

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MANTA ASFÁLTICA E ARGAMASSA POLIMÉRICA EM PISCINAS

MURILO RODRIGUES PESSONI

Rio Verde, GO

2024

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MANTA ASFÁLTICA E
ARGAMASSA POLIMÉRICA EM PISCINAS**

MURILO RODRIGUES PESSONI

Trabalho de curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Dr. Flavio Hiochio Sato

Rio Verde, GO
AGOSTO, 2024

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

M538 Pessoni, Murilo Rodrigues
 Estudo comparativo entre manta asfáltica e
 argamassa polimérica em piscinas / Murilo Rodrigues
 Pessoni ; orientador Flávio Hiochio Sato. -- Rio
 Verde, 2024.
 70 p.

 TCC (Bacharelado em Engenharia Civil) -- Instituto
 Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2024.

 1. Infiltração. 2. Vazamento. 3. Estanqueidade. 4.
 Impermeabilizante. 5. Piscina. I. Sato, Flávio
 Hiochio, orient. II. Título.



TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), 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 IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: | _____ |

Nome Completo do Autor: **Murilo Rodrigues Pessoni.**

Matrícula: **2019102200840357**

Título do Trabalho: **Estudo Comparativo entre Manta Asfáltica e Argamassa polimérica em piscinas.**

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 18/09/2024

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

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 Goiano 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 Goiano.

IF Goiano – Campus Rio Verde, 18/09/2024.

Local

Data



Documento assinado digitalmente
MURILO RODRIGUES PESSONI
Data: 18/09/2024 15:15:06-0300
Verifique em <https://validar.if.gov.br>

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

FLAVIO HIOCHIO
SATO:06162543854

Assinado de forma digital por
FLAVIO HIOCHIO
SATO:06162543854
Dados: 2024.09.18 15:17:18 -03'00'

Assinatura do(a) orientador(a)

Regulamento de Trabalho de Curso (TC) – IF Goiano - Campus Rio Verde

ANEXO V - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos 09 dias do mês de setembro de dois mil e vinte e quatro, às 15:00 horas, reuniu-se a Banca Examinadora composta por: Prof. Flávio Hiochio Sato (orientador), Prof. Hugo Leonardo Souza Lara Leão e Prof. Alexsandro dos Santos Felipe, para examinar o Trabalho de Curso (TC) intitulado “ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MANTA ASFALTICA E ARGAMASSA POLIMÉRICA EM PISCINAS” de Murilo Rodrigues Pessonni, estudante do curso de ENGENHARIA CIVIL do IF Goiano – Campus Rio Verde, sob Matrícula nº 2019102200840357. A palavra foi concedida ao(a) estudante para a apresentação oral do TC, em seguida houve arguição do candidato pelos membros da Banca Examinadora. Após tal etapa, a Banca Examinadora decidiu pela APROVAÇÃO do(a) estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata, que, foi assinada pelos membros da Banca Examinadora e Mediador de TC.


Rio Verde, 09 de setembro de 2024.

Flávio Hiochio Sato

Orientador

Hugo Leonardo Souza Lara Leão

Membro da Banca Examinadora

 Documento assinado digitalmente
ALEXSANDRO DOS SANTOS FELIPE
Data: 11/09/2024 15:32:12-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Alexsandro dos Santos Felipe

Membro da Banca Examinadora

Flávio Hiochio Sato

Mediador de TC

Documento assinado eletronicamente por:

- Charles Pereira Chaves, COORDENADOR(A) DE CURSO - FUC0001 - CCBEC-RV, em 11/09/2024 15:20:45.
- Hugo Leonardo Souza Lara Leao, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 09/09/2024 17:08:38.
- Flavio Hiochio Sato, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 09/09/2024 16:20:41.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 09/09/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 631741

Código de Autenticação: 12bda45240



RESUMO

PESSONI, M. R. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde – GO, 2024. **Estudo Comparativo Entre Argamassa Polimérica e Manta Asfáltica em Piscina.**

Orientador: Dr. Flavio Hiochio Sato

Infiltração ainda continua sendo um tema com sua importância na construção civil, através do avanço tecnológico, o mercado viabilizou diversas soluções para tratar diversos problemas causadores dessa patologia, estes que por sua vez, são produtos que estão difundidos nas obras brasileiras, de fato existe grande volume de soluções eficazes, mas com conhecimento deficiente em técnica nos canteiros de obras. O estudo apresenta uma análise detalhada e técnica sobre dois sistemas de impermeabilização amplamente utilizados na construção civil brasileira: a manta asfáltica e a argamassa polimérica. Este trabalho é de extrema relevância para engenheiros civis, pois aborda a importância da impermeabilização na durabilidade e funcionalidade das estruturas, especialmente em piscinas, que são sujeitas a pressões hidrostáticas significativas. O estudo foi conduzido através de dois casos práticos, onde cada sistema foi aplicado em piscinas de concreto armado, permitindo uma comparação direta em termos de etapas de execução, tempo de aplicação, custo e eficiência. Os resultados indicam que, embora a manta asfáltica ofereça maior flexibilidade e seja mais rápida de aplicar, a argamassa polimérica se destaca por seu custo significativamente menor e por não necessitar de proteção mecânica adicional, o que pode ser um fator decisivo em muitos projetos. A conclusão do estudo sugere que a escolha entre os dois sistemas deve ser baseada em uma análise cuidadosa das condições específicas de cada projeto, considerando fatores como custo, tempo de execução e requisitos de flexibilidade. Este trabalho não apenas fornece uma base sólida para a tomada de decisões informadas, mas também destaca a importância de seguir rigorosamente as normas técnicas e as recomendações dos fabricantes para garantir a eficácia da impermeabilização. Para engenheiros civis interessados em aprofundar seus conhecimentos sobre técnicas de impermeabilização, este estudo oferece insights valiosos e práticos que podem ser aplicados em projetos futuros.

Palavras-chave: Infiltração, Vazamento, Estanqueidade, Impermeabilizante, Piscina.

ABSTRACT

PESSONI, M. R. Federal Institute of Education, Science, and Technology of Goiás – Campus Rio Verde – GO, 2024. Comparative Study Between Polymeric Mortar and Asphaltic Blanket in Swimming Pool.

Advisor: Dr. Flavio Hiochio Sato

Infiltration is still an important issue in civil construction. Through technological advances, the market has made several solutions available to treat various problems that cause this pathology. These products are widely used in Brazilian construction sites. In fact, there is a large volume of effective solutions, but there is a lack of technical knowledge on construction sites. This study presents a detailed and technical analysis of two waterproofing systems widely used in Brazilian civil construction: asphalt membrane and polymeric mortar. This work is extremely relevant for civil engineers, as it addresses the importance of waterproofing in the durability and functionality of structures, especially in swimming pools, which are subject to significant hydrostatic pressures. The study was conducted through two practical cases, where each system was applied to reinforced concrete pools, allowing a direct comparison in terms of execution steps, application time, cost and efficiency. The results indicate that, although the asphalt membrane offers greater flexibility and is faster to apply, the polymeric mortar stands out for its significantly lower cost and for not requiring additional mechanical protection, which can be a decisive factor in many projects. The conclusion of the study suggests that the choice between the two systems should be based on a careful analysis of the specific conditions of each project, considering factors such as cost, execution time and flexibility requirements. This work not only provides a solid basis for making informed decisions, but also highlights the importance of strictly following technical standards and manufacturers' recommendations to ensure the effectiveness of waterproofing. For civil engineers interested in deepening their knowledge of waterproofing techniques, this study offers valuable and practical insights that can be applied in future projects.

Keywords: Infiltration, Leakage, Watertightness, Waterproofing, Swimming Pool.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- RESUMO DA CLASSIFICAÇÃO DAS IMPERMEABILIZAÇÕES.	21
TABELA 2: CARACTERÍSTICAS DA TELA ESTRUTURANTE.	24
TABELA 3- CRITÉRIOS DE ESCOLHA DO TIPO DE MANTA EM FUNÇÃO DO USO.....	26
TABELA 4– METODOLOGIA DO ESTUDO.....	29
TABELA 5 - DEMONSTRATIVO DE TABELA DE CUSTO DO ESTUDO.....	37
TABELA 6- ORGANIZAÇÃO DAS ETAPAS DE EXECUÇÃO DA MANTA ASFÁLTICA.....	38
TABELA 7- ORGANIZAÇÃO DAS ETAPAS DE EXECUÇÃO DA ARGAMASSA POLIMÉRICA.	46
TABELA 8 - CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DOS PROCESSOS DA MANTA ASFÁLTICA.....	54
TABELA 9 - CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DOS PROCESSOS DA ARGAMASSA POLIMÉRICA.	55
TABELA 10 - TEMPO DE EXECUÇÃO POR UNIDADE DE ÁREA E PROFISSIONAIS.....	56
TABELA 11 - VOLUME DE OCUPAÇÃO PELO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO.	59
TABELA 12 - ORÇAMENTO APLICAÇÃO DA MANTA ASFÁLTICA.....	61
TABELA 13 - ORÇAMENTO EXECUÇÃO DE PROTEÇÃO MECÂNICA VERTICAL.	62
TABELA 14 - PROTEÇÃO MECÂNICA HORIZONTAL.	63
TABELA 15 - UNIFICAÇÃO DAS ÁREAS.....	64
TABELA 16 - SOMA DAS COMPOSIÇÕES.....	64
TABELA 17 - ORÇAMENTO DE APLICAÇÃO DE ARGAMASSA POLIMÉRICA.....	65

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- DEMONSTRAÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO POR PRESSÃO POSITIVA E NEGATIVA.	17
FIGURA 2- APLICAÇÃO DA ARGAMASSA POLIMÉRICA.	24
FIGURA 3- EXEMPLO ILUSTRATIVO DAS CAMADAS DA IMPERMEABILIZAÇÃO DE UM BANHEIRO COM ARGAMASSA POLIMÉRICA.	25
FIGURA 4- APLICAÇÃO DA MANTA.....	28
FIGURA 5- PLANTA BAIXA PISCINA ESTUDO DE CASO 1.....	30
FIGURA 6- OBRA ESTUDO DE CASO 2.	31
FIGURA 7 - PLANTA BAIXA PISCINA ESTUDO DE CASO 2.....	32
FIGURA 8 - SUPERFÍCIE APÓS A SECAGEM DO PRIMER APLICADO E DETALHE DO CANTO ARREDONDADO.....	39
FIGURA 9- BANHO DE ASFALTO QUENTE EM SUBSTRATO P/ APLICAÇÃO DE MANTA – ESTUDO DE CASO 1.....	40
FIGURA 10- FINALIZAÇÃO DA SEGUNDA CAMADA DE MANTA ASFÁLTICA.	41
FIGURA 11- DETALHE DE REFORÇO DOS DRENOS DE FUNDO E CANTOS DA PISCINA ARREDONDADOS.....	42
FIGURA 12- ARGAMASSA ACIII APLICADA SOB A MANTA COM TELA ESTRUTURANTE.	43
FIGURA 13- TALISCAMENTO PARA PROTEÇÃO MECÂNICA VERTICAL.....	44
FIGURA 14- DETALHE QUINAS EM 90° EM PROTEÇÃO MECÂNICA.....	45
FIGURA 15- ARGAMASSA DESEMPENADA EM SUPERFÍCIE VERTICAL.....	45
FIGURA 16- PISCINA COM SUPERFÍCIE REGULARIZADA.....	47
FIGURA 17- SENTIDO DA PRIMEIRA DEMÃO.	48
FIGURA 18- APLICAÇÃO DE TELA ESTRUTURANTE EM CIMA DA PRIMEIRA CAMADA DE IMPERMEABILIZAÇÃO, COM INÍCIO DA APLICAÇÃO DA SEGUNDA DEMÃO.....	49
FIGURA 19- INSERÇÃO DE TELA ESTRUTURANTE E DETALHE CANTOS ARREDONDADOS.....	49
FIGURA 20- SENTIDO DA APLICAÇÃO DA TELA E SEGUNDA DEMÃO.	50
FIGURA 21- RESULTADO APÓS A SECAGEM DA SEGUNDA DEMÃO.	50
FIGURA 22- SENTIDO DA APLICAÇÃO DA TERCEIRA DEMÃO.....	51
FIGURA 23- SENTIDO DA APLICAÇÃO DA QUARTA DEMÃO.....	51
FIGURA 24 - APLICAÇÃO DE QUARTA DEMÃO, PRODUTO EM ESTADO FRESCO.....	52
FIGURA 25 - SENTIDO DA APLICAÇÃO DA QUINTA E ÚLTIMA DEMÃO.	52
FIGURA 26 - APLICAÇÃO DA QUINTA DEMÃO, PRODUTO EM ESTADO FRESCO.....	53
FIGURA 27 - RESULTADO DA PISCINA APÓS A QUINTA DEMÃO.	53
FIGURA 28 - TESTE DE CARGA SISTEMA DE MANTA ASFÁLTICA.....	57

FIGURA 29 - TESTE DE CARGA SISTEMA DE ARGAMASSA POLIMÉRICA.	58
FIGURA 30 - ESPESSURA DO SISTEMA DE MANTA ASFÁLTICA DUPLA CAMADA – MEDIDAS EM MILÍMETROS (MM)	60

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.2 Objetivo Geral	15
1.2 Objetivos Específicos	15
1.3 Justificativa	15
2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1. Importância da impermeabilização	16
2.2. Solicitação de umidade	16
2.3. Impermeabilização em piscinas	17
2.4. Tipos de Impermeabilização e suas classificações	18
2.4.1. Aderência	18
2.4.2. Flexibilidade	19
2.4.3. Método de execução	19
2.4.4. Materiais	20
2.5. Descrição dos impermeabilizantes analisados	22
2.5.1. Argamassa Polimérica	22
2.5.2. Manta asfáltica	26
3.1 Estudo de caso	30
3.1.1 Estudo de Caso 1	30
3.1.2 Estudo de Caso 2	31
3.2. Etapas e Processos Executivos	32
3.3. Avaliação de Tempo de Execução	33
3.4. Teste de Carga e Volume de Ocupação do Sistema Impermeável	34
3.5. Análise de Custo	35
4. RESULTADOS E DISCUSÕES	38
4.1 Etapas e Processos Executivos	38
4.1.1 Estudo de caso 1 – Manta Asfáltica	38
4.1.2 Estudo de Caso 2 – Argamassa Polimérica	46
4.2 Avaliação de Tempo de Execução	54

4.2.1 Manta Asfáltica	54
4.2.2 Argamassa Polimérica	55
4.2.3 Tempo de Execução por Unidade Área e Profissionais	56
4.3. Teste de Estanqueidade e Volume de Ocupação do Sistema de Impermeabilização	57
4.3.1 Manta Asfáltica – Teste de Carga.....	57
4.3.2 Argamassa Polimérica – Teste de Carga.....	58
4.3.3 Volume de Ocupação do Sistema de Impermeabilização	59
4.4 Orçamento Analítico.....	60
4.4.1 Manta Asfáltica – Orçamento Analítico.....	60
4.4.2 Argamassa Polimérica – Orçamento analítico	64
5. CONCLUSÃO	66

1. INTRODUÇÃO

A impermeabilização é uma etapa fundamental na construção de piscinas e reservatórios, garantindo não apenas sua durabilidade, mas também a preservação de sua estrutura circundante e principalmente seu funcionamento adequado. Nesse contexto, a escolha do sistema de impermeabilização desempenha um papel crítico na eficácia e funcionalidade do projeto. Este trabalho se propôs realizar um estudo comparativo entre dois sistemas amplamente utilizados na impermeabilização de piscinas no Brasil: a manta asfáltica e a argamassa polimérica flexível. O estudo fundamentou sobre dois estudos de caso, sendo o primeiro relacionado à aplicação da manta asfáltica e o segundo à utilização da argamassa polimérica.

