

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CAMPUS GOIÂNIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Impermeabilização de Lajes Térreas de Áreas de Lazer:

Projeto, Procedimentos e Execuções.

Rodrigo Rodrigues Bueno

Goiânia,
2025

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO
NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Rodrigo Rodrigues Bueno

Matrícula: 20152011050010

Título do Trabalho: Impermeabilização de Lajes Térreas de áreas de Lazer

Autorização - Marque uma das opções

- ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
- ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
- ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
() _____ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

____Goiânia, 20/03/2025.____.

Documento assinado digitalmente



RODRIGO RODRIGUES BUENO

Data: 20/03/2025 18:16:20-0300

Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

RODRIGO RODRIGUES BUENO

Impermeabilização de Lajes Térreas de Áreas de Lazer:
Projeto, Procedimentos e Execuções.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado à Coordenação de Engenharia
Civil, do Instituto Federal de Educação
Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus
Goiânia, como parte dos requisitos
necessários para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof. Me. Matilde Batista Melo

Goiânia,
2025

B8622i	Bueno, Rodrigo Rodrigues. Impermeabilização de lajes térreas de áreas de lazer: projeto, procedimentos e execuções / Rodrigo Rodrigues Bueno. – Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia, 2025. 83 f.: il. Orientadora: Profa. Me. Matilde Batista Melo. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Bacharelado em Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia. Inclui apêndice. 1. Impermeabilização - edificações. 2. Construção civil. 3. Edifício residencial. I. Melo, Matilde Batista (orientadora). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia. III. Título. CDD 693.892
--------	--

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Karol Almeida da Silva CRB1/ 2.740
Biblioteca Professor Jorge Félix de Souza,
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.

Rodrigo Rodrigues Bueno

IMPERMEABILIZAÇÃO DE LAJES TÉRREAS DE ÁREAS DE LAZER: PROJETO, PROCEDIMENTOS E EXECUÇÕES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Goiânia, como parte dos quesitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Membros da banca: Me Matilde Batista Melo (orientadora), Dr. Dalcio Ricardo Botelho Alves, Esp. Wesley Pimenta de Menezes.

Aprovado em 14 de Março de 2025.

Documento assinado eletronicamente por:

- Dalcio Ricardo Botelho Alves, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 17/03/2025 08:25:21.
- Wesley Pimenta de Menezes, CHEFE - CD4 - GYN-DAAIII, em 15/03/2025 11:17:30.
- Matilde Batista Melo, COORDENADOR(A) DE CURSO - FUC0001 - GYN-CCBEC, em 14/03/2025 09:43:35.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 14/03/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 627020

Código de Autenticação: ecf6efdd43



RESUMO

Na construção civil, todos os processos que envolvem um conjunto de atividades são caracterizados para garantir a correta execução, geralmente apresentados na forma de projetos acompanhados por um memorial descritivo de execução. Apesar disso, o sistema de impermeabilização das edificações é frequentemente negligenciado em comparação aos demais projetos, raramente contando com um planejamento específico. Nesse sentido, o presente trabalho analisou o projeto de impermeabilização de um edifício residencial de múltiplos pavimentos e, com base na atuação da umidade em cada área, foram especificados os materiais utilizados e definidas as etapas corretas de execução. Com o objetivo de contribuir para a análise de projetos de impermeabilizações, foram apresentadas diretrizes para a escolha dos materiais e dos sistemas mais adequados, fundamentadas em bibliografias especializadas, normas técnicas e manuais dos fabricantes de produtos impermeabilizantes. Assim, a exemplificação prática do projeto de impermeabilização permitiu apresentar pareceres técnicos sobre os diversos critérios a serem adotados para a impermeabilização de edificações, principalmente para as áreas de lazer.

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

ABSTRACT

In civil construction, all processes involving a set of activities are characterized to ensure proper execution, usually presented in the form of projects accompanied by an execution descriptive memorial. Despite this, the waterproofing system of buildings is often neglected compared to other projects, rarely having a specific plan. In this context, the present study analyzed the waterproofing project of a multi-story residential building and, based on the presence of moisture in each area, specified the materials used and defined the correct execution steps. Aiming to contribute to the analysis of waterproofing projects, guidelines were presented for selecting the most appropriate materials and systems, based on specialized literature, technical standards, and manufacturers' manuals of waterproofing products. Thus, the practical example of the waterproofing project made it possible to present technical opinions on the various criteria to be adopted for the waterproofing of buildings, especially for leisure areas.

Keywords: Project. Waterproofing. Waterproofing Materials.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Patologia devida á umidade.....	14
Figura2: Patologia decorrente à umidade.....	14
Figura 3: Reconstrução da laje.....	15
Figura 4: Origens dos problemas de impermeabilização.....	21
Figura 5: Problemas relacionados à impermeabilização.....	22
Figura 6: Armadura exposta devido à impermeabilização.....	25
Figura 7: Principais consequências dos problemas de impermeabilização.....	25
Figura 8: Classificação dos sistemas quanto atuação.....	30
Figura 9: Reação da superfície tratada com aditivo.....	32
Figura 10: Preparação da argamassa com aditivo.....	32
Figura 11: Aplicação a frio da argamassa com aditivo.....	33
Figura 12: Aplicação a quente da membrana asfáltica.....	36
Figura 13: Aplicação da membrana acrílica.....	38
Figura 14: Aplicação de manta asfáltica.....	38
Figura 15: Aplicação de borracha liquida em pavimento concreto.....	40
Figura 16: Arredondamento dos cantos.....	45
Figura 17: Camada de regularização.....	47
Figura 18: Aplicação do primer.....	47
Figura 19: Emendas.....	48
Figura 20: Detalhe da aplicação da manta asfáltica a frio.....	50
Figura 21: Aplicação da manta asfáltica com maçarico.....	49
Figura 22: Aplicação da Membrana asfáltica a frio.....	50

Figura 23: Recipiente metálico.....	50
Figura 24: Lançamento da membrana asfáltica a quente.....	51
Figura 25: Espalhamento da membrana asfáltica a quente.....	51
Figura 26: Teste de estanqueidade.....	52
Figura 27: Aplicação da camada separadora.....	52
Figura 28: Proteção mecânica simples.....	54
Figura 29: Planta Baixa Lazer.....	57
Figura 30: Sistema de impermeabilização manta asfáltica.....	58
Figura 31: Detalhe ralos com manta asfáltica.....	59
Figura 32: Gráfico das amostras longitudinais.....	60
Figura 33: Detalhe da aplicação da manta asfáltica.....	61
Figura 34: Detalhe da aplicação de manta asfáltica em superfície.....	61
Figura 35: Detalhe aplicação manta asfáltica SikaSheild.....	62
Figura 36: Detalhe das piscinas no projeto arquitetônico.....	63
Figura 37: Detalhe borda da piscina.....	64
Figura 38: Execução do sistema de impermeabilização.....	66
Figura 39: Pontos críticos.....	66
Figura 40: Mísula feita com argamassa.....	67
Figura 41: Luminária Piscina.....	68
Figura 42: Jardins na área da piscina infantil.....	69
Figura 43: Detalhe projeto de impermeabilização jardim.....	70
Figura 44: Detalhe projeto de impermeabilização áreas molhadas	73
Figura 45: Detalhe projeto de impermeabilização áreas molhadas.....	73

Figura 46: Execução argamassa polimérica.....74

Figura 47: Teste de estanqueidade.....75

Figura 48: Teste Eletrostático.....75

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas.
AUIN	Agência Unesp de Inovação.
CB	Comitê Brasileiro de Isolamento Térmico e Impermeabilização.
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia.
IBI	Instituto Brasileiro de Impermeabilização.
IFG	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de — Goiás.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	14
1.1 JUSTIFICATIVA.....	15
1.2 OBJETIVOS.....	17
1.2.1 Objetivos Gerais	17
1.2.2 Objetivos Específicos.....	17
2 CENÁRIO ATUAL DA IMPERMEABILIZAÇÃO NO BRASIL	18
2.1 AUSÊNCIA DE PROJETO, FISCALIZAÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DO SERVIÇO DE IMPERMEABILIZAÇÃO	19
2.2 FALHAS NA IMPERMEABILIZAÇÃO.....	21
2.3 PATOLOGIAS CAUSADAS PELA MÁ IMPERMEABILIZAÇÃO OU FALTA DELA	25
3 SISTEMAS IMPERMEABILIZANTES, PROPRIEDADES E CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS EMPREGADOS	27
2.2 ESCOLHA DO TIPO DE SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO	28
2.3 CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO	29
2.3.1 Sistema de Impermeabilização Rígido	32
2.3.2 Sistema de Impermeabilização Flexível	35
2.4 INOVAÇÕES TECNOLOGIAS NO SETOR DA IMPERMEABILIZAÇÃO.....	39
2.5 DURABILIDADE DA IMPERMEABILIZAÇÃO	41
3 PRINCÍPIOS BÁSICOS DO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO	42
3.1 IMPORTÂNCIA DO PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO	43
3.2 PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO	43
3.3 EXECUÇÃO DE IMPERMEABILIZAÇÃO.....	45
3.3.1 Preparação e Regularização do Substrato	45
3.3.2 Imprimação.....	47
3.3.3 Aplicação do sistema de impermeabilização	47
3.3.4 Teste de Estanqueidade.....	51
3.3.5 Camada Separadora	52
3.3.6 Camada de Proteção Térmica.....	53

3.3.7	Proteção Mecânica.....	53
3.4	FISCALIZAÇÃO	54
4	METODOLOGIA.....	55
5	ESTUDO DE CASO.....	55
5.1	PROJETO ARQUITETÔNICO PAVIMENTO LAZER.....	56
5.2	LEVANTAMENTO PRELIMINAR DAS ÁREAS A SEREM IMPERMEABILIZADAS	57
5.3	IMPERMEABILIZAÇÃO ÁREAS MOLHADAS EXTERNAS.....	58
5.3.1	Seleções para o Projeto de Impermeabilização	58
5.3.2	Execução do Sistema de Impermeabilização	62
5.4	IMPERMEABILIZAÇÃO PISCINAS	65
5.4.1	Seleção do Projeto de Impermeabilização	65
5.4.2	Execução do Sistema de Impermeabilização	67
5.4.3	Pontos Críticos	68
5.5	IMPERMEABILIZAÇÃO JARDINEIRAS	71
5.5.1	Seleção do Projeto de Impermeabilização	72
5.6	IMPERMEABILIZAÇÃO ÁREAS MOLHADAS INTERNAS.....	73
5.6.1	Seleção do Projeto de Impermeabilização	74
5.6.2	Execução do Sistema de Impermeabilização	75
5.7	TESTE DE ESTANQUEIDADE	77
5.7.1	Teste Eletrostático	78
6	CONCLUSÃO	79
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81

1.INTRODUÇÃO

A impermeabilização das edificações é item importante para a durabilidade e desempenho de todos os itens de uma obra: estrutural, alvenaria, instalações prediais e decoração. Uma eficiente proteção deve ser oferecida aos diversos elementos de uma obra sujeita às intempéries, com o intuito de proteger a edificação de inúmeros problemas patológicos que poderão surgir com a infiltração de água, integradas ao oxigênio e outros componentes agressivos da atmosfera. A vida útil de uma construção depende diretamente de uma eficiente realização da impermeabilização (Righi, 2009).

Apesar desse sistema se encontrar geralmente fora do alcance visual, as patologias decorrentes de uma ineficiente impermeabilização podem, eventualmente, ser bastante prejudiciais, do ponto de vista estético, estrutural ou mesmo por questões de salubridade. Posto isto, a impermeabilização na construção civil revela-se de extrema importância e não deve ser descurada em nenhuma situação (Bastos, 2014).

Dado que, a função de um sistema de impermeabilização é a criação de uma barreira estanque à passagem da água, prolongando assim, a vida útil dos materiais, é necessário que se reúnam as condições para que este garanta um desempenho satisfatório ao longo do tempo. Desta forma, é essencial que as soluções adotadas sejam pensadas devidamente desde a fase de projeto, que a qualidade dos materiais esteja assegurada e que se opte por mão-de-obra especializada. É ainda necessário, um conhecimento aprofundado das características, do campo de aplicação e dos fatores de degradação dos produtos (Bastos, 2014).

Picchi (1986) refere que a importância de um projeto de impermeabilização concentra-se em seu objetivo que é de analisar, discriminar e especificar todas as metodologias adequadas visando o bom comportamento da impermeabilização.

A impermeabilização executada durante a obra corresponde a uma reduzida percentagem do investimento total na construção de uma edificação. Já reparar ou consertar posteriormente, uma vez que a umidade instalada torna os ambientes insalubres e com aspecto desagradável, apresentando eflorescências, manchas, bolores, oxidação das armaduras, podem originar custos significativamente superior, além das camadas subsequentes à impermeabilização que deverão ser removidas.

1.1 JUSTIFICATIVA

“Embora a água seja o mais puro e imprescindível componente para a vida são igualmente conhecidos os inconvenientes que ela causa nas construções humanas” (Pirondi,1988, p.12). Ela possui uma alta capacidade de provocar degradação estrutural, deterioração de pinturas, desagregação de revestimentos, além de criar ambientes úmidos e insalubres, favorecendo o crescimento de fungos e bactérias prejudiciais à saúde. As Figuras 1 e 2 a seguir ilustram as patologias observadas em lajes.

Figura 1: Patologia devido à umidade.



Fonte: Pinetti (2012).

Figura 2: Patologia decorrente à umidade.



Fonte: Pinetti (2012).

Segundo ABNT NBR 9575 (ABNT,2010), a impermeabilização é uma técnica da engenharia que visa à proteção das obras e edificações contra ação da água que podem ser de chuva, de lavagem ou outras origens, sendo fundamental para durabilidade e boas condições de uso para as edificações.

Preocupações com a durabilidade das edificações resultou na elaboração da ABNT NBR 15.575 (ABNT, 2013) “Edificações Habitacionais- Desempenho”, houve um avanço significativo na construção civil brasileira e na impermeabilização, que passou a desempenhar um papel ainda mais relevante, tornando-se um recurso fundamental para proteger as estruturas contra os efeitos prejudiciais de fluidos, vapores e da umidade.

Apesar disso, tem-se averiguado com regularidade que a impermeabilização das edificações não vem sendo analisada com a devida importância por parte dos engenheiros. A consultora técnica do IBI, Mária Amélia Adissy Silveira em um debate para a revista Construção Mercado, foi ressaltado que é comum encontrar empresas lidando com patologias na construção devido à ausência ou má execução do sistema de impermeabilização, em vez de realizar o serviço adequadamente na fase inicial da obra, garantindo sua integridade desde o início (Curcio; Bá, 2017).

Na parte financeira, o custo generalizado dos serviços de impermeabilização na fase inicial da construção da edificação, é em torno de 1% a 3% do custo total da obra, enquanto que a solução dos problemas ocasionados após averiguação das patologias, gerados pelas infiltrações, ocasionam um acréscimo aproximado de 10% a 15% no valor dos serviços, conforme dados do IBI. A Figura 3 a seguir ilustra o retrabalho.

Figura 3: Reconstrução da laje.



Fonte: Antonelli (2012).

Essa negligência é reflexo de uma falta de cultura no país de privilegiar a prevenção de problemas construtivos, associada à falta de conhecimento de muitos profissionais da construção civil. Righi (2009) destaca que por se trata de um serviço fora do alcance visual do cliente após a edificação concluída, colabora para má impermeabilização ou até mesmo sua ausência. Com este cenário, pode-se afirmar a

necessidade da valorização do projeto de impermeabilização e inclusive o procedimento executivo, para melhorar a qualidade do serviço de impermeabilização, visando à durabilidade da edificação.

Dessa forma, este trabalho foca na elaboração de um projeto de impermeabilização e nos procedimentos de execução de uma laje térrea com amplas áreas de lazer, por ser o local que exige a maior atenção à impermeabilização do edifício, devido à presença de componentes construtivos como piscinas, playgrounds, floreiras e quadras esportivas.

1.2 OBJETIVOS

Neste item, serão apresentados os objetivos gerais e específicos deste trabalho.

1.2.1 Objetivos Gerais

O objetivo geral deste trabalho consiste em demonstrar as diretrizes para a elaboração de um projeto de impermeabilização de uma laje com área de lazer em um edifício de múltiplos pavimentos, sujeita a várias intempéries, visando garantir a eficiência e a durabilidade do sistema impermeabilizante, além de proporcionar a segurança e o conforto dos usuários. Dessa forma, espera-se que este estudo inspire exemplos práticos de projetos executivos de boas práticas e a busca por soluções inovadoras no setor de impermeabilização.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- a) realizar uma revisão bibliográfica sobre impermeabilização, com base em artigos, livros e normas específicas, com o objetivo de apresentar o conhecimento disponível para a elaboração do projeto de impermeabilização;
- b) analisar a norma brasileira ABNT NBR 9575 (ABNT,2010), que trata da elaboração de projetos de edificações, com foco no critério de seleção para o projeto de impermeabilização;
- c) exemplificar projetos de detalhamento para a execução de aplicação de sistema de impermeabilização;

- d) apresentar diretrizes para a execução do projeto com base nos manuais técnicos dos fabricantes de produtos impermeabilizantes e nas normas técnicas, como a ABNT NBR 9574 (ABNT,2008), que estabelece requisitos para a execução de impermeabilização, e a ABNT NBR 9952(ABNT,2021), que trata dos requisitos para mantas asfálticas;
- e) Contribuir para estudos que busquem reduzir falhas e patologias decorrentes de sistemas de impermeabilização mal projetados ou executados, os quais, conforme apontado por Cunha e Neumann (1979), representam uma das principais causas de comprometimento da durabilidade e funcionalidade das edificações.

2 CENÁRIO ATUAL DA IMPERMEABILIZAÇÃO NO BRASIL

O incentivo a normalização e a divulgação da impermeabilização surgiram no Brasil em 1968 com as obras do metrô da cidade de São Paulo, por se tratar de uma grande obra e enterrada. A partir disso, foram realizadas reuniões para a criação das primeiras normas brasileiras de impermeabilização pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Como resultado, em 1975, foi publicada a primeira norma brasileira de impermeabilização, e, no mesmo ano, foi fundado o IBI (Instituto Brasileiro de Impermeabilização), uma entidade técnica sem fins lucrativos que tem como objetivo principal o estudo, a pesquisa, o desenvolvimento de produtos e serviços, além do fortalecimento do mercado de produtos químicos voltados para a construção civil.

