

LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO UNIVERSITÁRIO DO RIO GRANDE DO NORTE
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

JOSÉ CARDOSO DA SILVA NETO

**IMPERMEABILIZAÇÃO DE PISCINAS COM APLICAÇÃO DE ARGAMASSA
POLIMÉRICA**

NATAL/RN

2023

LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO UNIVERSITÁRIO DO RIO GRANDE DO NORTE
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

JOSÉ CARDOSO DA SILVA NETO

**IMPERMEABILIZAÇÃO DE PISCINAS COM APLICAÇÃO DE ARGAMASSA
POLIMÉRICA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil apresentado ao Centro Universitário do Rio Grande do Norte (UNI-RN) como requisito final para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. PhD. Fábio Sérgio da Costa Pereira.

NATAL/RN

2023

Catálogo na Publicação – Biblioteca do UNI-RN
Setor de Processos Técnicos

Silva Neto, José Cardoso da.

Impermeabilização de piscinas com aplicação de argamassa polimérica. / José Cardoso da Silva. – Natal, 2023.

81 f.

Orientador: Prof. Fábio Sérgio da Costa Pereira.

TC (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário do Rio Grande do Norte.

1. Engenharia civil. 2. Impermeabilização. 3. Poliuretano vegetal. 4. Argamassa polimérica. I. Pereira, Sérgio da Costa. II. Título.

RN/UNI-RN/BC

CDU 624

JOSÉ CARDOSO DA SILVA NETO

**IMPERMEABILIZAÇÃO DE PISCINAS COM APLICAÇÃO DE ARGAMASSA
POLIMÉRICA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil apresentado ao Centro Universitário do Rio Grande do Norte (UNI-RN) como requisito final para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em: ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Prof. PhD. Fábio Sérgio da Costa Pereira.

Orientador

Prof. Dr. Carlos Gomes de Moura.

Avaliador Interno

Prof. Esp. Mário César Nogueira.

Avaliador Externo

Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre estiveram ao meu lado durante essa caminhada, em segundo aos meus irmãos e toda a minha família, que sempre me apoiaram e me incentivaram a estudar o que sempre almejei.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e pela oportunidade de adquirir todo esse conhecimento durante o curso, e por não me faltar nada neste caminho.

Aos meus pais, que sempre se dedicaram ao máximo para incentivar a educação que tenho hoje, ensinando desde cedo os princípios da vida e a forma de amar incondicionalmente tudo o que faço hoje.

Aos meus avós que sempre se dedicaram em toda a minha formação e por todo carinho.

Aos meus irmãos, que sempre me proporcionaram momentos de alegria e felicidade durante toda a vida.

Agradeço a toda a minha família que sempre estiveram orando e me incentivando para conclusão deste objetivo.

A toda equipe de professores do curso de engenharia civil do UNI-RN, e aos meus colegas de curso que sempre me ajudaram na busca por esse sonho.

Agradeço a minha namorada e a todos os meus amigos por me proporcionarem momentos descontraídos ao decorrer deste curso.

Ao meu orientador, professor PhD. Fábio Sérgio da Costa Pereira, pelo auxílio, dedicação, e pelos ensinamentos compartilhados toda a jornada desse curso e especialmente pela orientação ao longo deste trabalho.

RESUMO

O objetivo do presente estudo consiste em uma revisão bibliográfica que trará detalhes sobre a impermeabilização e seus principais tipos desde os primórdios até a atualidade, descrevendo os materiais impermeabilizantes, as aplicações na construção civil e como executar um projeto de impermeabilização em piscinas. O estudo de caso irá relatar os problemas apresentados após a aplicação do poliuretano vegetal e sua deficiência quando submetido ao teste de arranque. Com isso, a aplicação da argamassa polimérica foi imposta como uma solução para esse caso. Através da análise criteriosa do caso de estudo e da revisão da literatura, pretende-se ajudar os profissionais que trabalham na área da impermeabilização de piscinas mostrando uma experiência com o intuito de obter melhorias na aplicação desse tipo de material.

Palavras-chave: Impermeabilização. Poliuretano vegetal. Argamassa Polimérica.

ABSTRACT

The objective of this study is a bibliographic review that will bring details about waterproofing and its main types from the beginning to the present, describing waterproofing materials, applications in civil construction and how to carry out a waterproofing project in swimming pools. The case study will report the problems presented after the application of vegetable polyurethane and its deficiency when subjected to the start-up test. Thus, the application of polymeric mortar was imposed as a solution for this case. Through careful analysis of the case study and literature review, it is intended to help professionals working in the area of waterproofing swimming pools by showing an experience with the aim of obtaining improvements in the application of this type of material.

Keywords: Waterproofing. Vegetal Polyurethane. Polymeric Mortar.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Porcentagem de investimento nas edificações	21
Figura 2: Custo da impermeabilização x quando é executado.....	22
Figura 3: preparação da argamassa com o aditivo Hidrofúgo	30
Figura 4: Aplicação de cristalizante na forma de pintura	31
Figura 5: Injeção de Cristalizantes em parede com umidade ascendente	31
Figura 6: Cimento impermeabilizante de pega ultra rápido.....	33
Figura 7: Aplicação da argamassa polimérica na forma de pintura.....	34
Figura 8: Aplicação da argamassa polimérica na forma de revestimento.....	35
Figura 9: Execução da membrana de asfalto a frio	37
Figura 10: Execução de membrana de asfalto a quente	37
Figura 11: Execução de membrana Acrílica	38
Figura 12: Imprimação da Superfície.....	41
Figura 13: Execução da manta asfáltica com Maçarico.....	42
Figura 14: Teste de Estanqueidade	42
Figura 15: Processo de Solda com equipamento automático.....	43
Figura 16: Processo de Solda com equipamento manual.....	44
Figura 17: Fixação automática com parafusos e arruelas especiais.....	44
Figura 18: Fixação com perfis tipo cantoneira em reservatório	45
Figura 19: Cuidado nas tubulações	45
Figura 20: Reação de formação dos poliuretanos	47
Figura 21: Ilustração de corte do revestimento.....	59
Figura 22: Ilustração de corte do revestimento – passante	60
Figura 23: Ilustração de corte da impermeabilização	61
Figura 24: Ilustração de corte do revestimento - emboço.....	62
Figura 25: Assentamento do revestimento cerâmico	63
Figura 26: Proteção da junta para aplicação do selante	64
Figura 27: Aplicação do Selante	65
Figura 28: Ilustração de corte – Revestimento Cerâmico.....	65
Figura 29: Problemas com o Poliuretano Vegetal	67
Figura 30: Amostra do material retirado.....	68

Figura 31: Remoção do Poliuretano Vegetal	69
Figura 32: Lixamento da parede para remover resquícios do Poliuretano vegetal.....	69
Figura 33: Aplicação da argamassa polimérica	70
Figura 34: Limpeza para aplicação do material impermeabilizante	71
Figura 35: Teste de Estanqueidade executado com sucesso	72
Figura 36: Aplicação do revestimento cerâmico.....	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Parâmetros de ensaio para manta Asfáltica	40
Tabela 2: Especificações do Produto utilizado	48

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	17
2.1 GERAL.....	17
2.2 ESPECÍFICOS	17
3. JUSTIFICATIVA	18
4. METODOLOGIA	19
5. REVISÃO BIBLIOGRAFICA	19
5.1 PRIMÓRDIOS DA IMPERMEABILIZAÇÃO.....	19
5.2 EVOLUÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO.....	20
5.3 IMPORTÂNCIA DA IMPERMEABILIZAÇÃO.....	20
5.4 MECANISMOS DE ATUAÇÃO DA ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES	22
5.4.1 Umidade de infiltração	23
5.4.2 Umidade ascensional	23
5.4.3 Umidade por condensação	23
5.4.4 Umidade de obra	24
5.4.5 Umidade acidental	24
5.5 PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO	24
5.6 ESCOLHA DA IMPERMEABILIZAÇÃO	26
6 TIPOS DE MATERIAIS IMPERMEABILIZANTES	28
6.1 IMPERMEABILIZAÇÃO RÍGIDA.....	29
6.1.1 Argamassa impermeável com aditivo hidrofúgo	29
6.1.2 Cimentos cristalizantes	30
6.1.3 Cimento impermeável de pega ultra rápido	32
6.1.4 Argamassa polimérica	34
6.2 IMPERMEABILIZAÇÃO FLEXÍVEL	35

6.2.1 Membrana de polímero modificado com cimento	36
6.2.2 Membranas asfálticas.....	36
6.2.3 Membrana acrílica.....	38
6.2.4 Mantas asfálticas	39
6.2.5 Mantas de pvc	43
6.2.6 Introdução ao poliuretano vegetal	46
6.3 IMPERMEABILIZAÇÃO EM PISCINAS	49
6.3.1 Proteção	50
6.3.2 Proteção Mecânica	50
6.4 REVESTIMENTO EM ARGAMASSA	50
6.5 REVESTIMENTO CERÂMICO	51
6.6 ARGAMASSA COLANTE	51
6.6.1 Argamassa colante tipo 1 AC I.....	52
6.6.2 Argamassa colante tipo 2 ACII.....	52
6.6.3 Argamassa colante tipo 3 ACIII.....	52
6.6.4 Argamassa industrializada com tempo em aberto estendido	52
6.6.5 Argamassa industrializada com deslizamento reduzido	52
6.7 PLACAS CERAMICAS.....	53
6.7.1 Esmaltadas	53
6.7.2 Não esmaltadas.....	53
6.8 JUNTAS	54
6.8.1 Juntas entre componentes	54
6.8.2 Juntas de trabalho	55
6.8.3 Juntas estruturais.....	55
6.9 EXECUÇÃO	55
6.9.1 Ferramentas e equipamentos	55
6.9.2 Materiais	57
6.9.2.1 Água	57
6.9.2.2 Argamassa para camada de regularização.....	57
6.9.2.3 Argamassa colante	57
6.9.2.4 Argamassa de rejuntamento	57
6.9.2.5 Revestimento cerâmico.....	58
6.9.2.6 Material para fechamento das juntas	58
6.9.2.7 Selantes.....	58
6.9.2.8 Materiais diversos	58

6.9.3 Sequência operacional de execução	59
6.9.3.1 Estrutura de concreto armado.....	59
6.9.3.2 Limpeza da estrutura	60
6.9.3.3 Regularização de pisos e paredes das piscinas	60
6.9.3.4 Impermeabilização	61
6.9.3.5 Emboço.....	62
6.9.3.6 Juntas (recomendações).....	62
6.9.3.7 Revestimentos	63
6.9.3.8 Juntas (aplicação)	64
6.9.3.9 Rejunte	66
6.9.3.10 Limpeza	66
7 ESTUDO DE CASO	66
7.1 INTRODUÇÃO AO POLIURETANO VEGETAL.....	66
7.2 INTRODUÇÃO A ARGAMASSA POLIMÉRICA	68
7.2.1 Preparação da superfície	69
7.2.2 Lixamento para regularização da superfície	69
7.2.3 Aplicação da argamassa polimérica	70
7.3 DESAFIOS ENCONTRADOS DURANTE A APLICAÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO	71
7.4 ANÁLISE DE RESULTADOS.....	72
7.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
7.6 CONCLUSÃO	74

1. INTRODUÇÃO

A impermeabilização desempenha um papel fundamental na construção civil, assegurando a proteção e durabilidade das estruturas contra os efeitos adversos da umidade.