A motivação para esta pesquisa se compactua na necessidade de avaliar de forma abrangente e objetiva os benefícios e desafios associados a esses sistemas de impermeabilização, considerando diferentes aspectos que impactam diretamente na eficácia e na eficiência do processo construtivo. Para alcançar esse propósito, serão realizadas comparações detalhadas das etapas e processos de execução, bem como observações das particularidades e dificuldades enfrentadas em cada estudo de caso.

Uma das métricas centrais dessa pesquisa será o tempo de aplicação por metro quadrado de área. Compreender como esses sistemas se comportam em termos de produtividade é crucial para a gestão de projetos e orçamento de obra. Além disso, o aspecto econômico será avaliado, incluindo a quantificação dos custos de aquisição e aplicação de cada sistema. Esses dados permitirão aos profissionais da construção civil tomar decisões mais precisas embasadas ao escolher o sistema mais adequado para suas necessidades específicas.

A pesquisa também se concentrou em aspectos de desempenho, como a realização de testes de estanqueidade em ambas as piscinas após a aplicação dos sistemas de impermeabilização. E por sua vez, análise da ocupação de volume do sistema de impermeabilização dentro da piscina após a aplicação será crucial para entender como esses sistemas se ocupam e se comportam no em todo o sistema da piscina, atendendo os requisitos arquitetônicos e de desempenho da construção.

A relevância deste estudo vai além do âmbito puramente técnico, uma vez que a escolha de sistemas de impermeabilização afeta não apenas a qualidade da obra, mas também seu custo, sua durabilidade e sua operacionalidade. Compreender os aspectos

desse sistemas contribuirá para a tomada de decisões informadas por parte dos profissionais da construção civil, haja vista que ainda há diferenças entre a prática aconselhada em obras observadas no dia a dia com os cadernos técnicos, seguindo nas normativas técnica de impermeabilização e dos fabricantes.

1.2 Objetivo Geral

A pesquisa apresenta como objetivo geral avaliar a efetividade e comparar a performance dos dois tipos de impermeabilização (argamassa polimérica e manta asfáltica), avaliando suas características específicas em um estudo de caso realizado em piscinas construídas em concreto armado de imóveis de alto padrão em Rio Verde – Go.

1.2 Objetivos Específicos

Durante a realização da pesquisa também buscou-se atingir os seguintes objetivos específicos:

- Realizar uma análise de etapas específicas e suas dificuldades para aplicação dos dois impermeabilizantes estudados em piscinas;
- Quantificar e comparar o custo de aplicação por metragem de área aplicada;
- Verificar o tempo de execução de ambos sistemas de impermeabilização em piscinas considerando o número de profissionais e a área executada;
- Avaliar o teste de estanqueidade e a espessura de ocupação dentro da piscina de ambos os sistemas impermeabilizantes;
- Identificar vantagens e desvantagem dos impermeabilizantes, levantando dados para o estudo de viabilidade de implantação de cada sistema vedante.

1.3 Justificativa

No cenário da indústria de construção, existe uma vasta gama de sistemas de impermeabilização disponíveis, abrangendo diversos materiais e técnicas distintas. Dentro desse leque de opções, despontam a argamassa polimérica flexível e a manta asfáltica, ambas com aplicação difundida em construções de piscinas contra os efeitos da água. No entanto, a tomada de decisão entre essas alternativas frequentemente se depara frequentemente por meio pelas experiências do cotidiano e parcialmente pelo conhecimento embasado em evidências técnicas e científicas.

Portanto, a condução de um exame técnico correlacionado a um estudo examinado comparativo entre a argamassa polimérica e a manta asfáltica para a impermeabilização de piscinas na prática emerge como uma exploração de relevância e necessidade para o mercado atual. Com intuito de preencher a lacuna de exploração a esse conhecimento, a fim de performar a tomada de decisão dos profissionais da construção civil.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância da impermeabilização

Picchi (1986), descreve a impermeabilização como uma estrutura que impede a passagem de líquidos e inclui todos os materiais, componentes e acessórios necessários para formar uma barreira impermeável. Para a NBR 9575 (ABNT 2010), a impermeabilização compreende “um conjunto de técnicas de operação e construção (serviços) constituído por uma ou mais camadas, cuja finalidade é proteger uma edificação contra os efeitos nocivos de líquidos, vapores e umidade”.

Destas definições podemos derivar o papel principal da impermeabilização, que está diretamente relacionado com a durabilidade da edificação. O Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI, 2018) define esse propósito da seguinte forma: “além de proteger o patrimônio imobiliário formado, também proporciona a habitabilidade e a funcionalidade da edificação, bem como a saúde, a segurança e o bem-estar dos seus usuários”, tendo visto que a umidade acaba levando à deterioração estrutural por meio da degradação do concreto, corrosão do aço, pintura e outras anormalidades de revestimento, dentre outras manifestações patológicas (IBI, 2018).

O aprendizado dos princípios e técnicas de impermeabilização é vital para os engenheiros, pois, a impermeabilização é parte integrante dos projetos de construção e, portanto, quem projeta deve antecipar os detalhes necessários para a impermeabilização. Além disso, os engenheiros devem ser capazes de especificar sistemas, selecionar materiais, contratar empresas de aplicação e supervisionar a execução de serviços. Ademais, a impermeabilização é um serviço em que os detalhes desempenham um papel importante, e qualquer falha, por menor que seja, mesmo que local, pode comprometer todo o sistema de proteção (VERÇOZA, 1987; CARVALHO, 2018).

Pensando nisso, a última atualização da norma NBR 9575 (ABNT 2010) torna obrigatória a impermeabilização de edificações. Um projeto de impermeabilização consiste em um conjunto de informações gráficas e descritivas que identificam todas as características envolvidas no sistema de impermeabilização de uma construção (ABNT, 2010).

2.2. Solicitação de umidade

Todos os solos contêm água, portanto, devido à estrutura porosa do solo e da areia, a água no subsolo sobe por ação capilar e permeabilidade até atingir o equilíbrio hidrostático. Componentes porosos como alvenaria e concreto quando entram em contato com solo úmido,

também carregarão umidade por ação capilar (VERÇOZA, 1987). Além disso, a umidade do solo pode introduzir sais nocivos, que são substâncias corrosivas que, além de manchar, podem quebrar argamassas e tijolos (CARVALHO, 2018).

A umidade dos fluidos sob pressão ocorre em solos, caixas d'água, piscinas, entre outros, onde a água exerce forças hidrostáticas na impermeabilização (CUNHA; NEUMANN, 1979). É definida como água sob pressão negativa, confinada ou não, com pressão hidrostática exercida superior a 1kPa, em oposição à impermeabilização. Água sob pressão positiva, confinada ou não, é a água que exerce pressão hidrostática superior a 1 kPa diretamente sobre um material impermeabilizante (ABNT, 2010), conforme figura 1.

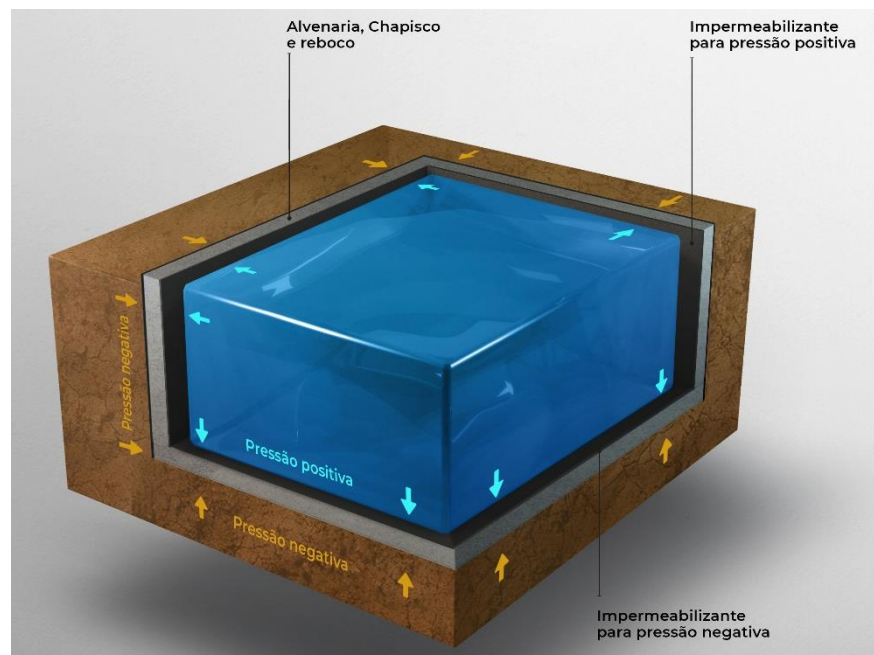


Figura 1- Demonstração da impermeabilização por pressão positiva e negativa.

Fonte: (IBI, 2018)

2.3. Impermeabilização em piscinas

As piscinas recebem uma categorização de acordo com a sua posição em relação ao solo e são definidas como piscinas elevadas (sobre colunas, estruturas e edifícios), piscinas apoiadas (no solo) ou piscinas enterradas (RIBEIRO; DOS SANTOS, 2021).

As argamassas poliméricas são os produtos mais utilizados para impermeabilização de reservatórios e piscinas enterradas devido à sua capacidade de resistir à pressão hidrostática negativa e positiva. Seu uso em reservatórios elevados tem menor utilização devido à sua menor flexibilidade em comparação com outros materiais, o que pode ser severo em estruturas sujeitas a movimentos estruturais. Podem ser aplicados manual ou mecanicamente

sobre a superfície a ser impermeabilizada, podendo a espessura da camada variar dependendo da pressão hidrostática a que estão submetidos (BASTOS, 2014).

Segundo Cássio (2017), para impermeabilizar adequadamente uma piscina elevada, verificar as condições construtivas da piscina, o sistema construtivo, se é coberto ou localizado em área exposta a intempéries e gradientes térmicos, são itens imprescindíveis na escolha do tipo de impermeabilização. Quando se trata de piscinas elevadas, construídas em concreto armado, antecipando a movimentação da estrutura, a escolha de materiais impermeabilizantes específicos leva à escolha de materiais impermeabilizantes flexíveis, geralmente mantas asfálticas (PIRONDI, 1988).

2.4. Tipos de Impermeabilização e suas classificações

Existem várias maneiras de classificar a impermeabilização. Por exemplo, a NBR 9575 (ABNT 2010), classifica os tipos de impermeabilização de acordo com os principais materiais constituintes da camada impermeabilizante, definindo-os como materiais cimentícios, asfálticos e poliméricos. A NBR 9574 (ABNT 2008), divide os tipos de impermeabilização em impermeabilizantes rígidos e impermeabilizantes flexíveis.

Segundo Oliveira (2015), a impermeabilização pode ser classificada com base na aderência, flexibilidade, métodos construtivos e materiais.

2.4.1. Aderência

Dependendo da aderência, a impermeabilização é classificada em aderente, semi-independente e independente ou não aderente. Um sistema de impermeabilização aderente é um sistema constituído por um conjunto de materiais ou produtos que são aplicados em componentes construtivos para que estes adiram completamente ao substrato (ABNT, 2010). Neste caso, o impermeabilizante atua em conjunto com a estrutura, portanto, a ruptura dos apoios pode provocar grandes deformações no impermeabilizante, criando assim elevadas tensões de tração (PICCHI, 1986). Todos os materiais impermeabilizantes rígidos, membranas, argamassas, mantas asfálticas adesivas podem ser usados como exemplos de materiais impermeabilizantes aderentes.

Os sistemas semi-independentes consistem em sistemas de impermeabilização que são fixados em determinados pontos e permitem preferencialmente que alguns pontos como áreas de fissuras, juntas de dilatação e outros pontos que sofrem maior movimentação permaneçam livres (PICCHI, 1986). Um exemplo desse sistema é a utilização de mantas asfálticas convencionais, aplicado através de um material de alta temperatura para impermeabilização.

Os sistemas independentes ou não aderentes caracterizam-se pela utilização de uma camada isolante entre o material impermeabilizante e o substrato. Portanto, todo movimento do suporte será distribuído por toda a extensão do impermeabilizante, o que resulta em menor percentual de deformação e conseqüentemente menor tensão (CARVALHO, 2018).

2.4.2. Flexibilidade

Do ponto de vista da flexibilidade, pode ser dividido em sistemas rígidos e sistemas flexíveis.

Um sistema rígido é aquele que não suporta movimentos estruturais e, portanto, a formação de fissuras no substrato. Segundo Cunha e Neumann (1979), um exemplo de impermeabilização rígida são os concretos e argamassas que são impermeabilizadas pela adição de aditivos impermeabilizantes.

Os sistemas flexíveis possuem um certo grau de elasticidade, o que permite ao sistema absorver um certo grau de movimento no seu substrato. Segundo a NBR 9575 (ABNT, 2010), a impermeabilização flexível consiste em “um grupo de materiais ou produtos com propriedades flexíveis, compatíveis e adequados para componentes de construção sujeitos à movimentação de elementos construtivos”. Ademais, a norma ressalta que para que uma camada impermeabilizante seja considerada flexível, ela deve passar por testes laboratoriais para comprovar esta propriedade.

2.4.3. Método de execução

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

Um sistema moldado in loco utiliza um material que pode ser chamado de membrana, criado pela aplicação de camadas que podem ou não conter materiais de reforço, formando assim um sistema monolítico sem costuras. Dentro desta separação existem sistemas quentes e frios (IBI, 2018). Entre os sistemas moldados in loco, podemos destacar as membranas asfálticas moldadas a quente ou a frio; e as membranas poliméricas sintéticas, classificação que pode ser subdividida em: membranas acrílicas, argamassas poliméricas flexíveis e membranas elastoméricas (OLIVEIRA, 2015).

Os sistemas pré-fabricados são sistemas onde o produto foi preparado na fábrica e, portanto, após a aplicação, necessita ser soldado ou colado nas emendas de acordo com as instruções do fornecedor. Quanto à ligação ao substrato, o processo pode ser realizado a quente com maçarico a gás ou a frio (IBI, 2018). Os atuais sistemas de impermeabilização

pré-moldados incluem mantas asfálticas e de polímeros sintéticos. Os polímeros sintéticos podem ser plásticos ou elastômeros, onde a categoria plástica inclui mantas de PVC e PEAD, enquanto na categoria elastômero encontramos mantas butílicas e EPDM (OLIVEIRA, 2015).

2.4.4. Materiais

A classificação por material é feita pela NBR 9575 (ABNT, 2010), na qual os sistemas impermeabilizantes são classificados com base no material principal da camada impermeabilizante, com base em suas propriedades químicas. Portanto, é dividido em substâncias cimentícias, asfálticas e poliméricas. A tabela 1 resume as classificações de impermeabilização.

Tabela 1- Resumo da classificação das impermeabilizações.

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

Fonte: (BUTZKE, 2020).

2.5.Descrição dos impermeabilizantes analisados

Segundo a NBR 9575 (ABNT, 2010) e Freire (2007), para escolher o tipo de impermeabilização a ser utilizada, deve-se analisar o tipo de exigências impostas pelo fluido e considerar os componentes estruturais que necessitam de vedação.

2.5.1.Argamassa Polimérica

A NBR 9575 (ABNT, 2010) define argamassa polimérica como “tipo de impermeabilização industrializada, aplicada em substrato de concreto ou alvenaria, constituída de agregados minerais inertes, cimento e polímeros, formando um revestimento com propriedades impermeabilizantes”.