Apesar de tais iniciativas, a impermeabilização ainda é vista atualmente como algo dispensável na construção civil, devido à deficiência de informações sobre a tecnologia, além do grande dinamismo do setor, no qual um número significativo de novos materiais e sistemas é lançado a cada ano. Entre as causas apontadas para essa deficiência, a engenheira e professora da Escola de Engenharia do Mackenzie, Fabiola Rago Beltrame, destacou, em um debate técnico realizado pela revista Construção Mercado, que, nos cursos de graduação em Engenharia Civil e Arquitetura, não há uma disciplina específica sobre impermeabilização. O tema é apenas abordado e comentado dentro de matérias relacionadas à construção civil, evidenciando, assim, a necessidade de especialização na área (Curcio; Bá, 2017).

No entanto, o elevado índice de patologias relacionadas à umidade e infiltrações na construção civil, resultante da ausência ou má execução do sistema de impermeabilização, fez com que os profissionais do setor começassem a entender a importância do projeto de impermeabilização para a durabilidade das edificações. Além disso, de acordo com o IBI, já existem no mercado diversos tipos de sistemas de impermeabilização e materiais com custos acessíveis. Apesar disso, ainda há construtores que insistem em desviar os recursos destinados à impermeabilização para aumentar o lucro da obra. Como consequência, as construções apresentam sérias deficiências nos quesitos durabilidade, conforto e segurança.

Em entrevista ao site *Going Green Brasil*, o novo presidente do IBI, Jaques Pinto, destaca que o consumo de impermeabilizantes na construção civil no Brasil ainda é muito inferior ao dos países desenvolvidos. Ele reconhece que há um longo caminho para que o setor de impermeabilização alcance a mesma relevância que os demais segmentos da construção civil no Brasil. No entanto, é fato que há uma tendência de consolidação da impermeabilização no cenário brasileiro, devido à sua importância para tornar as estruturas das edificações mais duráveis e funcionais. Jaques Pinto também ressalta que a evolução tecnológica dos sistemas de impermeabilização no Brasil já pode ser comparada à dos países desenvolvidos, tanto na área de produtos quanto na de serviços (Nunes, 2018).

Entendendo que o setor de impermeabilização no Brasil enfrenta algumas dificuldades, os profissionais especializados adotaram uma postura de mudança, começando pelos incentivos a cursos e simpósios organizados e promovidos pelo IBI. Essas iniciativas têm como objetivo fomentar a reflexão técnica e orientar os profissionais do setor. Além disso, visando estabelecer os parâmetros mínimos de qualidade e durabilidade nos serviços prestados pelos construtores, foram elaboradas normas específicas, ABNT NBR 15.575 (ABNT, 2013) - Edificações Habitacionais: Desempenho.

2.1 AUSÊNCIA DE PROJETO, FISCALIZAÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DO SERVIÇO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

A fundação do IBI (2010) e a criação do Comitê Brasileiro de Isolação Térmica e Impermeabilização (CB-22) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT),

em 1968, foram marcos fundamentais para conscientizar os profissionais da construção civil sobre a importância do projeto de impermeabilização. Esse elemento, antes visto como dispensável, passou a ser considerado essencial para o desempenho e a durabilidade das edificações

No entanto, a falta de impermeabilização ainda figura entre os principais problemas na construção civil, ocorrendo tanto em obras de pequeno porte quanto em grandes projetos, e resultando em patologias como infiltrações em lajes, paredes e revestimentos cerâmicos. Além disso, segundo Soares (2014), é comum, no Brasil, que os serviços de impermeabilização sejam realizados por empresas informais, baseados apenas em conhecimentos empíricos e sem fundamentação teórica, o que contribui para falhas recorrentes na execução das obras.

De acordo com o IBI (2010), quando a impermeabilização é realizada corretamente, com materiais e serviços adequados, e executada por empresas habilitadas durante a obra, ela se torna economicamente mais viável, representando cerca de 2% do valor total da construção. Por outro lado, quando feita por empresas informais ou, na ausência do serviço, o retrabalho necessário para corrigir as patologias em uma edificação já concluída pode alcançar, em média, 10% do custo total da obra.

Esse cenário reflete uma desinformação em relação às técnicas e aos materiais de impermeabilização, causada pelo grande número de novos materiais lançados no mercado, além de uma cultura equivocada que considera a impermeabilização ineficaz, cara e desnecessária. No entanto, esforços estão sendo realizados para reverter essa desinformação. Instituições estão oferecendo cursos de pós-graduação voltados para impermeabilização, bem como cursos de extensão promovidos pelo IBI (IBI, 2010).

O projeto de impermeabilização é complementar aos chamados projetos executivos da construção, como o arquitetônico, estrutural, elétrico e de instalações prediais. Entretanto, ele não é menos importante do que os demais e deve ser pensado com atenção aos detalhes, utilizando especificações corretas, em conformidade com as normas específicas, e sendo elaborado por um profissional legalmente habilitado pelo CREA (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia). O IBI destaca que a elaboração de um projeto de impermeabilização é fundamental para garantir que as expectativas e necessidades dos usuários sejam plenamente atendidas.

Segundo Moraes (2002), a ausência de um projeto de impermeabilização compromete a fiscalização da execução do serviço, pois, sem o detalhamento do projeto, torna-se impossível verificar se o material aplicado e o método executivo estão de acordo com as especificações em relação à qualidade, características técnicas, espessura, método de aplicação, entre outros aspectos. A fiscalização é essencial para evitar desperdícios, identificar possíveis problemas durante o andamento da obra e minimizar o surgimento de patologias.

Segundo o IBI (2010), durante a execução do serviço, deve haver a presença de um responsável técnico, de preferência o próprio projetista da impermeabilização. No entanto, na prática, o acompanhamento e o controle de qualidade muitas vezes são inexistentes e, quando realizados, estão a cargo de profissionais sem conhecimento das normas técnicas. Isso ocorre porque as construtoras costumam reduzir ao máximo os serviços nos canteiros de obra em busca de diminuição de custos.

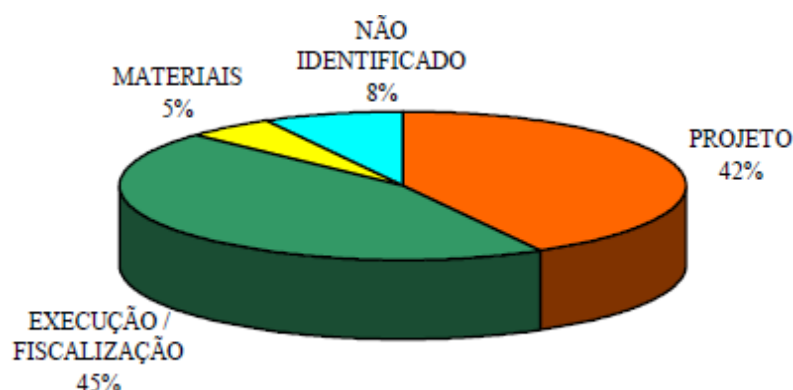
Verçoza (1983) destaca que, por ser essencial o controle da execução dos serviços de impermeabilização, o ideal seria que as construtoras especializassem seus próprios engenheiros por meio de cursos específicos e estágios, criando, assim, um setor exclusivo de fiscalização. Para empresas menores, que não dispõem de condições para treinar seus funcionários, a terceirização do serviço com empresas especializadas em impermeabilização é recomendada. Esse procedimento garante um melhor desempenho do sistema aplicado e, como consequência, a ausência de patologias na obra.

2.2 FALHAS NA IMPERMEABILIZAÇÃO

Como fabricante de produtos impermeabilizantes, buscamos um constante desenvolvimento tecnológico. Além disso, temos demonstrado grande interesse em transmitir aos usuários os conhecimentos adquiridos ao longo de anos de experiência no setor. Contudo, mesmo com a divulgação de informações por meio de fabricantes de impermeabilizantes e pelo IBI (2010), que visam reduzir a desinformação sobre as técnicas e os materiais de impermeabilização, esse tema ainda representa um percentual significativo dos problemas identificados nas edificações (Vedacit, 2015).

Um estudo sobre problemas relacionados à impermeabilização, realizado na cidade de Goiânia (GO) em 50 edifícios de padrão médio e médio-alto, revelou que as patologias verificadas nas edificações têm, em sua maioria, origem em projetos deficientes, seguidos por falhas na execução e pelo uso de materiais inadequados. Esses resultados foram apresentados, conforme ilustrado na Figura 4 (Antonelli, 2002).

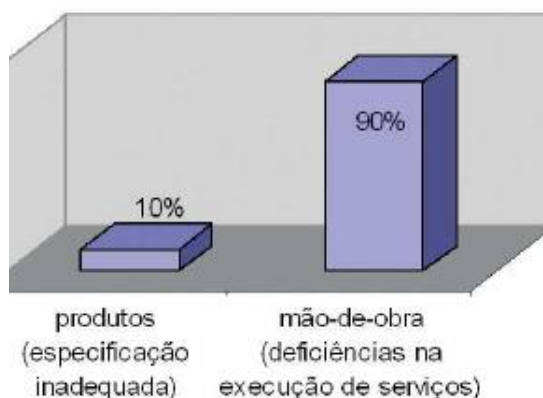
Figura 4: Origens dos problemas de impermeabilização.



Fonte: Antonelli (2012).

Segundo o IBI (2010), uma pesquisa aponta que os principais problemas de impermeabilização na construção civil estão relacionados à mão de obra, ao uso de materiais inadequados e à ausência de especificação dos sistemas de impermeabilização. Entre esses fatores, a deficiência da mão de obra é responsável por 90% dos problemas, enquanto a qualidade dos materiais representa 10%, conforme ilustrado na Figura 5.

Figura 5: Problemas relacionados à impermeabilização.



Fonte: IBI (2010)

Essa estatística pode ser explicada historicamente pelo caráter informal do setor da construção civil, marcado pela baixa qualificação da mão de obra. Grande parte dos operários é composta por trabalhadores sem treinamento específico, muitos dos quais analfabetos, que adquirem conhecimentos por meio do aprendizado prático no dia a dia da obra, geralmente transmitido por outros profissionais mais experientes. Contudo, esses profissionais frequentemente desconhecem as especificações corretas das normas técnicas de execução.

Em entrevista ao site Construção Mercado, o professor Francisco Ferreira Cardoso, do Departamento de Construção Civil da Poli-USP, destacou que 80% dos trabalhadores do setor possuem menos de quatro anos de estudo, e 20% são analfabetos funcionais (Blanco, 2007). O cenário no segmento das empresas de impermeabilização reflete o mesmo padrão observado no restante do setor da construção civil, com a persistência de negligência por parte das construtoras em relação à qualificação técnica dos trabalhadores. Isso é agravado pela diversidade de produtos e métodos de aplicação disponíveis no mercado, exigindo maior especialização.

Como apontado em estudos anteriores, a qualidade dos materiais também figura entre os principais problemas da impermeabilização. Segundo Righ (2002), o mercado brasileiro oferece uma ampla variedade de produtos com desempenho e qualidade variáveis, de diferentes origens e métodos de aplicação, incluindo materiais Picchi (1986) justifica que as falhas relacionadas à impermeabilização, no que tange aos materiais, geralmente ocorrem devido à má qualidade dos mesmos. Isso se deve, muitas vezes, ao fato de os técnicos não seguirem corretamente as especificações técnicas das normas, à ausência de controle de qualidade durante o processo de fabricação dos materiais pela indústria, ou à adulteração dos produtos por parte de fornecedores e/ou aplicadores. Outro fator, considerado o mais relevante para as construtoras, é o financeiro: mesmo tendo o conhecimento necessário para escolher adequadamente o material a ser aplicado no sistema de impermeabilização, elas frequentemente priorizam materiais mais econômicos em detrimento de critérios técnicos.

De acordo com o IBI (2010), preocupados com os altos índices de falhas relacionadas à mão de obra e ao uso de materiais inadequados, alguns fabricantes adotaram estratégias para melhorar a qualificação e o investimento no setor de

impermeabilização. Esses fabricantes passaram a formar redes de aplicadores certificados e capacitados para aplicar seus produtos. Como resultado, os aplicadores recebem suporte técnico e acompanhamento profissional, garantindo a execução correta dos serviços. Além disso, os clientes recebem uma garantia de cinco anos tanto do serviço executado pelo aplicador quanto da qualidade do produto oferecida pela fábrica, incluindo proteção contra defeitos de fabricação.

Um exemplo prático dessa preocupação com a qualificação técnica no sistema de impermeabilização é dado pela fabricante Vedacit. A empresa conta com engenheiros responsáveis pela divulgação de técnicas de impermeabilização, que realizam visitas a obras de todos os portes para orientar engenheiros, mestres de obras e pedreiros sobre o uso correto dos produtos impermeabilizantes. Além disso, a Vedacit criou centros de treinamento em suas fábricas localizadas em São Paulo e Salvador, onde ministra aulas práticas e teóricas sobre impermeabilização, aditivos para concreto e recuperação estrutural.

O êxito de uma impermeabilização, além da execução e da qualidade dos materiais, depende de uma série de detalhes presentes no projeto. Segundo o IBI, grande parte das patologias relacionadas à impermeabilização, como infiltrações e vazamentos, é causada por falhas no projeto, erros na execução ou pela não conformidade com as especificações técnicas das normas. Um projeto bem detalhado é o ponto de partida para a contratação de uma empresa qualificada para a aplicação. No entanto, o setor ainda carece de maior especialização, pois existem poucos escritórios com experiência aprofundada no assunto.

Em entrevista à revista *Téchne*, o engenheiro José Miguel Morgado, diretor-executivo do Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI), destacou que o projetista de impermeabilização deve trabalhar em conjunto com os responsáveis pelos projetos de arquitetura, estrutura, hidráulica e demais sistemas. Essa compatibilização total dos projetos é fundamental para evitar problemas que prejudiquem a impermeabilização, como falhas de caimentos e ralos inadequados (Besana, 2016).

A norma ABNT NBR 9575 (ABNT, 2010) foi elaborada para orientar os projetos de impermeabilização. Ela é composta por um conjunto de informações gráficas e descritivas que definem, de forma integral, as características de todos os sistemas de impermeabilização utilizados em uma construção, garantindo uma base clara para a execução do serviço. Conforme a norma, o projeto de impermeabilização deve incluir um estudo preliminar e dois projetos que se complementam normatizados e não

normatizados. Por isso, conhecer detalhadamente os parâmetros técnicos dos materiais é fundamental para a escolha do sistema adequado.

- Projeto básico é o conjunto de informações gráficas e descritivas que definem a solução de todos os problemas de impermeabilização possíveis a serem adotados numa determinada construção.
- Projeto executivo é o conjunto de informações gráficas e descritivas que, com base no projeto básico detalha os materiais que serão utilizados, a técnica de aplicação desses materiais em cada local.

2.3 PATOLOGIAS CAUSADAS PELA MÁ IMPERMEABILIZAÇÃO OU FALTA DELA

“Patologia das edificações é a ciência que estuda as falhas que ocorrem nos diversos componentes ou sistemas de edificação, caracterizando as formas de manifestações e tentando identificar causas” (Picchi, 1986, p.160).

Segundo Verçozza (1983), a ação da água em edificações gera uma série de patologias, como manchas, mofo, apodrecimento, eflorescências e deterioração de paredes e forros. Além disso, podem ocorrer danos estruturais que comprometem a estabilidade da construção. Esses problemas, em sua maioria, são decorrentes da má qualidade do projeto ou, em muitos casos, da ausência de um projeto de impermeabilização. Eles também podem ser agravados por falhas na execução e pelo uso de materiais inadequados.

Infiltrações na laje, causadas pela ausência ou má execução da impermeabilização, podem comprometer a segurança da estrutura. A passagem de água pelo concreto armado favorece o surgimento de diversas patologias, como manchas de umidade, eflorescências, lixiviação do concreto e corrosão das armaduras. A Figura 6 ilustra a corrosão da armadura em uma laje afetada por infiltrações.

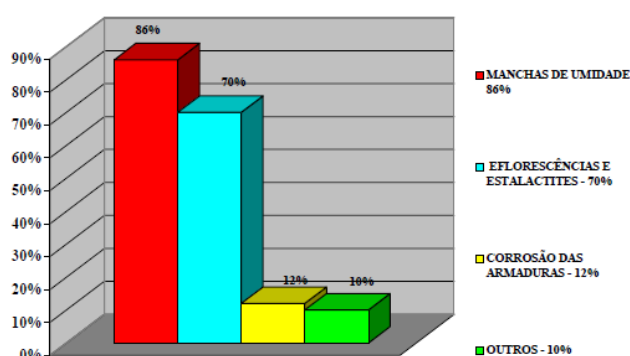
Figura 6: Armadura exposta devido à má impermeabilização.



Fonte: IBI (2010).

Segundo a pesquisa realizada por Antonelli (2002), na cidade de Goiânia-GO, em 50 edifícios de padrão médio, foram analisados problemas patológicos nos sistemas de impermeabilização em lajes térreas. O estudo verificou o quantitativo dos principais efeitos das infiltrações nas edificações, decorrentes de falhas nos sistemas de impermeabilização. Os resultados dessa análise podem ser observados na Figura 7.

Figura 7: Principais consequências dos problemas de impermeabilização.



Fonte: Antonelli (2002)

É importante ressaltar que essas patologias podem ocorrer em três momentos da vida útil de uma edificação. O primeiro momento é na sua concepção, por meio de falhas no projeto. O segundo ocorre durante a obra, com o uso de materiais inadequados e erros de execução. Por fim, o terceiro e mais crítico surge após a entrega da obra, quando os moradores precisam conviver com um ambiente insalubre e de aspecto desagradável, comprometendo a segurança e a saúde das pessoas.