Desde os primórdios o homem sempre deu importância aos efeitos adversos atemporais, ao buscar abrigo em cavernas, com o intuito de preservar sua vida. Porém a água que percolava o entorno desses locais tornava o local insalubre, foi a partir disso que o homem passou a se preocupar com a umidade desenvolvendo novas técnicas de impermeabilização.

Nos últimos anos, tem havido avanços significativos nessa área, resultando no surgimento de novos materiais e técnicas. Na revisão bibliográfica, com base em estudos dos últimos anos, iremos explorar os diferentes tipos de impermeabilização, levando em consideração o seu respectivo sistema, suas composições e as principais utilizações na construção civil.

O processo de impermeabilização requer uma atenção redobrada, inicialmente apresenta um valor estimado de até 3% do custo da edificação, quando ocorrem problemas após o uso da edificação sendo necessário uma correção, os custos a mais chegam estão em torno de 10% a 15% do custo inicial da edificação.

Uma das aplicações mais desafiadoras da impermeabilização é em piscinas, devido à exposição contínua ao sol, a água e aos produtos químicos. Se tratando de espaços de lazer e relaxamento populares em residências, clubes e resorts, o intuito maior dessa área de lazer é de agregar valor a esses imóveis. Para garantir sua durabilidade, resistência e estética, é fundamental utilizar materiais adequados em sua construção e manutenção.

No nosso estudo de caso iremos mostrar os problemas relacionados à aplicação do poliuretano vegetal em uma piscina específica que fica situada em um condomínio situado no município de Parnamirim/RN. Durante a análise dos principais materiais utilizados na impermeabilização de piscinas, a argamassa polimérica e o poliuretano vegetal despertaram bastante interesse, porém inicialmente foi escolhido o poliuretano vegetal por ser uma alternativa mais viável financeiramente. No entanto, após a sua aplicação não foram obtidos resultados satisfatórios.

Ao longo desse estudo, iremos perceber as principais dificuldades encontradas na aplicação do poliuretano vegetal nesse local, onde houveram falhas no processo de aplicação desse material impermeabilizante que resultaram em problemas relacionados

a aderência inadequada do material a superfície, formação de bolhas, fissuras e uma diferença grotesca com relação as camadas do material impermeabilizante.

Com o intuito de solucionar o problema, a tela de fibra de vidro foi aplicada juntamente com a argamassa polimérica.

Em nosso estudo de caso iremos avaliar a eficácia da aplicação da argamassa polimérica como uma solução para esse problema, levando em consideração sua composição, propriedades e experiências prévias relatadas na literatura.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

O objetivo deste trabalho consiste em:

- Realizar uma revisão bibliográfica abrangente sobre os materiais impermeabilizantes, abrangendo desde o projeto de impermeabilização até as suas principais aplicações na construção civil;
- Apresentar a impermeabilização desde os seus primórdios, demonstrando sua importância e seu papel crucial na construção civil;
- Realizar uma revisão abrangente da literatura sobre materiais impermeáveis, com foco em suas características e principais usos na construção civil.

2.2 ESPECÍFICOS

- Executar um estudo de caso em que foi aplicado a argamassa polimérica em uma piscina que apresentou problemas com a aplicação de outro material impermeabilizante, o poliuretano vegetal, trazendo fotos, documentos e avaliação dos resultados;
- Identificar os principais problemas encontrados ao aplicar o poliuretano vegetal nessa piscina que apresentou uma baixa resistência, quando submetido ao teste de arranque;
- Examinar os benefícios, características e propriedades da argamassa polimérica na impermeabilização de piscinas;
- Colocar em pauta os benefícios após aplicação da argamassa polimérica.

Após realização dos objetivos citados acima, busca-se contribuir fornecendo informações e conhecimentos relevantes, para que os profissionais da construção civil, tenham conhecimento sobre os problemas relatados e implantem melhorias práticas na aplicação desse material.

3. JUSTIFICATIVA

A justificativa para este estudo traz uma metodologia baseada nos principais materiais impermeabilizantes e em como se deve projetar e aplicá-los de maneira correta.

Os resultados desse estudo de caso permitiram a identificação dos problemas relacionados a aplicação do poliuretano vegetal em uma piscina, trazendo a solução com a aplicação da Argamassa polimérica. Além disso, contribuirão para o aprimoramento das técnicas de aplicação e fornecerão recomendações e diretrizes para garantir o uso adequado do poliuretano vegetal em piscinas, promovendo a qualidade e a sustentabilidade na construção desses ambientes. Contribuindo para que sejam evitados problemas em construções futuras.

4. METODOLOGIA

O desenvolvimento do trabalho se dará por meio de uma revisão bibliográfica abrangente sobre os principais tipos de impermeabilização e suas aplicações, logo após será apresentado um estudo de caso sobre os problemas na aplicação do poliuretano vegetal em uma piscina na praia do município de Parnamirim/RN, analisando as patologias presentes após a aplicação e a solução dada aplicando o argamassa polimérica fixando o tecido de fibra de vidro com o intuito de sanar os problemas dessa piscina e garantir o pleno funcionamento dessa estrutura.

Ao longo do estudo de caso serão apresentadas as figuras das manifestações patológicas verificadas, e do processo de remoção do poliuretano vegetal e o lixamento da superfície até o concreto, bem como a aplicação da argamassa polimérica.

5. Revisão Bibliográfica

Nesta revisão serão abordados os principais tipos de impermeabilização, relatando as características gerais descobertas desde os primórdios até os dias atuais. Apresentando instruções para aplicação desses produtos e as principais utilizações, através de citações encontrados em publicações, monografias, livros, produtos, normas, dissertações de mestrado, que serviram de embasamento para o nosso estudo de caso.

A impermeabilização é uma técnica essencial na construção civil, responsável por garantir a proteção das estruturas contra a infiltração de água e umidade, evitando danos como deterioração, corrosão e comprometimento da segurança. No entanto, sua origem remonta a tempos antigos, quando o já se preocupava em criar barreiras para impedir a entrada de água em suas construções.

5.1 PRIMÓRDIOS DA IMPERMEABILIZAÇÃO

As acomodações do homem das cavernas na época eram simples, mas já davam sinais de compreender a necessidade de proteção contra a umidade. Segundo as pesquisas, os moradores das cavernas remodelaram o interior de suas casas com argila, musgo e outros materiais prontamente disponíveis, tornando-os mais resistentes à água. Essas práticas serviram como os passos iniciais para impermeabilização. (LUIZ, 2015, p. 15 apud INLUB, 2013).

Segundo LUIZ (2015, p. 15 apud BÍBLIA, 2003), “Na Bíblia sagrada, no livro de Gênesis, capítulo 6, versículo 14 encontra-se a primeira referência à impermeabilização da história. Durante as instruções para a construção da grande arca de Noé, Deus teria dito: “Faze para ti uma arca de madeira resinosa: farás compartimentos e a revestirás de betume por dentro e por fora”. Essas ordens foram providenciais para gerar um barco seguro e salvar as espécies no dilúvio.”

5.2 EVOLUÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO

Com o passar dos séculos, a impermeabilização teve avanços significativos impulsionados pelo avanço tecnológico e pela busca de soluções mais eficazes. Novos materiais foram introduzidos e novas técnicas foram aprimoradas, chegando aos dias atuais, onde já se conhece vários materiais impermeabilizantes, que se enquadram em dois grupos, os impermeabilizantes rígidos e os impermeabilizantes flexíveis.

5.3 IMPORTÂNCIA DA IMPERMEABILIZAÇÃO

A impermeabilização desempenha um papel crucial na construção contemporânea. Além de proteger as estruturas dos elementos, também ajuda os edifícios a durarem mais, evitando problemas como corrosão, formação de mofo e infiltrações.

De acordo com CÁSSIO (2017, p. 33 apud PIRONDI, 1988), “impermeabilização é a forma de se buscar a estanqueidade em uma construção. Trata-se de uma das etapas mais importantes na construção civil e, apesar disso, nem sempre é dada a devida importância a esse procedimento construtivo. A maior parte dos problemas relacionados à impermeabilização pode ser localizada e suprimida já nas etapas iniciais, que envolve a concepção dos projetos de construção. Oxidação nas armaduras, manchas e um aspecto desagradável na estrutura são apenas alguns exemplos de anomalias, que acontecem por falta ou falha de um sistema de impermeabilização”.

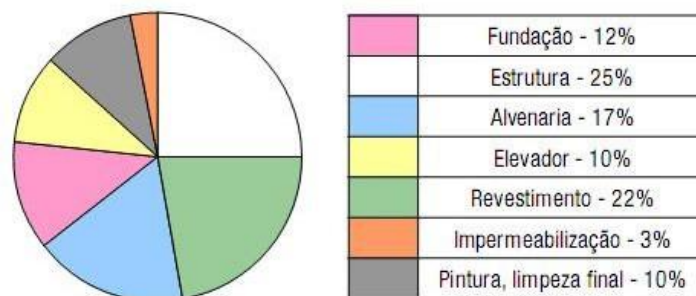
Ainda do mesmo autor, “a vida útil da estrutura depende de um eficaz sistema de impermeabilização. Reparos de anomalias referentes à impermeabilização custam muito mais do que se fosse prognosticado na fase de concepção de projeto, ou executado de forma correta durante a obra”.

No nosso país, o sistema de impermeabilização é regulamentado pela NBR 9575:2010 Impermeabilização – Seleção e Projeto e diversas normas específicas para cada tipo de impermeabilização.

Segundo o IBI (Instituto Brasileiro de Impermeabilização), cada caso precisa ser analisado e faz se necessário tomar as devidas precauções para se ter uma impermeabilização eficaz. (CÁSSIO, 2017).

Segundo (PIRONDI, 1988 apud CÁSSIO, 2017), “Para concepção do projeto de impermeabilização, a finalidade e o tipo da estrutura, qualidade estrutural da base, pressão da água e sua direção são pontos primordiais para serem analisados. Deformação da estrutura, juntas de concretagem, pontos de captação de água e interferências com outros projetos aparecem logo em seguida. Em relação à execução, a qualidade dos materiais utilizados, qualidade da mão de obra e equipamentos adequados são pontos de extrema importância para garantia de uma boa impermeabilização. Garantir a monoliticidade da impermeabilização em emendas ou juntas, teste, prova de carga e uma fiscalização eficiente são pontos que completam uma perfeita impermeabilização”.

Figura 1 – Porcentagem de investimentos nas edificações



Fonte: VEDACIT (2009, p. 6 APUD RIGHI, p.16).

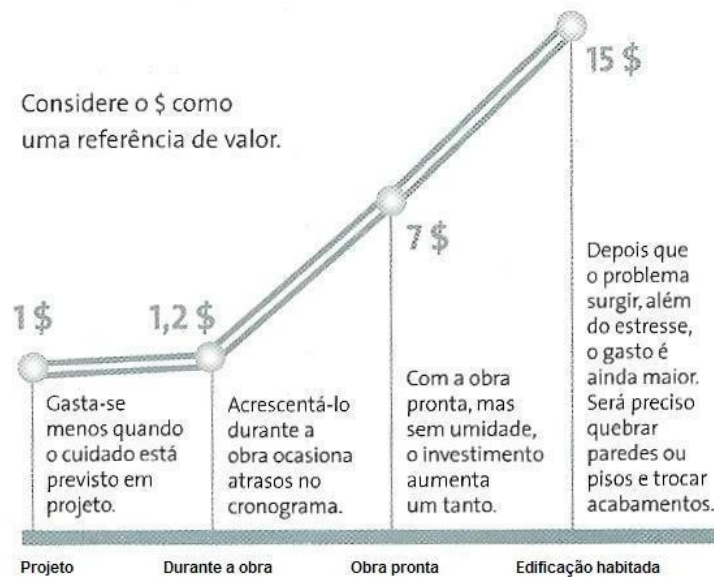
Segundo Righi, (P.17, 2009), “Como normalmente existem sobre a impermeabilização outros materiais complementares, como argamassa e pisos cerâmicos, caso ocorra uma falha na impermeabilização, acaba-se por perder todos os materiais complementares cujos custos superam, e muito, o custo original, sem se considerar os custos de recuperação estrutural.

