FERRAMENTAS E MATERIAIS UTILIZADOS

Com base na Tabela 3 apresentada anteriormente, foram feitas avaliações das ferramentas utilizadas nas etapas de aplicação do sistema de impermeabilização. A seguir está detalhado na Tabela 6 as ferramentas disponíveis na obra.

Tabela 6: Ferramentas disponíveis para aplicação do sistema com maçarico

MATERIAL	FERRAMENTAS E EPIs NECESSÁRIOS PARA APLICAÇÃO
PROMOTOR DE ADERÊNCIA	1. Rolo de lã de carneiro.
MANTA ASFÁLTICA	1. Colher de pedreiro. 2. Luvas, máscara de proteção facial, botas impermeáveis e óculo de segurança.
CIMENTO ASFÁLTICO	1. Aquecedor de asfalto com termômetro para controle da temperatura. 2. Lata para transporte e espalhamento. 3. Mupιά - Estopa engomada. 4. Caldeira de aquecimento com medidor de temperatura.
EPIs PARA APLICAÇÃO DO SISTEMA	1. Luvas de raspa. 2. Botas. 3. Mangotes. 4. Óculos de segurança.

Fonte: O autor

5.3. PREPARAÇÃO DO SUBSTRATO

A preparação do substrato desta laje foi realizada com a remoção completa do sistema anterior utilizando uma poltriz elétrica. Após a remoção, foi realizada a limpeza do substrato para evitar a presença de poeira ou resíduos que poderiam prejudicar a aderência do primer.

A utilização da poltriz elétrica proporcionou uma remoção eficiente do sistema de

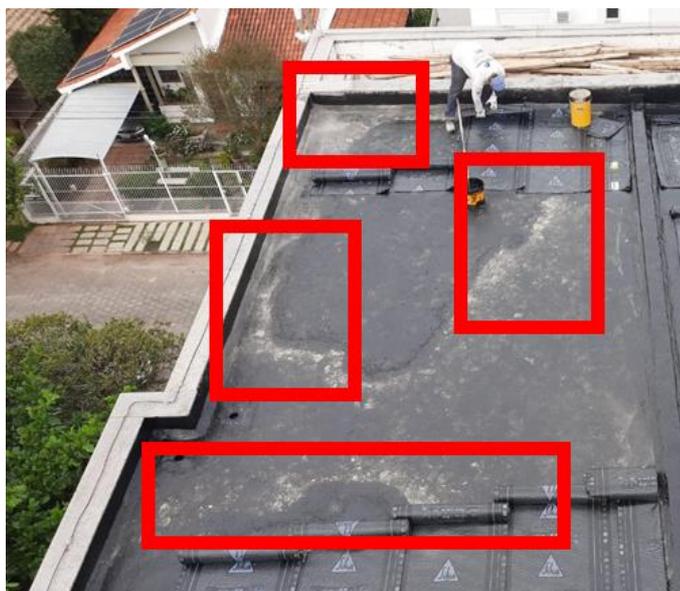
impermeabilização anterior, garantindo uma superfície limpa e adequada para a aplicação do novo sistema. A limpeza cuidadosa do substrato é essencial para garantir que o primer e a manta asfáltica adiram de forma adequada à laje, evitando futuras falhas na impermeabilização.

5.4. APLICAÇÃO DO PROMOTOR DE ADERÊNCIA

A aplicação foi realizada no turno da manhã e conforme especificação do produto, sua secagem leva de 2 a 3 horas. Após sua aplicação aguardou o tempo de 4 horas para se iniciar a próxima etapa.

Como se pode ver na Figura 12, ficaram alguns pontos mais claros que outros, mostrando que o consumo do primer não foi o recomendado pela fabricante, com isso nesses pontos pode haver problemas de aderência.

Figura 19: Aplicação do promotor de aderência



Fonte: O autor

5.5. APLICAÇÃO DO ASFALTO QUENTE

O cimento asfáltico vem em barras de 15 kg, que são derretidas em uma caldeira a gás com controlador de temperatura, mantida a uma temperatura de 180 °C.

As aplicações de mantas asfálticas com asfalto quente são realizadas da seguinte forma: o asfalto quente é espalhado sobre a laje previamente imprimada, e em seguida, a manta é

desenrolada por cima. O asfalto assume a função do maçarico, realizando a colagem da manta à base. Ao mesmo tempo, o cimento asfáltico é aplicado na base com o auxílio de estopa engomada, comumente chamada de "mupíá", fixada a um cabo de vassoura.