Além disso, a construtora é prejudicada, tendo que arcar com altos custos de reparos não previstos no orçamento inicial, sofrendo desgastes com os clientes e, conseqüentemente, perdendo credibilidade no mercado da construção civil (Silva, 2011).

O mesmo autor ressalta que, ao nos depararmos com essas patologias construtivas, é comum optar por reparos imediatos, uma solução temporária e aparentemente mais barata. Esse método é frequentemente adotado para evitar transtornos e possíveis processos judiciais por parte dos moradores. No entanto, realizar reparos às pressas, sem compreender a causa do problema ou buscar um diagnóstico de um especialista, pode agravar os danos à edificação. Isso reflete uma carência de profissionais e empresas especializadas na teoria de patologias das construções. Contudo, a cada ano, surgem novos cursos de especialização, visando à formação de engenheiros civis capacitados para diagnosticar problemas e apresentar soluções adequadas para recuperação das edificações (Silva, 2011).

Devido à recorrência de patologias relacionadas à impermeabilização nos edifícios, surgiu a necessidade de elaborar normas que prezem pela durabilidade e qualidade das construções. Essa preocupação resultou na criação da ABNT NBR 15.575 (ABNT, 2013) - Desempenho de edifícios habitacionais, que também tem como objetivo conscientizar profissionais da atividade de impermeabilização, além de orientar construtores sobre a importância de um trabalho técnico e bem planejado.

3 SISTEMAS IMPERMEABILIZANTES, PROPRIEDADES E CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS EMPREGADOS

Sistema de impermeabilização é o “conjunto de produtos e serviços (insumos) dispostos em camadas ordenadas, destinado a conferir estanqueidade a uma construção” (ABNT NBR 9575, 2010, p.10). Trata-se de um componente essencial para o desempenho de uma edificação, garantindo a segurança e a integridade física dos usuários, além de promover ambientes salubres, contribuindo para a prevenção de doenças respiratórias.

Para assegurar a segurança das pessoas e a estabilidade da construção, é imprescindível compreender os parâmetros técnicos que orientam a escolha adequada do sistema a ser utilizado. Isso inclui o conhecimento sobre os principais

impermeabilizantes disponíveis no mercado, as propriedades dos materiais aplicados, sua durabilidade, bem como os novos materiais lançados no mercado brasileiro, que oferecem maior eficiência e sustentabilidade no contexto da impermeabilização.

2.2 ESCOLHA DO TIPO DE SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO

A escolha do sistema de impermeabilização a ser utilizado não é uma tarefa simples. É necessário avaliar diversos fatores, como o local a ser impermeabilizado, a utilização da superfície, a qualidade da mão de obra disponível, o custo dos materiais, a dificuldade de execução, a durabilidade desejada e as solicitações impostas à estrutura (Verçoza, 1985).

O mercado brasileiro oferece uma ampla variedade de produtos e sistemas de impermeabilização. Além disso, é importante considerar a edificação como um todo, composta por diferentes sistemas e elementos construtivos, cada um demandando materiais específicos, técnicas de aplicação adequadas e um estudo detalhado das solicitações, para garantir a estanqueidade através da escolha correta do sistema.

Adicionalmente, uma seleção apropriada deve obedecer rigorosamente aos critérios estabelecidos pelas normas técnicas. De acordo com a ABNT NBR 9575 (ABNT,2010), a definição do sistema de impermeabilização a ser utilizado deve basear-se na análise das solicitações impostas pelo fluido nas partes construtivas que requeiram estanqueidade. Essas solicitações podem ocorrer de quatro formas distintas, conforme descrito a seguir:

- Imposta pela água de percolação;
- Imposta pela água de condensação;
- Imposta pela umidade do solo;
- Imposta pelo fluido sob pressão unilateral ou bilateral.

De acordo com Téchene (2010) para seleção adequada do sistema de impermeabilização tem de ser basear em parâmetros técnicos, dos quais devem ser fundamentados nos seguintes itens:

- Desempenho adequado para o tipo de uso do local a ser protegido ou impermeabilizado;

- Vida útil compatível com projeto e programações de manutenção;
- Compatibilidade com os demais sistemas e elementos construtivos;
- Exigências e características estéticas adequadas;
- Cronograma de aplicação frente ao cronograma da obra;
- Custo previsto dentro do orçamento do empreendimento.

Acrescentando os critérios de escolha do sistema de impermeabilização anteriores, podemos citar (Sabbatini *apud* Righi, 2009) os principais fatores que devem ser levados em consideração são: pressão hidrostática, frequência de umidade, exposição ao sol, exposição a cargas e movimentação da base e extensão da aplicação. Levando em consideração a escolha do sistema de impermeabilização da laje (Venturini, 2014) destaca que o projetista deverá se certificar o mais adequado, conforme as aplicações usuais da construção civil:

- Lajes de concreto sujeitas ao tráfego de pessoas e equipamentos são adotadas sistemas flexíveis e protegidos;
- Lajes maiores que 50 m² são usualmente adotadas as mantas asfálticas pré-fabricadas;
- Lajes com superfícies menores à preferência são pelas emulsões asfálticas moldadas in loco;
- Lajes em que o acesso é restrito é aplicado soluções mais baratas como as mantas asfálticas.

2.3 CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

A seguir, será apresentada a classificação dos sistemas de impermeabilização, de acordo com diferentes critérios, com base em autores e nas normas técnicas. Segundo Dinis (*apud* Moraes, 2002), os diversos sistemas de impermeabilização disponíveis no mercado possuem diferenças significativas em termos de concepção, princípios de funcionamento, materiais e técnicas de aplicação. Essas variações servem como base para múltiplas classificações, que auxiliam na compreensão e comparação dos sistemas disponíveis no mercado brasileiro.

Segundo a ABNT NBR 9575 (ABNT, 2010) Os impermeabilizantes são classificados quanto a sua flexibilidade, ou seja, sua capacidade de resistir às

retrações e descontrações da estrutura, sendo divididos em dois grupos: rígidos e flexíveis.

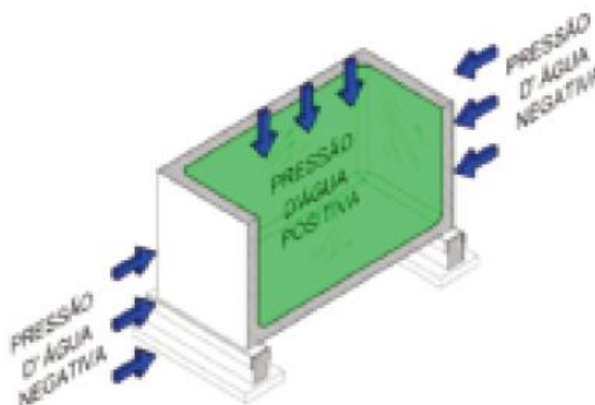
- Sistemas rígidos: deve ser usada em todos os locais que não sofrem muita movimentação da estrutura, por isso é utilizada em estruturas não sujeitas à fissuração ou a grandes deformações.
- Sistemas flexíveis: possuem a capacidade de se alongar em função da exigência estrutural e de absorver a fissuração se forem adequadamente especificados.

Segundo ABNT NBR 9575(ABNT,2010) classifica os sistemas de acordo com atuação da água, esta solicitação pode ser imposta das seguintes formas:

- Água de percolação: é que atua sobre as superfícies, sem exercer pressão hidrostática sobre a construção;
- Água de condensação: com origem na condensação de vapor d'água presente no ambiente sobre a superfície;
- Umidade de solo: é ação da água sobre os elementos das construções que estão em contato com o solo;
- Pressão unilateral e bilateral:
 - a) Água sob pressão negativa: pressão hidrostática exercida de forma inversa à impermeabilização.
 - b) Água sob pressão positiva: pressão hidrostática exercida de forma direta na impermeabilização.

A Figura 8, a seguir ilustra a atuação da água de acordo com as classificações.

Figura 8: Classificação dos sistemas quanto atuação



Fonte: IBI, 2010

Ainda na ABNT NBR 9575 (ABNT, 2010) os sistemas impermeabilizantes são classificados de acordo com o material constituinte principal da camada impermeável:

1) Cimentícios

- Argamassa com aditivo impermeabilizante;
- Argamassa modificada com polímero;
- Argamassa polimérica;
- Cimento modificado com polímero.

2) Asfálticos

- Membrana de asfalto modificado sem adição de polímero;
- Membrana de asfalto elastomérico em solução;
- Membrana de emulsão asfáltica;
- Membrana de asfalto elastomérico;
- Manta asfáltica.
- Membrana de emulsão asfáltica;
- Poliméricos
- Membrana elastomérica de policloropreno e polietileno clorossulfonado;
- Membrana elastomérica de polisobutileno isopreno (IIR), em solução;
- Membrana elastomérica de estileno-butadieno-estireno (SBS);
- Membrana elastomérica de butadieno-estileno-ruber(SBR);
- Membrana de poliuretano;
- Membrana de poliuréia;
- Membrana de poliuretano modificado com asfalto;
- Membrana de polímero acrílico com ou sem cimento;
- Membrana acrílica para impermeabilização;
- Membrana epoxídica;
- Manta de acetato de etilvinila(EVA);
- Manta de policloreto de vinila (PVC);
- Manta de polietileno de alta densidade (PEAD);
- Manta elastomérica de Etilenopropileno-monômero (EPDM);
- Manta elastomérica de poliisobutileno isopreno (IIR).

Segundo Moraes (2002) os sistemas impermeabilizantes podem ser classificados quanto a aderência ao substrato:

- Aderido: Em que o substrato é totalmente fixado ao substrato, seja por fusão do próprio material ou por colagem com adesivos, asfalto quente ou maçarico.
- Semi-aderido: Quando ocorre parcialmente ou localizada em alguns pontos a aderência, como platibandas e ralos.
- Flutuante: Quando o desligamento do substrato é total, sendo utilizada em estruturas de grande deformabilidade.

2.3.1 Sistema de Impermeabilização Rígido

Segundo a ABNT NBR 9575 (ABNT, 2010), a impermeabilização rígida é definida como o conjunto de materiais ou produtos que não apresentam características de flexibilidade compatíveis e que não atuam em conjunto com os elementos estruturais. Por essa razão, não é indicada para estruturas expostas ao sol, já que as variações térmicas provocam movimentações que esse sistema não é capaz de suportar.

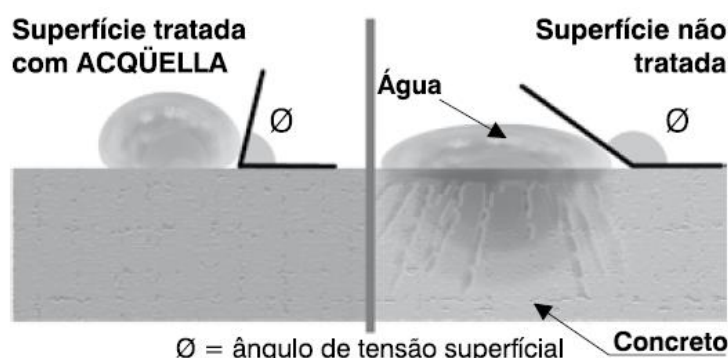
De forma geral, o sistema de impermeabilização rígido é recomendado para os seguintes locais: reservatórios de água inferiores, piscinas enterradas, subsolos, muros de arrimo e elementos de fundações. De acordo com a consultora técnica do IBI, Maria Amélia Adissy Silveira, em um debate promovido pela revista Construção Mercado, os sistemas de impermeabilização rígida apresentam módulo de elasticidade próximo ao da argamassa ou concreto sobre o qual são aplicados (Curcio e Bá, 2017).

2.3.1.1 Argamassa Impermeável com Aditivo Hidrófugo

De acordo com a ABNT NBR 9575 (ABNT, 2010), este tipo de impermeabilização é dosado no local da aplicação, aplicado sobre substratos de alvenaria e composto por agregados minerais inertes, cimento e aditivos hidrófugos, que geralmente são comercializados na forma líquida.

Segundo Vedacit (2015), os aditivos impermeabilizantes reagem quimicamente com a cal livre presente no cimento, formando sais cálcicos insolúveis. Essa reação química promove a repelência à água no interior da estrutura capilar do sistema, reduzindo o ângulo de tensão superficial dos poros dos substratos, conforme ilustrado na Figura 9.

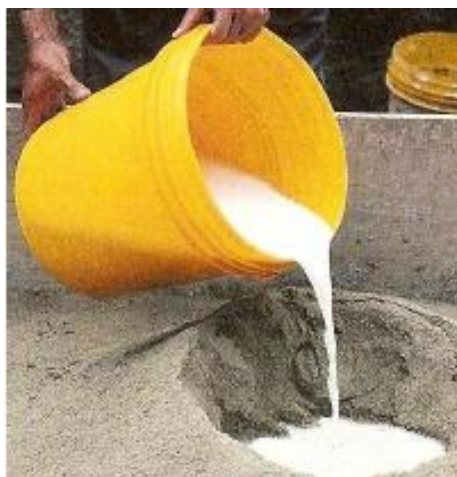
Figura 9: Reação da superfície tratada com aditivo.



Fonte: Vedacit (2012).

O aditivo é adicionado ao concreto ou utilizado para preparar argamassa impermeável de revestimento diretamente conforme a Figura 10. O emprego desse sistema possui uma excelente relação custo-benefício, pois pode ser adicionada a diversos traços de argamassa ou concreto, melhorando a trabalhabilidade das misturas, além de conferir uma maior durabilidade (Vieira, 2005). Os locais recomendados de aplicação são: muros de arrimo, fundações, paredes de alvenaria e baldrame (Cichinelli, 2013).

Figura 10: Preparação da argamassa com aditivo.



Fonte: Pinetti (2012).

Segundo a ABNT NBR 9575 (ABNT, 2010) argamassa polimérica é um tipo de impermeabilização industrializada aplicada em substrato de concreto ou alvenaria, constituída de areia, agregados mineiras, cimento e polímeros, formando um impermeabilizante semiflexível.

De acordo com a Sika argamassa polimérica possui polímeros acrílicos o que torna um sistema semiflexível, sendo comercializados na versão bicomponente, bastando misturar os componentes A (líquido) e B (pó), impermeabilizante e protetor, à base de cimento, areias selecionadas e resina acrílica para uso em concreto, argamassa ou alvenaria com excelente aderência e impermeabilidade.

Por ser um impermeabilizante semiflexível tem capacidade de resistir tanto as pressões hidrostáticas positivas como as pressões negativas, além de possuir alta aderência em substratos cimentícios e alvenaria (Cichinelli, 2012). De acordo com o IBI pode ser aplicado sobre concreto, argamassa e alvenaria para impermeabilização de: subsolos, piscinas, reservatórios enterrados, poço de elevadores, cortinas, muros de arrimo, baldrame, até pisos e paredes de “áreas frias” (banheiros, cozinhas e lavadeiras).

2.3.1.2 Cristalizantes

Segundo Denver (2008), os cimentos cristalizantes são impermeabilizantes rígidos compostos por três produtos de base mineral que penetram por osmose nos capilares da estrutura. Ao entrarem em contato com a água de infiltração, cristalizam-se, formando uma barreira impermeável capaz de resistir a pressões negativas, bloqueando a passagem da água.

Esses cimentos possuem diferentes aplicações, sendo destaque os cimentos de pega ultrarrápida, que atuam como auxiliares no tamponamento de jorros d'água. Outro tipo é composto por cimento, sílica e compostos químicos ativos, que vedam os capilares do concreto. Conforme Cichinelli (2012), eles podem ser utilizados em diversas áreas, incluindo subsolos, lajes, poços de elevadores, reservatórios enterrados e barragens.

2.3.2 Sistema de Impermeabilização Flexível

Segundo Vedacit (2008), a impermeabilização flexível é composta por materiais aplicáveis a estruturas sujeitas a movimentações e variações térmicas, sendo classificada em dois tipos principais: moldados no local (membranas) e pré-fabricados (mantas).

Os sistemas moldados in loco, como membranas asfálticas e acrílicas, podem ser aplicados a frio, no caso das emulsões, ou a quente, como os asfaltos em bloco, com espessuras variadas. Esses sistemas são ideais para espaços pequenos ou de difícil acesso. Já os pré-fabricados, como mantas asfálticas, possuem espessuras uniformes, controladas pelo processo industrial, e geralmente são aplicados em uma única camada.

O sistema flexível é amplamente utilizado em locais como reservatórios de água superiores, lajes térreas, piscinas suspensas, calhas de grandes dimensões e pisos frios, como banheiros, cozinhas e áreas de serviço (Vedacit, 2008).

Segundo Cichinelli (2012), o mercado oferece uma ampla variedade de sistemas flexíveis, como membranas asfálticas, acrílicas, de poliuretano, poliureia e mantas de materiais como EPDM, PEAD e PVC. No entanto, o sistema tradicional de manta asfáltica continua sendo o mais utilizado no mercado brasileiro.

2.3.2.1 Membrana Asfáltica

A membrana asfáltica é um dos sistemas de impermeabilização mais antigos que existe e vem sendo empregado com sucesso por vários anos nas impermeabilizações flexíveis, mesmo com o surgimento de outros sistemas de impermeabilização, a membrana asfáltica tem uma notória participação no mercado brasileiro. O fato se deve a facilidade de aplicação, não necessitando de mão de obra especializada quando se aplicada a frio.

São membranas que utilizam materiais de derivados do CAP (Cimento Asfáltico de Petróleo). Sendo uma impermeabilização moldada in loco é obtida pela aplicação, a frio ou a quente, de sucessivas demãos de asfalto polimérico em emulsão ou solução, que forma, depois de seco, uma membrana flexível e sem emendas. Quanto à forma de aplicação, os sistemas flexíveis podem ser aplicados a frio ou a quente. A

aplicação a frio é simples, não exige ferramentas especiais e pode ser realizada pelo próprio pessoal da obra.