A argamassa polimérica produzida industrialmente contém na sua composição cimento, agregados minerais inertes, polímeros acrílicos e aditivos, através desta mistura e da sua aplicação em estruturas, proporciona um revestimento muito duradouro com excelente impermeabilização e elevada resistência mecânica (SCHEIDEGGER, 2019). A argamassa polimérica utiliza, em sua composição, principalmente polímeros sintéticos como o poliacetato de vinila (PVA), resinas acrílicas e látex sintético.

Os polímeros sintéticos, foram desenvolvidos há mais de um século, mas ganharam destaque em termos de produção em massa após a Segunda Guerra Mundial. Entre os polímeros mais produzidos estão as poliolefinas, como polietilenos e polipropilenos. Além disso, há uma variedade de materiais poliméricos como PMMA, PC, PET e PDMS, cada um com características químicas e físicas distintas que os tornam adequados para a fabricação de dispositivos micro rizado por seu baixo custo e biocompatibilidade, enquanto o PDMS é conhecido por sua transparência, flexibilidade e permeabilidade ao oxigênio contendo segmentos de PDMS são de particular interesse devido às suas propriedades hidrofóbicas, baixa tensão superficial e biocompatibilidade, tornando-os ideais para diversas aplicações (Andrade, 2022).

O Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI) recomenda a utilização deste material para impermeabilização de subsolos, cortinas, poços de elevadores, muros de contenção, baldrame e alicerces, bem como para impermeabilização de paredes internas e externas, pisos frios em contato com o solo e áreas frias em geral. Recomendado também para uso em reservatórios de água potável, piscinas subterrâneas de concreto e estruturas suscetíveis à infiltração de águas subterrâneas (BUTZKE, 2020).

De acordo com sua classificação, a argamassa polimérica é dividida em materiais à base de cimento e materiais rígidos. Materiais rígidos são recomendados para: banheiros,

cozinhas e áreas de serviço (áreas térreas), baldrame, paredes de subsolos, piscinas, caixas d'água e cisternas enterradas, impermeabilização de rodapés, paredes internas e externas (pressão negativa e positiva), como base para sistema flexível cimentício e base impermeabilizante (DENVER, 2018; SIKA, 2018).

A execução da impermeabilização com argamassa polimérica segue as orientações da NBR 9574 (ABNT, 2008), seguindo as etapas de preparação do substrato, preparação da argamassa, impermeabilização e proteção mecânica se necessário.

Para a aplicação da argamassa polimérica o substrato deve estar completamente limpo e homogêneo, ou seja, não deve conter partes soltas ou desintegradas, leita de cimento, óleos e desmoldantes ou qualquer outra sujeira. Para garantir isso, recomenda-se a limpeza com escova de aço e água ou jato d'água de alta pressão. Caso haja defeitos no concreto ou em partes do ninho, deverão ser feitos os devidos ajustes com argamassa (ABNT, 2008; IBI, 2020). Por fim, recomenda-se a utilização de pincel ou brocha para umedecer o local de aplicação, tomando cuidado para não molhar a superfície (ABNT, 2008; IBI, 2020).

Alguns fatores importantes a serem considerados durante a fase de preparação do substrato são: deve ter sido realizado o recorte, com inclinação de pelo menos 1% para as áreas externas e 0,5% para as internas, e detalhes como arredondamento de cantos e localização de tubos de drenagem (ralos) (ABNT, 2008; YAZIGI, 2013).

A argamassa é preparada misturando dois componentes do material. Para isso, recomenda-se utilizar um balde ou outro recipiente limpo e adicionar aos poucos a resina líquida e depois os ingredientes em pó. A mistura deve então prosseguir até obter uma massa completamente homogênea. A mistura pode ser feita manualmente ou mecanicamente. Se for utilizado um processo mecânico para mistura, recomenda-se misturar por 3 minutos, mas se for utilizado um processo de mistura manual, o tempo recomendado é alterado para 5 minutos. Uma vez misturados os componentes, pós e resinas, devem ser respeitados os tempos de mistura recomendados pelo fabricante (ABNT, 2008; IBI, 2020). É importante ressaltar que é essencial seguir rigorosamente as recomendações do fabricante de cada produto.

A argamassa deve ser aplicada no substrato com trincha (Figura 2). O revestimento deve ser aplicado transversalmente e uniformemente. Recomenda-se a aplicação de revestimentos em intervalos de 2 a 6 horas dependendo da temperatura ambiente. Ao aplicar a próxima camada, você deve verificar a umidade da camada anterior. Se estiver seca, será necessário umedecer a área antes de aplicar novamente. A quantidade de demãos deve seguir as instruções do fabricante (ABNT, 2008; IBI, 2020).



Figura 2- Aplicação da argamassa polimérica.
Fonte: (FIBERSALS, 2020)

Caso seja utilizada armadura de tela, esta deve ser colocada atrás da primeira camada de argamassa polimérica e depois totalmente recoberta pelas demais demãos a serem aplicadas (ABNT, 2008).

A tela estruturante de poliéster com revestimento de PVC usada como um complemento ao utilizar argamassas poliméricas e membranas acrílicas. O produto intensifica a resistência à tração, especialmente em áreas com movimentos intensos, como cantos e ralos. Dentre das suas vantagens, é possível citar que resiste a movimentação da estrutura, protege cantos e ralos da infiltração da água, reduz o aparecimento de trincas na impermeabilização (Quartzolit). As características da tela estruturante estão dispostas na tabela 2.

Tabela 2: Características da tela estruturante.

Características	ESPECIFICAÇÃO
Número de Filamentos	48
Tensão de Ruptura (mínimo)	19 N
Alongamento na Ruptura	16,5 – 20,5 %
Encolhimento a 180°C	3 – 4 %
Título dos Fios do Urdume (dtex)	280
Fios/cm no Urdume	3
Título dos Fios da Trama (dtex)	280
Fios/cm na Trama	3,2
Tensão de Ruptura no Urdume (N/5 cm) (mínimo)	280
Tensão de Ruptura na Trama (N/5 cm) (mínimo)	300
Espessura (mm ± 10%)	0,18
Tubete de embalagem (diâmetro interno em mm)	50
Peso Total (g/m ± 10%)	39
Adesivo	PVC
Resistência Química	Resiste aos álcalis (cimento, cal, sabões, etc)

Capilaridade	Sem capilaridade – não absorve líquidos alcalinos pela capilaridade
--------------	---

Fonte: BOLETIM TÉCNICO tela estruturante quartzolit. 2024.

Quanto às orientações de localização de aplicação, esta dependerá das áreas a impermeabilizar e dos seus respectivos usos. Essas diretrizes devem estar claramente definidas nos projetos de impermeabilização e seguidas rigorosamente pelos executores (YAZIGI, 2013). A impermeabilização de banheiro com argamassa polimérica é mostrada na Figura 3. Por fim, o produto deve ser curado na forma e no tempo especificados pelo fornecedor. A NBR 9574 (ABNT, 2008) orienta para promover a hidratação de superfícies em espaços abertos ou expostos à luz solar por pelo menos 72 horas.



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

Fonte: adaptado de (MANUAL DO ARQUITETO, 2017)

Uma das grandes vantagens das argamassas poliméricas é que não é necessária nenhuma camada protetora mecânica sobre a camada impermeabilizante, além do próprio revestimento que é aplicado no local, podendo agora o revestimento ser aplicado diretamente sobre a camada impermeabilizante (SCHEIDEGGER, 2019). A NBR 9574 (ABNT, 2008) recomenda proteção mecânica onde há probabilidade de ocorrer ataque mecânico.

Tal como acontece com todos os métodos de impermeabilização, existem alguns pontos que devem ter especial atenção, nomeadamente para estas áreas devem ser utilizadas técnicas específicas, cujos detalhes e peculiaridades estão incluídos no projeto de impermeabilização. Esses pontos são geralmente mais críticos porque apresentam maiores

concentrações de tensão e têm maior probabilidade de falha. Por exemplo: calhas, cantos, contatos piso-parede, juntas, entre outros (BUTZKE, 2020).

No caso de argamassas poliméricas é sempre necessária a utilização de agentes estruturantes nestes pontos, e os detalhes gráficos presentes na execução dos projetos de impermeabilização devem nortear a correta execução da impermeabilização nestes pontos (BUTZKE, 2020).

2.5.2. Manta asfáltica

A NBR 9575 (ABNT, 2010) define mantas impermeabilizantes como “produtos impermeabilizantes pré-fabricados obtidos por processo industrial como calandragem ou estiramento”. Dentre essas classificações, as mantas asfálticas são indicadas para sistemas impermeabilizantes, moldado in loco, asfálticos e flexíveis.

Como a manta asfáltica é pré-fabricada, a espessura da camada impermeável é garantida, não havendo necessidade de verificar rigorosamente a quantidade de camadas aplicadas pela equipe de construção como no sistema moldado. As espessuras mais vendidas são 2,5 mm, 3 mm e 4 mm (MAPA DA OBRA, 2017).

Este método de impermeabilização é recomendado para diversas situações, desde lajes de cobertura até reservatórios elevados. A atual norma NBR 9952 - Mantas asfálticas com reforço impermeabilizante - Requisitos e métodos de ensaio (ABNT, 2014) classifica as mantas asfálticas nos Tipos I, II, III e IV com base na resistência à tração e alongamento. Segundo essa classificação, os critérios de seleção baseados no uso são apresentados na tabela 2 (IBI, 2020; YAZIGI, 2013).

Tabela 3- Critérios de escolha do tipo de manta em função do uso.

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

Fonte: (YAZIGI, 2013)

A implantação da impermeabilização com manta asfáltica segue as orientações da NBR 9574 (ABNT, 2008), seguindo as etapas de preparação do substrato, aplicação de primer, impermeabilização, ensaio de vedação, aplicação de camada isolante e proteção mecânica final.

No preparo do substrato, a superfície deve estar limpa, lisa, seca, isenta de poeira, graxa, óleo e livre de quaisquer irregularidades. Portanto, recomenda-se regularizar a superfície, preferencialmente utilizando cimento e argamassa na proporção de 1:3, tendo o cuidado de inclinar pelo menos 1% em direção aos ralos. Além disso, é necessário arredondar os cantos verticais e horizontais em semicírculos (ABNT, 2008; IBI, 2020; YAZIGI, 2013). Após a secagem da camada de nivelamento da superfície, a área precisará ser preparada. Para isso, é necessário aplicar uma camada de primer de maneira uniforme sobre toda a área impermeabilizada utilizando rolo de lã, pincel ou trincha e esperar secar completamente (ABNT, 2008; IBI, 2020; YAZIGI, 2013).

Para iniciar a aplicação de uma manta asfáltica é necessário ajustar a posição da manta na superfície, para isso recomenda-se desenrolar a bobina, alinhá-la e rebobiná-la novamente. Na aplicação de mantas com chama de maçarico GLP (método de execução mais comum), recomenda-se a utilização de maçarico com gatilho de controle de chama, haste de 50 cm, bico de 2" (ABNT, 2008).

Portanto, o próximo passo é direcionar a chama do maçarico para que ele aqueça simultaneamente o substrato preparado e o lado adesivo da manta (Figura 4) e então aplicar pressão na manta no sentido do centro para a borda para que quaisquer bolhas de ar serão expelidas (ABNT, 2008). Deve-se prestar atenção na sobreposição, que deve ser de no mínimo 10 cm. Por fim, a junta deve ser selada com rolo, espátula ou colheres de pedreiro de ponta arredondada. Ademais, outra espécie de realizar a colagem ou soldagem desse material é utilizando o asfalto quente ao invés do maçarico, que por sua vez consegue fazer a aderência das placas sem a necessidade de desgastar o material das placas de manta. Além disso, recomenda-se seguir as orientações do fabricante quanto ao consumo, manuseio, ferramentas e instruções de segurança (ABNT, 2008).

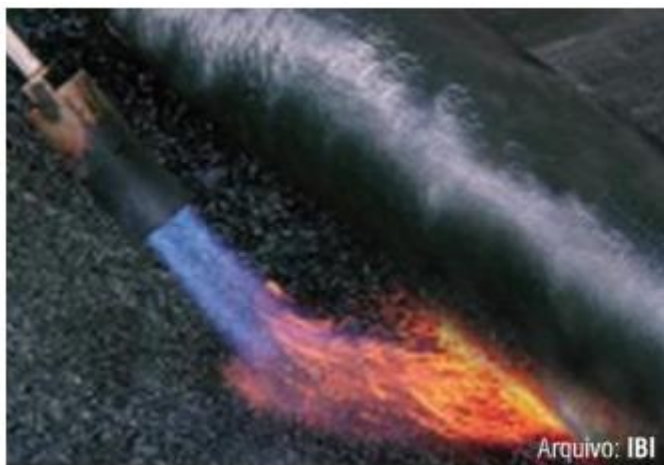


Figura 4- Aplicação da manta
Fonte: (IBI, 2020)

Alguns detalhes devem receber atenção especial, como o rodapé. Recomenda-se que a colagem da manta neste momento seja feita em duas etapas, ou seja, colando primeiro a superfície horizontal e depois a superfície vertical (IBI, 2020).

A camada de separação estará localizada acima da manta asfáltica. Sua função é evitar a aderência entre a manta e a posterior argamassa de proteção mecânica. Sua presença é importante porque evita fissuras excessivas no revestimento protetor da argamassa devido à movimentação da manta e também permite fácil manutenção caso seja necessária no futuro. Os materiais recomendados para esta camada são: filme plástico, lona ou outros materiais semelhantes (IBI, 2020; YAZIGI, 2013).

Uma camada protetora mecânica será aplicada abaixo da camada de separação. Esta camada pode ser de cimento ou argamassa, com ou sem reforço. Um revestimento pode ser aplicado a esta camada. É importante manter o caimento voltado para os ralos. A norma NBR 9574 (ABNT, 2008) também recomenda proteção UV sob mantas, exceto mantas de autoproteção (ABNT, 2008; IBI, 2020b).

Do mesmo modo como acontece com as argamassas poliméricas, como em todos os métodos de impermeabilização, existem pontos específicos aos quais deve ser dada especial atenção, ou seja, para estas áreas devem ser utilizadas técnicas específicas, cujos detalhes e peculiaridades estão incluídos no projeto de impermeabilização. Esses pontos costumam ser críticos, onde o estresse está concentrado e a probabilidade de falha é maior (BUTZKE, 2020).

Para Picchi (1986), o sucesso da impermeabilização é resultado de uma série de detalhes construtivos bem executados que garantirão a estanqueidade em pontos críticos, uma vez que a maioria dos problemas de impermeabilização tem origem em bordas, calhas, juntas,

mudanças de plano e corredores de tubulações. Para mantas asfálticas, os pontos mais importantes a serem observados são, conforme cita Picchi (1986), juntas, ralos, rodapés, canaletas de tubulações, emendas, ancoragens, entre outros.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para realizar o estudo em questão, foram utilizados diversos recursos como referências bibliográficas, informações técnicas fornecidas pelos fabricantes dos materiais de impermeabilização em questão e normas técnicas específicas. O foco central desse estudo foi o acompanhamento e a coleta de dados em dois estudos de casos de duas obras residenciais de alto padrão de piscinas construídas inteiriças em concreto armado, o primeiro estudo foi realizado em uma aplicação de sistema de impermeabilização a base asfáltica, e em outro estudo utilizado o impermeabilizante a base cimentícia. A principal finalidade desse sistema era avaliar em um cenário de condições reais de comportamento dos materiais e compará-los entre si, a fim de identificar aquele que apresentasse as melhores características. Essas características foram cruciais para determinar a viabilidade de cada material. A metodologia adotada desempenha um papel fundamental, pois permite o contato direto com os materiais, possibilitando a avaliação do desempenho individual de cada material escolhido. A Tabela 4 detalha e separa em tópicos a metodologia adotada nesse estudo.