Durante a visita, observou-se, conforme a Figura 10, a correta aplicação do sistema, com o asfalto sendo derretido a uma temperatura de 180 °C, e sua aplicação realizada a uma distância máxima de 1,00 metro à frente do rolo de manta. As sobreposições das mantas foram feitas com um cobrimento de 10 cm, unidas com asfalto quente, atendendo assim às recomendações do fabricante e da norma NBR 9574 (ABNT, 2008), que são:

- a) Aquecer o asfalto de forma homogênea em equipamento adequado numa temperatura compreendida entre 180 °C a 220 °C para o asfalto sem a adição de polímeros e 160 °C a 180 °C para o asfalto com a adição de polímeros.
- b) Aplicar uma demão do asfalto aquecido na temperatura mínima de 160 °C, com o uso de meada de fios de juta, no substrato imprimado numa distância máxima de 1,00 m à frente da bobina. O asfalto deve ser aplicado no substrato e face inferior da bobina. Pressionar a manta do centro em direção às bordas, de forma a expulsar eventuais bolhas de ar.
- c) As sobreposições devem ser de no mínimo 10 cm, executando o selamento das emendas através da aplicação de banho de asfalto, com o uso de meada de fios de juta, pressionando as emendas com roletes, espátulas ou colher de pedreiro de pontas arredondadas.

Figura 20: Aplicação do asfalto quente



Fonte: O autor

5.6. APLICAÇÃO DA MANTA ASFÁLTICA

Assim como no caso 1 acompanhado, a aplicação da manta asfáltica foi realizada integralmente no turno da tarde. Inicialmente, desenrolaram-se as bobinas e alinhou-se cuidadosamente as mantas. Em seguida, deu-se início à colagem das mantas com o uso de asfalto quente, começando do ponto de menor cota em direção ao ponto de maior cota, direcionando a chama tanto para a manta quanto para o substrato. Essa abordagem possibilitou a colagem da manta a partir do centro e seguindo em direção às bordas.

As sobreposições entre as mantas foram feitas com uma cobertura de 10 cm. A manta possuía as medidas corretas gravadas na parte superior, facilitando a colagem das emendas de forma adequada. As emendas foram executadas com a aplicação do asfalto quente tanto para a parte inferior da manta que ficou por cima quanto para a parte superior da manta que ficou por baixo. Após aquecer ambas as partes da sobreposição, pressionaram-se as mantas com o auxílio de uma colher de pedreiro, garantindo a perfeita união das mantas.

Figura 21: Aplicação da manta asfáltica



Fonte: O autor

5.7. TESTE DE ESTANQUEIDADE

Foram vedadas todas as passagens de água ao término da aplicação da manta asfáltica, enchido com alguns centímetros de altura de água e realizado o teste de estanqueidade por 72 horas. Ao término do tempo do teste e não sendo identificado rebaixamento no nível de água, foi realizado a proteção mecânica do sistema

5.8. APLICAÇÃO DA CAMADA PROTEÇÃO DA MANTA ASFÁLTICA

A empresa só fornece garantia do sistema, após o cumprimento de algumas etapas importantes. Primeiramente, utiliza-se uma lona como camada separadora para evitar que a manta asfáltica se adira à proteção mecânica. Em seguida, é realizada a aplicação da proteção mecânica, que consiste em uma argamassa com aproximadamente 2,5 cm de espessura, devidamente regularizada e com caimento adequado para direcionar a água ao ralo.

Além disso, os rodapés são entregues com chapisco, o que proporciona uma base adequada para a aplicação da impermeabilização no encontro entre a superfície horizontal e as paredes.

É importante mencionar que a decisão de fazer um piso de revestimento fica a cargo do contratante. Essa escolha não está inclusa na garantia do sistema de impermeabilização fornecido pela empresa.