De acordo com a ABNT NBR 9574 (ABNT, 2008), o procedimento de aplicação a frio envolve:

- 1 Aplicar uma demão do material utilizando rolo, trincha ou brocha de forma homogênea.
- 2 Garantir um transpasse mínimo de 10 cm entre as áreas de aplicação.
- 3 Aguardar o tempo de secagem da primeira demão antes de aplicar as demãos subsequentes.
- 4 Repetir o processo até atingir o consumo recomendado, assegurando o total recobrimento do substrato.

A Figura 11 apresenta a ilustração desse processo de aplicação a frio.

Figura 11: Aplicação a frio de membrana asfáltica.



Fonte: Aecweb

No entanto, a aplicação a quente asfáltica deve ser aplicada por profissionais especializados. Para a aplicação, são necessários maçarico de alta pressão com gatilho ligado a um botijão de gás, uma espátula e luvas. A figura 12 mostra a aplicação a quente. Segundo Moraes (2002) locais com pouca ventilação deve se atentar à utilização de produtos aplicados a quente, pois possuem restrições, tanto na manipulação quanto ao risco de fogo.

Figura 12: Aplicação a quente de membrana asfáltica.



Fonte: Votorantim.

2.3.2.2 Membrana Acrílica

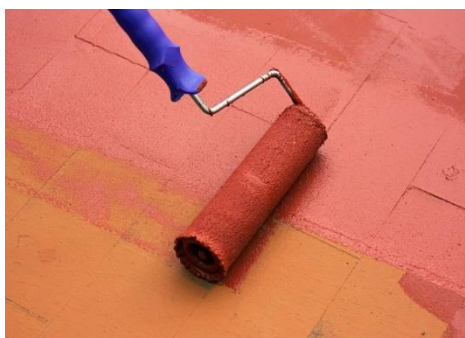
Segundo a Viapol, o impermeabilizante acrílico é aplicado a frio, resultante de uma emulsão de polímeros acrílicos termoplásticos em meio aquoso. Trata-se de um produto monocomponente que, ao ser aplicado, forma uma membrana impermeável contínua, elástica, flexível, com acabamento colorido, resistente aos raios solares e com excelente aderência a substratos como argamassas, concreto e telhas de fibrocimento. É indicado para uso em aplicações como a impermeabilização de lajes de cobertura, marquises, terraços, pisos, telhados de fibrocimento e concreto, bem como na pintura de calhas e rufos.

As membranas acrílicas, moldadas in loco, são especialmente recomendadas para superfícies expostas e não transitáveis. Conforme orientação dos fabricantes, o uso dessas membranas é mais indicado em superfícies com inclinação mínima de 2%, a fim de evitar o acúmulo de água, o que poderia comprometer a durabilidade e a eficácia do sistema (Venturini, 2014). De acordo com a Viapol, para a aplicação do sistema impermeabilizante acrílico, o substrato deve estar limpo, seco e livre de irregularidades. O procedimento consiste em:

- 1 Aplicar a primeira demão do produto.

- 2 Respeitar o tempo mínimo de secagem indicado pelo fabricante.
- 3 Aplicar as demãos subsequentes em cruzamento, até atingir o consumo especificado.
- 4 A Figura 13 apresenta a aplicação deste sistema de impermeabilização.

Figura 13: Aplicação da membrana acrílica.



Fonte: Fibersals.

2.3.2.3 Manta Asfáltica

Segundo a Vedacit (2012), as mantas asfálticas são produtos impermeabilizantes pré-fabricados à base de asfaltos modificados com polímeros, estruturados com filamentos de poliéster ou véu de fibra. O asfalto modificado presente na composição é o principal responsável pela função de impermeabilização.

Esse tipo de produto é amplamente utilizado no Brasil para a impermeabilização de lajes. No mercado, existem diversos tipos de mantas asfálticas que variam quanto à composição, espessura, estrutura interna e acabamento externo. Esses fatores influenciam diretamente o desempenho da manta durante a aplicação e na sua durabilidade (Pezzolo, 2007).

A aplicação das mantas asfálticas é mais recomendada para áreas maiores que 50 m², pois espaços menores demandam um número maior de recortes e emendas, o que pode reduzir a produtividade e aumentar o risco de falhas na execução. Em regiões menores ou com muitas quinas e reentrâncias, as membranas asfálticas moldadas in loco são mais indicadas, devido à sua maior flexibilidade e facilidade de aplicação (Venturini, 2014).

A Figura 14 apresenta a aplicação prática da manta asfáltica, evidenciando as etapas e o processo necessário para sua correta execução.

Figura 14: Aplicação de manta asfáltica.



Fonte: Righi (2009).

2.3.2.4 Mantas Sintéticas

As mantas sintéticas e geossintéticas são produtos pré-fabricados compostos por diferentes tipos de materiais, como PEAD (polietileno de alta densidade), PVC (policloreto de vinila), TPO (elastômero termoplástico), EPDM (borracha de etileno-propileno-dieno), entre outros. Essas mantas são formadas por ligas elásticas e flexíveis, adaptando-se facilmente aos substratos. Além disso, apresentam resistência aos raios ultravioleta e a ataques químicos, tornando-as opções versáteis e duráveis (Ferreira, 2012).

As membranas geossintéticas, como as de PEAD e EPDM, são soluções poliméricas amplamente utilizadas em obras geotécnicas e de proteção ambiental. Essas mantas são recomendadas para projetos de maior porte, incluindo lagos artificiais, aterros sanitários e canais. Devido à sua alta resistência a produtos químicos, elas criam uma barreira física eficiente que previne a contaminação do solo e dos lençóis freáticos, desempenhando um papel importante na preservação ambiental (Ferreira, 2012).

2.4 INOVAÇÕES TECNOLOGIAS NO SETOR DA IMPERMEABILIZAÇÃO

No mercado brasileiro, as inovações tecnológicas continuam surgindo em ritmo constante. Em todos os setores da construção civil, testemunhamos lançamentos frequentes que impulsionam o avanço da área. A impermeabilização não foge à regra: novos produtos com qualidade e desempenho variados, provenientes de diferentes origens e métodos de aplicação, têm sido introduzidos, alguns devidamente normalizados e outros não. Apesar disso, os conceitos e técnicas fundamentais do setor permanecem relativamente estáveis nos últimos tempos. Ainda assim, impermeabilizar tem se tornado uma tarefa mais prática e eficiente.

Entre os novos produtos que recentemente ganharam espaço nas obras brasileiras, destaca-se a borracha líquida. Este impermeabilizante, composto por elastômeros, ao curar forma uma membrana monolítica com excelente aderência, alta flexibilidade e longa vida útil. Em entrevista à AECweb, o fundador da empresa HM Rubber, Élcio Machado, ressaltou que a borracha líquida é uma alternativa inovadora para um segmento que carece de tecnologias avançadas (Bonafé, 2017).

A aplicação da borracha líquida não exige mão de obra especializada, o que a torna uma solução acessível. Pode ser aplicada de forma mecânica, utilizando pistolas para pintura (conforme ilustrado na Figura 15), ou manualmente, com rolos, pincéis ou brochas. É ideal tanto para locais sujeitos a grandes movimentações, como coberturas, lajes, piscinas e muretas, quanto para ambientes internos (Bonafé, 2017).

Figura 15: Aplicação de borracha líquida em pavimento de concreto.



Fonte: Aecweb.

Outra solução inovadora em teste é o novo impermeabilizante de alto brilho, antifúngico desenvolvido pelo laboratório da Agência Unesp de Inovação (AUIN) para suprir a necessidade do mercado brasileiro que apesar de possuir diversos produtos

impermeabilizantes que proporcionam brilho e antifúngicos. Contudo não possuem qualidade e desempenho esperados por norma. O impermeabilizante é de fácil manipulação podendo ser aplicado em qualquer tipo de material (cerâmica, madeira, metal, concreto, entre outros), sendo composto de um solvente com propriedade antifúngica, brilhante, baixa toxicidade e economicamente viável (AUIN, 2018).

2.5 DURABILIDADE DA IMPERMEABILIZAÇÃO

A presença de umidade é um dos principais fatores que contribuem para diferentes tipos de deterioração direta em elementos construtivos, como aço, tintas, argamassas e outros materiais. Além disso, a umidade atua como um veículo para substâncias nocivas às construções, como ácidos, bases e sais. Nesse contexto, a durabilidade e a vida útil de uma edificação dependem diretamente de uma impermeabilização eficiente, que protege a estrutura contra esses processos de degradação.

A NBR ABNT 15.575 (ABNT,2013) define durabilidade como a capacidade do edifício de desempenhar suas funções ao longo do tempo, sob condições especificadas de uso e manutenção, até atingir um estado limite de utilização. A mesma norma define vida útil como o período de tempo durante o qual o edifício ou seus sistemas mantêm o desempenho esperado, quando submetidos apenas às atividades de manutenção previamente definidas no projeto.

De acordo com Granato (2018), prever com exatidão a durabilidade de um sistema de impermeabilização é uma tarefa complexa, uma vez que diversos fatores devem ser considerados. Os fatores mais importantes incluem:

- No projeto construtivo: Em que a compatibilização dos projetos (arquitetura, estrutural, hidráulico, elétrico, fundação e impermeabilização) e o atendimento à norma de desempenho.
- Projeto de impermeabilização: Devem ser detalhados todos os sistemas de impermeabilização para cada elemento construtivo da edificação, além de ser compatibilizado com todos os outros projetos.
- Qualidade dos materiais: No mercado existem diversos produtos impermeabilizantes com qualidade e desempenho variáveis, normalizados ou

não. Por isso a escolha adequada do material baseado em parâmetros técnicos é fundamental.

- Qualidade da execução da impermeabilização: A aplicação deve ser realizada por equipes especializadas, pois de nada adianta ter material de qualidade se execução da impermeabilização é por profissionais não habilitados.
- Qualidade da construção da edificação: A impermeabilização deve ser executada sobre um substrato adequado, de forma não comprometer o seu desempenho.
- Fiscalização: O controle da execução da impermeabilização é fundamental para seu desempenho, o monitoramento em cada fase de execução da impermeabilização para garantir um sistema de qualidade.
- Manutenção: Quando a vida útil do sistema chegar no final, deve se trocar a impermeabilização.

3 PRINCÍPIOS BÁSICOS DO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Ao conceber o projeto de qualquer tipo de construção civil, o arquiteto ou engenheiro civil deve dedicar especial atenção aos possíveis problemas relacionados à impermeabilização. Este capítulo aborda o processo de impermeabilização, visando garantir a eficiência e o sucesso do serviço. Serão analisadas todas as etapas, desde a elaboração do projeto de impermeabilização até a execução do sistema e o controle de qualidade. O enfoque principal será dado aos sistemas de membrana asfáltica e manta asfáltica, amplamente utilizados na impermeabilização de lajes e de componentes associados, como piscinas, playgrounds, quadras poliesportivas, entre outros.

A abordagem seguirá as recomendações das normas técnicas nacionais, como as da ABNT NBR 9574 (ABNT,2008) e ABNT NBR 9575 (ABNT,2010), orientações de entidades especializadas em impermeabilização e manuais técnicos fornecidos pelos fabricantes dos materiais.

3.1 IMPORTÂNCIA DO PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

A elaboração de um projeto de impermeabilização, conforme destaca o Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI), é essencial para garantir a durabilidade de uma edificação. Ele possui a mesma relevância que outros projetos que compõem o escopo da construção, como os projetos arquitetônico, estrutural, hidráulico, elétrico e de paisagismo. Por essa razão, é imprescindível a existência de um projeto específico que assegure a execução correta da impermeabilização.

O IBI também ressalta que a maioria das falhas patológicas relacionadas à impermeabilização, como infiltrações e vazamentos, decorre da ausência ou da inadequação do projeto. Isso porque o projetista pode identificar previamente os detalhes críticos que mais frequentemente causam problemas e, assim, controlar de forma mais eficaz a execução.

Adicionalmente, Picchi (1986) afirma que os custos relacionados ao desenvolvimento de um projeto de impermeabilização são pequenos quando comparados às despesas geradas por retrabalhos e desperdício de materiais na obra devido à inexistência de um projeto adequado.

IBI refere a importância do projeto de impermeabilização a vários fatores:

- Para facilitar a execução e fiscalização dos serviços;
- Para a escolha adequada do sistema de impermeabilização conforme as especificidades da edificação;
- Para melhorar a compatibilização da impermeabilização com outros sistemas;
- Para evitar possíveis erros durante a execução.

Atualmente com a exigência de qualidade cada vez maior no mercado e promulgação da ABNT NBR 15.575 (ABNT,2013) há uma preocupação crescente das construtoras quanto à qualidade dos seus serviços executados, porém apenas uma pequena parte das construtoras vem adotando o seu uso.

3.2 PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Conforme abordado no tópico anterior, a impermeabilização é essencial para a durabilidade de uma construção, devendo ser parte integrante dos projetos de uma edificação, assim como os projetos arquitetônico, estrutural, hidráulico, elétrico, entre

outros. O projeto de impermeabilização precisa ser claro, detalhado e de fácil compreensão. Segundo Vedacit (2012), ele deve incluir um memorial descritivo e justificativo, desenhos e detalhes específicos, além das especificações dos materiais e da forma de execução das técnicas a serem aplicadas.

De acordo com a ABNT NBR 9575 (ABNT,2010), o projeto de impermeabilização é composto por um conjunto de informações gráficas e descritivas que definem todas as características do sistema de impermeabilização adotado em uma edificação. Esse projeto é dividido em três etapas: estudo preliminar, projeto básico e projeto executivo, que se complementam para assegurar a qualidade do sistema implantado.

- Estudo Preliminar: é o conjunto de informações técnicas e de custos, composto por dados analíticos que tem como objetivo determinar as áreas a serem impermeabilizadas, conforme as exigências de desempenho em relação a estanqueidade e a durabilidade.
- Projeto Básico: é o conjunto de informações gráficas e descritivas que definem a solução de todos os problemas de impermeabilização possíveis a serem adotados numa determinada construção. Devendo ser feito durante a etapa de coordenação geral das atividades de projeto.
- Projeto Executivo: é o conjunto de informações gráficas e descritivas que, com base no projeto básico detalha os materiais que serão utilizados, a técnica de aplicação desses materiais em cada local. Recomenda-se ser feito antes do início da execução das fundações.

Segundo a ABNT NBR 9575 (ABNT,2010) é importante que o projeto seja desenvolvido em conjunto com o projeto geral e os projetos setoriais (fundação, estrutural, hidráulico, etc.) e ser compatibilizado com todos os componentes da construção de forma a não sofrer ou ocasionar interferências, além de prever as correspondentes especificações em termos de dimensões, cargas de teste e detalhes.

O IBI destaca aspectos que devem ser levados em conta durante a elaboração do projeto de impermeabilização:

- A norma da ABNT NBR 9575 (ABNT, 2010) e demais normas brasileiras;
- Classificação dos tipos de impermeabilização;

- Análise e definição do tipo de substratos;
- Análise da forma de atuação da água à qual o sistema estará sujeito;
- Análise do ambiente e nível de exposição;
- Movimentação da estrutura e possíveis acomodações do terreno;
- Viabilidade de custo;
- Compatibilização do prazo de execução, tempo mínimo de execução e aplicação dos sistemas de impermeabilização.

3.3 EXECUÇÃO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

O desempenho da impermeabilização depende diretamente de várias variáveis, como o projeto, os materiais utilizados, a fiscalização e a execução do sistema. Mesmo que o projeto seja bem elaborado e o sistema escolhido seja o mais adequado, esses esforços podem ser comprometidos por uma má execução. Por isso, recomenda-se a contratação de aplicadores credenciados, capacitados para aplicar os produtos conforme as especificações da fabricante, assegurando a garantia dos serviços executados de acordo com a (ABNT NBR 9574,2008).

A seguir, serão descritas as etapas de execução dos sistemas de impermeabilização flexíveis aplicáveis às lajes térreas, com foco nos sistemas de membranas asfálticas e mantas asfálticas.

3.3.1 Preparação e Regularização do Substrato

Conforme a ABNT NBR 9574 (ABNT, 2008), o substrato que receberá a aplicação das membranas e mantas asfálticas deve estar regular, seco, limpo e isento de corpos estranhos ou partículas soltas. Além disso, é essencial que toda a superfície a ser impermeabilizada tenha um caimento mínimo de 1% na direção dos coletores de águas pluviais e que cantos e arestas sejam arredondados. Esse arredondamento é necessário para permitir o ajuste contínuo do sistema aplicado, evitando dobragens em ângulos brusclos. Esse procedimento é ilustrado na Figura 16.

Figura 16: Arredondamento dos cantos.



Fonte: Gnoatto; Nernberg (2014).

Segundo Picchi (1986), recomenda-se evitar, sempre que possível, o uso de uma camada de regularização, cabendo à estrutura portante atender aos requisitos de caimento. No entanto, a presença de pontas agudas, brocas e protuberâncias no substrato inviabiliza a aplicação do sistema de impermeabilização. Por essa razão, torna-se necessária a execução de uma camada de regularização para alcançar uma superfície homogênea, firme e com os caimentos adequados.

Ainda de acordo com o autor, a superfície a ser regularizada deve passar por uma limpeza rigorosa, utilizando escova de aço ou equipamento de jateamento, para eliminar partes soltas e remover eventuais materiais aderidos ao concreto. Após a secagem, deve-se aplicar uma camada de argamassa de cimento e areia no traço 1:3 em volume, com areia de granulometria entre 0 mm e 3 mm, sem aditivos impermeabilizantes. A camada deve ter espessura mínima de 2 cm, ser sarrafeada e desempenada, garantindo os caimentos necessários. Além disso, cantos e arestas devem ser arredondados no formato de meia cana, com raio mínimo de 8 cm.

Além disso, é fundamental prever um encaixe de 20 cm de altura e 2 cm de profundidade para as bordas de impermeabilização e em torno dos ralos. Para esses pontos, é necessário criar um rebaixo na camada de regularização com profundidade de 1 cm e uma área de 40x40 cm. A Figura 17 ilustra o aspecto adequado da execução da camada de regularização.