O rigoroso controle da execução da impermeabilização é fundamental para seu desempenho e, esta fiscalização deve ser feita não somente pela empresa aplicadora, mas também pelo responsável da obra.

Executar a impermeabilização durante a obra é mais fácil e econômico do que depois da obra concluída, quando surgirem os inevitáveis problemas com a umidade, os quais tornam os ambientes insalubres e com aspecto desagradável, apresentando eflorescências, manchas, bolores, oxidação das armaduras e outros.

O custo para executar uma impermeabilização é menor quando está previsto em projeto, conforme demonstrado na figura 2. Quanto maior o atraso para o planejamento e execução do processo de impermeabilização mais oneroso o mesmo ficará chegando a custar até 15 vezes mais, quando o mesmo é executado depois que o problema surgir e o usuário final estiver habitando o imóvel.

Figura 2 – Custo da impermeabilização X Quando é executado



Fonte: ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO (2005, APUD RIGHI, p 17, 2009).

A impermeabilização também contribui para a saúde pública, pois torna os ambientes salubres e mais adequados à prevenção de doenças respiratórias.”

5.4 Mecanismos de atuação da água nas edificações

A água é um dos maiores causadores de patologias, de forma direta ou indireta, quer se encontre no estado de gelo, no líquido ou mesmo enquanto vapor de água. Pode ser vista como um agente de degradação ou como meio para a instalação de outros agentes. (QUERUZ, 2007).

As causas da presença de umidade nas edificações, segundo Lersch (2003):

- Umidade de infiltração;
- Umidade ascensional;
- Umidade por condensação;
- Umidade de obra;
- Umidade acidental.

5.4.1 Umidade de infiltração

A umidade passa das áreas externas às internas por pequenas trincas, pela alta capacidade de os materiais absorverem a umidade do ar ou mesmo por falhas na interface entre elementos construtivos, como planos de parede e portas ou janelas. Em geral, é ocasionada pela água da chuva e, se combinada com o vento, pode agravar a infiltração com o aumento da pressão de infiltração.

5.4.2 Umidade ascensional

Caracteriza-se pela presença de água originada do solo, tanto por fenômenos sazonais de aumento de umidade quanto por presença permanente de umidade de lençóis freáticos superficiais. A sua ocorrência é percebida principalmente em paredes e pisos, sendo que Verçoza (1983 apud SOUZA, 2008), comenta que não costumam ultrapassar de 0,80 m de altura.

A ascensão da água em paredes ocorre pela existência do fenômeno de capilaridade. Os vasos capilares pequenos permitem a água subir até o momento em que entra em equilíbrio com a força da gravidade. A altura que a água ascende pelo vaso capilar depende principalmente do seu diâmetro: quanto menor, maior a altura. (FEILDEN, 2003 apud QUERUZ, 2007).

5.4.3 Umidade por condensação

A umidade condensada é consequência da presença de grande umidade no ar e da existência de superfícies que estejam com temperatura abaixo da correspondente ao ponto de orvalho. O fenômeno ocorre pela redução de capacidade de absorção de umidade pelo ar quando é resfriado, na interface da parede, precipitando-se.

Pode-se afirmar que os diferentes materiais, conforme a sua densidade, se comportam de forma diferenciada quanto à condensação: os mais densos são mais atacados, enquanto que os de menor densidade sofrem menos. Klüppel e Santana (2006 apud QUERUZ, 2007), concluem que esse tipo de agente costuma apresentar-se de forma superficial, sem penetrar a grandes profundidades nos elementos.

5.4.4 Umidade de obra

Queruz (2007), caracteriza como a umidade que ficou interna aos materiais por ocasião de sua execução e que acaba por se exteriorizar em decorrência do equilíbrio que se estabelece entre material e ambiente. Um exemplo desse tipo de situação é a umidade contida nas argamassas de reboco, que transferem o excesso de umidade para a parte interna das alvenarias, necessitando de um prazo maior do que o da cura do próprio reboco para entrar em equilíbrio com o ambiente interno.

5.4.5 Umidade acidental

É a umidade causada por falhas nos sistemas de tubulações, como águas pluviais, esgoto e água potável, e que geram infiltrações. A existência de umidade com esse tipo de origem tem uma importância especial quando se trata de edificações que já possuam um longo tempo de existência, pois pode haver presença de materiais com tempo de vida já excedido, que não costumam ser contempladas em planos de manutenção predial.

5.5 Projeto de impermeabilização

A impermeabilização é parte do projeto da obra e sua elaboração é fundamental para o bom e duradouro resultado de uma construção.

A impermeabilização também deve ter um projeto específico, assim como os projetos arquitetônicos, de concreto armado, das instalações hidráulicas e elétricas, entre outros. Esse projeto deve detalhar os produtos e a forma de execução dos sistemas ideais de impermeabilização para cada caso numa obra.

Pieper (1992), afirma que é na concepção de um projeto arquitetônico que se deve analisar qual o sistema impermeabilizante mais adequado e que as dificuldades de se tratar disso posteriormente a execução da obra, seriam infundadas se fossem previstas em projeto.

Segundo Ischakewitsch (1996), a participação do projetista de impermeabilização no projeto da obra deve ser na mesma época em que o arquiteto inicia o primeiro estudo, sendo que alguns conceitos básicos no projeto podem e devem ser adotados logo no início dos estudos, tais como:

- Posicionamento da camada de impermeabilização na configuração do sistema;
- Previsão de acabamentos e terminações que possibilitem a manutenção futura;
- Vantagens que outros projetos complementares, tais como, os de condicionamento de ar, isolamento térmico, paisagismo e outros, podem aferir do correto dimensionamento e posicionamento da impermeabilização;
- Vantagem que o projeto de instalações hidrossanitárias pode aferir devido à distribuição mais racional e compatibilizada de pontos de escoamento e/ou calhas.

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

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

Deve-se sempre obedecer ao detalhamento do projeto de impermeabilização e estudar os possíveis problemas durante o decorrer da obra. Verificar se a preparação da estrutura para receber a impermeabilização está sendo bem executada, se o material aplicado está dentro das especificações no que tange a qualidade, características técnicas, espessura, consumo, tempo de secagem, sobreposição, arremates, testes de estanqueidade, método de aplicação e outros.

Cabral (1992), analisa que embora seja fundamental que a impermeabilização seja parte integrante do projeto, na maioria dos casos as construtoras só dedicam atenção à impermeabilização e seus problemas no final da obra, quando já é muito tarde. A falta de previsão dos detalhes e a improvisação daí resultantes são responsáveis por um grande número de falhas.

Os melhores resultados e vantagens têm-se verificado quando ocorre esta possibilidade de intercâmbio de informações, entre projetistas envolvidos logo na fase inicial. Estes resultados se traduzem em economia, segurança e qualidade.

Antonelli et al. (2002), conclui em sua pesquisa que a falta de projeto específico de impermeabilização é responsável por 42% dos problemas, sendo significativa sua influência na execução e fiscalização dos serviços de impermeabilização.

Todos esses problemas citados são responsáveis por um elevado número de insucessos, que contribuem para a manutenção no meio técnico, de um preconceito contra a impermeabilização.

Segundo Antunes (2004), a existência de um projeto de impermeabilização minimiza a ocorrência das patologias, já que permite controlar a execução, além de prever detalhes construtivos como arremates.

A NBR 9575/2010. diz que o Projeto executivo de impermeabilização deve conter:

a) Desenhos:

- Plantas de localização e identificação das impermeabilizações, bem como dos locais de detalhamento construtivo;
- Detalhes genéricos e específicos que descrevam graficamente todas as soluções de impermeabilização.

b) Textos:

- Memorial descritivo de materiais e camadas de impermeabilização;
- Memorial descritivo de procedimentos de execução;
- Planilha de quantitativos de materiais e serviços;
- Metodologia para controle e inspeção dos serviços;
- Cuidados sobre a manutenção da impermeabilização.

5.6 Escolha da impermeabilização

O sistema de impermeabilização a ser usado deve ser escolhido conforme circunstâncias em que serão usados.

Os principais fatores que devem ser levados em consideração são: pressão hidrostática, frequência de umidade, exposição ao sol, exposição a cargas, movimentação da base e extensão da aplicação (SABBATINI, 2006).

Souza e Melhado (1998), afirmam que a seleção do sistema de impermeabilização deve ter como diretrizes:

- Atender aos requisitos de desempenho;

- A máxima racionalização construtiva;
- A máxima construtibilidade;
- A adequação do sistema de impermeabilização aos demais subsistemas, elementos e componentes do edifício;
- Custo compatível com o empreendimento;
- Durabilidade do sistema.

Para a seleção de um sistema de impermeabilização não se deve apenas considerar o custo da camada impermeável, mas também o custo das demais camadas constituintes do sistema e os custos de utilização e manutenção.

Segundo Souza e Melhado (1998), facilidade de execução, produtividade e método construtivo são os parâmetros que devem ser considerados na escolha do sistema impermeabilizante, relacionados com as características de execução da impermeabilização.

Schmitt (1990 apud Moraes, 2002), assegura que os sistemas impermeabilizantes referem-se à especificação de diversos itens e que o projetista é quem irá determinar caso a caso, individualizando as áreas e peças a serem impermeabilizadas, levando então em consideração o seguinte roteiro:

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

A área de aplicação da impermeabilização deve ser analisada para a correta escolha do sistema impermeabilizante. Os principais fatores que devem ser considerados é o comportamento físico da estrutura e atuação da água na mesma.

Em relação ao comportamento físico da estrutura, Cunha e Neumann (1979), destacam que:

- Elementos da construção onde normalmente se prevê a ocorrência de trincas são as partes da obra sujeitas as alterações dimensionais provenientes do aquecimento e do resfriamento, ou a recalques e movimentos estruturais;

- Elementos da construção não sujeitos a fissuramentos e trincas são as partes da obra com carga estabilizada, em condições de temperatura relativamente constante.

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

- Água de percolação é a que atua em terraços, coberturas e fachadas, onde existe livre escoamento, sem exercer pressão sobre os elementos da construção;
- Água de condensação é a água que atua quando ocorre a condensação do ar atmosférico;
- Água com pressão é a que atua em solos, caixas d'água, piscinas, exercendo força hidrostática sobre a impermeabilização. Pode ser de dois tipos:
 - i. Água sob pressão negativa: exerce pressão hidrostática de forma inversa à impermeabilização;
 - ii. Água sob pressão positiva: exerce pressão hidrostática de forma direta na impermeabilização
- Umidade por capilaridade é a ação da água sobre os elementos das construções que estão em contato com bases alagadas ou solo úmido.

6. TIPOS DE MATERIAIS IMPERMEABILIZANTES:

Ainda Segundo RIGHI (2009, p. 24), “Para uma melhor elucidação, a seguir são descritos os diversos tipos de sistemas de impermeabilização que podem ser empregados na execução obra, modo de execução e seus empregos.