Tabela 4– Metodologia do estudo.

Subtópico	Metodologia
1	Estudo de Caso
2	Etapas e Processos Executivos
3	Avaliação de Tempo de Execução
4	Teste de Estanqueidade e Volume de Ocupação do Sistema de Impermeabilização
5	Orçamento Analítico

Fonte: Autor, 2023.

Para alcançar o objetivo dessa pesquisa, o estudo comparativo foi dividido em critérios realizado pelo levantamento de informações através de estudo de caso composto por duas execuções de impermeabilização em piscinas, com os parâmetros pertinentes a etapas e

processos executivos, avaliação de tempo de execução, teste de desempenho e volume de ocupação do sistema impermeabilizante dentro da piscina e por fim, o orçamento analítico de cada solução impermeabilizante escolhida e executada.

3.1 Estudo de caso

Segundo Yin, um estudo de caso é uma metodologia de estudo amplamente utilizada que envolve uma investigação aprofundada e detalhada de um ou mais casos específicos com o objetivo de obter percepções significativas sobre um fenômeno ou problema particular. É uma pesquisa empírica que analisa um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real. Pode ser conduzido em diversas áreas, incluindo ciências sociais, negócios, medicina e educação. Através de levantamento de dados de diversas fontes, como entrevistas, registros, documentações, observações, os estudos de caso oferecem uma análise profunda sobre o tema que enriquecem entendimento o desenvolvimento teórico (Stake, 2006).

3.1.1 Estudo de Caso 1

O acompanhamento da execução do sistema de impermeabilização com manta asfáltica, foi uma piscina elevada, ou seja, piscina que está localizada acima do solo, não tendo solicitação de umidade negativa proveniente do solo, apenas pressão positiva provinda da sua própria água a piscina. Localizada em Rio Verde -Go é uma obra dentro de um condomínio vertical de alto padrão, possuem 156,41 m² construídos de piscina e capacidade de 156,13 m³ de água.

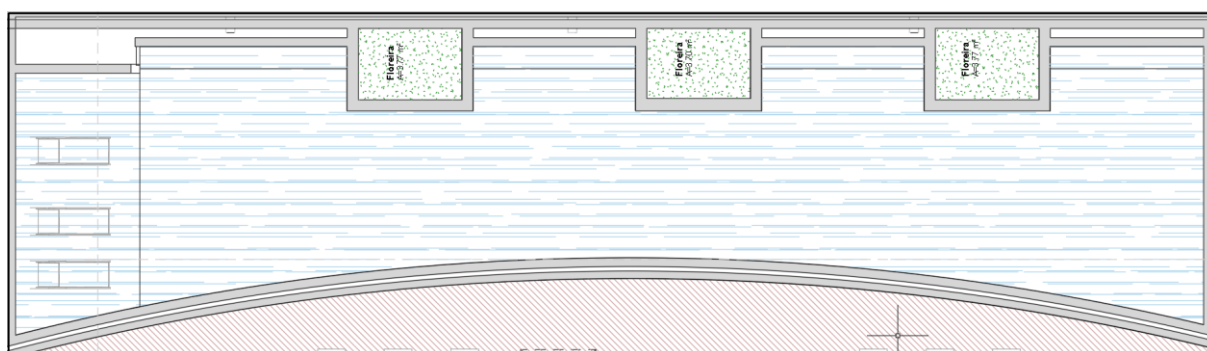


Figura 5- Planta baixa piscina estudo de caso1.
Fonte: Arquiteta Adriana Mundim e Layra Melo.

O produto utilizado como sistema impermeabilizante foi a manta asfáltica Torondin da Viapol, com características técnicas conforma a NBR9952:2014, foi aplicado primeiramente o primer em cima da regularização da superfície, posteriormente, duas camadas consecutivas de 4 mm e aderidas suas placas com asfalto quente modificado sem adição de polímeros,

atribuído para aplicação em impermeabilização (NBR 9910:2017). E por fim, foi realizado o teste de carga e posteriormente, realizado o processo de proteção mecânica de manta asfáltica (NBR 9574:2008). Dados que serão detalhados no tópico de resultados Etapas e Processos Executivos.

A primeira camada de manta tem a função de amortecimento da estrutura elevada, absorvendo possíveis movimentos causadores de deformações e trincas, já a segunda camada tem sim a sua função principal de realizar a impermeabilização da piscina (Viapol, 2017)

3.1.2 Estudo de Caso 2

O acompanhamento da execução do sistema de impermeabilização com argamassa polimérica flexível foi observado nos anos de 2022 / 2023, a obra é uma construção de um sobrado alto padrão unifamiliar de 359,30 m² de área construída, localizado em Rio Verde – GO.



Figura 6- Obra estudo de caso 2.
Fonte: Arquiteto Jackson Schmidt.

A piscina analisada foi executada pela construtora local Nobre Engenharia de forma enterrada, em que todos os seus componentes estruturais tem contato com o solo do terreno, construída em estrutura de concreto armado, impermeabilizada com argamassa polimérica flexível e revestida com pastilha, tem 16,75 m² de área construída e capacidade de 17,23 m³ de água, com 3 níveis de profundidade.

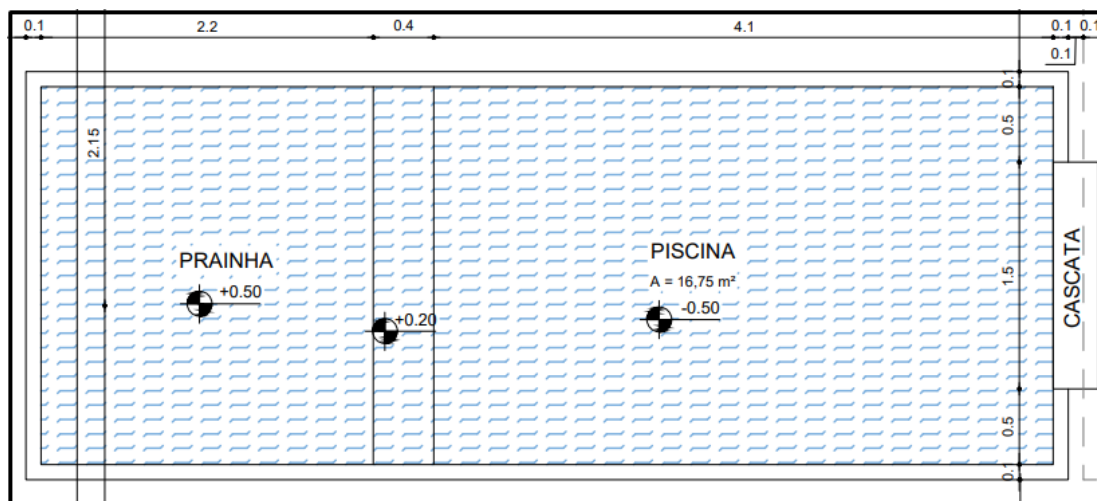


Figura 7 - Planta baixa piscina estudo de caso 2.

Fonte: Arquiteto Jackson Schmidt.

O produto utilizado para a execução de impermeabilização dessa piscina foi a argamassa polimérica TOP FLEX do fabricante SIKA, é um revestimento impermeabilizante bicomponente flexível à base de cimento, areias selecionadas e resina acrílica especial, é especialmente indicado para reservatórios e piscinas enterradas e elevadas tendo alta capacidade contra solicitações de umidade tanto positiva, quanto umidade negativa, proveniente do solo (Ficha Técnica Sika Top Flex, 2017).

A aplicação seguiu as etapas do seu manual técnico em conformidade com a NBR 9574:2008. Após a regularização da superfície, realizou-se a preparação do produto e aplicou-se a primeira demão, posteriormente houve a instalação da tela estruturada própria para impermeabilização em toda superfície, logo após, fez-se necessário o número total de mais 4 demãos cruzadas do material, sempre respeitando o tempo de cura (Ficha Técnica Sika Top Flex, 2017). O manual cita que o número de demãos pode variar, mas delimita a instalação da tela após a primeira demão e aplicar no total no mínimo de três demão no caso de piscinas e reservatórios de água, o número total de 5 demãos aplicado nesse estudo de caso foi definido por conta da normativa da própria construtora executante desse processo do estudo de caso 2, todos esses dados serão discutidos e detalhados no tópico de resultados Etapas e Processos Executivos.

3.2. Etapas e Processos Executivos

Através desse parâmetro foram avaliados e detalhados todo o processo executivo em obra, sendo ele desde a avaliação de necessidade de regularização de superfície, até ao final da proteção mecânica de impermeabilização, caso necessário ou não a proteção mecânica. A

aplicação dos impermeabilizante manta asfáltica do estudo de caso 1 e da argamassa polimérica do estudo de caso 2 dirigiram-se regulamentadas e amparadas pelas normativas NBR 9575:2010 e NBR 9574:2008, em consonância ao manual técnico dos fabricantes Viapol (manta asfáltica) e Sika – Top Flex (argamassa polimérica).

Foram realizadas diversas visitas em todas as etapas do processo de execução, caracterizando os detalhes importantes e suas particularidades de cada sistema impermeável, e em cada ponto específico da piscina a ser descrito, como cuidados e procedimentos a serem tomados em encontros de parede e laje, vedação de esperas de tubulações em regiões impermeabilizada, emendas e sobreposição de placas de mantas asfáltica, instalação de telas estruturadas em argamassas polimérica, cura total do produto e aplicação de sistema de proteção mecânica em cada impermeabilizante escolhido de cada execução.

3.3. Avaliação de Tempo de Execução

Segundo Matto 2006 o cronograma físico e financeiro de uma obra é definido pela distribuição temporal dos valores na sua execução, ou seja, a avaliação de tempo de execução tem sua relevância não somente no âmbito de cronograma de tempo, mas tem relação ativamente com o custo global de toda a obra. O tempo atinge não somente os custos diretos de mão de obra, mas estão associados também aos custos indiretos como administração de obra e encargos trabalhistas por exemplo (Mattos, 2006).

O critério, por sua vez, foi avaliado por meio da demarcação de tempo de execução das etapas e processos necessários aplicados para que o sistema de manta ou argamassa exerçam suas funções corretamente. Ademais, o método se deu por meio do número de profissionais envolvido correlacionado ao todo o período de execução necessário, e delimitado pela metragem da área aplicada. Obtendo, assim, medidas viáveis a comparação de ambas as obras acompanhadas, mesmo que as duas obras possuem metragem de áreas de aplicação distintas, deste modo, a unidade de medida aplicado foi o tempo medido em horas por unidade de área (m^2), alcançando a unidade de dias/ m^2 , ou seja, o tempo necessário para realizar a aplicação de 1 metro quadrado do sistema de impermeabilização.

Considerou-se também, o tempo necessário de cura do produto da argamassa polimérica entre as demãos. Além disso o tempo necessário para a execução da proteção mecânica da manta asfáltica foi registrado, pelo fato de que o material necessita dessa etapa para sua funcionalidade, mesmo que o sistema de impermeabilização polimérica não necessitar dessa etapa específica. Ainda, o registro do tempo foi iniciado somente após a superfície de aplicação de ambas estiveram adequadas para o início da execução, pois essa

etapa pode-se variar a sua necessidade de acordo com o método construtivo estrutural realizado em cada projeto.

Em ambas as execuções não foram registrados a etapa de teste de estanqueidade ou de carga, visto que esse teste é indispensável nos dois casos, e por se tratar de duas execuções com construtoras distintas, as mesmas possuem seus próprios critérios de avaliação desse ensaio, mesmo atendendo a norma NBR 9574:2008, a construtora do estudo de caso 1 realiza os seus testes em 21 dias, enquanto a construtora do estudo de caso 2 atenta-se com 14 dias corridos, mesmo a bibliografia indicar no mínimo 72 horas apenas de teste.

Chuvas e tempestades também não foram contabilizadas e nem mesmo registrados durante todo o período de execução de ambas impermeabilizações, por conta disso, não se obteve caso que impedissem a aplicação de um determinado produto ou que retardasse a cura de qualquer material, deste modo, o tempo registrado foi de todo, um parâmetro mais próximo possível do cenário ideal de aplicação. Outrossim, os profissionais em comparação podem e possivelmente apresentaram distintas produtividade com cada etapa e processo realizado, não sendo esse um critério para a exclusão dessa avaliação, sendo este, uma característica não relevante ao resultado, simplesmente pelo fato de a conclusão dessa avaliação terem resultados distintos e com diferença considerada entre as duas obras comparadas.

3.4. Teste de Carga e Volume de Ocupação do Sistema Impermeável

No teste de estanqueidade ou de carga, segundo a NBR 9574:2008 é necessário de no mínimo 72 horas de teste após a aplicação e/ou caso precise da cura do sistema impermeabilizante.

Para a realização do teste no caso 1, posteriormente a aplicação da segunda camada de manta asfáltica a piscina foi carregada com água transparente, e assim marcado o seu nível da água e foi observado e medido se houve diferença ou não do nível marcado com o nível da água existente registrado no dia. Outrossim, como trata-se uma piscina elevada, o seu corpo e sua estanqueidade pode-se ser avaliado também em todo o seu corpo estrutural pelo pavimento inferior em relação ao que está localizado a piscina. Em exigência com o critério da construtora, esse teste de carga durou-se 21 dias inteiros.

Já no acompanhamento da execução do estudo de caso de número 2 o teste de carga foi realizado após a cura da quinta demão, igualmente ao processo do caso 1, a piscina foi carregada de água transparente e feita sua marcação de nível do primeiro dia de teste, e assim, em decorrer de 14 dias de teste desse caso, foi inspecionado diariamente o nível existente de

água do dia, por ser um sistema construtivo enterrado, sua análise se limita apenas a marcação de nível, não sendo possível a verificação pela parte de baixo do corpo estrutural da piscina.

Outra comparação realizada foi a espessura total do sistema de impermeabilização retratado nos estudos de casos, essa espessura foi delimitada a posteriormente a regularização da superfície, etapa indispensável nos dois casos até a etapa onde a superfície está apta a receber o revestimento decorativo da arquitetura da piscina dos dois casos. No primeiro acompanhamento referente ao impermeabilizante a base de asfalto foi considerada a proteção mecânica, etapa essencial para esse tipo de impermeabilização e executado após a aplicação das mantas na piscina, já no segundo caso essa proteção mecânica nem mesmo foi necessária sua execução por conta da sua não necessidade dessa etapa para a aplicação do revestimento decorativo, sendo ele aplicado sob a própria impermeabilização conforme orientação do fabricante Sika 2017.

Com essas informações registradas, foi realizado o cálculo do volume ocupado e realizado o cálculo da perda em relação ao volume total da piscina, e conseqüentemente avaliar a corpulência de cada sistema de impermeabilização, e avaliar o que implica nas dimensões das piscinas.

3.5. Análise de Custo

O parâmetro de orçamento é um critério que tem um impacto relevante no comparativo. Segundo Matto um orçamento realizado a tempos atrás quando se trata para avaliar ele no momento atual, deve-se considerar atualiza-lo devido a alguns fatores, incluindo a flutuação de custo de insumos, criação ou alteração de impostos e encargos e evolução de técnicas construtivas, equipamentos e materiais. Por conta desse cenário o levantamento de custo dos dois estudos de caso foi realizado no mês de dezembro de 2023, mesmo que a execução de ambas as obras tenha acontecidos em tempos diferentes.