Cunha e Neumann (1979) já alertavam, desde aquela época, e o problema persiste até os dias atuais, que a pressão para cumprir cronogramas de obra por razões econômicas frequentemente resulta na aplicação de sistemas de impermeabilização em superfícies inadequadas. Nesses casos, a manta ou

membrana não obtém aderência perfeita, o que pode gerar bolhas. Com a atuação de cargas sobre a camada de proteção, essas bolhas podem se romper, comprometendo o desempenho do sistema.

Figura 17: Camada de regularização.



Fonte: Autor, 2025

3.3.2 Imprimação

Conforme Yazigi (2006), a imprimação, também chamada de primer, é uma pintura aplicada diretamente sobre a superfície a ser impermeabilizada, geralmente utilizando um rolo de lã. Sua principal função é aumentar a aderência do material que compõe o sistema de impermeabilização, respeitando o consumo recomendado pelo fabricante. A figura 18 ilustra o processo de aplicação do primer.

Figura 18: Aplicação do primer.



Fonte: Penitti (2012).

3.3.3 Aplicação do sistema de impermeabilização

A NBR ABNT 9575 (ABNT,2010) define sistema de impermeabilização como o conjunto de materiais, destinado a conferir impermeabilidade à construção. Desta

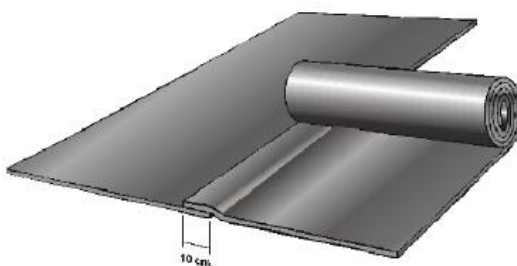
forma, um sistema de impermeabilização é caracterizado não só pelos materiais, mas também pela técnica de aplicação. Os itens a seguir irão exemplificar métodos executivos da membrana asfáltica e da manta asfáltica.

3.3.3.1 Manta Asfáltica

A aplicação da manta asfáltica sobre a superfície pode ser realizada com o auxílio de um maçarico a gás (GLP), asfalto aquecido, adesivo ou através de sua característica autoadesiva, garantindo a cobertura completa do substrato. Nas construções civis, o método mais comum é a aderência com maçarico. De acordo com Vedacit (2012), o primeiro passo consiste em posicionar os rolos de manta de forma alinhada, respeitando o requadro da área. A colagem deve começar pelos ralos e coletores, seguindo em direção às extremidades, conforme o escoamento da água.

Segundo a ABNT NBR 9574 (ABNT,2008), a aplicação com maçarico é feita aquecendo simultaneamente o substrato já imprimado e a superfície da manta. É essencial pressionar a manta do centro para as bordas, a fim de evitar a formação de bolhas de ar. As emendas devem ter uma sobreposição mínima de 10 cm (Figura 19).

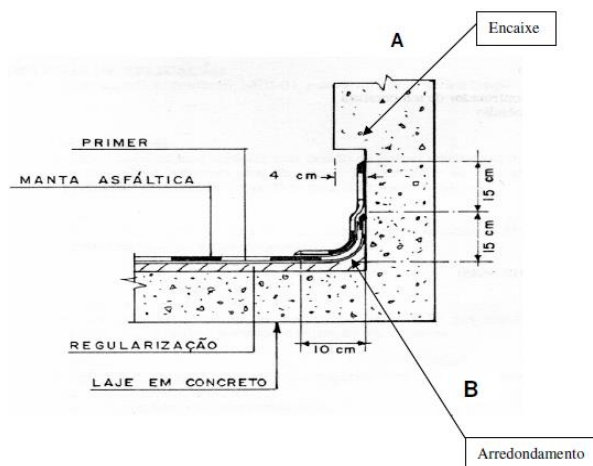
Figura 19: Emendas.



Fonte: Viapol (2012).

De acordo com Vedacit (2012), após a colagem das mantas, é recomendada a realização do serviço de "biselamento", que consiste em aquecer a colher de pedreiro para alisar as emendas, aplicando leve pressão sobre a superfície da manta. Em superfícies verticais, a instalação deve ser iniciada levando a manta do piso até cobrir parte da meia-cana. Em seguida, outra manta deve ser colada para cobrir a área do rodapé, descendo 10 cm no piso. Esse procedimento resulta em uma sobreposição dupla de manta na região do rodapé (Figura 20).

Figura 20: Detalhe da aplicação da manta asfáltica em rodapés.



Fonte: Righi (2009).

Na figura 21, pode se observar aplicação da manta asfáltica com maçarico.

Figura 21: Aplicação da manta asfáltica com maçarico.



Fonte: Mapa da obra.

3.3.3.2 Membrana Asfáltica a Frio

Conforme Vedacit (2012), a aplicação da membrana asfáltica a frio é uma técnica segura, econômica e simples, que pode ser executada pelo próprio pessoal da obra, sem necessidade de equipamentos especializados ou profissionais altamente qualificados.

De acordo com o autor, o processo inicia-se pelos rodapés, ralos e tubos, avançando em seguida para toda a superfície do substrato, de forma contínua e sem interrupções. Após essa etapa, é necessário aguardar o tempo de secagem indicado pelo fabricante para, então, aplicar a armadura (tela de poliéster) sobre toda a superfície. Essa tela deve ser perfeitamente aderida, com abas sobrepostas em no

mínimo 10 cm. A armadura confere à membrana maior resistência a esforços de tração e punção.

Por fim, são aplicadas as demãos subsequentes, respeitando os tempos de secagem entre camadas, até alcançar o consumo especificado no projeto e garantir o total recobrimento do substrato. A Figura 22 ilustra o processo de aplicação a frio

Figura 22: Aplicação da membrana asfáltica a frio.



Fonte: Fórum da construção.

3.3.3.3 Membrana Asfáltica a Quente

Na membrana asfáltica a quente se caracterizam pela aplicação em alta temperatura dos produtos (asfalto modificado com polímero, asfalto elastomérico e emulsão asfáltica). Busian (2013) Normalmente é usado um recipiente metálico de 200 litros onde é colocado o asfalto conforme a Figura 23, e o aquecimento é realizado com maçarico de alta pressão com gatilho ligado a um botijão de gás.

Figura 23: Recipiente metálico.



Fonte: EQUIPE DE OBRA.

Segundo ABNT NBR 9574 (ABNT, 2008) A aplicação desta membrana é realizada após a secagem da superfície imprimida e quando a membrana asfáltica estiver na temperatura de aplicação (esta temperatura é em torno de 190 a 220°C,

podendo variar de acordo com o fabricante). Em seguida, lançar o asfalto sobre a superfície e com a desempenadeira de aço é realizado o espalhamento. Após o resfriamento do asfalto, colocar a armadura (tela de poliéster) com sobreposição mínima de 10 cm e continuar a aplicação até atingir o consumo pré-estabelecido em projeto. As Figuras 24 e 25 a seguir ilustram a aplicação da membrana asfáltica a quente.

Figura 24: Lançamento da membrana asfáltica a quente.



Fonte: Antonelli (2012).

Figura 25: Espalhamento da membrana asfáltica quente.



Fonte: Antonelli (2012).

3.3.4 Teste de Estanqueidade

Conforme a ABNT NBR 9574 (ABNT, 2008), após a execução da impermeabilização, recomenda-se ser efetuado ensaio de estanqueidade com água limpa, com duração mínima de 72 horas para verificação de falhas. Caso haja a necessidade de reparos, o ensaio deve ser repetido para posterior liberação.

De acordo com o IBI durante o teste de estanqueidade a equipes de fiscalização, projetistas e executores devem verificar se há presença de bolhas e outras anomalias. Na Figura 26 a seguir mostra o teste de estanqueidade.

Figura 26: Teste de estanqueidade.



Fonte: VIAPOL, 2012.

3.3.5 Camada Separadora

De acordo com ABNT NBR 9574 (ABNT, 2008) a camada de separação é utilizada entre a impermeabilização e seu suporte, para obtenção do sistema independente, ou entre a impermeabilização e a proteção mecânica, evitando a aderência de outros materiais sobre a camada impermeável. Os materiais utilizados são o papel Kraft betumado, filme de polietileno ou geotêxtil. A Figura 27 mostra a camada separadora.

Figura 27: Aplicação da camada separadora.



Fonte: Equipe da obra.

3.3.6 Camada de Proteção Térmica

De acordo com a NBR 9574 (2008), a camada de proteção térmica tem a função de minimizar a influência da temperatura sobre a camada impermeável, protegendo-a contra os efeitos prejudiciais do calor excessivo. Essa camada pode ser composta por materiais de origem vegetal, como fibra de madeira e cortiça; de origem mineral, como lã de rocha e lã de vidro; ou ainda por concreto leve.

Conforme Yazigi (2006), a estabilização térmica da estrutura contribui para aumentar a vida útil da edificação, uma vez que as movimentações térmicas podem comprometer a impermeabilidade da laje térrea.

3.3.7 Proteção Mecânica

Segundo a NBR 9574 (2008) A camada de proteção mecânica tem a função de absorver e dissipar os esforços estáticos ou dinâmicos atuantes, colocar sobre a camada impermeável, de modo a proteger contra ação danosa desses esforços. Em conformidade com o IBI as proteções mecânicas podem ser classificadas quanto ao seu uso:

- Proteção mecânica simples ou primária: Lançada sobre a impermeabilização e com acabamento sarrafeado, esta proteção é constituída de argamassa de cimento e areia nos traços de 1:5 a 1:7;
- Proteção mecânica acabada: Podem ser de concreto/argamassa são fundamentais para um bom desempenho de uma impermeabilização. A argamassa é lançada sobre a proteção mecânica simples, sarrafeada e desempenada, esta proteção possui argamassa de cimento e areia no traço 1:3 ou 1:4 com espessura mínima de 3 cm. Pode ser executada, de acordo com característica da obra, em quadros de 0,50 x 0,50m a 4,00 x 4,00m;
- Proteção mecânica armada: Utilizada em locais com previsão de trânsito de veículos. A espessura, traço e armadura serão dimensionados de acordo com a carga. Antes da aplicação da tela, será executada a proteção mecânica simples, após será colocada a tela soldada, e sobre, executada a proteção mecânica armada e o acabamento desempenado.

Figura 28: Proteção mecânica simples.



Fonte: Antonelli (2012).

3.4 FISCALIZAÇÃO

De acordo com o IBI, o controle rigoroso na execução da impermeabilização é essencial para garantir seu desempenho. Esse controle deve ser realizado, preferencialmente, pelo projetista da obra, de forma independente da empresa responsável pela aplicação. O instituto destaca pontos fundamentais a serem observados durante a fiscalização dos serviços de impermeabilização na construção civil:

- Cabe ao fiscalizador identificar incompatibilidades entre o projeto de impermeabilização e o local físico, relatando para o projetista e o aplicador;
- Orientar a correta forma de armazenar os materiais no canteiro da obra, conforme as recomendações do fabricante;
- Conferir a condição da superfície que receberá aplicação do sistema de impermeabilização;
- Acompanhar o ensaio de estanqueidade, se estar conforme recomenda a norma para posterior liberação da área para início de serviços de proteção mecânica e outros;
- A fiscalização deverá avaliar as imperfeições construtivas que possam afetar o desempenho da impermeabilização, sugerindo uma correção para o problema;
- Emitir relatórios técnicos ao longo do período de execução e ao final dos serviços de impermeabilização.

4 METODOLOGIA

O presente trabalho tem como objetivo analisar um projeto de impermeabilização, a partir da revisão bibliográfica, e definir os procedimentos de execução para a impermeabilização de lajes térreas com áreas de lazer em edifícios residenciais expostas a várias intempéries, tais como chuva, ação solar, tráfego de pedestres, etc. A proposta está fundamentada nas normas específicas vigentes, como a NBR 9575:2010 – Seleção e Projeto de Sistemas de Impermeabilização e a NBR 9574:2008 – Execução de Impermeabilização, além das orientações técnicas dos fabricantes dos materiais (IBI, 2010).

Desta forma, é apresentado as análises técnicas de projeto de impermeabilização, com os devidos detalhes, a fim de servir como fonte de orientação e exemplos aos profissionais da construção civil na elaboração de projetos de impermeabilização. Acredita-se que a exemplificação de modelos práticos de projetos executivos pode ser usada como subsídios para a padronização e melhoria da execução dos sistemas de impermeabilização.

Trata-se de uma pesquisa de caráter exploratório, baseado na metodologia de parecer técnico, no qual será analisado tecnicamente um projeto de impermeabilização, especificamente, no contexto de grandes áreas de lazer em lajes térreas de edifícios residenciais. Esse tipo de abordagem, segundo Gil (2008), tem como finalidade tornar o objeto de estudo mais compreensível, permitindo que os conhecimentos sejam estruturados e posteriormente aprofundados em pesquisas subsequentes.

5 ESTUDO DE CASO

Para exemplificação do sistema de impermeabilização, a ser analisado tecnicamente, e com o objetivo de aplicar a bibliografia técnica estudada nesta pesquisa, foi selecionado um edifício residencial de multipavimentos. A edificação foi

implantada em uma área de 1.400,00 m², localizada no Setor Bueno, na Cidade de Goiânia.

Esse edifício tem 32 pavimentos, sendo:

- Dois pavimentos no subsolo destinados a garagens;
- Pavimento térreo e dois pavimentos-garagem, também destinados a estacionamentos;
- 6º pavimento será dedicado à área de lazer, que será o foco deste projeto de impermeabilização;
- Além disso, a construção terá 26 pavimentos tipo destinados a unidades residenciais.

A escolha do pavimento de lazer como foco do projeto se deve à sua relevância no contexto de impermeabilização. As áreas como piscinas, playground, quadra esportiva jardins, academia, sauna, pisos externos e outras estruturas de lazer demandam atenção especial para garantir estanqueidade e durabilidade.

5.1 PROJETO ARQUITETÔNICO PAVIMENTO LAZER

A construtora, neste empreendimento, empenhou-se ao máximo para oferecer uma área de lazer completa, como detalhado na Figura 29. Essa abordagem reflete o reconhecimento de que clientes em busca de qualidade de vida e conforto veem esses fatores como aspectos decisivos ao escolher um novo imóvel. A planta baixa do projeto está apresentada no Apêndice A.

Esses espaços vão além do relaxamento e da diversão, desempenhando um papel importante na promoção da convivência entre os moradores e contribuindo para um estilo de vida mais saudável e equilibrado. De acordo com estudos no setor imobiliário, áreas de lazer bem planejadas geram maior interação social, essencial para o bem-estar emocional e físico dos indivíduos.

Adicionalmente, condomínios com boas opções de lazer são mais valorizados no mercado imobiliário, beneficiando os moradores não apenas em termos de qualidade de vida, mas também como um investimento com alto retorno potencial. Por fim, muitos desses espaços são monitorados por sistemas de segurança modernos, criando um ambiente protegido onde os moradores podem aproveitar suas atividades de lazer com tranquilidade, sem precisar sair de casa.

Figura 29: Planta Baixa Lazer.



Fonte: Própria (2024)

5.2 LEVANTAMENTO PRELIMINAR DAS ÁREAS A SEREM IMPERMEABILIZADAS

O pavimento destinado ao lazer exige atenção especial em relação à impermeabilização, sendo fundamental proteger adequadamente áreas típicas, como as molhadas e os pisos externos, além de locais mais específicos, como piscinas e jardins. Para garantir a execução correta, torna-se indispensável a elaboração de um projeto de impermeabilização que contemple todas as necessidades e peculiaridades da estrutura.

A seguir, apresenta-se uma tabela com as áreas dos locais que requerem impermeabilização.

Tabela 1- Áreas a serem impermeabilizadas.

Localidade	Área(m²)
Áreas molhadas externas	
Quadra poliesportiva	56,03
Playground	23,94
Piscina Adulto Raia	35,16
Piscina Infantil	9,67
Piscina Adulto	16,75
Spa	6,12
Sauna	9,36
Varanda coberta	35,17
Deck Piscina	37,23

Lounge	31,72
Praça fitness	27,31
Lounge festas	17,60
Cobertura vegetal	
Floreiras	32,55
Áreas molhadas internas	
Sanitários	6,71
Casa Bombas	7,20
TOTAL	352,52

Fonte: Própria (2024).

5.3 IMPERMEABILIZAÇÃO ÁREAS MOLHADAS EXTERNAS

O sistema de impermeabilização descrito neste tópico abrange a maior área a ser tratada neste projeto, conforme indicado na Tabela 1. Ele inclui as áreas externas molhadas, como a quadra poliesportiva, as piscinas, as saunas, o playground, as rampas e os pisos ao redor da piscina. Essas superfícies são particularmente suscetíveis à ação da umidade e ao desgaste devido ao intenso tráfego de pessoas e movimentações constantes, demandando um sistema robusto e eficiente para garantir durabilidade e funcionalidade.

5.3.1 Seleções para o Projeto de Impermeabilização

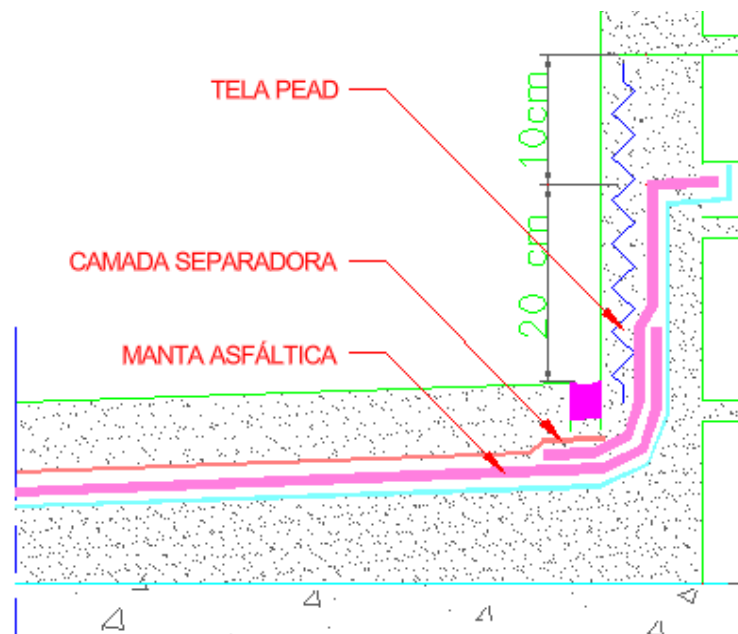
O detalhamento da impermeabilização dessas áreas requer uma atenção mais intrínseca, devido à grande extensão horizontal dessas superfícies e à exposição constante ao intemperismo. Além disso, locais como ralos, soleiras, corrimãos e bordas de piscina, que são regiões críticas, precisam ser devidamente especificados para garantir a eficiência do sistema.