Dinis (1997 apud Moraes, 2002), declara que os sistemas de impermeabilização existentes possuem diferenças de concepção, princípio de funcionamento, materiais e técnicas de aplicação entre outros. Estas variações servem de base para diversas classificações, que podem auxiliar na compreensão e comparação dos sistemas existentes no mercado brasileiro.

Segundo a NBR 9575/2010, os sistemas impermeabilizantes podem ser divididos em rígidos e flexíveis, que estão relacionados às partes construtivas sujeitas ou não a fissuração.

Quanto à aderência ao substrato, os sistemas de impermeabilização, segundo Moraes (2002) podem ser classificados como:

- Aderido: Quando o material impermeabilizante é totalmente fixado ao substrato, seja por fusão do próprio material ou por colagem com adesivos, asfalto quente ou

maçarico;

- Semi-aderido: Quando a aderência é parcial e localizada em alguns pontos, como platibandas e ralos;
- Flutuante: Quando a impermeabilização é totalmente desligada do substrato é utilizada em estruturas de grande deformabilidade.

6.1 IMPERMEABILIZAÇÃO RÍGIDA

A NBR 9575/2010, denomina impermeabilização rígida como o conjunto de materiais ou produtos aplicáveis nas partes construtivas não sujeita à fissuração. Os impermeabilizantes rígidos não trabalham junto com a estrutura, o que leva a exclusão de áreas expostas a grandes variações de temperatura.

6.1.1 Argamassa impermeável com aditivo Hidrófugo

Aditivos hidrófugos são aditivos impermeabilizantes de pega normal, reagindo com o cimento durante o processo de hidratação. São compostos de sais metálicos e silicatos (DENVER, 2023).

Os aditivos hidrófugos proporcionam a redução da permeabilidade e absorção capilar, através do preenchimento de vazios nos capilares na pasta de cimento hidratado, tornando os concretos e argamassas impermeáveis à penetração de água e umidade (SIKA, 2023).

Cunha e Neumann (1979), afirmam que o aditivo hidrófugo é aplicado em argamassas de revestimento utilizadas para impermeabilizações de elementos que não estejam sujeitos a movimentações estruturais, que ocasionariam a formação de trincas e fissuras.

Esse sistema não é indicado para locais com exposição ao sol que possa ocorrer algum tipo de dilatação no substrato.

O aditivo deve ser dissolvido na água de amassamento a ser utilizada, conforme a figura 3. A aplicação da argamassa aditivada deve ser feita em duas ou três camadas de aproximadamente 1 cm de espessura, desempenando a última camada, cuidando para não alisar com desempenadeira de aço ou colher de pedreiro (SIKA, 2023).

A principal vantagem desse sistema é a facilidade de aplicação e desvantagem é que deve ser aplicado em conjunto com outro sistema impermeabilizante, assim garante-se a estanqueidade, pois esse sistema é muito suscetível a movimentações dos elementos.

Figura 3 – Preparação da argamassa com o aditivo hidrófugo.



Fonte: VIEIRA, 2005, p. 76.

6.1.2 Cimentos Cristalizantes

Os cimentos cristalizantes são impermeabilizantes rígidos, à base de cimentos especiais e aditivos minerais, que possuem a propriedade de penetração osmótica nos capilares da estrutura, formando um gel que se cristaliza, incorporando ao concreto compostos de cálcio estáveis e insolúveis (DENVER, 2023).

Existem dois tipos de cristalizantes. No primeiro tipo, os cimentos cristalizantes, segundo Silveira (2001), são materiais aplicados sob a forma de pintura sobre superfícies de concreto, argamassa ou alvenaria, previamente saturadas com água.

A figura 4, mostra esse tipo de aplicação, no caso aplicado com uma trincha, direto na alvenaria, mas pode também ser aplicado sobre o revestimento argamassado.

O segundo tipo são os cristalizantes líquidos à base de silicatos e resinas que injetados e, por efeito de cristalização, preenchem a porosidade das alvenarias de tijolos maciços, bloqueando a umidade ascendente (VIAPOL, 2023).

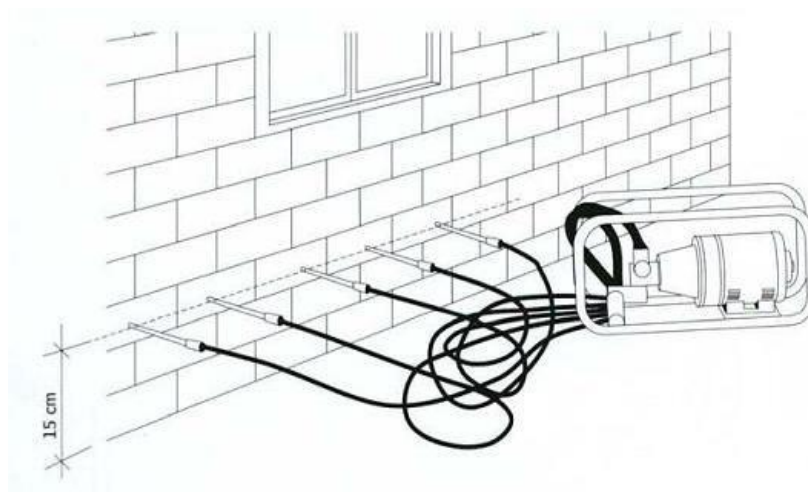
Figura 4 – Aplicação de cristalizante na forma de pintura



Fonte: NAKAMURA, 2006, p. 28.

A figura 5, apresenta o modo de aplicação dos agentes cristalizantes. Para a aplicação, deve-se retirar todo o reboco da área a tratar, desde o piso até a altura de 1,00 m. executam-se duas linhas de furos intercaladas entre si, sendo a primeira a 10 cm do piso e a segunda a 20 cm. Os furos devem ser com uma inclinação de 45° e estar saturados com água para a aplicação do produto. Aplica-se o produto por gravidade, sem necessidade de pressão e, sim, de saturação (ABATTE, 2003).

Figura 5 – Injeção de cristalizantes em parede com umidade ascendente



Fonte: ABATTE, 2003, p. 52.

A aplicação sugerida pelo fabricante deve ocorrer até atingir o consumo sugerido em ambos os tipos de cristalizantes. O sistema é utilizado em todas as áreas sujeitas à infiltração por lençol freático e infiltrações de contrapressão, tais como: subsolos, lajes, poços de elevadores, reservatórios enterrados, caixas de inspeção e outros (VIAPOL, 2023).

O produto utiliza a própria água da estrutura para se cristalizar, isto elimina a necessidade de rebaixamento do lençol freático e não altera a potabilidade da água (DENVER, 2023).

A desvantagem do sistema é que se deve tomar cuidado na aplicação do produto e o mesmo é restrito a algumas situações particulares de infiltrações.

6.1.3 Cimento impermeabilizante de pega ultrarrápida

O produto é uma solução aquosa de silicato modificado, quando misturado com a água e o cimento, que é um produto de alta alcalinidade, transforma-se em hidrossilicato, que tem como principais características ser um cristal insolúvel em água, que preenche os poros da argamassa (SIKA, 2023).

O produto é usado como aditivo líquido de pega ultrarrápida em pastas de cimento. Essa pasta apresenta início de pega entre 10 e 15 segundos e fim entre 20 e 30 segundos, e possui alta aderência e grande poder de tamponamento (SIKA, 2023).

A Denver (2023), indica este produto para tamponamento de infiltrações e jorros de água sob pressão em subsolos, poços de elevadores, cortinas, galerias e outras estruturas submetidas à infiltração por lençol freático, sendo uma solução temporária, permitindo que a impermeabilização definitiva seja efetuada adequadamente.

A figura 6 mostra a sequência de utilização desse produto.

Figura 6 – Cimento impermeabilizante de pega ultra-rápida.



Fonte: Adaptado de DENVER, 2023.

Para utilização do produto, pontos de infiltração devem ser aprofundados e alargados até cerca de duas vezes o seu diâmetro. Na sequência misturar uma parte do produto e uma parte de água e, ao iniciar a pega, formar rapidamente um tampão e comprimir contra a infiltração, aguardando alguns segundos até o completo endurecimento (SIKA, 2023).

6.1.4 Argamassa polimérica

Silveira (2001), descreve as argamassas poliméricas como materiais compostos por cimentos especiais e látex de polímeros aplicados sob a forma de pintura sobre o substrato, formando uma película impermeável, de excelente aderência e que garante a impermeabilização para pressões d'água positivas e/ou negativas.

Segundo o site da Viapol (2023), trata-se de uma argamassa de cimento modificada com polímeros, bicomponente, à base de cimento, agregados minerais inertes, polímeros acrílicos e aditivos.

Sayegh (2001), complementa que o produto resiste a pressões positivas e negativas e acompanha de maneira satisfatória, pequenas movimentações das estruturas, e que a impermeabilização decorre da formação de um filme de polímeros que impede a passagem da água e da granulometria fechada dos agregados contidos na porção cimentícia.

Entre as suas principais características, destacam-se a resistência a pressões hidrostáticas positivas, fácil aplicação, não altera a potabilidade da água, é uma barreira contra sulfatos e cloretos, uniformiza e sela o substrato, reduzindo o consumo de tinta de pinturas externas (VIAPOL, 2023)

A argamassa polimérica pode ser aplicada na forma de pintura com trincha ou brocha (figura 7), ou ser aplicado na forma de revestimento final com desempenadeira (figura 8), nesse caso requer uma diminuição da quantidade de componente líquido da mistura (SAYEGH, 2001).

O produto pode ser aplicado sobre superfícies de concreto, alvenaria ou argamassa, devendo-se aplicar a primeira demão do produto sobre o substrato úmido, com o auxílio de uma trincha, aguardando a completa secagem. Aplicar a segunda demão em sentido cruzado em relação à primeira, incorporando uma tela industrial de poliéster resinada e aplicar as demãos subsequentes, aguardando os intervalos de secagem entre demãos até atingir o consumo necessário. Proceder à cura úmida por, no mínimo, três dias (VIAPOL, 2023).

Figura 7 – Aplicação de argamassa polimérica na forma de pintura.



Fonte: SAYEGH, 2001, p. 44.

Figura 8 – Aplicação de argamassa polimérica na forma de revestimento.



Fonte: SAYEGH, 2001, p. 44.

6.2 IMPERMEABILIZAÇÃO FLEXÍVEL

Impermeabilização flexível compreende o conjunto de materiais ou produtos aplicáveis nas partes construtivas sujeitas à fissuração e podem ser de dois tipos, moldadas no local e chamadas de membranas ou pré-fabricadas e chamadas de mantas.

As membranas podem ou não ser estruturadas. Como principais estruturantes podem-se incluir a tela de poliéster termo estabilizada, o véu de fibra de vidro e o não tecido de poliéster. O tipo de estruturante é definido conforme as solicitações de cada área e dimensionamento de projeto. Devem-se aplicar sobre o estruturante outras camadas do produto, até atingir a espessura ou consumo previsto no projeto.

A principal vantagem das membranas em relação às mantas é que as membranas não apresentam emendas. Segundo Cichinelli (2004), as membranas exigem um rígido controle da espessura e, conseqüentemente, da quantidade de produto aplicado por metro quadrado, sendo essa é uma falha que fica difícil de visualizar.

6.2.1 Membrana de polímero modificado com cimento

Trata-se de um produto flexível indicado para impermeabilização de torres de água e reservatórios de água potáveis elevados ou apoiados em estrutura de concreto armado. Pode também ter adições de fibras de polipropileno que aumentam sua flexibilidade. O sistema é formado à base de resinas termoplásticas e cimento aditivado, resultando numa membrana de polímero que é modificada com cimento (VIAPOL, 2023).