Para viabilizar essa comparação no caso 1, como trata-se de um processo que necessita ser de um profissional ou empresa especializada para realizar a aplicação da manta, foi registrado a metragem quadrada total de aplicação, e o seu método e material aderente utilizado para que permitisse a utilização da ferramenta SINAPI do banco Caixa Econômica Federal atualizada no mês de outubro de 2023, possibilitando assim, uma maior precisão nos cálculos e vinculando ao mesmo período de orçamento do caso 2. Além do mais, foi utilizado a planilha não onerada, com a finalidade de obter menor erro na realidade, considerando os valores de impostos e encargos da região de Goiás.

Segundo o decreto 7983/2013 organiza as diretrizes da SINAPI, enquanto o banco Caixa fica responsável por toda base técnica de engenharia, pelo processamento de dados e

exposição dos relatórios de preços e custos, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE torna-se a frente da realização de pesquisa de preços, otimização e dados, formação e divulgações dos índices. Todavia, a planilha SINAPI é uma referência para a realização de orçamentos de obras em todo o Brasil.

No mesmo sentido, em relação ao caso 2, considerando que seu nível de complexidade é menor que o impermeabilizante do caso 1, o serviço não necessariamente necessita ser terceirizado exclusivamente para uma empresa especializada, podendo ser executada por um profissional orientado, treinado e supervisionado do canteiro de obras. No entanto, o levantamento de custo desse caso teve-se a necessidade de não somente realizar a coleta pela SINAPI, mas como também pela cotação no mercado da região de Goiás, pelo fato de existir diversas qualidades de argamassa polimérica disponíveis no mercado até mesmo pelo mesmo fabricante, cada modelo vendido possui suas especificações recomendadas para seu objetivo de uso, e isso se reflete também em seu custo. Na planilha SINAPI os dados desse insumo de material, possui um valor bem abaixo do custo do mercado real para um produto similar recomendado pelo seu fabricante para o devido uso em piscinas e reservatórios.

Com esse fato, o levantamento do custo na realidade constatava um valor consideravelmente maior quando se comparava ao que registrado no SINAPI, com isso, foi-se necessário realizar a pesquisa de custo desse insumo em específico no mercado da região a fim de balizar os valores com a realidade. Para maior precisão e imparcialidade em relação a marca citada na pesquisa, o produto cotado não foi somente o aplicado no caso 2, mas também produtos que possuem as mesmas características do modelo SIKA TOP FLEX. Assim, os dados foram levantados e retirado a média aritmética com a finalidade de definir o custo desse insumo e compor todo o orçamento do caso 2.

Outro ponto a ser considerado nesse levantamento, é que por mais que nos casos 1 e 2 foram especificados o fabricante dos sistemas de impermeabilização, a tabela SINAPI não especifica o fabricante. Entretanto, a planilha trás detalhes construtivos e especificação assertivas dos materiais utilizados, sendo assim, o custo da então pesquisa não tem finalidade de enaltecer ou oprimir a venda dos produtos desses específicos fabricantes, e sim possui um cunho informativo quanto a dois sistemas de impermeabilização com sistemas construtivos específicos e particulares, conseguindo obter resultados satisfatórios com produtos de outro fabricante com a mesma especificação e técnica aplicada na execução.

A tabela 5 dispõe de informações de exemplo detalhadas para o total entendimento e interpretação dos dados que serão apresentados e discutidos nos resultados de Análise de Custo desse estudo comparativo.

Tabela 5 - Demonstrativo de tabela de custo do estudo.

ORÇAMENTO EXEMPLO						
Cod. Sinapi		Descrição	Unid	QTD.	Preço Unit.	Preço Total
1	*	Insumo 1	KG	1	R\$ 5,60	R\$ 32,26
2	4030	Insumo 2	m ²	1,35	R\$ 6,44	R\$ 8,70
3	88243	Profissional - mão de obra	H	1,2	R\$ 20,68	R\$ 24,82
4	88270	Ajudante - mão de obra	H	0,65	R\$ 29,09	R\$18,91
5		MATERIAL			R\$ 40,96	/m ²
6		MÃO DE OBRA			R\$ 43,72	/m ²
7		TOTAL COMPOSIÇÃO			R\$ 84,68	/m ²

Fonte: Autor, 2023.

Na tabela acima, está a representação de como irá ser apresentado os resultados de orçamentos, o seu entendimento é simples, originando de referência com a tabela Sinapi, é dividida na segunda coluna pelo o “Cod. Sinapi”, a qual, representa a origem do insumo dentro da tabela sinapi, os itens dessa coluna que possuem um “*” significa que a origem de seu preço é proveniente através de cotações realizada na região de Rio Verde – Go no mês de dezembro de 2023.

Em sua terceira coluna, os itens estão descritos a sua nomenclatura especificando cada insumo utilizado. Já na quarta coluna representado por “Unid.” É especificado cada unidade de medida compreendido de cada insumo descrito.

Na quinta coluna, definida por “QTD” é prescrito pela quantidade necessária de insumo para realizar o serviço num rendimento de 1 m², ou seja, é a quantidade necessária de material por unidade de área, no caso, o metro quadrado (m²). Em sequencias estão as colunas de precificação, que são compreendidas pelo preço unitário e pelo preço total, o qual é o resultado da multiplicação do “Preço Unitário” pela “QTD”.

Por fim, na linha de número 5 está a representação da soma dos insumos de materiais por unidade de área, logo abaixo na linha 6, está a soma da mão de obra do orçamento, por último, a linha 7 é a soma do material com a mão de obra, assim, resultando no objetivo final que é o preço final do orçamento detalhado por metro quadrado.

4. RESULTADOS E DISCUSÕES

Nesse tópico serão dispostos os dados de resultados através da coleta de dados dos procedimentos do acompanhamento descritos na seção de materiais e métodos.

4.1 Etapas e Processos Executivos

Todas as etapas desde os cuidados iniciais até a etapa de finalização de todo o processo de execução tanto do estudo de caso 1 (manta asfáltica), quanto do estudo de caso 2 (argamassa polimérica) serão detalhados, sempre embasados nos manuais técnicos dos fabricantes e conforme as normas técnicas vigentes. Essa etapa da pesquisa define as dificuldades e particularidades de cada sistema de impermeabilização analisado.

4.1.1 Estudo de caso 1 – Manta Asfáltica

Quando a execução da impermeabilização da manta asfáltica as etapas foram divididas conforme a tabela 6, a qual, detalha cada etapa correspondente a cada tópico da pesquisa. Pelo grau de dificuldade de operar equipamentos e realizar a aplicação da manta asfáltica, o trabalho foi empreitado para uma empresa especializada em impermeabilização da região.

Tabela 6- Organização das etapas de execução da manta asfáltica.

Processos da Manta Asfáltica	
TÓPICOS	ETAPAS
4.1.1.1	Cuidados Iniciais
4.1.1.2	Aplicação do Primer
4.1.1.3	Aplicação da Manta Asfáltica
4.1.1.4	Execução de proteção Mecânica

Fonte: Autor, baseado no manual técnico Viapol 2017, NBR 9574:2008 e no estudo de caso I.

4.1.1.1 Cuidados Iniciais

Antecedente ao início ao processo de impermeabilização, foi indispensável realizar a regularização da superfície. Após a etapa de concretagem da piscina, foi realizado a normalização da laje e paredes através da aplicação de argamassa (cimento, areia de granulometria fina, e água) com o traço 1:3 (cimento, areia), a aplicação foi bastante simples. Foi aplicado a argamassa, espalhada com uma colher de pedreiro e sarrafeado com auxílio de uma régua de pedreiro e desempenando para melhor acabamento na superfície. Vale ressaltar,

foi necessário arredondar todos os cantos e arestas da piscina, para melhor aplicação do produto. Ademais, seguiu-se a recomendação de realizar uma inclinação de aproximadamente 1% para os drenos de fundo da piscina a fim de melhor escoamento do sistema (Viapol, 2023 e NBR 99574).

4.1.1.2 Aplicação do Primer

Após o preparo da superfície, foi realizada a espera da cura da argamassa regularizado, segundo a Viapol é necessário em torno de 7 dias para dar início ao processo de aplicação do primer, requisito cumprido pela equipe de obra. A aplicação do primer é o primeiro procedimento utilizando material derivado do asfalto para o início executivo da manta, tem a função de imprimir a superfície, ou seja, efetivar a aderência da manta com o substrato. A sua execução foi necessária a utilização de um rolo de lã de carneiro nas superfícies maiores e uma trincha para a aplicação em arestas e lugares com maior dificuldade de acesso com o rolo, o emprego do material deve ser manuseado até o produto ficar homogêneo na superfície. Após o procedimento, a equipe de execução deixou o produto secar por um período até maior que o recomendado de 6 horas pela Viapol.



Figura 8 - Superfície após a secagem do primer aplicado e detalhe do canto arredondado.

Fonte: Autor, 2022.

4.1.1.3 Aplicação da Manta Asfáltica

Subsequente ao processo de imprimação do substrato, foi necessário inserir o asfalto modificado na caldeira elétrica, e controlar o seu aquecimento em para temperatura de 180°C, temperatura dentro dos parâmetros encontrado no guia de instalação do produto, o qual, que por sinal é entre 160 a 190 °C (recomendado pelo manual técnico Viapol), por conta da experiencia na execução, os profissionais demarca essa temperatura para melhor acomodação do mesmo no substrato, servindo uma espécie de uma cola entre a imprimação e a placa de manta asfáltica.



Figura 9- Banho de asfalto quente em substrato p/ aplicação de manta – Estudo de caso 1

Fonte: Autor, 2022.

Com o banho de asfalto quente, começou o processo de assentamento da primeira camada de manta asfáltica 4 mm AA. Deste modo, os profissionais esquadrejaram o rolo de manta com o chão, e assim, iam desenrolando a manta no sentido em que iam aplicando o asfalto quente no substrato, o adensamento da manta com o asfalto é um processo que

demandou técnica. Enquanto o operador denominado de “operador A” responsável pelo banho de asfalto iria aplicando o material com auxílio de um balde metálico com todo o cuidado, o operador, denominado como “operador B” vai desenrolando a manta, deixando o excesso de asfalto sempre para o sentido que a manta irá percorrer e aplicando pressão com os pés e o rodo do centro para fora da manta, assim, retirando possíveis bolsões de ar entre a manta e a imprimação. Quanto a sobreposição de um rolo de manta para o outro foi realizado com um espaçamento de 10 cm conforme a norma NBR 9574.

Posteriormente a primeira camada de manta executada, foi realizada a aplicação da segunda camada, a manta utilizada continuou sendo a de 4 mm AA, e para sua instalação continuou-se no mesmo sentido da manta posterior, e também utilizando o mesmo transpasse de 10 cm e procedimento executivo de quando instalou a manta da primeira camada. Seguindo com o primeiro procedimento de aplicação na superfície com o asfalto quente a 180°C e em seguida a aplicação da manta 4 mm.

Com a segunda camada totalmente executada, iniciou-se o processo de reforço de emendas das placas de manta, foi realizado uma aplicação de asfalto quente novamente somente sobre as emendas e assim, criaram um produto único entre as placas.

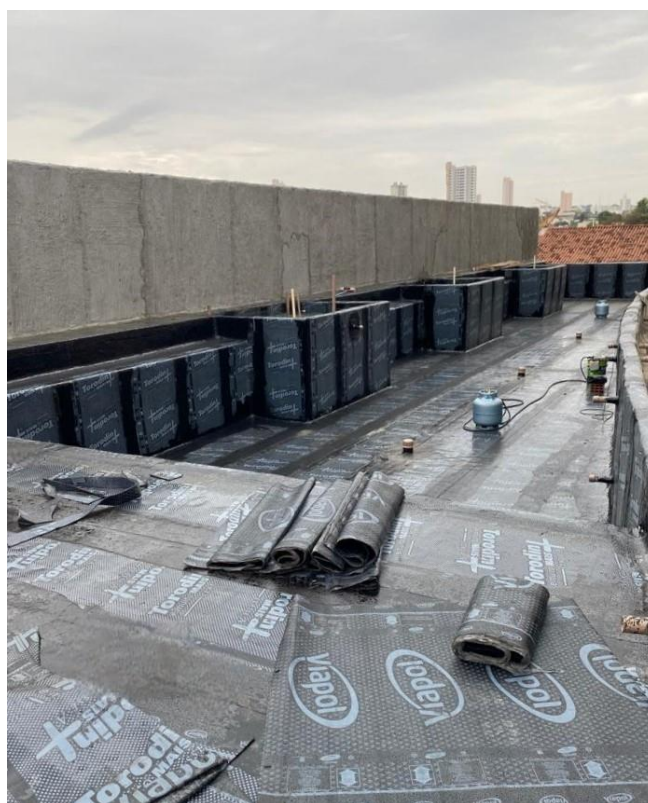


Figura 10- Finalização da segunda camada de manta asfáltica.

Fonte: Autor, 2022.

Para os ralos, em piscinas mais conhecido como drenos de fundo, na etapa de regularização de substrato, foram criadas um rebaixamento de 1 cm com cantos chanfrados de regularização em uma dimensão de 40x40 cm em redor da tubulação para acomodar a manta de reforço para o local.

Após, realizar esse rebaixo, realizado o procedimento do primer normalmente, e posteriormente a aplicação de asfalto quente e o emprego da manta na medida 40x40 cm, atentando-se para execução de uma saia na base da tubulação, criando uma espécie de chanfro entre o cano de dreno e o reforço de manta. Por fim, é realizado uma aplicação novamente de asfalto quente por cima dessa manta, no final, dessa execução de reforço, segue-se os procedimentos de aplicação de manta conforme descrito nesse subtópico. Todo esse procedimento realizado na obra consta-se no manual técnico do produto Viapol.



Figura 11- Detalhe de reforço dos drenos de fundo e cantos da piscina arredondados.
Fonte: Autor, 2022.

4.1.1.4 Proteção Mecânica

A etapa de proteção mecânica, foi realizada após a finalização da execução da manta e posteriormente ao processo de teste de estanqueidade na piscina, o qual será detalhado mais a baixo. A execução da proteção é um processo semelhante ao de regularização do substrato, porém com mais detalhes a se atentar. A ordem de serviço é em primeiro lugar, realizar a proteção mecânica no piso, ou seja, na horizontal e posteriormente executar o da vertical, seguindo a mesma ordem da aplicação da manta asfáltica.

A proteção em pisos, é simples, primeiro faz a execução das mestras, delimitando a altura do piso de proteção em 5 cm, é realizado respeitando ao desnível já deixado na regularização do substrato, o traço é composto por 1:3 (cimento:areia) e adicionado microfibras para combater fissuras no piso.

Preliminarmente, já para a proteção vertical (paredes) foi posicionado a tela pinteiro 25 mm fabricada em polietileno em cima da superfície vertical da manta, a bobina começa a ser aplicada pelo lado oposto da parede impermeabilizada, com pelo menos 30 cm para conseguir realizar sua função de estruturação da proteção mecânica vertical, posteriormente, foi realizada a aplicação de argamassa pronta do tipo ACIII com auxílio de uma desempenadeira dentada, criando assim uma superfície adequada para receber a execução do reboco com argamassa, conseguindo realizar um mecanismo de adesão entre a superfície da manta e a proteção mecânica.



Figura 12- Argamassa ACIII aplicada sob a manta com tela estruturante.
Fonte: Autor, 2022.

Com as paredes armadas com a tela e argamassa desempenada, foi realizado o processo de taliscamento da estrutura vertical, com intuito de executar toda a proteção para obter ângulo perpendicular com o fundo da piscina e com o piso do deck, o taliscamento teve sua espessura definida em 2,5 cm conforme a figura 13.



Figura 13- Taliscamento para proteção mecânica vertical.

Fonte: Autor, 2022.