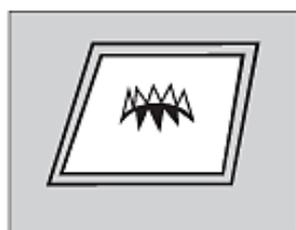
5.9. DETALHES DO RALO E RODAPÉ

Conforme SIKA (2022a), o ralo deveria ser rebaixado de 1 a 2 cm em relação à área quadrada de 40 x 40 cm. Em seguida, deveria ser feito um corte na manta com medidas de 20 cm de largura e 5 cm de comprimento, a qual seria colocada no ralo em formato de tubo, com uma parte adentrando 10 cm para dentro do ralo. Na parte externa do ralo, a manta deveria ser cortada em tiras longitudinais para fixação na borda do ralo. Por fim, deve-se cortar um quadrado na medida de 40 x 40 cm para colocar por cima da região rebaixada do ralo e cortar a manta na abertura do ralo dobrando-a para dentro e colando-a com o maçarico.

No entanto, a recomendação do fabricante não foi seguida, o que pode resultar em um possível ponto de infiltração nesse ralo.

O ralo foi banhado com asfalto quente e por cima da abertura do ralo foi cortada a manta e feito sua dobra para dentro conforme a Figura 22.

Figura 22: Detalhamento do ralo



6. Corte em tiras a parte que ficou sobre a abertura. Dobre as tiras para dentro e fixe-as fazendo a queima do filme de polietileno.

Fonte: SIKA, 2022a

No perímetro da área foi realizado o rodapé com a aplicação da manta juntamente com o asfalto quente terminando em encaixe abaixo da pingadeira.

Figura 23: Aplicação vertical da manta asfáltica



Fonte: O autor

5.10. ENTREGA DO TRABALHO EXECUTADO

Por padrão da empresa, após a realização do teste de estanqueidade, a contratante assina um termo atestando que o teste foi realizado e que não há problemas de infiltração na área. Com base nesse resultado satisfatório, procede-se à aplicação da proteção mecânica. Após o período necessário para a cura completa da argamassa, é autorizada a liberação da circulação no local.

6. ANÁLISE COMPARATIVA DOS DOIS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

6.1. ANÁLISE DAS VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS DOIS SISTEMAS

Para analisar as vantagens e desvantagens de cada sistema do estudo, foi realizado o levantamento de preço comercial dos produtos para comparar seus custos para os dois sistemas de impermeabilização. Na pesquisa de preço de aquisição dos produtos em loja virtual foi observado que o preço da manta asfáltica 4 mm com 10 m² de área é de R\$ 539,90, o primer de 18 kg custa R\$ 249,90 e o cimento asfáltico R\$ 399,90.

Conforme especificação do fabricante, a manta asfáltica⁴ pesa 61 kg e possui uma área total de 10 m², com isso pode-se dizer que a manta pesa 6,1 kg/m². Já o primer⁵, possui 18 kg e seu consumo médio de aplicação é de 0,400 kg/m². Por fim, o cimento asfáltico⁶ pesa 15 kg e seu consumo é de 3kg/m² para colagem de manta asfáltica.

Sabendo o preço unitário dos produtos e o peso do m², foi possível calcular o valor do m² de cada produto.

Demais custos de mão de obra, ferramentas e equipamentos de proteção não foram considerados para a análise dos dois sistemas.

⁴ VIAPOL. Ficha Técnica de Produto – Torodin. 2021b. Disponível em: <<https://viapol.com.br>>. Acesso em: 02 de julho de 2023.

⁵ VIAPOL. Ficha Técnica de Produto – Ecoprimer. 2022. Disponível em: <<https://www.viapol.com.br>>. Acesso em: 02 de julho de 2023.

⁶ VIAPOL. Ficha Técnica de Produto – NBR Asfalto Modificado III. 2021a. Disponível em: <<https://viapol.com.br>>. Acesso em: 02 de julho de 2023.

Tabela 7: Custo dos materiais por metro quadrado

SISTEMA	MATERIAL	PESO	PESO DO m² DO MATERIAL	PREÇO DO kg/m²
MANTA ASFÁLTICA APLICADA COM MAÇARICO	Manta asfáltica 4 mm	61 kg	6,1 kg/m ²	R\$ 53,90
	Primer asfáltico	18 kg	0,400 kg	R\$ 5,53
	Peso do m²:		6,5 kg/m ²	R\$ 59,43
MANTA ASFÁLTICA APLICADA COM ASFALTO QUENTE	Manta asfáltica 4 mm	61 kg	6,1 kg/m ²	R\$ 53,90
	Primer asfáltico	18 kg	0,400 kg	R\$ 5,53
	Cimento asfáltico	15 kg	3 kg/m ²	R\$ 79,98
	Peso do m²:		9,5 kg/m ²	R\$ 139,41

Fonte: O autor

A Tabela 7 demonstra que o custo de aplicação da manta asfáltica com maçarico é de aproximadamente 57% menor que o de manta asfáltica aplicada com asfalto quente.