Entre as suas características destacam-se a resistência a pressões hidrostáticas positivas. É de fácil aplicação, não altera a potabilidade da água, sendo atóxico e inodoro e acompanha as movimentações estruturais e fissuras previstas nas normas brasileiras (DENVER, 2023).

Aplicado sobre superfícies de concreto ou argamassa, deve-se preparar a mistura mecanicamente até atingir a consistência de uma pasta cremosa, lisa e homogênea. A seguir, aplicar a primeira demão do produto sobre o substrato úmido, com o auxílio de uma trincha, aguardando a completa secagem e a segunda demão em sentido cruzado em relação à primeira, incorporando uma tela industrial de poliéster resinada. Aplicar as demãos subsequentes, aguardando os intervalos de secagem entre demãos até atingir o consumo recomendado. Proceder à cura úmida por, no mínimo, três dias (VIAPOL, 2023).

6.2.2 Membranas asfálticas

São membranas que usam como materiais impermeabilizantes produtos derivados do CAP (Cimento Asfáltico de Petróleo).

Podem ser aplicados a frio, como se fosse uma pintura, com trincha, rolo ou escova. Na primeira demão, aplicar o produto sobre o substrato seco e, na segunda demão em sentido cruzado em relação à primeira e, a seguir, aplicar as demãos subsequentes, aguardando os intervalos de secagem entre demãos até atingir o consumo recomendado. A figura 9 mostra a aplicação a frio de uma membrana asfáltica com rolo de pintura.

Figura 9 – Execução de membrana de asfalto a frio.



Fonte: LWART, 2009, p. 6.

Para serem aplicadas a quente (figura 10), as membranas asfálticas requerem mão de obra especializada, pois é necessário o uso de caldeira.

Segundo Moraes (2002), em áreas de pouca ventilação deve-se tomar cuidado na utilização de produtos a quente porque possuem restrições, tanto na manipulação quanto ao risco de fogo.

Figura 10 – Execução de membrana de asfalto a quente.



Fonte: LWART, 2009, p. 32.

Estas membranas têm uso adequado em baldrame e fundações de concreto, além de serem empregados como bloqueador de umidade quando aplicado em contrapisos que irão receber pisos de madeira, primer para mantas asfálticas (DENVER, 2023).

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

- Emulsão asfáltica: É um produto resultante da dispersão de asfalto em água, através de agentes emulsificantes. São produtos baratos e de fácil aplicação para áreas e superfícies onde não haverá empoçamento ou retenção de água. É aplicado a frio e geralmente sem a adição de estruturantes;
- Asfalto oxidado: É um produto obtido pela modificação do cimento asfáltico de petróleo, que se funde gradualmente pelo calor, de modo a se obter determinadas características físico-químicas. É executado devidamente estruturado, é aplicado a quente;
- Asfalto modificado com adição de polímero elastomérico: É um produto obtido pela adição de polímeros elastoméricos, no cimento asfáltico de petróleo em temperatura adequada. É executado devidamente estruturado, pode ser aplicado tanto a quente quanto frio.

6.2.3 Membrana acrílica

É um impermeabilizante formulado à base de resinas acrílicas dispersas, sendo indicados para impermeabilização exposta de lajes de cobertura, marquises, telhados, pré-fabricados e outros (DENVER, 2023).

Figura 11 – Execução de membrana acrílica.



Fonte: SABBATINI, 2006, p.3.

Para atuar como camada primária, recomenda-se iniciar o sistema impermeabilizante aplicando sobre a superfície úmida duas demãos de argamassa polimérica em sentidos cruzados, este procedimento visa uma melhoria na aderência e no consumo (DENVER, 2023). É aplicado em demãos cruzadas, colocando uma tela industrial de poliéster como reforço após a 1ª demão. Aplicar as demãos subseqüentes, aguardando os intervalos de secagem entre demãos até atingir o consumo recomendado (figura 11).

A principal vantagem desse sistema é que não necessita de uma camada de proteção mecânica sobre a membrana, somente será necessário se o uso da laje for de tráfego muito intenso de pessoas ou existir tráfego de automóveis. A desvantagem é que, por não ter camada de proteção mecânica, necessita de reaplicação do produto periodicamente.

6.2.4 Mantas asfálticas

Consideradas membranas asfálticas pré-fabricadas, as mantas asfálticas são feitas à base de asfaltos modificados com polímeros e armados com estruturantes especiais, sendo que seu desempenho depende da composição desses dois componentes. O asfalto modificado presente na composição da manta é o responsável pela impermeabilização.

Existem mantas asfálticas dos mais variados tipos, que dependem da sua composição, do estruturante interno, do acabamento externo e da sua espessura.

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

- Elastoméricas: São mantas que apresentam a adição de elastômeros em sua massa. Usualmente é usado SBS (Estireno-Butadieno-Estireno);
- Plastoméricas: São mantas que apresentam a adição de plastômeros em sua massa. Usualmente é usado APP (Polipropileno Atático);
- Oxidado: São mantas de asfalto oxidado, policondensado, ou com a adição de uma mistura genérica de polímeros.

A mesma norma classifica as mantas asfálticas, em relação ao estruturante interno, nos seguintes tipos:

- Filme de polietileno;
- Véu de fibra de vidro;
- Não tecido de poliéster;
- Tela de poliéster.

Em relação à espessura, as mantas podem ser de 3 mm até 5 mm, sendo que, quanto maior a espessura, melhor será seu desempenho. Já quanto ao acabamento aplicado na superfície, as mantas podem ser classificadas em:

- Granular;
- Metálico;
- Antiaderente.

Além destas classificações ligadas ao processo produtivo e à finalidade do produto, as mantas são ainda classificadas conforme a NBR 9952/2014, tipos I, II, III e IV. O quadro 1 apresenta os parâmetros de ensaio para as mantas asfálticas.

Tabela 1 – Parâmetros de ensaio para mantas asfálticas.

Item	Parâmetros		Unidade	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV
1	Espessura (mínimo)		mm	3	3	3	3
2	Resistência à tração (sentido longitudinal e transversal)	Carga máxima (mínimo)	N	140	180	400	550
		Alongamento (mínimo)		20%	2%	30%	35%
3	Absorção d'água	Varição em massa (máximo)		3%	3%	3%	3%
4	Flexibilidade a baixa temperatura ¹⁾	Asfalto oxidado	°C	≤ 0	≤ 0	≤ 0	≤ 0
		Asfalto plastomérico		≤ -5	≤ -5	≤ -5	≤ -5
		Asfalto elastomérico		≤ -5	≤ -5	≤ -5	≤ -5
5	Resistência ao impacto ²⁾ à temperatura de 0°C (mínimo)		J	2,45	2,45	4,90	4,90
6	Puncionamento estático ³⁾ (mínimo)		kg	25	25	25	25
7	Escorimento (mínimo)	Asfalto oxidado	°C	90	90	90	90
		Asfalto plastomérico		105	105	105	105
		Asfalto elastomérico		95	95	95	95
8	Estabilidade dimensional (máximo)			1%	1%	1%	1%
9	Envelhecimento acelerado	Mantas expostas ⁴⁾		Os corpos-de-prova, após ensaio, não devem apresentar bolhas, escorimento, gretamento, separação dos constituintes, deslocamento ou delaminação			
		Mantas protegidas ou autoprotégidas ⁵⁾					
10	Flexibilidade após envelhecimento acelerado	Asfalto oxidado	°C	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10
		Asfalto plastomérico		≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5
		Asfalto elastomérico		≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5

As principais vantagens das mantas asfálticas, segundo Mello (2005), são:

- Espessura constante;
- Fácil controle e fiscalização;
- Aplicação do sistema de uma única vez;
- Menor tempo de aplicação;
- Não é necessário aguardar a secagem.

O método de aplicação deste produto inicia-se com uma demão de primer sobre a superfície regularizada e seca, aguardando sua secagem. A figura 12, mostra um terraço com aplicação de primer para posterior aplicação da manta. Pode-se notar que também, neste caso, foi executado o rodapé com mantas asfálticas.

Figura 12 – Imprimação da superfície.



Fonte: ACERVO DO AUTOR, 2007.

Deve-se certificar-se da boa aderência entre a manta e o substrato, evitando, assim, bolhas ou outros problemas que possam comprometer o desempenho do sistema.

As emendas são os principais pontos crítico da impermeabilização com mantas asfálticas. Por isso, deve-se fazer uma sobreposição de 10 cm entre as mantas. As emendas podem ser executadas com a chama de maçarico a gás, asfalto aplicado a quente ou elastômero especial de poliuretano.

Pereira (1995), conclui em sua pesquisa sobre emendas de mantas asfálticas que, ao utilizar como adesivo um elastômero especial de poliuretano, o mesmo atende perfeitamente a colagem entre as mantas asfálticas, eliminando de vez a colagem de mantas com asfalto quente ou maçarico. Sendo assim, diminui os problemas que ocorrem com o superaquecimento da manta, que pode alterar a química do polímero incorporado na massa ou a destruição do estruturante interno, e com isso tornando a manta com menor capacidade de absorver as fissuras do substrato.

Figura 13 – Execução de manta asfáltica com maçarico.



Fonte: VIAPOL, 2023.

A impermeabilização é executada com auxílio da chama de maçarico à gás (Figura 13).

Figura 14 – Teste de estanqueidade.



Fonte: ACERVO DO AUTOR, 2007.

Após a colocação da manta deve ser feito um teste de estanqueidade com uma lâmina d'água, por 72 horas, a fim de detectar qualquer falha na impermeabilização (NBR 9574/2023). A figura 14, demonstra essa etapa do processo.

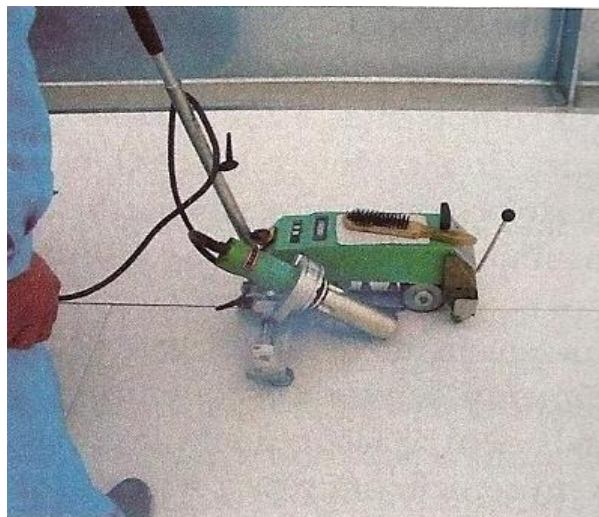
6.2.5 Manta de PVC

As mantas de PVC são compostas, segundo Cimino (2002), por duas lâminas de PVC, com espessura final que varia de 1,2 mm a 1,5 mm, e uma tela trançada de poliéster.

A manta de PVC é similar a uma carpete de borracha, sendo utilizada, principalmente, em toda e qualquer piscina, reservatórios de água, cisternas, caixas d'água, independentemente de formato ou tipo, bem como em coberturas, tanto planas como curvas.

As emendas são feitas por Termo fusão com equipamentos apropriados (figura 15), que tem controle de temperatura e de velocidade de deslocamento, de forma a garantir uniformidade e perfeita qualidade da solda. Como as soldas são duplas, paralelas e com um vazio entre elas, é possível realizar um teste de pressão ou vácuo e verificar durante a instalação a estanqueidade.

Figura 15 – Processo de solda com equipamento automático.



Fonte: SILVA E OLIVEIRA, 2006, p. 77.