Deste modo, foi possível aplicar a argamassa para proteger mecanicamente e além disso, teve a função de servir uma superfície regularizada para assentar o revestimento cerâmico, o traço utilizado foi o mesmo de quando realizou a regularização do substrato, sendo ele 1:3 (cimento: areia) e também adicionado microfibras para prevenir fissuras, a argamassa foi aplicada e acabada, pronta para receber o revestimento de acabamento. Ponto em destaque, foi o retorno das quinas em 90 graus após a realização da proteção, para viabilizar os acabamentos com o revestimento cerâmico.



Figura 14- Detalhe quinas em 90° em proteção mecânica
Fonte: Autor, 2022.



Figura 15- Argamassa desempenada em superfície vertical.
Fonte: Autor, 2022.

4.1.2 Estudo de Caso 2 – Argamassa Polimérica

Quando a execução da impermeabilização da argamassa polimérica as etapas foram divididas conforme a tabela 7, a qual, detalha cada etapa correspondente a cada tópico da pesquisa. Pelo grau de facilidade de operar equipamentos e realizar a aplicação do material, o trabalho foi empregado pelos colaboradores profissionais que já tinham experiência e pratica com o sistema de impermeabilização escolhido pela construtora.

Tabela 7- Organização das etapas de execução da argamassa polimérica.

Processos da Argamassa Polimérica	
TÓPICOS	ETAPAS
4.1.2.1	Cuidados Iniciais
4.1.2.2	Aplicação Primeira Demão
4.1.2.3	Aplicação de Tela Estruturante
4.1.2.4	Aplicação da Segunda a Quinta Demão

Fonte: Autor, baseado no manual técnico Sika 2017, NBR 9574:2008 e no estudo de caso II.

4.1.2.1 Cuidados Iniciais

Inicialmente, igual ao caso anterior, neste aqui também foi imprescindível realizar a regularização do substrato com argamassa com traço 1:3 (cimento:areia), foi aplicado no piso e nas paredes da piscina, sarrafeando e desempenando. Os cantos foram chanfrados, realizou-se a inclinação do piso para os drenos de fundo da piscina e assim, finalizou toda a regularização da superfície da obra.



Figura 16- Piscina com superfície regularizada.
Fonte: Autor, 2023.

4.1.2.2 Aplicação Primeira Demão

Subsequente a regularização, a obra respeitou os 7 dias de cura da argamassa, após esse período, retirou-se toda sujeira e objetos soltos da superfície da piscina, e iniciou-se o preparo do material.

Em um recipiente plástico de 18 litros, os profissionais adicionaram todo o componente A (líquido) primeiro, e assim com apenas o primeiro componente iniciou-se a homogeneização do produto com auxílio de um misturador de argamassa ligado em baixa rotação, o componente B (produto granulado) foi adicionado aos poucos enquanto o misturador continuava em funcionamento, após a total adição dos componentes, o produto ainda possuía uma viscosidade muito elevada, com a continua mistura num período de em torno de 3 minutos o material torna-se mais líquido e mais apropriado para aplicação com a trincha.

A aplicação da primeira demão iniciou-se pelas superfícies verticais, seguindo posteriormente pela laje, o sentido escolhido para demão foi toda para a posição horizontal do

projeto, do lado esquerdo para o lado direito do projeto da figura 17, em relação a posição do projeto da piscina.

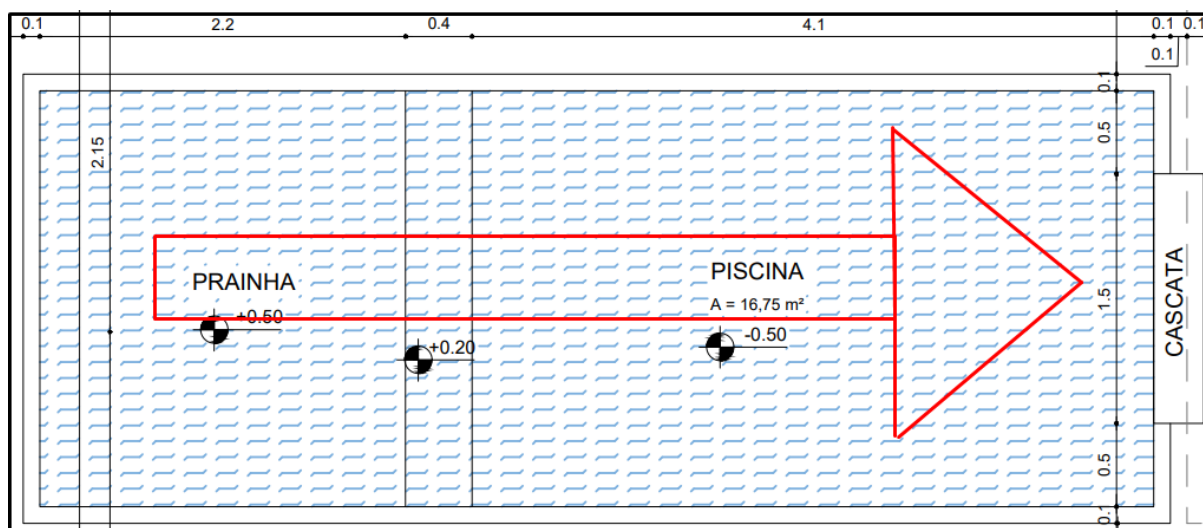


Figura 17- Sentido da primeira demão.
Fonte: Arquiteto Jackson Schmidt (modificado).

4.1.2.3 Aplicação de Tela Estruturante e Segunda Demão

A tela estruturante utilizada é composta de poliéster e revestida com PVC, da marca Quartzolit, de imediato ela foi posicionada primeiramente pelas superfícies verticais, e também respeitou a secagem da primeira demão, aguardando por 6 horas até o início da aplicação com a tela. Com a primeira demão totalmente seca, foram utilizadas trinchas úmidas para umidificar a superfície, o emprego da ela foi subsequente, inserindo a ramificação da tela e já aplicando a segunda camada do produto impermeabilizante.

A segunda camada foi se predominando, realizando um efeito de aderência da tela em cima da primeira camada, sua aparência é desuniforme e rasa, não cobrindo totalmente as ramificações da tela, deixando frestas da tela mais aparente na superfície, conforme a figura 18.

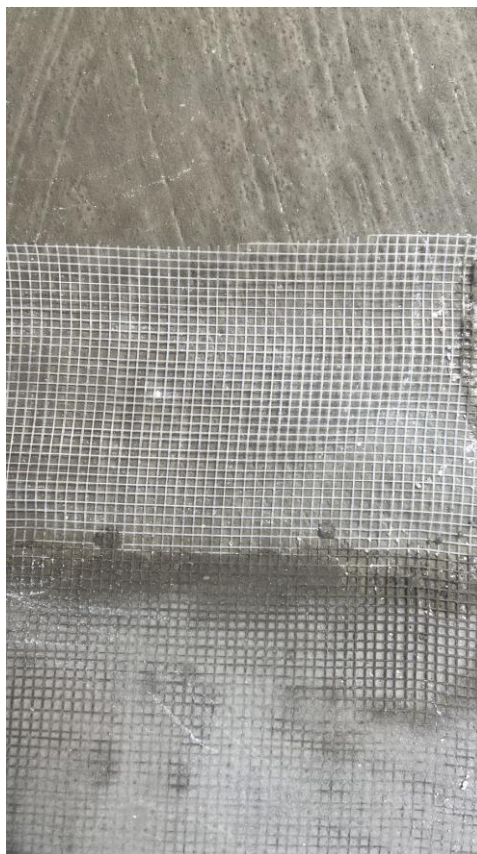


Figura 18- Aplicação de tela estruturante em cima da primeira camada de impermeabilização, com início da aplicação da segunda demão.
Fonte: Autor, 2023.



Figura 19- Inserção de tela estruturante e detalhe cantos arredondados.
Fonte: Autor, 2023.

Devido a instrução do fabricante, a impermeabilização ser executada em demãos cruzadas, a sequência e o sentido da segunda demão foram realizados ao contrário em relação a primeira demão, conforme a figura 20.

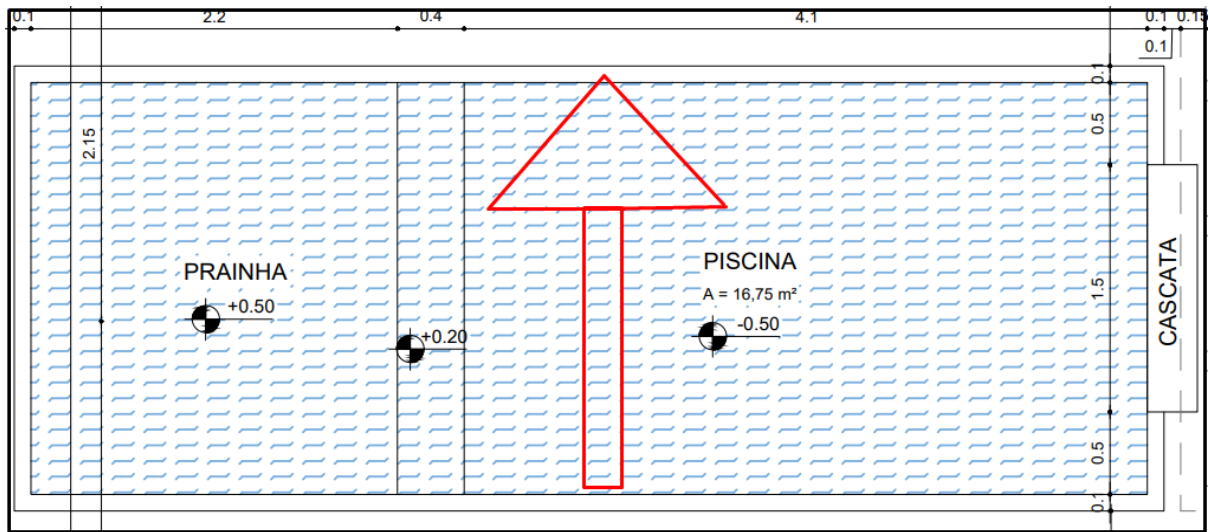


Figura 20- Sentido da aplicação da tela e segunda demão.
Autor: Arquiteto Jackson Schmidt (modificado).



Figura 21- Resultado após a secagem da segunda demão.
Fonte: Autor, 2023.

4.1.2.4 Aplicação da Terceira a Quinta Demão

Posteriormente a segunda demão com a aplicação da tela, as etapas subsequentes tiveram a mesma metodologia, realizando a aplicação do produto em toda a superfície, atentando-se de executar a impermeabilização em todos os cantos e área de piscina e assim, resguardando a secagem do produto, essa secagem deu-se num período de 6 horas, a temperatura ambiente sempre se mantendo estarem em média de 30 °C.

O detalhe mais importante nessa última etapa foi o sentido da aplicação, a qual, mudou-se de orientação em cada demão aplicada, cada sentido de demão foram representadas nas figuras 22, 23 e 24 a seguir.

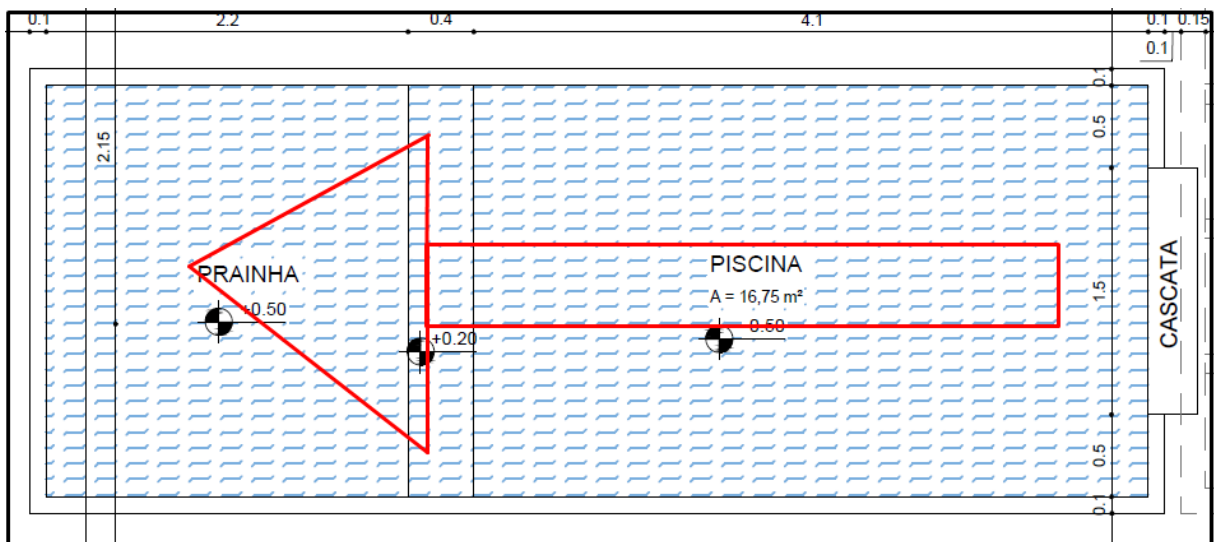


Figura 22- Sentido da aplicação da terceira demão.
Autor: Arquiteto Jackson Schmidt (modificado).

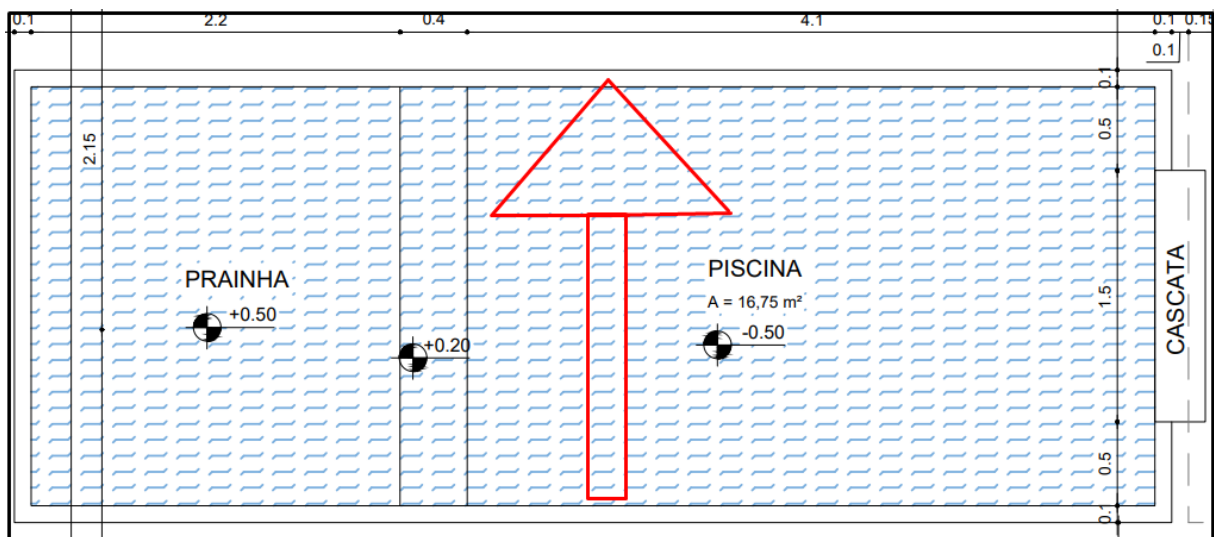


Figura 23- Sentido da aplicação da quarta demão.
Autor: Arquiteto Jackson Schmidt (modificado).



Figura 26 - Aplicação da quinta demão, produto em estado fresco.
Fonte: Autor, 2023.



Figura 27 - Resultado da piscina após a quinta demão.
Fonte: Autor, 2023.