Utilizando do conhecimento adquirido das bibliografias aproveitadas no estudo, das informações fornecidas pelo técnico responsável pela execução de cada sistema e da Tabela 7, foi elaborada a Tabela 8 para apontar as vantagens e desvantagens de cada sistema.

Tabela 8: Vantagens e Desvantagens de cada sistema

SISTEMA	VANTAGENS	DESVANTAGENS
<p>MANTA ASFÁLTICA APLICADA COM MAÇARICO</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessita de um número menor funcionários para execução do sistema. 2. O custo dos materiais é 57% menor que o sistema aplicado com asfalto quente. 3. O peso do m² é de aproximadamente 31% mais leve do que o sistema aplicado com asfalto quente. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Exigem maiores cuidados na colagem da manta. 2. Risco de queimaduras com a chama do maçarico. 3. Emite muito calor para os aplicadores. 4. Em dias quentes exige mais pausas para hidratação. 5. Não pode ser aplicado em tempo chuvoso e superfície úmida ou molhada. 6. Não é recomendável para locais que não suportem acréscimo de cargas.
<p>MANTA ASFÁLTICA APLICADA COM ASFALTO QUENTE</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Maior produtividade. 2. Melhor aderência à superfície. 3. Ocorre menos retrabalhos. 4. Sistema com duas camadas de impermeabilização. 5. Os aplicadores preferem este sistema em vez do aplicado com maçarico. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Não pode ser aplicado em superfície úmida ou molhada. 2. Temperatura de aquecimento do asfalto deve ser cuidada constantemente. 3. Risco de queimaduras com asfalto quente. 4. Cura lenta do asfalto quente. 5. Não é recomendável para locais que não suportem acréscimo de cargas.

6.2. COMPARAÇÃO ENTRE AS NORMAS DE APLICAÇÃO DOS SISTEMAS DE MANTAS ASFÁLTICAS COM OS CASOS 1 E 2 ACOMPANHADOS

Durante o acompanhamento dos casos analisados, observou-se o cumprimento parcial das recomendações das normas que se referem à aplicação de manta asfáltica, bem como a norma que regulamenta o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). Por serem obras de pequeno porte, não havia a presença de técnico de segurança do trabalho, causando assim descuidos por parte do técnico responsável e sua equipe.

Nos dois estudos de caso não foram elaborados o projeto de impermeabilização, em desacordo com o previsto pela NBR 9575 (ABNT, 2010).

Um ponto em comum nos dois casos foi a não execução adequada dos ralos e rodapés, conforme SIKA (2022a), colocando o sistema de impermeabilização em risco de empoçamento d'água e infiltração entre a manta e a parede do rodapé. Caso os projetos de impermeabilização tivessem sido executados, estes pontos críticos estariam detalhados.

Essas constatações ressaltam a importância de aderir estritamente aos procedimentos normativos e às orientações dos fabricantes durante a aplicação da manta asfáltica. O não cumprimento dessas diretrizes pode comprometer a eficácia da impermeabilização e aumentar o risco de problemas futuros na construção.

7. CONCLUSÃO

Como objetivo principal, este trabalho visa constatar e analisar as diferenças na aplicação de dois sistemas de impermeabilização: o sistema com manta asfáltica aplicado com maçarico e o sistema com manta asfáltica aplicado com asfalto quente. A pesquisa foi conduzida em duas lajes localizadas na área externa de duas edificações em Porto Alegre apresentados nos casos 1 e 2.

A aplicação de manta asfáltica com maçarico tem como vantagem a necessidade de um número menor de funcionários para a execução do sistema, seu custo de material é 57% menor e o peso do metro quadrado aplicado é 31% menor em comparação com o sistema aplicado com asfalto quente. Como desvantagem, ela exige maior cuidado na colagem da manta para não haver pontos não aderidos ao substrato e desconforto aos aplicadores devido à emissão de calor do uso do maçarico, fazendo com que sejam necessárias pausas para descanso e hidratação.