Para atender às necessidades de projeto desta área, verifica-se que a melhor opção de impermeabilização é a aplicação de manta asfáltica, conforme análise da bibliografia e técnicas disponíveis no mercado. A escolha da manta asfáltica, em relação aos diversos sistemas de impermeabilização disponíveis, deve-se principalmente a sua capacidade mecânica de atender às demandas de comportamento estrutural. As justificativas para a escolha são:

- A área sujeita a ação mecânica de tráfego de pessoas, equipamentos e mobiliário;
- Haverá ação de retração e dilatação térmica da laje ao longo do tempo, os quais provocam tensões variáveis na superfície da laje;
- Haverá incidência solar e de chuva, visto que a área é aberta;
- A variabilidade de umidade e temperatura para a região de Goiânia é alta, sendo comparada a regiões de deserto, em determinada época do ano, e de clima tropical com chuvas intensas e possibilidade de granizo;
- A manta possui em sua estrutura uma armadura de poliéster, conferindo a ela alta resistência à tração, o que previne rasgos, e elevada elasticidade, permitindo que ela se movimente em conjunto com as dilatações e retrações da estrutura causadas pelas variações térmicas.
- A manta possui excelente aderência a propriedade que define a capacidade da manta asfáltica de fixar-se à superfície de aplicação, seja por fusão térmica (maçarico);
- Aplicação da manta é mais contínua e com menos necessidade de recortes, o que pode reduzir a produtividade e aumentar o risco de falhas na execução;
- A manta asfáltica possui reforços estruturais (filme de poliéster), que proporcionam resistência mecânica elevada, suportando movimentos da estrutura sem rupturas.

Assim, a impermeabilização para essas regiões é realizada com a aplicação de manta asfáltica de 4 mm, composta por asfalto modificado com polímeros e elastômeros. Para a aplicação da manta asfáltica a técnica de projeto mais adequada tecnicamente é com a utilização da camada separadora (papel craft), que desempenha um papel fundamental no processo de impermeabilização (Figura 30).

Figura 30: Sistema de impermeabilização manta asfáltica.



Fonte: Própria (2024).

Este produto, manta asfáltica, oferece uma série de vantagens, como descrito no manual técnico:

- Maior flexibilidade e resistência;
- Excelente aderência ao substrato;
- Espessura constante e definida;
- Rapidez na execução;
- Facilidade de aplicação.

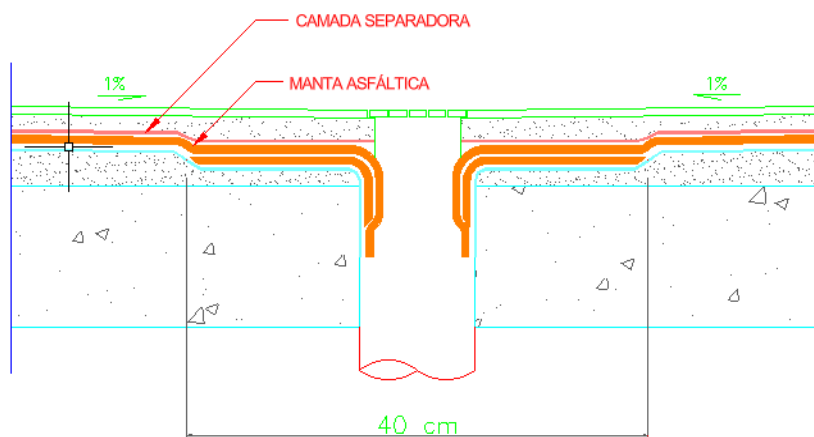
A planta baixa do projeto de impermeabilização de toda a área de lazer está apresentada no Apêndice A.

O ralo é considerado um ponto crítico, pois sua área de captação de água deve ser determinada com base no maior índice pluviométrico registrado na região, acrescido de um valor de segurança recomendado, além da espessura da impermeabilização e da proteção correspondente.

Além disso, os bocais dos ralos precisam ser protegidos contra obstruções, o que pode ser feito através da instalação de grelha obrigatoriamente ser fixada na proteção mecânica. Para garantir que a parte vertical interna do tubo esteja

devidamente impermeabilizada, recomenda-se a utilização de um anel de plástico, que irá comprimir a camada de impermeabilização nas paredes do tubo, evitando danos ou falhas (Pirondi, 1992). Conforme a Figura 31.

Figura 31: Detalhe ralos com manta asfáltica.

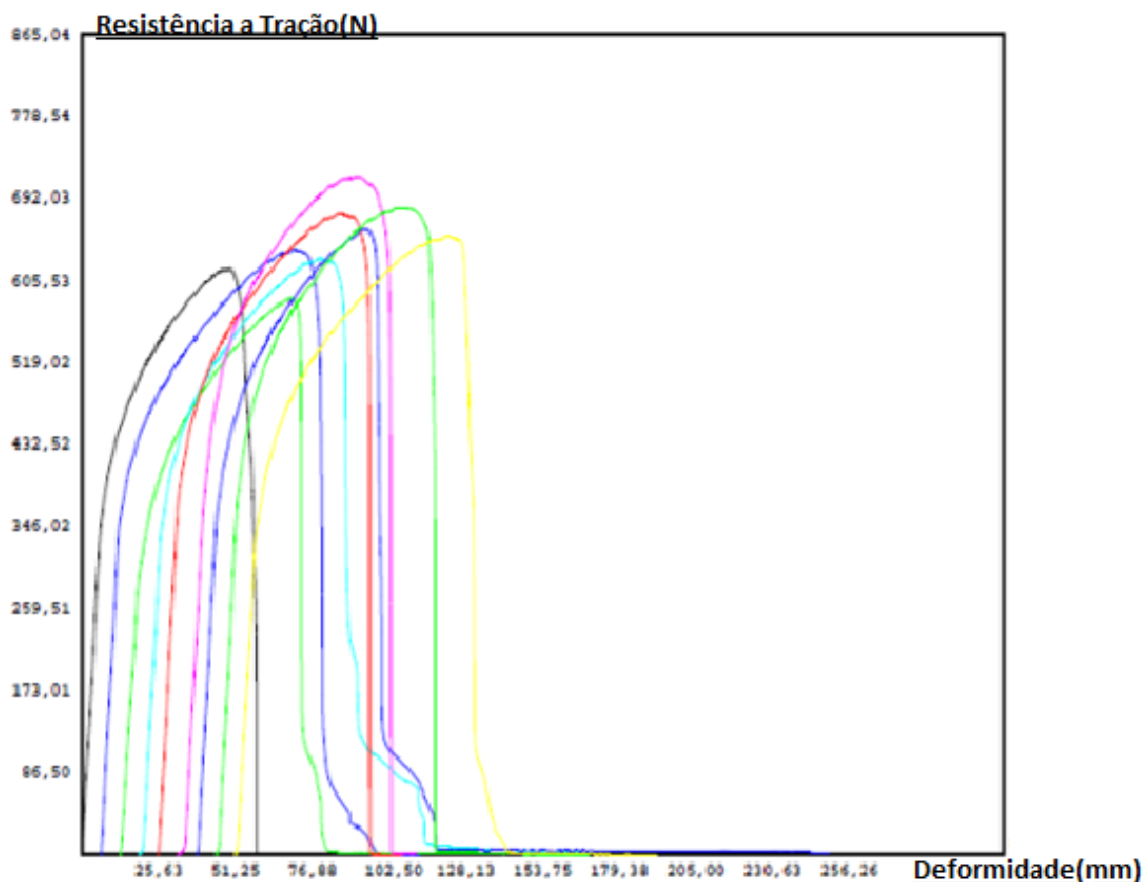


Fonte: Própria (2024).

No Brasil, há diversas marcas no setor de impermeabilização, como Vedacit, Sika, Viapol, Quartzolit, entre outras. Para a escolha do produto a ser utilizado, consideramos os requisitos estabelecidos pela norma técnica brasileira ABNT NBR 9952 (2021), que trata da aplicação de manta asfáltica para impermeabilização, além do custo do produto no mercado.

A Sika, com o produto SikaShield P45 PE Tipo III 4 mm, apresentou, por meio de laudo técnico, um resultado no ensaio de resistência à tração, com uma força média de 651 N, enquanto a norma estabelece um valor mínimo de 400 N. Dessa forma, o produto se destaca pelo excelente desempenho, superando as exigências da norma. Além disso, comparado às demais marcas do mercado, a Sika oferece não apenas alta qualidade, mas também um excelente custo-benefício, o que a torna uma opção vantajosa para aplicações de impermeabilização. A seguir, na Figura 32, é apresentado o gráfico do ensaio de resistência à tração.

Figura 32: Gráfico das amostras longitudinais.



Fonte: Relatório de Ensaio Sika (2024).

5.3.2 Execução do Sistema de Impermeabilização

Após a análise dos detalhes fornecidos no projeto, é essencial apresentar o procedimento correto para a aplicação dos produtos. Para isso, serão utilizadas as orientações contidas no manual técnico da Sika Impermeabilizantes, juntamente com os diretrizes da ABNT NBR 9574 (ABNT, 2008), que estabelece os padrões e práticas para a impermeabilização em obras de construção. A SikaShield P45 PE Tipo III 4 mm é uma manta impermeabilizante pré-fabricada com poliéster estabilizado, indicada para áreas molhadas externas.

Nos subitens deste tópico são apresentadas as diretrizes para a execução desta manta, conforme fabricante.

a) Preparação da Base: a superfície a ser impermeabilizada deve ser seca, firme e livre de impurezas como madeira, ferro, graxa e óleos. Para a regularização

de lajes em superfícies verticais, faça uma escareação de no mínimo 3 cm de profundidade e 30 cm de altura acima da laje, para embutir completamente a manta. Caso a escareação não seja possível, crie uma cavidade de pelo menos 3 cm de profundidade com um ângulo de 45°, embutindo apenas a ponta da manta. Regularize a base com argamassa de cimento e areia (proporção 1:3). Aplique Sika Chapisco Plus para aumentar a aderência e arredonde os cantos vivos.

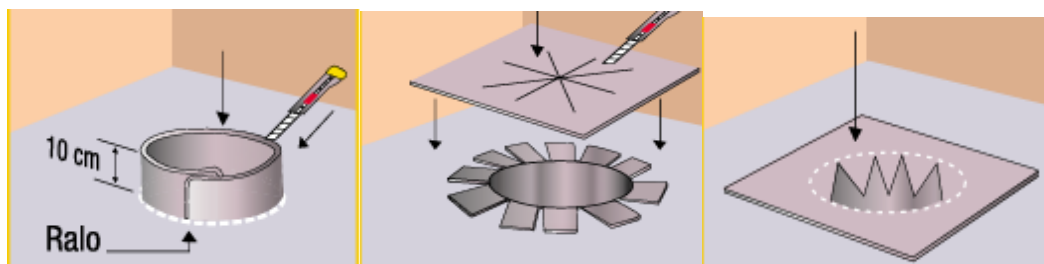
b) Preparação da Superfície Horizontal: para a superfície horizontal, a argamassa deve ter espessura mínima de 2 cm ao redor dos ralos, com caimento mínimo de 1% para o escoamento da água. Faça um rebaixo de 1 cm em formato quadrado (40 cm x 40 cm) em volta dos ralos, mantendo a textura uniforme. Evite o uso de desempenadeira metálica. Deixe a argamassa secar por no mínimo sete dias antes de aplicar o primer Igol S.

c) Detalhamento da Aplicação em Ralos:

- Primeiro passo: Com o maçarico, aplicar a manta asfáltica descendo cerca de 10 cm na parte interna do ralo e deixando cerca de 10 cm para fora, o qual será cortado com um estilete. As tiras serão coladas sobre a imprimação;
- Segundo passo: Sobrepor um pedaço de manta em toda a extensão do ralo e cortar em forma de “pizza” a área correspondente ao diâmetro do ralo, a qual será colada no interior do tubo;
- Terceiro passo: A grelha deve obrigatoriamente ser fixada na proteção mecânica.

Conforme ilustrado na Figura 33, o processo é realizado seguindo um passo a passo, garantindo a correta aplicação da manta asfáltica e a eficiência da impermeabilização.

Figura 33: Detalhe da aplicação de Manta Asfáltica em ralos.



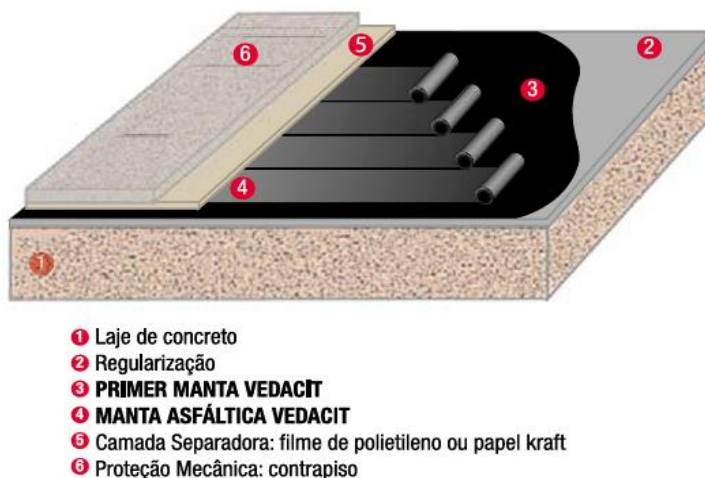
Fonte: Manual Técnico Vedacit (2012).

d) Aplicação com Maçarico: aqueça o primer Igol s e a parte inferior da SikaShield P45 PE Tipo III 4 mm com um maçarico de boca larga até o plástico de proteção derreter.

e) Aplicação com Asfalto Derretido: aplique asfalto derretido com uma vassoura de juta ou regador metálico entre a superfície e a SikaShield P45 PE Tipo III 4 mm. Certifique-se de que a superfície tenha sido previamente imprimada com Igol S para melhorar a aderência.

f) Colagem da Manta: abra e alinhe a primeira camada da manta antes de fixá-la, desenrolando-a gradualmente. Use maçarico ou asfalto derretido para colá-la, apertando bem para evitar bolhas ou rugas. Aplique sempre de baixo para cima, contra o caimento da água. Realize sobreposições de 10 cm entre as mantas. Nos ralos, fatie a manta, dobre-a e fixe-a como descrito. Nos cantos, avance 10 cm na vertical e horizontal, garantindo boa união na área de sobreposição. Conforme os esquemas das Figuras 34 e 35.

Figura 34: Detalhe da aplicação de Manta Asfáltica em superfície horizontal.



Fonte: Manual técnico da Vedacit Impermeabilizantes (2012).

Figura 35: Detalhe da aplicação mantas asfálticas SikaShield.



Fonte: AECweb.

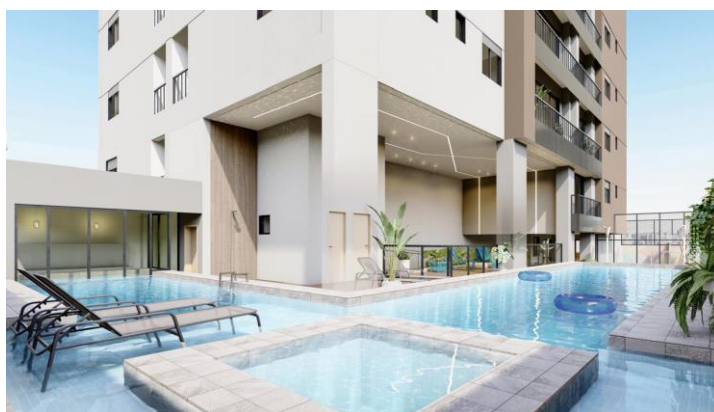
5.4 IMPERMEABILIZAÇÃO PISCINAS

No projeto deste edifício residencial, visando aliar conforto e design, foram projetadas piscinas elevadas no pavimento de lazer. Essas piscinas proporcionam vistas privilegiadas, favorecem uma maior integração com o ambiente de convivência e oferecem acesso mais prático e confortável para os moradores.

Além disso, as piscinas elevadas permitem um controle mais eficiente das técnicas de impermeabilização e drenagem, o que é fundamental para evitar infiltrações que possam comprometer a estrutura do prédio. Essa abordagem não só assegura a funcionalidade e a segurança da edificação, como também contribui significativamente para a valorização estética e imobiliária do empreendimento.

Conforme ilustrado na Figura 36, a concepção do projeto das piscinas elevadas reflete um equilíbrio entre design, conforto e engenharia, proporcionando aos moradores um espaço de lazer seguro e visualmente integrado ao edifício.

Figura 36: Detalhe das piscinas no projeto arquitetônico.



Fonte: Própria (2024).