Ao decorrer do processo, é visível avaliar que o produto em cada etapa de camada vai cobrindo totalmente a tela, percebe-se que na figura, conforme vai aplicando a quinta demão, o material vai se predominando totalmente em relação a tela estruturante em comparação a

parte de baixo da mesma figura, a qual representa o estado seco da quarta demão, ainda com vestígios da malha.

Com a finalização da quinta demão, concluindo com o protocolo do fabricante, o tempo de cura para o início do teste de estanqueidade foi cumprindo, deixando o produto com o prazo de 3 dias antes do teste de carga, o qual, foi detalhado no tópico 4.3. Posteriormente a conclusão do teste de carga e com a superfície seca, a aplicação de revestimento cerâmico já foi viável devido a não necessidade de uma proteção mecânica. Outrossim, de modo que as quinas e arestas foram levemente arredondadas, a aplicação do revestimento com a superfície não foi capaz de alterar os traços retos e perpendiculares das quinas e arestas com o acabamento do revestimento, mantendo assim, os traços da arquitetura e dispensando a utilização de aplicação de argamassa em cima da impermeabilização para obter a aparência de quinas e arestas em 90 graus.

4.2 Avaliação de Tempo de Execução

4.2.1 Manta Asfáltica

O cronograma do primeiro acompanhamento de obra foi ilustrado na tabela 8.

Tabela 8 - Cronograma de execução dos processos da Manta Asfáltica.

	Manta Asfáltica			
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Aplicação do prime	x			
Primeira camada	x			
Segunda camada		x	x	
Preparo da proteção mecânica			x	x
Aplicação de proteção mecânica				x

Fonte: Autor, 2023.

O processo de execução de 241,62 m² de aplicação de manta asfáltica na superfície da piscina foi de 18 dias, após toda a superfície preparada para receber o prime, aplicou-se o material, respeitou o seu tempo de cura e assim aplicou a primeira camada na primeira semana, já na segunda semana foi marcado por apenas a execução da segunda camada de manta, finalizando ela somente no início da terceira semana, que por sua vez, logo após o processo, a contabilização dos dias foram pausado, para que ocorresse o teste de

estanqueidade determinado pela construtora executante da obra juntamente as ao manual técnico Viapol, seguidamente ao sucesso do teste, os dias voltaram a serem contabilizados registrando a terceira semana completa, para assim, realizar o preparo da proteção mecânica, sendo uma etapa que somente foi finalizada no início da quarta semana de execução, e por fim, na última e quarta semana, foi aplicado a proteção mecânica sob o preparo, tornando-se uma superfície adequada para o assentamento do revestimento decorativo do elemento.

4.2.2 Argamassa Polimérica

O cronograma registrado do processo da argamassa polimérica ficou registrado na tabela 9.

Tabela 9 - Cronograma de execução dos processos da Argamassa Polimérica.

	Argamassa Polimérica			
	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4
Primeira demão	x			
Aplicação de tela poliéster		x		
Segunda demão		x		
Terceira demão			x	
Quarta demão			x	
Quinta demão				x
Cura				x

Fonte: Autor, 2023.

Com área de aplicação medida em 39,31 m² o processo de execução permeou por apenas 4 dias. Durante o primeiro dia de cronograma, foi separado e organizado todas as ferramentas e equipamentos necessários e aplicado a primeira demão. Já no segundo dia após mais de 12 horas de intervalo foi instalado a tela e já aplicado a segunda demão, por ser uma demão mais detalhada do que as outras demãos justamente por conta da tela, a terceira demão ficou para a manhã do dia seguinte, posteriormente, respeitando a cura de 6 horas, já no mesmo dia foi possível executar a quarta demão do produto polimérico. Subsequente, no ultimo e no dia de número 4, foi realizado a quinta demão, e assim, necessitou-se o restante de todo o dia para o processo de secagem da argamassa.

Diferente do cronograma da manta asfáltica, após essa última etapa, o registro de tempo foi totalmente finalizado, haja vista que a argamassa já proporciona uma superfície apropriada para o assentamento de revestimento em cima da impermeabilização, não sendo

preciso pausar o cronograma para o teste de estanqueidade, e volta-lo para realizar a proteção mecânica.

4.2.3 Tempo de Execução por Unidade Área e Profissionais

Na tabela 10 foi caracterizada os resultados unitários por área e número de profissionais atuantes no trabalho de impermeabilização, justamente para ser possível realizar a comparação entre os dois produtos.

Tabela 10 - Tempo de execução por unidade de área e profissionais.

	Manta Asfáltica	Argamassa Polimérica	Unidade
Tempo de execução	18	4	dias
Tempo de execução	432	96	horas
Nº de profissionais	4	2	und
Metragem de superfície aplicada	241,62	39,31	m ²
Dias/m ²	0,074	0,102	dias/m ²
Horas/m ²	1,79	2,44	hr/m ²
Horas/m ² /Profissional	0,45	1,22	Hr/m ² /prof.

Fonte: Autor, 2023.

Percebe-se, que mesmo sendo um processo mais detalhado e trabalhoso, a manta consegue obter um tempo por unidade de área menor que a argamassa. Enquanto na manta conseguiu registrar uma eficiência de 0,45 horas, ou seja, 27 minutos que 1 profissional consegue executar 1 m² de aplicação de manta asfáltica. Para a argamassa, apontou-se um tempo 271% maior, sendo necessário 1,22 horas, ou seja, 1 hora e 13 minutos para 1 profissional possibilitar de realizar 1 m² de impermeabilização com argamassa polimérica.

Por ter uma execução que necessita de um tempo de espera de secagem de produto, para assim, continuar o processo de impermeabilização, a eficiência de tempo por unidade de área do produto polimérico obteve menor desempenho. Entretanto, o fato de que enquanto o tempo de secagem era aguardado, os mesmos profissionais que estavam executando a vedação na piscina, permaneciam em obra executando outros serviços fora da área da piscina, ou seja, caso fosse analisar uma remuneração profissional por hora trabalhada, no caso da argamassa polimérica, teria um melhor resultado por ser um produto que não necessita de colaboradores

em todas as horas uteis de todo o dia executando o serviço de impermeabilização, justamente por não conseguirem aplicar uma demão sobre a outra de produto sem respeitar o tempo de secagem da demão anterior.

4.3. Teste de Estanqueidade e Volume de Ocupação do Sistema de Impermeabilização

4.3.1 Manta Asfáltica – Teste de Carga

No teste de carga para a construtora que executou a impermeabilização da piscina com manta asfáltica foi realizada o teste por 21 dias inteiros, mesmo a norma NBR 9574:2008 indicar que o mínimo são 72 horas apenas. A piscina iniciou o seu enchimento logo após a aplicação do banho de asfalto quente em cima das emendas da segunda camada de manta asfáltica, foram inseridas quase 154 m³ de água limpa, a fim, de conseguir possibilitar o teste.



Figura 28 - Teste de carga sistema de Manta Asfáltica.
Fonte: Autor, 2022.

Após o total enchimento, a altura da água foi marcada e, assim, acompanhada frequentemente, como a sua composição foi realizada do tipo de estrutura suspensa, no pavimento inferior, foi possível realizar análises de possíveis pontos de infiltrações pelo corpo da piscina. Durante todo o período proposto não foi registrado nenhuma avaria no sistema de impermeabilização adotado. Após os 21 dias a água da piscina foi totalmente retirada para o início do processo de proteção mecânica, seguidamente ao ato, também não foi constatado incidência de nem uma manifestação patológica na camada superficial da manta, tornando-se apta para prosseguir com o processo de proteção mecânica.

4.3.2 Argamassa Polimérica – Teste de Carga

O processo de teste de estanqueidade desse estudo de caso também teve um extrapolarmento no tempo indicado pela normativa NBR 9574:2008, no caso, a construtora responsável tem em suas diretrizes estabelecer um tempo de no mínimo 14 dias em testes de estanqueidade em piscinas. Após a cura da última camada, foi realizado o seu enchimento para o ensaio, foram colocadas aproximadamente 17 m³ de água, em sua borda foi marcado ponto de referência para o acompanhamento técnico do nível da água. Ao final do decimo quarto dia foi verificado em sua última conferência nenhuma anomalia no teste e nem mesmo na superfície da impermeabilização, sendo aprovada para o seu total esvaziamento, a fim, de prosseguir com o assentamento dos revestimentos decorativos.



Figura 29 - Teste de carga sistema de Argamassa Polimérica.

Fonte: Autor, 2023.

4.3.3 Volume de Ocupação do Sistema de Impermeabilização

De forma nítida para compreender os resultados foi criado a tabela que expressam os valores tanto de espessura, quanto de todo o volume ocupado pelo sistema, desde a regularização até mesmo na face externa final da proteção mecânica no caso da manta asfáltica.

Tabela 11 - Volume de ocupação pelo sistema de impermeabilização.

	Manta Asfáltica	Argamassa Polimérica	Unidades
Espessura	37	5	mm
Volume de água	156,13	17,23	m ³
Volume ocupado pelo sistema	8,93	0,20	m ³
Proporção	6%	1%	%

Fonte: Autor, 2023.

Conforme a tabela, quanto a manta asfáltica, segundo o manual técnico do produto, as espessuras dos componentes da impermeabilização possuem 12 mm de espessura, sem contabilizar a proteção mecânica, a qual varia de cada caso e para cada parte da piscina onde está havendo o esquadrejamento da região de onde será aplicado a proteção, por conta disso foi considerado uma média de 2,5 cm (25 mm) para essa camada, como ilustrado na figura 30. Sendo assim, pode-se observar o tamanho de diferença de ocupação de volume entre a manta asfáltica e a argamassa polimérica, enquanto a espessura da argamassa pode-se considerar desprezível, a manta contabiliza 6% do volume inicial em projeto da piscina.

Porcentagem que possuem impactos em reservatórios ou piscinas menores, o qual, não é o caso dessa piscina estudada em questão. Entretanto, comparando em uma piscina residencial quadrada de menor volume, suas dimensões podem ficar 3,7 cm menor de cada lado, contabilizando 7,4 cm nos dois lados, por conta desse fator, é necessário o planejamento do tipo de impermeabilização a ser utilizada na piscina, a fim, de possibilitar a realização de um projeto estrutura do elemento que compatibilize com as dimensões ocupada pelo sistema de impermeabilização, respeitando assim, as medidas originais do projeto arquitetônico.

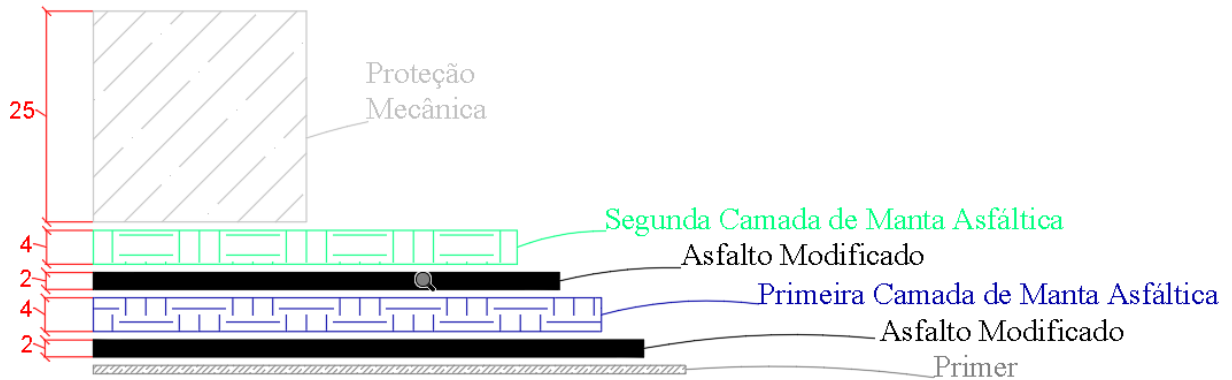


Figura 30 - Espessura do sistema de Manta Asfáltica dupla camada – medidas em milímetros (mm)

Fonte: Autor, 2023.

4.4 Orçamento Analítico

4.4.1 Manta Asfáltica – Orçamento Analítico

Com a referência de precificação pela tabela SINAPI, originada da composição de dezembro de 2023, e alguns itens caracterizados com “*” tem -se seus valores dados por meio de cotações realizadas no mesmo período com fornecedores da região de Rio Verde – Go, foi realizado a composição orçamentaria da execução da manta asfáltica, proteção mecânica vertical e proteção mecânica horizontal, após a execução desses orçamentos em forma separadas e detalhadas, foi possível realizar a construção da tabela, contendo informações de somatória de cada etapa (manta asfáltica, proteção mecânica vertical e proteção mecânica horizontal) do processo realizado para a execução da impermeabilização.

Tabela 12 - Orçamento aplicação da manta asfáltica.

ORÇAMENTO APLICAÇÃO DE DUPLA CAMADA DE MANTA ASFÁLTICA C/ ASFALTO MODIFICADO						
Cod. Sinapi	Descrição	Unid	QTD	Preço Unit.	Preço Total	
1	511	PRIMER PARA MANTA ASFALTICA	L	0,587	R\$ 20,38	R\$ 11,97
2	4015	MANTA ASFALTICA ELASTOMERICA EM POLIESTER 4 MM	m ²	1,31	R\$ 60,38	R\$ 79,10
3	4015	MANTA ASFALTICA ELASTOMERICA EM POLIESTER 4 MM	m ²	1,31	R\$ 60,38	R\$ 79,10
4	516	ASFALTO MODIFICADO TIPO II - NBR 9910	kg	5	R\$ 16,49	R\$ 82,45
5	88243	AJUDANTE ESPECIALIZADO - MÃO DE OBRA	H	0,334	R\$ 20,68	R\$ 6,91
6	88270	IMPERMEABILIZADOR - MÃO DE OBRA	H	1,484	R\$ 29,09	R\$ 43,17
7		MATERIAL		R\$ 252,61	/m ²	
8		MÃO DE OBRA		R\$ 50,08	/m ²	
9		TOTAL COMPOSIÇÃO		R\$ 302,69	/m ²	

Fonte: Autor, 2023.

Na tabela 12 foi realizado o orçamento da aplicação do produto de manta asfáltica, o qual acontece após a regularização de superfície e anteriormente a execuções de proteções mecânicas. Neste orçamento foi detalhado todos os insumos necessários para a realização do trabalho, desde o material até mesmo a mão de obra, na coluna “QTD” foram utilizados dados de rendimento fundamentais para produzir 1 m² de manta asfáltica no local aplicado, esses dados tem sua fonte através da própria tabela Sinapi em consoante a cadernos técnicos VIAPOL e assim, sucede para todas a tabelas orçamentarias deste tópico.

Este primeiro orçamento é o que tem sua maior relevância financeira, trata-se produtos derivados do asfalto e possui seu valor elevado de mercado, esse fato pode ser observado na composição de total de material versus totais de mão de obra. O valor do material chega ser 5 vezes maior que o valor de mão de obra nessa etapa por unidade de área, obtendo uma relação de 1:5 (mão de obra : material), enquanto a mão de obra obteve um resultado de R\$ 50,08/m², o material obteve-se R\$ 252,61/m², a soma de ambas foi o resultado final encontrado de R\$ 302,69/m², ou seja, desembolsa R\$302,69 para realizar 1 m² de manta asfáltica com dupla camada aplicada com banho de asfalto modificado a quente em uma superfície.

Tabela 13 - Orçamento execução de proteção mecânica vertical.