Já a aplicação da manta asfáltica com asfalto quente tem como vantagem sua produtividade, melhor aderência, duas camadas de impermeabilização e preferência dos aplicadores. Suas desvantagens são: a cura do sistema é mais lenta, não deve ser aplicada em locais que não suportem acréscimo de cargas e necessita de um cuidado constante no aquecimento do asfalto para não ultrapassar a temperatura limite permitida.

Os dois sistemas possuem como desvantagem em comum o fato de não poderem ser aplicados em superfícies úmidas ou molhadas.

Ambas as formas de aplicação têm suas vantagens e desvantagens específicas, e a escolha se dará a partir do orçamento previsto para a execução do sistema, da forma de acesso ao local a ser aplicado, do tempo disponível para aplicação que não atrapalhe o andamento da obra e do suporte de carga do local, tornando crucial a realização de um projeto de impermeabilização abrangente. Tal projeto, juntamente com as informações apresentadas nesta monografia, possibilitaria estudar as duas formas de aplicação e, com base na análise do caso específico, optar pelo método mais vantajoso e adequado para cada situação.

Como objetivo secundário, este trabalho dedicou-se a analisar o cumprimento das instruções normativas por parte da empresa executora dos sistemas de impermeabilização acompanhados. É fundamental garantir que as etapas de aplicação estejam em conformidade com as normas técnicas e recomendações do fabricante, a fim de assegurar a eficiência e durabilidade da impermeabilização.

Enfatiza-se, portanto, a importância de uma execução cuidadosa e adequada dos ralos e

rodapés para evitar falhas na aderência do sistema, seguindo rigorosamente as diretrizes técnicas e normativas. O cumprimento adequado dessas diretrizes contribui para evitar problemas futuros e garantir a eficácia do sistema de impermeabilização em ambas as formas de aplicação da manta asfáltica.

No contexto geral, este estudo busca fornecer informações relevantes e fundamentadas, que auxiliem profissionais, engenheiros e gestores a tomar decisões embasadas ao escolher o método mais apropriado para garantir uma impermeabilização eficiente e de alta qualidade

REFERÊNCIAS

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575:** Impermeabilização – Seleção e Projeto. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9952:** Mantas asfálticas para a impermeabilização. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-3:** Edificações habitacionais — Desempenho. Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9910:** asfalto modificados para impermeabilização sem adição de polímeros – características de desempenho. Rio de Janeiro, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO - 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/>>. Acesso em: 01 de julho de 2023.

NORMA REGULAMENTADORA. **NR 06:** Equipamento de proteção individual – EPI. 2022

KLEIN, C. R. de M. **Impermeabilização em lajes de cobertura:** levantamento dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na cidade de Porto Alegre. 2002. 111 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

MORETTO, M. M. **Sistemas de impermeabilização de áreas condominiais: projeto, execução e manutenção.** Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2023.

SALGADO, J. C. P. **Técnicas e práticas construtivas para edificação.** 4. ed. São Paulo: editora Érica, 2020.

SIKA. **Soluções asfálticas guia rápido sobre impermeabilização.** 2022a. Disponível em: <<https://bra.sika.com>>. Acesso em: 27 de maio de 2023.

SIKA. Ficha Técnica de Produto - Sika® Cimento Asfáltico. 2017. Disponível em: <<https://bra.sika.com>>. Acesso em: 02 de julho de 2023.

SIKA. Ficha Técnica de Produto - SikaShield® P34 PE Tipo II 4 mm. 2022b. Disponível em: <<https://bra.sika.com>>. Acesso em: 02 de julho de 2023.

SIKA. Ficha Técnica de Produto - Sika® ECO Primer. 2020. Disponível em: <<https://bra.sika.com>>. Acesso em: 02 de julho de 2023.

VIAPOL. Ficha Técnica de Produto – NBR Asfalto Modificado III. 2021a. Disponível em: <<https://viapol.com.br>>. Acesso em: 02 de julho de 2023.

VIAPOL. Ficha Técnica de Produto – Torodin. 2021b. Disponível em: <<https://viapol.com.br>>. Acesso em: 02 de julho de 2023.

VIAPOL. Ficha Técnica de Produto – Ecoprimer. 2022. Disponível em: <<https://www.viapol.com.br>>. Acesso em: 02 de julho de 2023.