Quando não é possível o uso do equipamento automático, como por exemplo, em pequenos arremates e locais de difícil acesso, utiliza-se um equipamento manual de solda, como o da figura 16.

Figura 16 – Processo de solda com equipamento manual.



Fonte: SILVA E OLIVEIRA, 2006, p. 77.

A fixação das mantas de PVC deve ser executada com parafusos e arruelas especiais. Após, é aplicada sobre a mesma, outra camada da manta empregando os equipamentos de termofusão (SILVA E OLIVEIRA, 2006).

Figura 17 – Fixação automática com parafusos e arruelas especiais.



Fonte: SILVA E OLIVEIRA, 2006, p. 77).

Já no caso de reservatórios, piscinas ou estruturas enterradas, segundo Cimino (2002), a manta é instalada diretamente sobre uma manta geotêxtil de 3,5 mm de espessura, cuja função é absorver as pequenas irregularidades que possa haver no local da aplicação. As fixações metálicas são executadas com perfis metálicos do tipo cantoneira, que são rebitados ou parafusados na estrutura.

Figura 18 – Fixação com perfis tipo cantoneira em reservatório.



Fonte: BADEN, 2009.

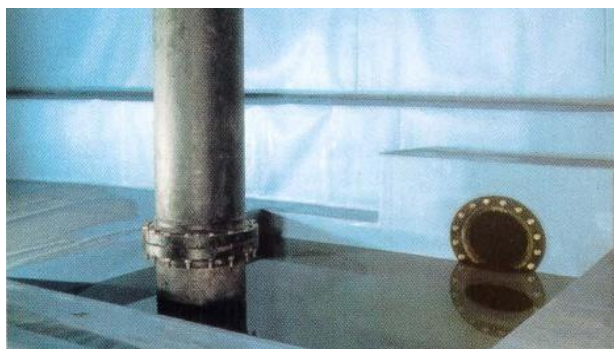
Segundo Loturco (2005), as mantas de PVC são indicadas principalmente para obras enterradas e coberturas. Apresentam a vantagem de não aderir ao substrato, o que elimina o risco de rompimentos frente à movimentações da estrutura, no entanto a aplicação é mais trabalhosa.

Outras vantagens desse sistema, segundo o mesmo autor, é o amplo conhecimento que se tem sobre o comportamento do PVC; a execução em camada única, não necessitando de proteção mecânica devido à dureza superficial; possibilidade de aplicação sobre pisos existentes; apresenta resistência a raios ultravioletas; não propaga chamas; além da rapidez de aplicação e limpeza na execução.

As desvantagens do sistema são as dificuldades de detecção de eventuais infiltrações, que poderão ocorrer por ser um sistema não aderido, além da necessidade de mão-de-obra especializada para sua colocação (ARANTES, 2007).

Um ponto frágil deste sistema são os flanges a ser executados nas tubulações em reservatórios, devendo-se executar com cuidado essa etapa (Figura 19).

Figura 19 – Cuidado nas tubulações.



Fonte: CIMINO, 2002, p. 62.

6.2.6 INTRODUÇÃO AO POLIURETANO VEGETAL

Propriedades do poliuretano vegetal:

O poliuretano vegetal é um material obtido a partir de fontes renováveis, em contraste com os poliuretanos convencionais que são derivados de fontes de petróleo.

De acordo com LUCAS (2022 apud Soares, 2012), “são considerados sistemas elastômeros, com propriedades elásticas que podem manter certa rigidez, fator benéfico para absorção de choques sem compressão demasiada. Trata-se de um componente termoplástico, uma vez que sob altas temperaturas se assemelha a outros tipos de plástico, metal ou fibra de vidro formando uma superfície lisa e rígida que, quando selada, torna-se impermeável à água.

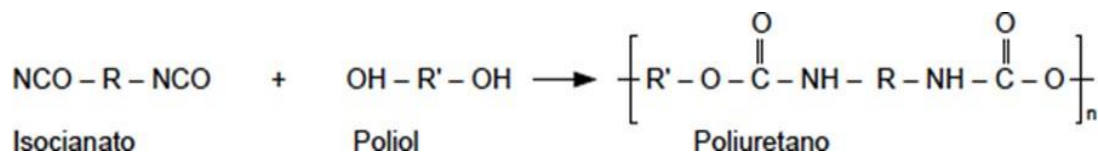
Em geral são produtos bicomponentes formados pela reação de um componente contendo hidroxilas (polióis) e outro componente formado por isocianatos, ambos líquidos com baixa viscosidade. Após a mistura dos dois componentes tem-se o tempo de manuseio para espalhamento do produto no substrato, também chamado de pot life ou gel time. Decorrido esse tempo, ocorre um aumento da viscosidade e solidificação do produto, na qual são formadas as ligações uretânicas e então uma membrana é formada (QUINI, 2013, p. 1).

A reação de formação de poliuretanos pode ser analisada a partir da ligação de composto contendo hidroxila (poliois) e outro componente. Assim:

Os poliuretanos são sintetizados, por uma reação de poliadição em etapas, basicamente a partir de compostos hidroxilados (OH) e isocianatos (NCO), ambos com funcionalidade igual ou superior a dois. Quando a funcionalidade de um ou ambos, os reagentes é maior do que dois, poliuretanos ramificados ou reticulados são obtidos. A reação genérica de obtenção de um poliuretano linear derivado de um composto di-hidroxilado e de um diisocianato (COUTINHO; DEPELCH, 1999, p. 41).

As estruturas do poliuretano são resultantes de diversos estudos e ligações químicas. Trata-se de um polímero (PU) comumente usados na produção de vedações, juntas, solas de sapato, espumas flexíveis, pneus, fibras, plásticos, entre outros. A configuração química do poliuretano possui uma grande variedade de isocianatos e polióis permite a síntese de não só de ligações uretânica, que são a base de sua classificação, mas também outros tipos de ligações (QUINI, 2013). Fator que aponta uma ampla gama de produtos, como pode ser observado na Figura 1.

Figura 20 – Reação de formação dos poliuretanos.



Fonte: Quini, 2013.

Ele apresenta propriedades interessantes que o tornam uma opção sustentável para diversas aplicações, são elas:

Renovabilidade: O poliuretano vegetal é produzido a partir de matérias-primas renováveis, como óleos vegetais, gorduras ou açúcares, reduzindo a dependência de recursos não renováveis e o impacto ambiental associado.

Baixo impacto ambiental: Devido à sua origem renovável, o poliuretano vegetal tende a ter uma pegada de carbono menor em comparação com os poliuretanos convencionais, contribuindo para a redução das emissões de gases de efeito estufa.

Biodegradabilidade: Dependendo da formulação e aditivos utilizados, o poliuretano vegetal pode ser projetado para ser biodegradável, o que é vantajoso em aplicações onde a reciclabilidade ou decomposição após o descarte é desejada.

Flexibilidade e elasticidade: O poliuretano vegetal pode exibir propriedades de flexibilidade e elasticidade, proporcionando boa resistência ao impacto e capacidade de deformação sob cargas.

Resistência química: O poliuretano vegetal pode apresentar resistência a determinados produtos químicos, dependendo da formulação específica utilizada.

Versatilidade: Assim como os poliuretanos convencionais, o poliuretano vegetal pode ser formulado para atender a uma ampla gama de aplicações, como revestimentos, espumas, adesivos, selantes, entre outros.

Processabilidade: O poliuretano vegetal pode ser processado utilizando técnicas comuns de polimerização, moldagem e aplicação, tornando-o compatível com processos industriais existentes.

Especificações do produto utilizado (2003):

As resinas poliuretanas são produtos com excelentes resultados quando aplicados no tratamento de fissuras e trincas em superfícies de concreto ou blocos de concreto estruturado e em reservatórios de água.

Por suas características como impermeabilidade, elasticidade, alongamento, excelente aderência ao substrato e diversas durezas, aplicam-se perfeitamente em lajes de concreto e no revestimento interno das adutoras de ferro fundido e aço carbono, como barreira anti-corrosiva e para tratamento de juntas de dilatação, ETA, ETE, ETDI, etc.

Trata-se de produtos ATÓXICOS, o que permite o uso em reservatórios de águas potáveis, não contaminando a água transportada via adutora, redes de distribuição ou armazenada nos reservatórios.

Devido à sua resistência a óleos, graxas, e derivados de petróleo têm aplicação satisfatória como impermeabilizante em pisos industriais e impermeabilizações técnicas em geral.

CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICAÇÃO	ESPECIFICAÇÃO
Tempo de Gel a 25°C	15 - 30 min	30 - 45 min
Viscosidade da mistura 20 min	6.000 - 9.000 cps	2.500 - 8.000 cps
Dureza	60 - 80 Shore A	60 - 80 Shore A
Proporção Poliol / Prepolímero	1 : 0,5	1 : 0,43
Cura de trabalho	24 h	24 h
Polimerização total	De 7 a 10 dias	De 7 a 10 dias
Máxima temperatura de cura (ASTM D - 2471)	95 °C máx.	95 °C máx.
Densidade (20°C) (ASTM D - 792)	1,0 - 1,1 g/cm³	1,0 - 1,1 g/cm³
Viscosidade da mistura 25°C (inicial)	550 - 750 cps	550 - 750 cps
Absorção de água % (ASTM D - 570)	1,0%	1,0%

Um dos principais diferenciais do sistema é a facilidade de sua aplicação, feita a frio, diferentemente dos produtos asfálticos ou betuminosos, não necessitando de aquecimento da mistura.

Embora sua formulação possa ser adaptada à maioria dos equipamentos de aplicação usuais para este tipo de produto bicomponente, o seu grande emprego tem acontecido de forma simples, com uso de espátulas, pincéis ou rodos.

Por serem isentos de solventes, os sistemas não liberam gases tóxicos prejudiciais ao aplicador



EMBALAGEM: embalagens de alumínio, bi-componentes, com pesos variáveis, bombonas e tambores.

MANUSEIO E ESTOCAGEM: Estocar em local seco, empilhamento máximo conforme descrito nas embalagens, em temperaturas não superiores a 40°

Em temperaturas inferiores a 15° pode haver cristalização do prepolímero, que volta ao normal com a elevação da temperatura ambiente ou pelo aquecimento espontâneo durante o processo de polimerização. Nestes casos, pode haver alteração na cor do produto final.

Validade 06 meses

6.3 IMPERMEABILIZAÇÃO EM PISCINAS

Segundo CÁSSIO (2017), para uma adequada impermeabilização de piscinas elevadas, a verificação das condições em que a piscina será construída, o sistema construtivo, se será coberta ou ficará em áreas expostas a intempéries e gradientes térmicos são itens de fundamental importância na escolha do tipo de impermeabilização.

Tratando de piscinas elevadas, construídas em concreto armado, prevendo a movimentação desta estrutura, a escolha de uma impermeabilização específica caminha para a escolha de uma impermeabilização flexível, geralmente, manta asfáltica (PIRONDI, 1988).

6.3.1 PROTEÇÃO

Após a impermeabilização da estrutura e os devidos testes de estanqueidade, é necessário efetuar uma devida proteção desta superfície para que seja liberado o trânsito provisório de pessoas e, também, do revestimento a ser assentado nesta edificação, caso este o possua.

A proteção acontece diretamente na laje impermeabilizada e pode ser classificada em: proteção anticompressão, proteção de transição e proteção mecânica (PIRONDI, 1988).

6.3.2 PROTEÇÃO MECÂNICA

A proteção denominada de mecânica protege a impermeabilização contra esforços mecânicos.