5.4.1 Seleção do Projeto de Impermeabilização

Para uma adequada impermeabilização de piscinas elevadas, a verificação das condições em que a piscina será construída, o sistema construtivo, se será coberta ou ficará em áreas expostas a intempéries e gradientes térmicos são itens de fundamental importância na escolha do tipo de impermeabilização. Tratando de piscinas elevadas, construídas em concreto armado, prevendo a movimentação desta

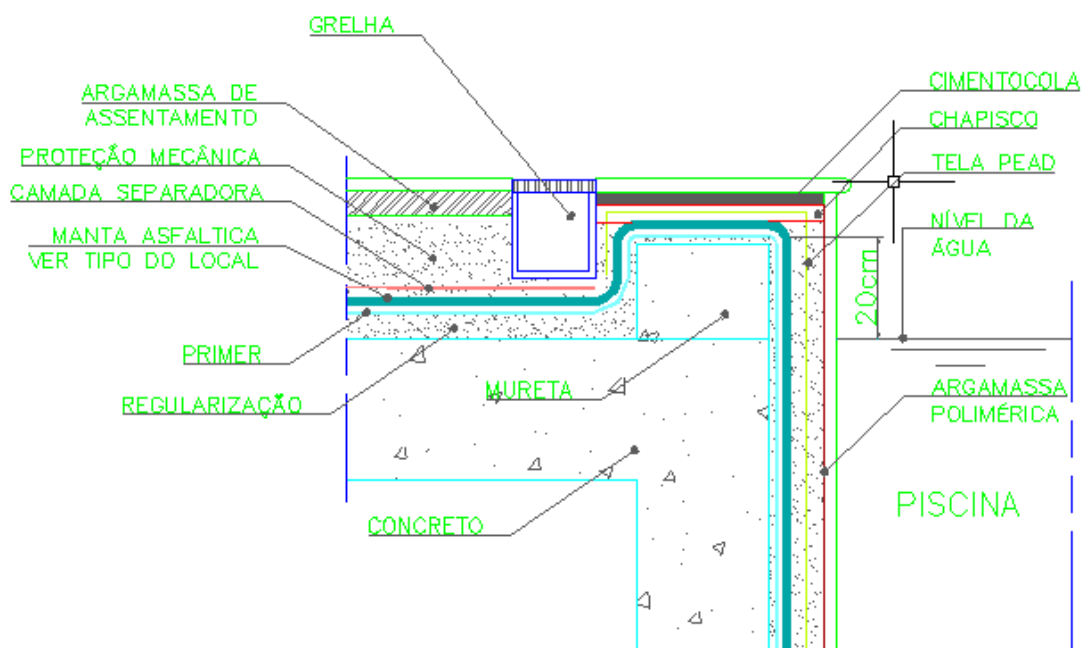
estrutura, a escolha de uma impermeabilização específica caminha para a escolha de uma impermeabilização flexível, geralmente, manta asfáltica (Pirondi, 1988).

O sistema de impermeabilização adotado para a piscina possui como principal detalhe construtivo o correto arremate das bordas, tanto inferiores quanto superiores, que devem ser projetadas com um formato arredondado. Esse formato facilita a aplicação do sistema de impermeabilização e garante maior aderência e eficiência dos materiais utilizados (Rolim; Allem, 2016).

Baseando-se nos conceitos apresentados, a impermeabilização com manta asfáltica é uma solução altamente eficiente para piscinas elevadas. Esse sistema protege a estrutura contra infiltrações e proporciona durabilidade à edificação. Sua aplicação é vantajosa devido à resistência à pressão hidrostática e à capacidade de suportar movimentações estruturais.

O processo consiste, inicialmente, na aplicação da camada de arremate e regularização. Em seguida, é aplicada uma faixa de argamassa polimérica, sobre a qual, após a secagem, é aplicada a camada de membrana composta de polímero acrílico combinado com cimento. Finaliza-se com a camada de proteção mecânica, seguida do revestimento final, que pode ser de material vinílico ou cerâmico, conforme ilustra a Figura 37.

Figura 37: Detalhe borda da piscina



Fonte: Própria (2024).

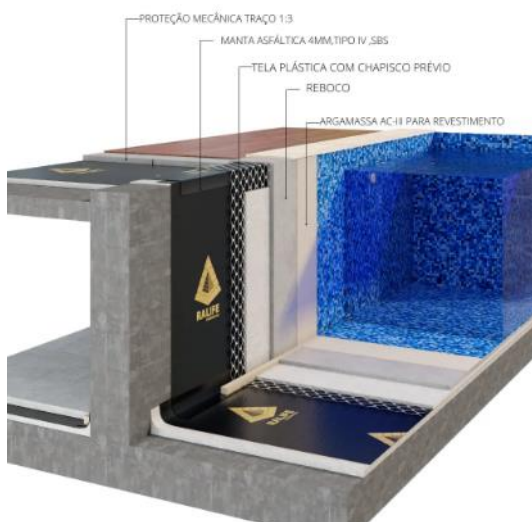
5.4.2 Execução do Sistema de Impermeabilização

O método definido, conforme descrito no tópico anterior, consiste no uso da manta asfáltica SikaShield P45 PE Tipo III 4 mm, cuja aplicação será realizada seguindo as instruções do manual técnico da Sika Impermeabilizantes e as diretrizes da ABNT NBR 9574 (ABNT,2008), que estabelece os padrões e boas práticas para sistemas de impermeabilização em obras de construção civil.

Conforme especificado no projeto de impermeabilização (Figura 36), após a instalação da manta asfáltica, aplica-se uma argamassa tricomponente, um material que proporciona alta resistência mecânica, flexibilidade e acabamento de textura fina. Além de garantir trabalhabilidade e facilidade de aplicação, essa argamassa tem como principal função atuar como uma camada intermediária de proteção, prevenindo danos e perfurações na impermeabilização

Para esta etapa, foi utilizado o produto Portkoll Premium, um material que combina alta adesividade e flexibilidade, atendendo às necessidades específicas da proteção do sistema de impermeabilização e garantindo maior durabilidade à estrutura.

Figura 38: Execução do sistema de impermeabilização.



Fonte: Ralife Engenharia.

5.4.3 Pontos Críticos

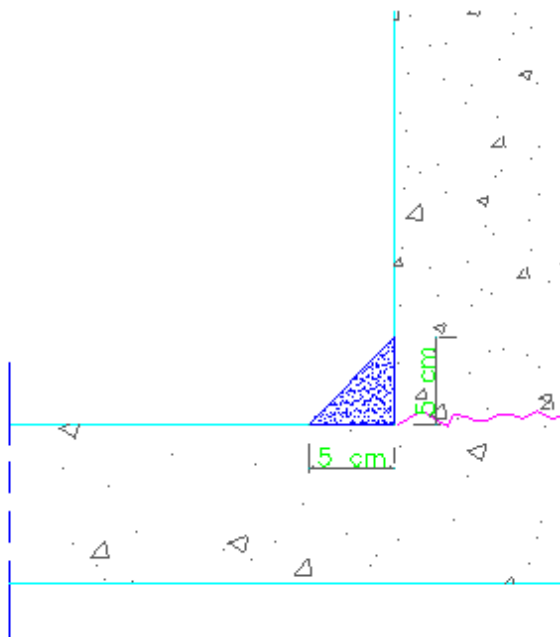
Em todas as piscinas, existem itens e pontos comuns que são particularmente vulneráveis à infiltração de umidade, o que torna essencial um cuidado especial no detalhamento do projeto e na execução da impermeabilização. As bordas das piscinas devem ter formato arredondado ou boleado, com junções bem-acabadas e vedadas, a infiltração de água entre a estrutura da piscina e a borda é reduzida, o que contribui para a durabilidade e integridade da construção. No sistema de iluminação em uma piscina também exige atenção especial, especialmente quando se utiliza luminárias em contato com a água, uma vez que envolve riscos elétricos.

5.4.3.1 Mísula

Segundo Campos Filho (1985), o cálculo das solicitações de cada laje é feito como se ela tivesse espessura constante. Com o uso de mísulas nas arestas do reservatório, tem-se um acréscimo de rigidez das lajes nas bordas, o que faz com que os momentos fletores no centro, que são considerados positivos, decresçam, enquanto os momentos fletores das bordas, negativos, cresçam. Os aumentos das áreas das seções transversais nas ligações devido às mísulas e conseqüentemente à diminuição das tensões, produzem o acréscimo de rigidez nas bordas das lajes.

Os momentos de engastamento nas lajes com mísulas, submetidas à ação uniforme, são maiores que os encontrados nas lajes sem mísulas, sendo que este acréscimo é da ordem de 10%. Na análise de abertura de fissuras, que são decisivas para a escolha da espessura das lajes, são necessários não só o conhecimento dos momentos fletores nas seções mais desfavoráveis à fissuração, como também os esforços normais de tração, exercidos por uma parede sobre aquelas onde se apoia. A presença da mísula faz com que os pontos críticos à fissuração se situem, normalmente, não nas extremidades das lajes, mas sim, mais para dentro, na extremidade da mísula, como mostra na Figura 39. É preciso, então, conhecer o valor do momento fletor e esforço normal nesta seção (Vasconcelos, 1998).

Figura 39: Pontos críticos às aberturas das fissuras.



Fonte: Própria (2024).

Por se tratar de uma curva convexa, a borda inferior da piscina não requer armadura metálica para sustentar a camada de reboco, uma vez que a gravidade atuará a favor, garantindo a estabilidade. Contudo, na borda superior, que apresenta uma curva côncava, a camada de reboco tende a cair, pois a força da gravidade atua contra a estrutura. Nesse caso, é fundamental a utilização de uma estrutura metálica de reforço para sustentar o reboco adequadamente e prevenir patologias, como fissuras, nos revestimentos cerâmicos próximos à borda. Este cuidado evita danos estéticos e estruturais, garantindo a longevidade da construção. A borda inferior deve ter um formato de meia cana arredondada conforme apresenta a Figura 40.

Figura 40: Mísula feita com argamassa.



Fonte: Revista Construção e mercado.

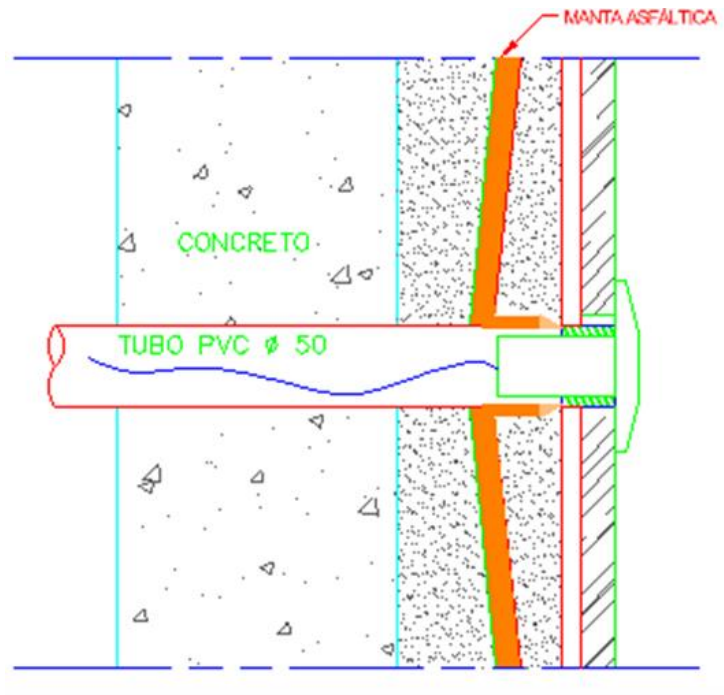
5.4.3.2 Iluminação

Em toda piscina, a estética e o conforto são aspectos essenciais, e a iluminação interna desempenha um papel fundamental nesse contexto. No entanto, quando se trata de instalar luminárias em contato com a água, um fator crucial a ser considerado é a impermeabilização, que assegura a segurança elétrica. Qualquer falha na vedação pode gerar infiltração de umidade, o que aumenta o risco de descarga elétrica e compromete a segurança dos usuários.

A Figura 41 exemplifica a maneira correta de instalar uma luminária de piscina, destacando dois pontos críticos vulneráveis: o conduíte de alimentação elétrica e a própria luminária. Para garantir a eficiência da impermeabilização, o conduíte deve ser posicionado entre a camada de reboco e as camadas vedantes, sem perfurar estas últimas. O material recomendado para o conduíte é o tipo Sealflex, que oferece proteção contra a infiltração de umidade e evita danos aos fios elétricos.

Além disso, a luminária deve ser projetada com materiais impermeáveis, como o policarbonato, e ter vedação robusta, de preferência com o uso de Viton. Com essa combinação de cuidados de impermeabilização, a instalação será segura e proporcionará um ambiente confortável, livre de riscos para os usuários.

Figura 41: Detalhe Luminária Piscina.



Fonte: Própria (2024).

5.5 IMPERMEABILIZAÇÃO JARDINEIRAS

A incorporação de jardins em lajes de áreas de lazer em prédios residenciais tem se tornado uma tendência crescente na arquitetura sustentável e no urbanismo moderno. Esses espaços verdes contribuem para a melhoria do conforto térmico, a redução da absorção de calor pela edificação e o aumento da qualidade de vida dos moradores, além de proporcionarem um ambiente esteticamente agradável. Um bom projeto de paisagismo deve analisar uma série de fatores, como os tipos de plantas e flores para compor a paisagem. No entanto, a implementação desses jardins exige um projeto de impermeabilização eficiente para evitar infiltrações e danos estruturais.

Figura 42: Jardins na área da piscina infantil.



Fonte: Própria (2024).

5.5.1 Seleção do Projeto de Impermeabilização

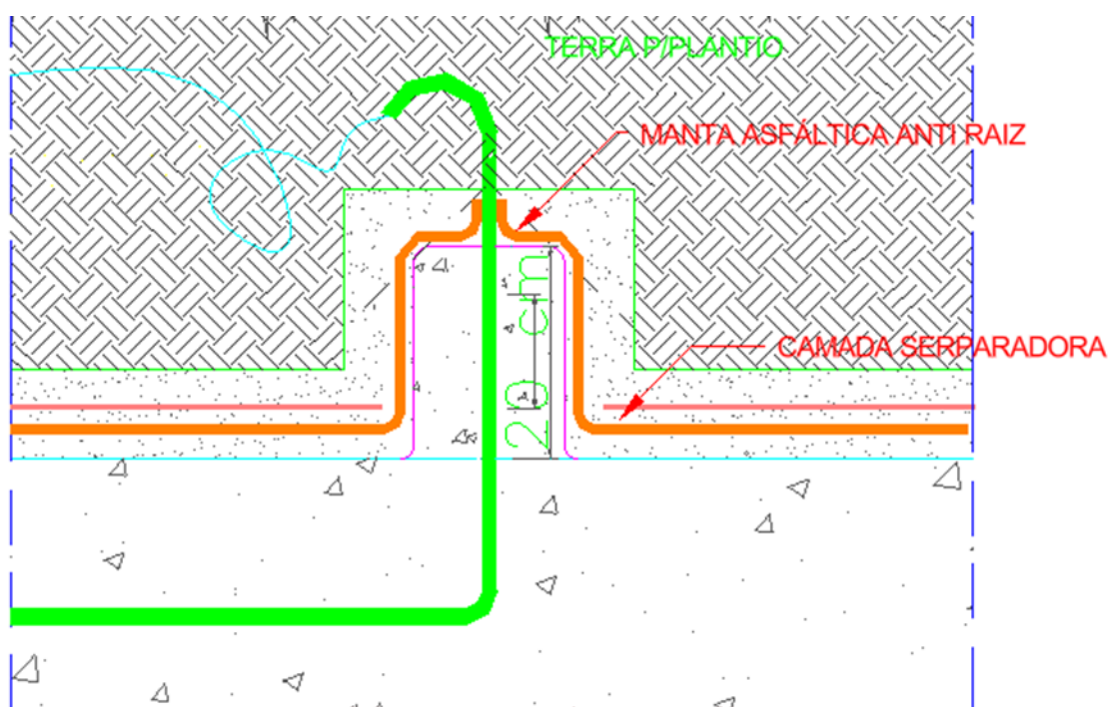
A escolha correta dos produtos impermeabilizantes dentro de um projeto é um fator determinante para seu sucesso ou falha ao longo da vida útil da estrutura impermeabilizada, uma vez que a impermeabilização é responsável por garantir a estanqueidade do sistema. Jardins em lajes estão constantemente expostos a variações climáticas e à irrigação frequente, sendo áreas onde a atuação da água ocorre sob pressão positiva. Além disso, as raízes das plantas podem comprometer a integridade da impermeabilização se os produtos adequados não forem utilizados, o que pode resultar em infiltrações no solo e nas estruturas adjacentes. Por esse motivo, a correta especificação dos produtos impermeabilizantes é essencial. No caso do nosso projeto, por se tratar de um jardim elevado, a impermeabilização de toda a estrutura em contato com o solo úmido é indispensável para garantir a durabilidade e a integridade da construção.

Segundo o Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI) (2010), um estudo técnico realizado em 2012 em um jardim suspenso na cidade de Itajaí, Santa Catarina, analisou a vida útil e a durabilidade do sistema de impermeabilização. Como resultado, o sistema aprovado foi a aplicação de uma manta asfáltica Tipo III de 4 mm com aditivo anti-raiz. Embora esse método apresente um custo inicial mais elevado, ele se destaca

pela alta eficiência e longa vida útil, com uma projeção de durabilidade de aproximadamente 30 anos, correspondendo ao ciclo de vida da edificação.

Com base nesse estudo e em suas recomendações, adotamos o mesmo sistema de impermeabilização utilizado nas áreas externas, empregando a manta asfáltica. No entanto, para esta aplicação específica, optamos por uma manta com aditivo que impede a penetração de raízes: a SikaShield P35 PE Tipo III AR 4 mm. Essa escolha foi feita de acordo com as especificações do projeto, conforme indicado na Figura 43 apresentada a seguir.

Figura 43: Detalhe projeto de impermeabilização jardim.

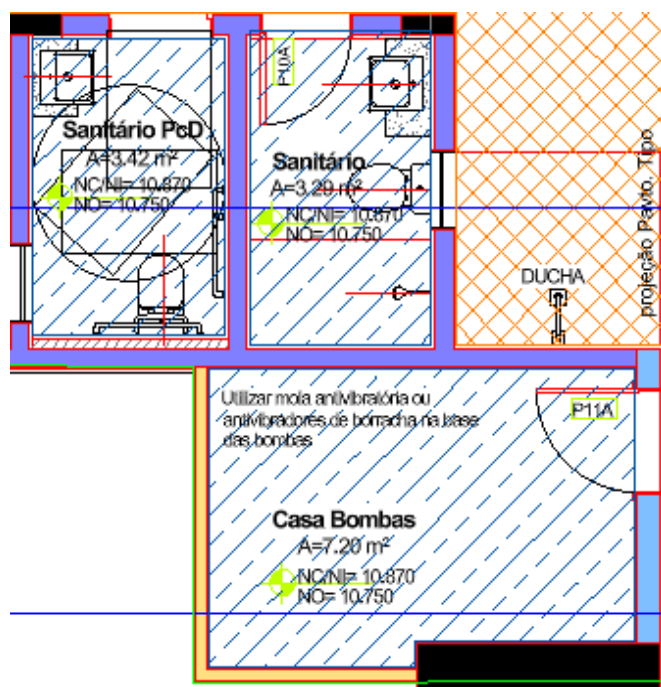


Fonte: Própria (2024).