ORÇAMENTO APLICAÇÃO PROTEÇÃO MECÂNICA VERTICAL P/ MANTA ASFÁTICA						
	Cod. Sinapi	Descrição	Unidade	QTD.	Preço Unit.	Preço Total
1	87372	ARGAMASSA TRAÇO 1:3	m ³	0,035	R\$ 817,10	R\$ 28,60
2	*	TELA EM POLIETILENO	m ²	1,05	R\$ 6,60	R\$ 6,93
3	88309	PEDREIRO - MÃO DE OBRA	H	0,7525	R\$ 29,09	R\$ 21,89
4	88316	SERVENTE - MÃO DE OBRA	H	0,1697	R\$ 20,18	R\$ 3,42
7		MATERIAL		R\$ 35,53	/m ²	
8		MÃO DE OBRA		R\$ 25,31	/m ²	
9		TOTAL COMPOSIÇÃO		R\$ 60,84	/m ²	

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 14 - Proteção mecânica horizontal.

ORÇAMENTO APLICAÇÃO PROTEÇÃO MECÂNICA HORIZONTAL P/ MANTA ASFÁTICA						
	Cod. Sinapi	Descrição	Unidade	QTD.	Preço Unit.	Preço Total
1	87372	ARGAMASSA TRAÇO 1:3	m ³	0,035	R\$817,10	R\$28,60
2	88309	PEDREIRO - MÃO DE OBRA	H	0,6912	R\$29,09	R\$20,11
3	88316	SERVENTE - MÃO DE OBRA	H	0,1558	R\$20,18	R\$3,14
4		MATERIAL			R\$ 28,60	/m ²
5		MÃO DE OBRA			R\$ 23,25	/m ²
6		TOTAL COMPOSIÇÃO			R\$ 51,85	/m ²

Fonte: Autor, 2023.

Nas tabelas 14 e 14, foram apresentadas o orçamento do sistema de proteção mecânica sob a impermeabilização, foram divididas em 2 tabelas, justamente por serem com processos levemente distintos, porém com o mesmo propósito dentro de todo o sistema, a proteção vertical (tabela) é um processo mais trabalhoso, possui necessidade de uma tela em polietileno e também de uma mão de obra com maior tempo para executar em sua posição. Com isso, percebe-se que em relação a horizontal, a proteção vertical tem o seu material 24% mais caro, enquanto a mão de obra obteve um valor 8 % maior comparando a proteção mecânica horizontal. No resultado final a proteção vertical ficou com um valor de R\$ 60,84/m², enquanto a horizontal obteve um valor de R\$ 51,85/m², resultando em uma variação de 17% entre as duas.

A tabela 14 tem sua finalidade de somar todos os serviços que compõem o sistema de impermeabilização de manta asfáltica, considerando a sua aplicação e as proteções mecânicas vertical e horizontal, vale ressaltar que neste estudo de caso a proporção de área horizontal é maior que a quantidade de área vertical, necessitando-se assim, realizar unificação por meio de peso levando em consideração a área total aplicada, a fim de realizar um cálculo de área mais preciso e possibilitar obter um preço por unidade de área contemplando o valor das duas proteções mecânicas. Todo esse processo está detalhado na tabela 15.

Tabela 15 - Unificação das áreas.

Proteção mecânica	Área	Und.	%
Área total	241,62	m ²	100%
Área horizontal	156,41	m ²	65%
Área vertical	85,21	m ²	35%

Fonte: Autor, 2023.

Após a equalizações das áreas de proteções mecânica é possível obter um resultado de preço/m² único para toda a área aplicada na piscina neste estudo de caso.

Tabela 16 - Soma das composições.

COMPOSIÇÃO MANTA ASFÁLTICA C/ PROTEÇÃO MECÂNICA EM PISCINA					
	Composição	Preço	Unidade	Peso (%)	Preço (R\$/m²) x Peso
1	MANTA ASFLÁTICA DUPLA CAMADA	R\$ 302,69	R\$/m ²	100%	R\$ 302,69
2	PROTEÇÃO MECÂNICA VERTICAL	R\$ 60,84	R\$/m ²	35%	R\$ 21,30
3	PROTEÇÃO MECÂNICA HORIZONTAL	R\$ 51,85	R\$/m ²	65%	R\$ 33,70
4	TOTAL COMPOSIÇÃO				R\$ 357,69/m²

Fonte: Autor, 2023.

Totalizando um valor de R\$ 357,69/m² para executar todo o sistema de impermeabilização, aplicando-se o resultado do orçamento analítico ao estudo de caso de número 1, tem-se a importância total de R\$ 86.425,05 em 241,62 m² de área de aplicação de manta asfáltica com sua proteção mecânica. Devido sua matéria prima, vários processos de execução, necessidade de profissionais mais capacitados e com a utilização de ferramentas de uso específico, o valor por unidade de área desse sistema de impermeabilização se destaca pela sua onerosidade em sua composição.

4.4.2 Argamassa Polimérica – Orçamento analítico

Seguindo a mesma metodologia da manta asfáltica com valores referenciado pela tabela Sinapi e alguns itens por cotações (simbolizados por “*”) na região da cidade de Rio

Verde – Go no período de dezembro de 2023, foi possível realizar o detalhamento do orçamento para esse tipo de impermeabilização aplicado no estudo de caso de número 2.

Tabela 17 - Orçamento de aplicação de argamassa polimérica.

ORÇAMENTO APLICAÇÃO ARGAMASSA POLIMÉRICA C/ 5 DEMAÇOS REFORÇADA C/ VEU DE POLIÉSTER						
Cod. Sinapi		Descrição	Unid.	QTD.	Preço Unit.	Preço Total
1	*	ARGAMASSA POLIMERICA IMPERMEABILIZANTE FLEXIVEL	KG	5,76	R\$ 12,30	R\$ 70,85
2	4030	VEU DE POLIESTER PARA IMPERMEABILIZACAO	m ²	1,35	R\$ 6,44	R\$ 8,70
3	88243	AJUDANTE ESPECIALIZADO - MÃO DE OBRA	H	0,2785	R\$ 20,68	R\$ 5,76
4	88270	IMPERMEABILIZADOR - MÃO DE OBRA	H	1,23513	R\$ 29,09	R\$ 35,93
4		MATERIAL		R\$ 79,55	/m ²	
5		MÃO DE OBRA		R\$ 41,69	/m ²	
6		TOTAL COMPOSIÇÃO	R\$	121,24	/m ²	

Fonte: Autor, 2023.

Diferente do seu concorrente derivado do asfalto, a argamassa polimérica possui uma diferença menor quando se compara o material com sua mão de obra de execução, o material é quase 2 vezes mais caro que a sua aplicação, obtendo uma proporção mais baixa de 1:1,90 (mão de obra : material). Outra característica deve-se considerar é o valor total da composição de R\$121,24/m², ou seja, a execução dessa impermeabilização é necessária desembolsar R\$121,24 para executar 1 m² de superfície, é um valor quando se comparado com a manta asfáltica tem diferença de quase 300% mais em conta, obtendo uma diferença de R\$236,45/m² de uma para outra.

Com relação ao estudo de caso em questão, aplicando o resultado aplicado de R\$ 121,24/m² com a área de aplicação de 39,31 m², tem-se a importância de R\$ 4.765,95 investido para realizar essa execução nessa piscina no comparativo com a argamassa polimérica, valor relativamente baixo ao se comparar a mesma metragem com o valor do metro quadrado da aplicação da manta asfáltica.

Apesar que os dois sistemas de impermeabilização têm suas particularidades, levando em consideração suas vantagens e desvantagens para cada ambiente de trabalho, o critério de preço é um tópico que possui uma das maiores relevâncias no meio da engenharia na execução de uma obra, sendo assim, o material polimérico tem o seu grande diferencial nesse quesito comparativo.

5. CONCLUSÃO

O estudo tem seu propósito de apresentar as particularidades e características de dois sistemas de impermeabilização muito difundido na construção civil brasileira, ao focar o estudo para um elemento de estrutura de contenção de água, no caso a piscina, a qual, eleva-se as solicitações dos sistemas de uma impermeabilização e de suas características ao máximo apresentando os seus desempenhos no cenário mais difícil, proporcionando um estudo de viabilidade rico em detalhes de execução e processos definidos, a fim, auxiliar na escolha racional baseada em técnicas e especificidades únicas para melhor atender o profissional da obra.

Os critérios empregados em suas comparações são de fato difundidos nos pilares de gestão de obras, a metodologia aplicada, prazo de execução, e principalmente ao custo são pontos essenciais no controle de qualidade e financeiro da obra, atrelando-se ao sucesso técnico da entrega do projeto executado.

Os processos necessários na aplicação da manta é verdadeiramente uma sequência de cuidados, técnicas únicas e tem a precisão de profissionais específicos, elevando assim, a dificuldade no processo de execução. Entretanto, a argamassa por sua vez possui técnicas mais básicas e simples, sendo executadas de maneira ordenada e com menos riscos de acidentes e erros, de fato é um sistema em que seu processo de execução é relativamente mais acessível a qualquer profissional que esteja em obra.

Em contrapartida, o prazo de execução da manta asfáltica chega a ser aproximadamente 2,70 vezes menor que a argamassa polimérica, justamente pelo produto

polimérico possuir intervalos de cura do produto entre camadas aplicadas, aumentando assim relativamente o seu tempo atrelado a quantidade de camadas necessárias.

Dentre outras vantagens, a manta asfáltica possui uma flexibilidade imponente, sendo extremamente recomendada em grandes áreas impermeabilizadas, diferente da argamassa mesmo sendo flexível, tem essa sua característica mais limitada, sendo recomendadas a ser aplicadas em menores áreas e área menos sujeitas a deformações com suas movimentações.

Em relação a capacidade de impermeabilização negativa, é um ponto de bastante cuidado ao escolher a manta asfáltica, a mesma não possui características e nem é afirmada pelos seus manuais técnicos que promovem a resistência a essa solicitação, diferente da argamassa polimérica, a qual, possuem em sua composição particularidades que promovem essa requisição. Ou seja, é sempre importante avaliar e não utilizar o sistema de impermeabilização de manta asfáltica em piscinas enterradas, as quais possuem solicitações de umidade negativa proveniente do solo por exemplo.

Outra qualidade do produto polimérico é de que em muitos casos não necessita de uma proteção mecânica, sendo possível realizar o assentamento de revestimento cerâmico sob a impermeabilização. Ocasão, a qual, não se aplica com a manta asfáltica, sendo fundamental a aplicação de uma proteção mecânica sob a impermeabilização, aumentando o seu custo de execução e também espessura total da impermeabilização que tem seu impacto negativo na arquitetura do projeto.

Quanto ao custo, de fato o que tem o seu maior peso, a argamassa polimérica tem sua vantagem, possuindo assim um custo de quase 3 vezes menor que a manta deste caso, os seus componentes são mais básicos e relativamente mais acessível. Já a manta asfáltica, tem os seus insumos com valor agregado maior, acarretando em uma discrepância na maioria das vezes decisiva na escolha.

Todavia, os dois sistemas têm suas qualidades, e devem ser escolhidas através de um estudo de viabilidade técnica e financeira que atende a obra a ser executada. Ademais, os sistemas devem ser executados conformes as normativas técnicas e especialmente ao manual técnico fornecido por cada fabricante, é de suma importância, a realização perfeita dos detalhes de execução que estão citados no estudo para assim garantir uma aplicação que atende as solicitações dos componentes impermeabilizados e ao desejo do usuário.

REFERÊNCIAS

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

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

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

ANDRADE, L. M. F. P.2. **Polímeros Sintéticos: Aplicações, Características e Propriedades a Partir de uma Transposição Didática**. 2022.

BASTOS, L. F. B. F. **Análise comparativa de sistemas de impermeabilização**. 2014. Dissertação de Mestrado.

CARVALHO, T. R. **Comparativo entre sistemas de impermeabilização em poliuretano e manta asfáltica: estudo de caso**. Jataí-GO, 2018. 79f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil). IFG: Jataí-GO, 2018.

CÁSSIO, C. **Recomendações para execução de piscinas com revestimento cerâmico em estruturas de concreto armado**, 2017.

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

DENVER. **Ficha Técnica de Produto - DENVERTEC 100, Revestimento impermeabilizante semiflexível**. 2018. Disponível em: <<http://denverimper.com.br/produtos/detalhes/denvertec-10013br>>. Acesso em: 13 nov. 2023.

FIBERSALS. **Tudo sobre impermeabilização com argamassa polimérica**. 2020. Disponível em: <<https://fibersals.com.br/blog/impermeabilizacao-com-argamassapolimerica/>>. Acesso em: 11 nov. 2023.

FREIRE, M. A. **Métodos executivos de impermeabilização de um empreendimento comercial de grande porte**. 2007. 72 p. Dissertação (Monografia para obtenção do Título de Engenheiro Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Acesso em: 02 dez. 2023.

IBI. **GUIA DE APLICAÇÃO DA NORMA DE DESEMPENHO PARA IMPERMEABILIZAÇÃO: Especificação, aplicação, e contratação com foco no atendimento à ABNT NBR 15575:2013**. São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://ibibrasil.org.br/wp-content/uploads/2018/06/Guia-de-Aplicação-da-Norma-de-Desempenho-para-Impermeabilização-IBI.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2023.

IBI. **Orientação Técnica - Como impermeabilizar com argamassa polimérica**. 2020. Disponível em: <<http://ibibrasil.org.br/wp-content/uploads/2018/01/Como-Imperm.-comArgamassa-Polimerica-1.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2023.

MANUAL DO ARQUITETO. **Camadas Piso Banheiro**. 2017. Disponível em: <<https://www.instagram.com/p/BTtlEHpAkh7/>>. Acesso em: 20 nov. 2023.

MAPA DA OBRA. **Manta asfáltica: como aplicar - Capacitação - Mapa da Obra**. 2017. Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/impermeabilizacao-de-lajecom-manta-asfaltica/>>. Acesso em: 18 nov. 2023.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como Prepara Orçamentos de Obras**. 4. ed. São Paulo: Pini, 2006. 281 p. BB

OLIVEIRA, C. E. S. **Impermeabilização de Banheiro com Argamassa Polimérica**. 2015. Disponível em: <<http://ceosolucoesparaconstrucao.blogspot.com/2014/05/impermeabilizacao-de-banheirocom.html>>. Acesso em: 20 nov. 2023.

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

PIRONDI, Z. **Manual Prático da Impermeabilização e de Isolamento Térmico**. 2ªed, 1988.

QUARTZOLIT. **Boletim Técnico tela estruturante Quartzolit**. 2024. Disponível em <<https://www.quartzolit.weber/impermeabilizantes-quartzolit/impermeabilizantes-para-cozinhas-e-banheiros/impermeabilizante-tela-estruturante-quartzolit>>. Acesso em 15 de setembro de 2024.

RIBEIRO, D. D; DOS SANTOS, A. F. C. **Diretrizes para execução de um adequado sistema de impermeabilização em piscinas apoiadas sobre o solo e enterradas**. Boletim do Gerenciamento, [S.l.], v. 26, n. 26, p. 1-12, set. 2021. ISSN 2595-6531. Disponível em: <<https://nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento/article/view/574>>. Acesso em: 02 dez. 2023.

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

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (Brasil). **SINAPI: Índices da Construção Civil**. Disponível em: <<https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 20 dez. 2023.

SIKA. **Ficha Técnica de Produto - SikaTop®-FLEX**. 2018. Disponível em: <<http://bra.sika.com/>>. Acesso em: 13 nov. 2023.

Stake, R. E. **Multiple Case Study Analysis**. The Guilford Press. 2006.

UTZKE, V. I. **Estudo comparativo entre argamassa impermeabilizante flexível e manta asfáltica para impermeabilização**. Porto Alegre – RS, 2020. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 2020.

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

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

Yin, R. K. **Case Study Research and Applications: Design and Methods.** Sage Publications, 2018.