É evitada a aderência entre a impermeabilização e a proteção mecânica. Entre esta impermeabilização é utilizada uma camada separadora, normalmente, o papel kraft (PIRONDI, 1988).

Em grandes áreas, são adotadas juntas de dilatação de 3 a 5 cm. Estas juntas, normalmente, são preenchidas de argamassas com memória elástica, como a mástique.

6.4 REVESTIMENTO EM ARGAMASSA

Segundo a NBR 7200:1998, a definição de argamassa é expressa, como: uma mistura homogênea de agregados miúdos, aglomerantes inorgânicos e água contendo ou não aditivos e adições, com propriedades de aderência e endurecimento.

Segundo Maciel, Barros e Sabbatini (1998), as funções do revestimento em argamassa são:

- Proteção dos elementos de vedação dos edifícios da ação direta dos agentes agressivos;
- Auxiliar as vedações no cumprimento das funções como, por exemplo, o isolamento termoacústico e a estanqueidade à água e aos gases;

- Regularizar a superfície dos elementos de vedação, servindo de base regular e adequada ao recebimento de outros revestimentos ou se constituir no acabamento final.

Para que os revestimentos de argamassa possam cumprir, adequadamente, as suas funções, estes precisam apresentar um conjunto de propriedades específicas, que são relativas à argamassa em estados fresco e endurecido.

6.5 REVESTIMENTO CERÂMICO

Segundo Campante e Baia (2003), os revestimentos cerâmicos devem ser entendidos como um sistema composto por uma sucessão de camadas, formando um conjunto, que deve apresentar um comportamento monolítico aderido ao substrato (emboço) e este à base (alvenaria ou concreto armado).

A composição é composta por:

- Camada de fixação: Argamassa colante;
- Cerâmica: Placas Cerâmicas;
- Juntas: Espaços deixados entre as placas cerâmicas, que são preenchidos pelo rejunte, no caso das juntas de assentamento, ou pelo selante.

O entendimento é de que estas camadas devem funcionar como corrente, na qual um elo fraco, nessa composição, pode comprometer o conjunto.

6.6 ARGAMASSA COLANTE

Argamassa colante, em geral, é uma argamassa industrializada, regida pela NBR 14081:2012, também sendo denominada como argamassa adesiva, em estado seco, compostos de cimento Portland e agregados minerais, aditivos químicos que, ao serem misturados com água, formam uma pasta homogênea, própria para assentamento de placas cerâmicas.

Ainda, segundo a NBR 14081:2012, as diferenciações das argamassas colantes se apresentam da seguinte forma:

6.6.1 Argamassa colante industrializada tipo I - ACI

Argamassa colante industrializada com características de resistência às solicitações mecânicas e termo-higrométricas típicas de revestimentos internos, com exceção daqueles aplicados em saunas, em churrasqueiras, em estufas e em outros revestimentos especiais.

6.6.2 Argamassa colante industrializada tipo II - ACII

Argamassa colante industrializada com características de adesividade, que permite absorver os esforços existentes em revestimentos de pisos e paredes internos e externos sujeitos a ciclos de variação termo-higrométrica e à ação do vento.

6.6.3 Argamassa colante industrializada tipo III - ACIII

Argamassa colante industrializada, que apresenta aderência superior em relação às argamassas dos tipos I e II.

6.6.4 Argamassa colante industrializada com tempo em aberto estendido (E)

Argamassa colante industrializada dos tipos I, II e III, com tempo em aberto estendido.

6.6.5 Argamassa colante industrializada com deslizamento reduzido (D)

Argamassa colante industrializada dos tipos I, II e III, com deslizamento reduzido.

De acordo com Campante e Baia (2003), os benefícios e vantagens desta argamassa são vários, podendo ser destacados:

- Boa resistência à aderência;
- Sua retração não provoca tensões nas placas;

- Pode ser utilizada técnica de assentamento de grande produtividade;
- Baixo custo global, considerando o aumento de produtividade;
- É compatível com as práticas de regularização da base (emboço e contrapiso).

6.7 PLACAS CERÂMICAS

Conforme a NBR 13816:2020, as placas cerâmicas, utilizadas em revestimentos, são compostas por matérias-primas inorgânicas e argila. Em geral, as placas cerâmicas são utilizadas para revestir pisos, paredes, piscinas, fachadas de edifícios e demais ambientes internos e externos.

As placas cerâmicas podem ser divididas em: esmaltadas e não esmaltadas.

6.7.1 ESMALTADAS

Consideram-se placas esmaltadas aquelas que recebem uma camada superficial de material vítreo que, depois de queimado no forno, torna a superfície da placa vitrificada.

6.7.2 NÃO ESMALTADAS

As placas denominadas de não esmaltadas são as que, simplesmente, são queimadas no forno, sem adição do esmalte.

Demais itens são itens importantes para a classificação, segundo a NBR 13816:2020, sendo estes:

- Método de fabricação (prensado, extrudado, entre outros);
- Grupos de absorção de água;
- Classe de resistência à abrasão superficial – PEI;
- Classe de resistência ao manchamento;
- Classe de resistência ao ataque de agentes químicos, segundo diferentes níveis de concentração;
- Aspecto superficial ou análise visual;
- Composição;

- Expansão por Umidade;
- Dilatação Térmica;
- Resistência ao Choque Térmico;
- Resistência ao Gretamento;
- Resistência ao Congelamento;
- Coeficiente de Atrito;
- Dureza Mohs.

6.8 JUNTAS

As juntas têm a função de dissipar tensões vindas dos revestimentos ou da base. Elas vão depender do local e a necessidade de serem utilizadas, estas juntas podem ser definidas, como: juntas estruturais, juntas de trabalho ou juntas de movimentação.

Segundo Campante e Baia (2003), as juntas podem ser definidas da seguinte forma: entre os componentes, juntas de trabalho e juntas estruturais.

6.8.1 JUNTAS ENTRE OS COMPONENTES

Este tipo de junta se caracteriza entre os espaços deixados entre as placas durante o assentamento. Além da função de dissipar as tensões vindas das deformações e da base, tem como função permitir harmonização estética do conjunto, permitir alinhamento preciso das placas cerâmicas que, por terem variações dimensionais, não podem ser assentadas a seco, sem que percam os alinhamentos.

É uma junta essencial para os revestimentos cerâmicos, sendo normalmente preenchidas por rejuntas.

A propriedade essencial para um rejunte é a capacidade de absorver deformações, impermeabilidade para garantir a estanqueidade do revestimento cerâmico, resistência à abrasão, para resistir limpezas e manutenções, resistência a fungos e ter boa durabilidade, para não sofrer alterações de propriedades, tais como: cor, no decorrer do uso.

6.8.2 JUNTAS DE TRABALHO

A junta de trabalho, também conhecida como junta de movimentação, ou junta de controle, tem como função controlar o aparecimento de fissuras e trincas, dissipando as tensões existentes.

Normalmente, este tipo de junta é preenchida, por um selante, um material elastomérico, que não deve preencher todo o espaço aberto.

6.8.3 JUNTAS ESTRUTURAIS

As juntas estruturais são também denominadas juntas de dilatação, sendo juntas utilizadas em elementos estruturais e, caso tenha no local em que será aplicado o revestimento cerâmico, este espaço deve ser respeitado, permitindo que a estrutura trabalhe como previsto, o revestimento deverá contornar a junta estrutural.

Esta junta deve ser evitada em um projeto estrutural de piscina. Recomendável que esta junta seja concebida com certa distância da piscina.

6.9 EXECUÇÃO

Não existe, no Brasil, uma norma específica referente à execução de revestimentos cerâmicos em piscinas de concreto armado, ou qualquer tipo de revestimento em piscina.

De maneira geral, não foge muito do convencional, quando se fala em execução de revestimento cerâmico. Empresas, como a Cyrela, possuem procedimento executivo próprio para serviços em piscinas.

Na sequência são expressos itens e passo a passo de execução, seguindo as instruções, conforme procedimento de execução da Cyrela (2016) e o manual de assentamento de revestimentos cerâmicos, em piscina do CCB (Centro Cerâmico Brasileiro).

6.9.1 FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS

É de fundamental importância saber as ferramentas e equipamentos necessários para execução dos serviços essenciais para o assentamento,

revestimento e rejuntamento da piscina.

Com o planejamento prévio, é possível identificar estas ferramentas, a hora de sua utilização, a fim de poupar trabalho e tempo durante a execução dos serviços.

Conforme o PE.PSC 01 da Cyrela (2016), para assentamento da piscina devem ser aplicadas as seguintes ferramentas:

- Colher de Pedreiro;
- Desempenadeira de borracha;
- Desempenadeira de 8mm;
- Esponja;
- Esquadro;
- Lavadora de alta pressão;
- Martelo de borracha;
- Nível;
- Prumo;
- Régua;
- Rolo de lã;
- Trena;
- Trincha;
- Espaçador.

Além das ferramentas de execução, os equipamentos de proteção individual (EPI's) são essenciais para manter o funcionário, que irá executar as atividades, seguro e preparado para desenvolver sem risco o seu trabalho.

Conforme o Manual de Piscina (CCB), os equipamentos são:

- Capacete;
- Luva;
- Óculos de segurança
- Bota de Borracha.

É importante identificar se é necessário também equipamento de proteção coletivo próximo ao local, caso seja necessário ou caso se encontre algum risco identificado no PCMAT (Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na

Indústria da Construção Civil) da construção.

6.9.2 MATERIAIS

6.9.2.1 ÁGUA

A água deverá ser livre de impurezas. Não se deve utilizar água salgada em hipótese alguma e todos os recipientes destinados para armazenagem ou transporte da água deverão ser limpos.

Segundo Silva (1991), é denominada água de amassamento aquelas águas usadas na confecção da argamassa, sendo essas livres de impurezas, que afetem a reação com o cimento.

De maneira geral, é considerado que toda água potável é apropriada para uso em argamassa.

6.9.2.2 ARGAMASSA PARA CAMADA DE REGULARIZAÇÃO

A argamassa para a regularização deve ter o traço adequado (1:3) para suportar a colagem da manta, sendo este dosado na obra mesmo.

6.9.2.3 ARGAMASSA COLANTE

Utilizar argamassa colante industrializada especial para revestimentos em piscinas e ambientes externos.

6.9.2.4 ARGAMASSA DE REJUNTAMENTO

Utilizar rejunte industrializado para as juntas das peças cerâmicas, que serão utilizadas no revestimento da piscina.

Este rejunte deverá ser de uso específico para piscinas, apresentando alta resistência química, em especial ao cloro, não desbotar, evitar formação de fungos e algas e ter resistência à exposição solar (Raios U.V).

6.9.2.5 REVESTIMENTO CERÂMICO

Utilizar os revestimentos cerâmicos para a piscina, conforme especificado no projeto de piscinas.

As placas cerâmicas, para uso em piscina, devem ter:

- Índice de absorção de água menor ou igual a 6%;
- Expansão por umidade menor do que 0,4 mm/m;
- Resistência à radiação dos raios ultravioletas provenientes do sol;
- Resistência especial anti-gretagem.

6.9.2.6 MATERIAL PARA ENCHIMENTO DAS JUNTAS

Os materiais para as juntas deverão ser materiais deformáveis como espuma de polietileno de baixa densidade, isopor, corda betumada, borracha alveolar, cortiça, espuma de poliuretano, etc.

6.9.2.7 SELANTES

Os materiais para as juntas de movimentação deverão ser a base de elastômeros, como poliuretano, polissulfeto ou silicone.