5.6 IMPERMEABILIZAÇÃO ÁREAS MOLHADAS INTERNAS

As áreas molhadas internas correspondem a ambientes onde há uso frequente de água, como os sanitários e a casa de bombas considerados neste projeto, conforme ilustrado na Figura 44. Nesses espaços, tanto os pisos quanto as paredes devem ser estanques, impedindo a penetração ou a passagem de água para evitar a degradação da construção. Para isso, é fundamental que sejam devidamente impermeabilizados e recebam materiais de acabamento apropriados, garantindo a durabilidade e a segurança da estrutura.

Figura 44: Detalhe projeto de impermeabilização áreas molhadas internas.



Fonte: Própria (2024).

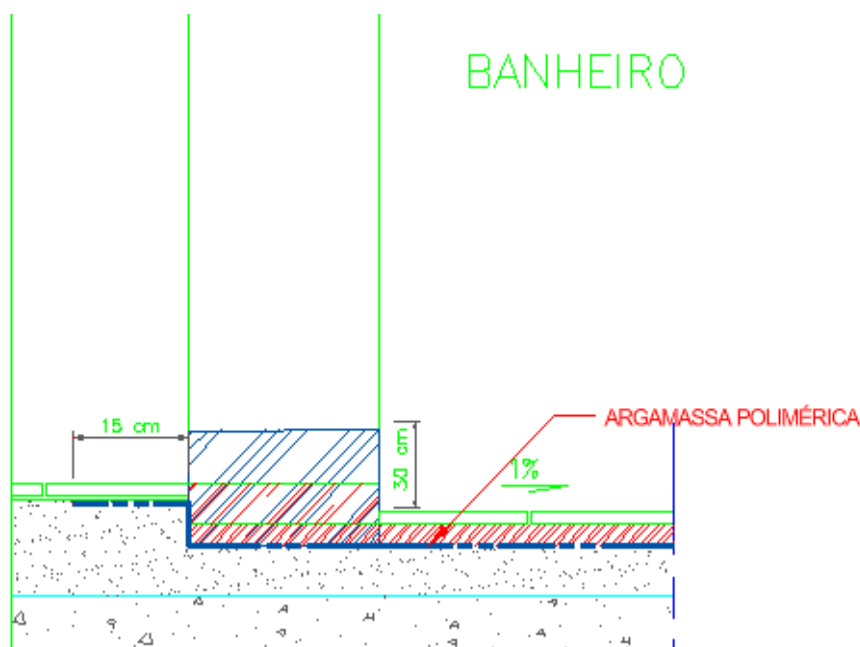
5.6.1 Seleção do Projeto de Impermeabilização

O projeto de impermeabilização de áreas molhadas é uma etapa fundamental no processo construtivo, pois garante a proteção da edificação contra infiltrações e umidade excessiva, evitando problemas estruturais e estéticos. Em nosso projeto, as áreas molhadas internas incluem os sanitários e a casa de bombas, conforme indicado na Figura 45. Para esses espaços, é essencial adotar soluções de impermeabilização adequadas, considerando tanto a escolha dos materiais quanto a correta aplicação dos sistemas.

Com base nas recomendações de manuais técnicos e normas específicas, optamos pela argamassa polimérica da SikaTop 100 é um revestimento, semi-flexível, impermeabilizante, bicomponente, à base de cimento, areias e resina acrílica para uso em concreto, argamassa ou alvenaria. É um sistema de impermeabilização que se destaca pelo bom rendimento, custo acessível e facilidade de aplicação. Além disso, sua rápida execução contribui para a agilidade da obra, demandando menos tempo e mobilizando uma equipe reduzida. No entanto, é importante ressaltar que, apesar da simplicidade na aplicação, a qualidade do serviço depende de mão de obra

qualificada, garantindo a correta execução e a eficiência do sistema impermeabilizante.

Figura 45: Detalhe projeto de impermeabilização áreas molhadas internas.



Fonte: Própria (2024).

5.6.2 Execução do Sistema de Impermeabilização

Além das especificações fornecidas no projeto de impermeabilização, é essencial apresentar o procedimento correto para a aplicação dos produtos. Para isso, serão seguidas as orientações contidas no manual técnico da Sika Impermeabilizantes, em conjunto com as diretrizes da ABNT NBR 9574 (ABNT, 2008), que estabelece os padrões e as melhores práticas para a execução da impermeabilização em obras de construção.

Passo a passo para a aplicação do SikaTop 100 (conforme ilustrado na Figura 43):

1. Preparo da superfície: Em qualquer sistema de impermeabilização, é fundamental que a superfície esteja limpa e livre de impurezas, como resíduos de desmoldante, partes soltas, pregos, poeira e outros contaminantes. A presença dessas impurezas pode comprometer a aplicação, resultando em uma superfície não homogênea e na possível interferência química entre os resíduos e o produto impermeabilizante, afetando sua aderência e desempenho.

Portanto, antes da aplicação, é necessário realizar a limpeza e a regularização da superfície, utilizando uma espátula ou ferramentas adequadas para remover qualquer material que possa comprometer a eficácia do sistema de impermeabilização.

Mistura: O SikaTop 100 é um produto pré-dosado, pronto para aplicação na forma de pintura. Para o preparo, basta adicionar gradualmente o componente A (líquido) ao componente B (pó), garantindo uma mistura homogênea.

A homogenização deve ser realizada preferencialmente com um misturador de baixa rotação (400-500 rpm) por aproximadamente 3 minutos. Para pequenos volumes, a mistura pode ser feita manualmente por até 5 minutos, assegurando a uniformidade do material antes da aplicação.

2. Aplicação: Antes da aplicação da primeira demão, umedecer a superfície com água, tomando cuidado para não saturar. As demais demãos não devem ser umedecidas.

O SikaTop 100 deve ser aplicado utilizando vassoura de cerdas macias, trincha, pincel ou broxa, com um consumo aproximado de 1 kg de massa fresca por metro quadrado (1 kg/m²) por demão. Recomenda-se a aplicação de 2 a 4 demãos cruzadas, conforme a exigência do serviço.

A segunda demão deve ser aplicada somente após o endurecimento da primeira, o que ocorre em aproximadamente 3 a 6 horas, dependendo das condições locais de temperatura e umidade.

3. Recomendações para o bom desempenho do produto: Cura úmida: Para garantir a eficiência da impermeabilização, recomenda-se realizar a cura úmida do revestimento. Em reservatórios, piscinas e estruturas expostas ao ar livre, essa cura pode ser feita mantendo um pouco de água no fundo do reservatório para conservar a umidade do ambiente.

Espessura uniforme: O SikaTop 100 deve ser aplicado em camada uniforme. Acúmulos excessivos de material em cantos, depressões e irregularidades podem causar fissuras e comprometer a impermeabilização.

Superfície sempre úmida: Na impermeabilização de muros e paredes, a superfície deve ser mantida úmida durante a aplicação.

Tempo de cura: A cura úmida deve ser mantida por no mínimo 3 dias consecutivos após a aplicação da última demão. A área deve permanecer interditada por pelo menos 5 dias antes da liberação para uso.

Reforço em pontos críticos: Em áreas ao redor de ralos, juntas de concretagem, passagens de tubulações, entre outros pontos sensíveis, recomenda-se o reforço do revestimento com tela de poliéster, aplicada após a primeira demão.

Figura 46: Execução argamassa polimérica.



Fonte: Fibersals (2025).

5.7 TESTE DE ESTANQUEIDADE

Neste projeto de impermeabilização, tanto para o sistema de manta asfáltica quanto para o sistema de argamassa polimérica, é imprescindível a realização do teste de estanquidade, conforme estabelecido pela norma ABNT NBR 9574 (2008) e as orientações dos manuais técnicos dos fabricantes. Esse teste tem o objetivo de verificar a eficiência do sistema impermeabilizante antes da execução das camadas de proteção e acabamento.

O procedimento consiste em vedar as saídas dos ralos e aplicar uma lâmina de água de 5 cm sobre a superfície impermeabilizada, mantendo-a por um período mínimo de 72 horas (3 dias), conforme ilustrado na Figura 47. Além de seguir essa orientação normativa, é essencial monitorar as condições climáticas da região para evitar interferências no teste, como a evaporação excessiva causada por altas temperaturas, que poderia comprometer a precisão do resultado.

Se o teste de estanquidade for concluído sem nenhuma alteração no nível da água, esta pode ser removida normalmente, permitindo a continuidade das próximas etapas do processo, como a aplicação dos revestimentos.

Por outro lado, caso seja observada uma redução significativa do nível da água, isso pode indicar a presença de falhas na impermeabilização, possibilitando infiltrações na estrutura. Nessa situação, o responsável pela aplicação deve iniciar um processo de inspeção e mapeamento dos pontos críticos, identificando e corrigindo as falhas detectadas. Após a realização dos reparos, um novo teste de estanquidade deve ser conduzido para garantir a eficiência do sistema antes da finalização da obra.

Figura 47: Teste de Estanqueidade em Pavimento Garagem.



Fonte: Atala Engenharia (2025).

5.7.1 Teste Eletrostático

Neste tópico, será apresentado um método de verificação da estanqueidade que tem sido amplamente utilizado em canteiros de obras internacionais e, recentemente, vem ganhando espaço no Brasil devido à sua eficiência e economia: o teste eletrostático. Esse método inovador permite detectar falhas na impermeabilização de forma mais rápida e precisa do que os testes convencionais, reduzindo custos e prazos na fase de inspeção.

De acordo com Ralife Engenharia (2020), o teste de estanqueidade é realizado com o auxílio de um aparelho chamado imperdetector, que utiliza condução elétrica para localizar e determinar a extensão de discontinuidades na manta impermeabilizante, conforme ilustrado na Figura 48. Isso acontece porque a manta funciona como um isolante elétrico, impedindo a passagem de eletricidade. Quando ocorre uma falha ou furo na impermeabilização, a corrente elétrica consegue passar, sendo detectada pelo aparelho.

A falha é identificada por meio de um bip sonoro, que indica sua posição exata, com base no arco gerado entre o rodo e o substrato do dispositivo condutor elétrico.

O teste pode ser realizado em até 40 minutos, dependendo da área a ser inspecionada. Após a identificação da falha, os reparos são realizados, e um novo teste é executado para garantir que não haja mais nenhuma descontinuidade ou furo no sistema impermeabilizante. A metodologia de teste e o equipamento é regulamento por norma técnica internacional ASMT.

Figura 48: Teste Eletrostático.



Fonte: Ralife Engenharia (2025).

6 CONCLUSÃO

A impermeabilização é um fator essencial para garantir a durabilidade e o conforto das edificações. O correto desenvolvimento do projeto, a seleção adequada dos materiais e a execução rigorosa do sistema são determinantes para o sucesso da impermeabilização, evitando patologias e falhas que possam comprometer a estrutura e a funcionalidade das construções.

O projeto analisado demonstrou conformidade com as normas técnicas vigentes e seguiu as orientações dos manuais técnicos dos fabricantes de impermeabilização. Esse alinhamento com as diretrizes normativas e boas práticas reforça a importância de um planejamento criterioso e da adoção de procedimentos padronizados na construção civil. Por fim, um projeto de impermeabilização bem planejado para as áreas de lazer em edifícios multipavimentos não só protegerá a edificação contra problemas como infiltrações, umidade e mofo, mas também assegurará a longevidade e o bom desempenho do sistema. A aplicação criteriosa e

a escolha de materiais adequados reduzirão a necessidade de manutenções corretivas, promovendo a durabilidade das áreas de lazer e proporcionando um ambiente seguro e confortável para os usuários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15575:** Desempenho de edificações habitacionais. Rio de Janeiro, 2013.

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

CUNHA, Aimar G. dá; NEUMANN, Walter. **Manual de Impermeabilização e Isolamento Térmico:** Como Projetar e Executar. São Paulo: Texsa Brasileira Ltda., 1979.

PIRONDI, Zeno. **Edificações habitacionais** – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

IBI – Instituto Brasileiro de Impermeabilização. **Artigos e publicações.** Disponível em: <<https://ibibrasil.org/artigos/>>. Acesso em: 15 maio 2019.

MORAES, C. R. K. **Impermeabilização em lajes de cobertura:** Levantamento dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na cidade de Porto Alegre. 2002. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

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

PIRONDI, Z. **Manual prático da impermeabilização e de isolamento térmica:** Contribuição à execução do projeto de impermeabilização conforme norma da ABNT NBR 9575, 2ª Ed. São Paulo: Pini, 1988.

PIRONDI, Zeno. **Manual prático da impermeabilização e de isolamento térmica.** 2. ed. São Paulo: Pini, 1988.

RIGHI, G.V. **Estudo Dos Sistemas De Impermeabilização:** Patologias, Prevenções E Correções – Análise De Casos. Santa Maria, Brasil, 2009.

ROLIM, F.C.; ALLEM, P.M. **Projeto de Impermeabilização em Piscinas e Terraços.** Santa Catarina, Brasil, 2016.

SIKA BRASIL. **Produtos Sika.** Disponível em: <<https://bra.sika.com/pt/produtos.html/>>. Acesso em: 5 novembro.2024.

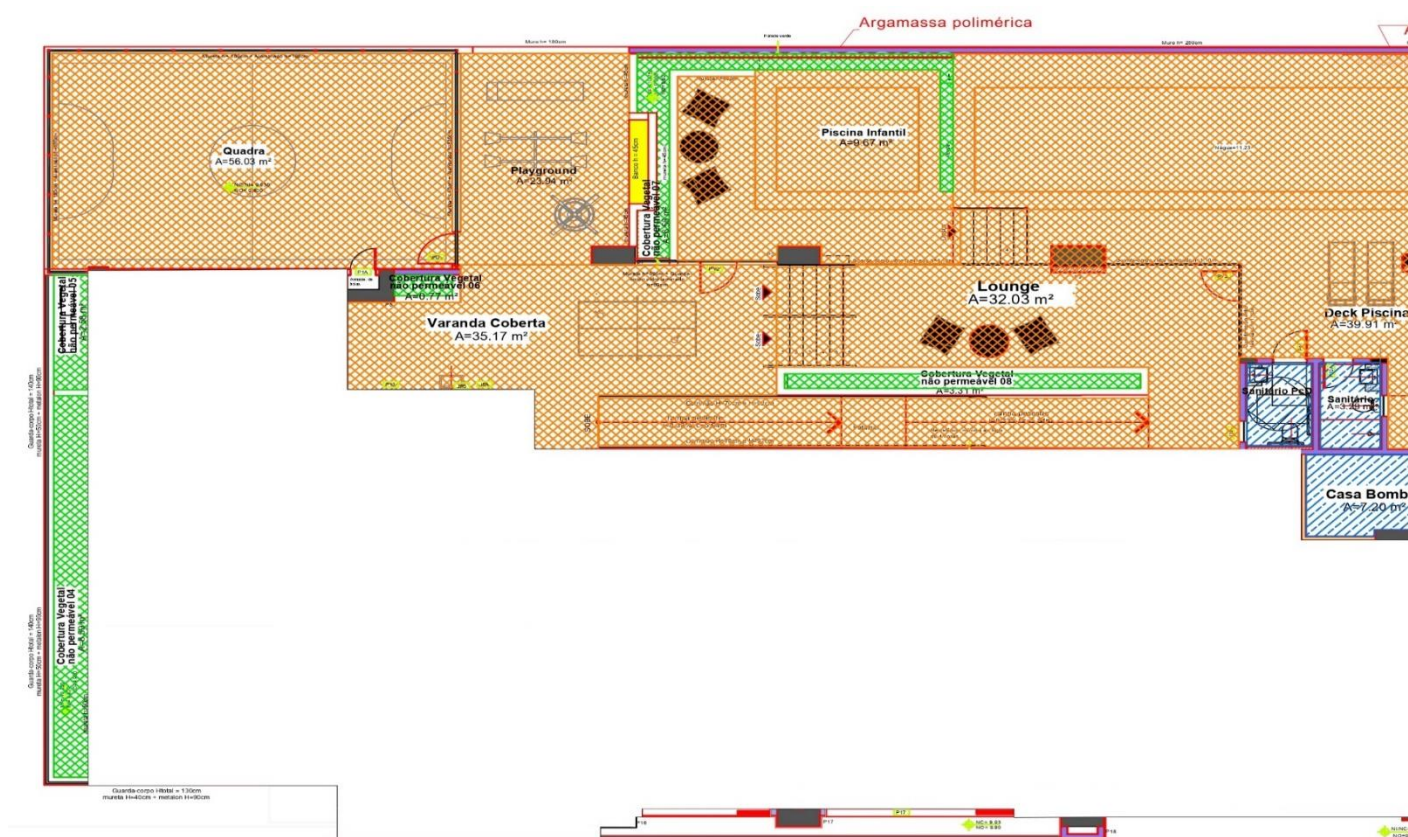
SOARES, F.F. **A Importância Do Projeto De Impermeabilização em Obras De Construção Civil**. Rio de Janeiro, Brasil, 2014.

VEDACIT. **Manual técnico: impermeabilização de estruturas**. 4. ed. São Paulo, 2012.

VIAPOL. **Manual técnico**. 8. ed. São Paulo, 2012.

YAZIGI, Walid. **A técnica de edificar**. PINI, 10ª Edição. São Paulo, Brasil, setembro de 2009.

APÊNDICE A



LEGENDA:			
SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO:	ARGAMASSA POLIMERICA	MANTA ASFÁLTICA 4mm ADERIDA COM ASFALTO MODIFICADO	MANTA ASFÁLTICA 4mm ADERIDA COM ASFALTO MODIFICADO