6.9.2.8 MATERIAIS DIVERSOS

- Tubo PVC;
- Tela galvanizada ou PVC;
- Tela eletrossoldada malha 25x25 fio 1,24mm ou tela de fibra de vidro álcali resistente (AR) # 10 X 10 mm;
- Selador acrílico;
- Resina acrílica;
- Primer;
- Manta Asfáltica;
- Grout;

- Fita perfurada 19mm;
- Compensado plastificado;
- Areia.

6.9.3 SEQUÊNCIA OPERACIONAL DE EXECUÇÃO

6.9.3.1 ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO

A execução da estrutura de concreto armado deve, de forma geral, com sua forma e seus travamentos e escoramentos, garantir o bom alinhamento e qualidade final da estrutura da piscina.

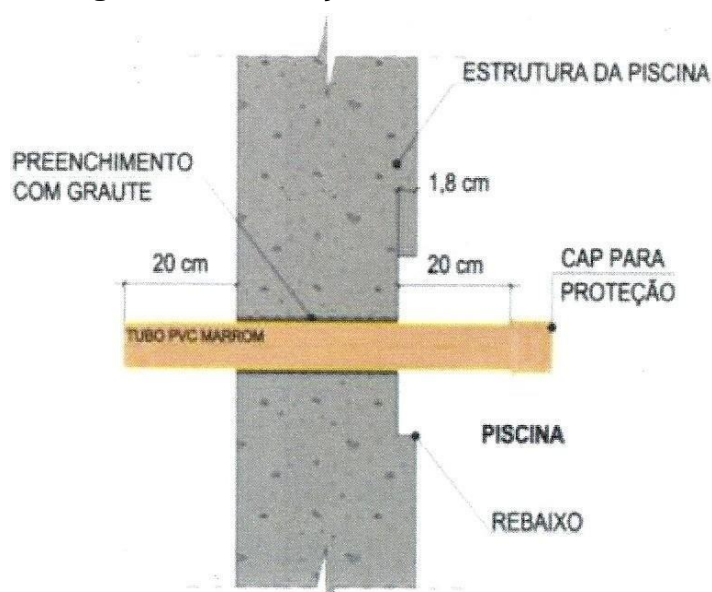
Caso haja passantes das instalações hidráulicas e elétricas, preferencialmente, estes não deverão ser executados, sendo feitos com furações após a execução da estrutura.

No local dos passantes se deve rebaixar a área com uma chapa de forma de 1,8 cm de espessura e 30 cm x 30cm de dimensão.

Após a execução e desforma da estrutura, é possível executar a furação, conforme diâmetros especificados nos projetos de instalações hidráulicas.

Com a furação executada, deve ser executado o chumbamento dos passantes. Este chumbamento deverá ser executado com grout com o fck de projeto estrutural. Dependendo da largura da parede, esta deverá ser preenchida com grout dos dois lados da parede.

Figura 21 - Ilustração corte revestimento.



Fonte: Procedimento Executivo de execução de Piscinas, Cyrela, 2016.

6.9.3.2 LIMPEZA DA ESTRUTURA

A base a ser regularizada deverá passar por um processo de limpeza para remoção de sujeitas, desmoldante, bolor, pó e outras substâncias, que possam prejudicar a aderência.

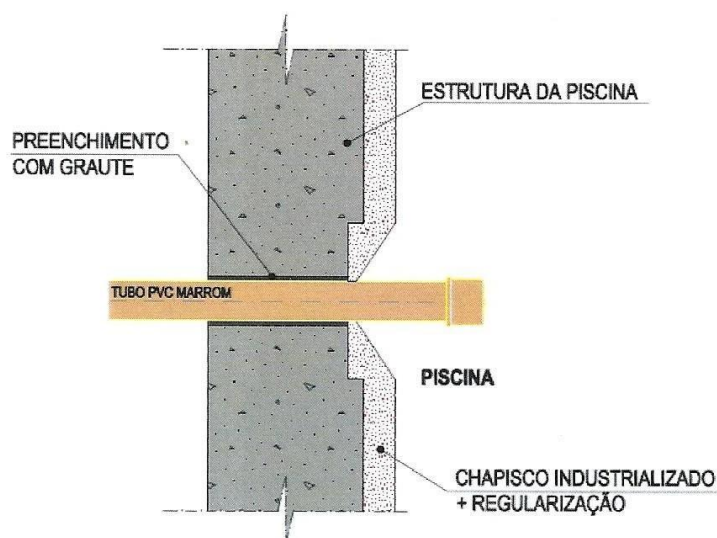
Sendo assim, necessário escovar a estrutura com vassoura de piaçava ou escovas de aço e lavar com água sob pressão.

6.9.3.3 REGULARIZAÇÃO DE PISOS E PAREDES DAS PISCINAS

Com a estrutura limpa, recomenda-se executar o chapisco com argamassa industrializada, seguindo as orientações do fabricante. Utilizar a desempenadeira de 8 mm para execução do chapisco.

Após três dias do chapisco executado, pode-se taliscar a piscina, conforme medidas do projeto geométrico da piscina. Adotar 2 cm do ponto crítico. Adotar argamassa virada em obra sem cal para os revestimentos no local dos furos das instalações, chanfrar a argamassa, conforme pode ser visualizado abaixo:

Figura 22 - Ilustração corte do revestimento – Passante.



Fonte: Procedimento Executivo de execução de Piscinas, Cyrela, 2016.

6.9.3.4 IMPERMEABILIZAÇÃO

Recomenda-se executar a impermeabilização com manta asfáltica, seguindo as especificações e detalhes do caderno de impermeabilização. O início da impermeabilização deverá ser feito após quatorze dias da execução da camada de regularização em argamassa. As etapas da impermeabilização são:

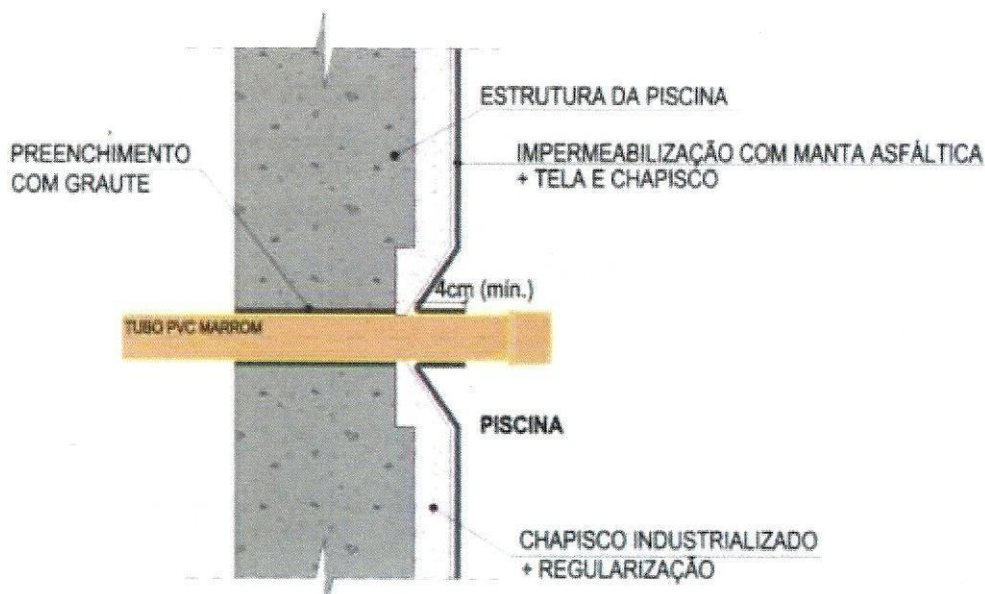
Aplicação de primer, obedecendo-se o consumo indicado pelo fabricante;

Preparar o asfalto oxidado com o aquecedor de gás;

Aplicação da manta ao substrato e em sobreposições deve ser feita com método de colagem utilizando asfalto oxidado, esta manta deve ser totalmente aderida;

Sobre a manta, aplicar banho selante de asfalto oxidado; Virar a manta asfáltica no tubo, conforme imagem:

Figura 23 - Ilustração de corte da impermeabilização.



Fonte: Procedimento Executivo de execução de Piscinas, Cyrela, 2016.

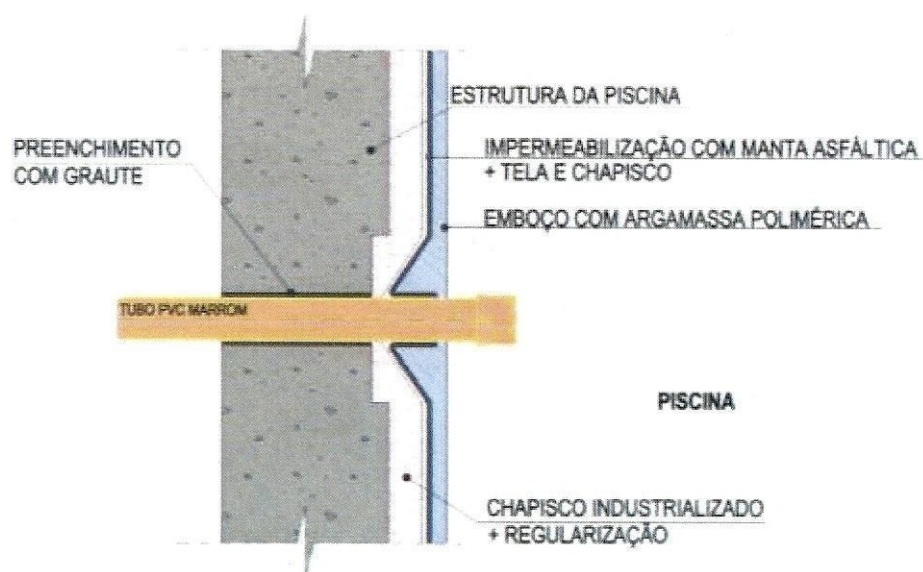
Após a aplicação da manta asfáltica por completo, proceder ao teste de estanqueidade do local, mínimo de 72 horas. Ideal testar a piscina por 30 dias. Aplicar a tela galvanizada ou de PVC nas áreas verticais sobre manta asfáltica, com chapisco.

6.9.3.5 EMBOÇO

Executar a última camada de revestimento com, no mínimo, 2 cm e, no máximo, 3 cm de espessura.

A argamassa deve ser produzida em obra sem cal com adição de resina acrílica diluída com água na proporção 1:6 em volume. Essa diluição deverá ser feita, previamente, em um tambor. A argamassa deverá ser amolentada somente com essa solução (sem adição de mais água).

Figura 24 - Ilustração do corte do revestimento – Emboço.



Fonte: Procedimento Executivo de execução de Piscinas, Cyrela, 2016

6.9.3.6 JUNTAS (Recomendações)

Piscinas de até 12 metros recomenda-se não realizar de juntas. Piscinas de 12 a 20 metros pode-se realizar uma junta no centro.

Para piscinas acima de 20 metros se pode realizar três juntas, sendo uma ao centro e duas equidistantes.

A junta deve ter largura de 1cm e deverá ser feita em toda espessura dessa última camada no piso da piscina e nas paredes.

Também deverá haver uma junta abaixo da borda acabada, percorrendo todo o perímetro da piscina.

Em caso de existência de patamares internos à piscina “prainha”, devem-se

evitar cantos vivos. Para tal, executar um chanfro, cujo tamanho deve ser múltiplo das dimensões da pastilha, que será utilizada no revestimento.

O revestimento na área da prainha deverá ser antiderrapante, conforme NBR15575:2021.

6.9.3.7 REVESTIMENTOS

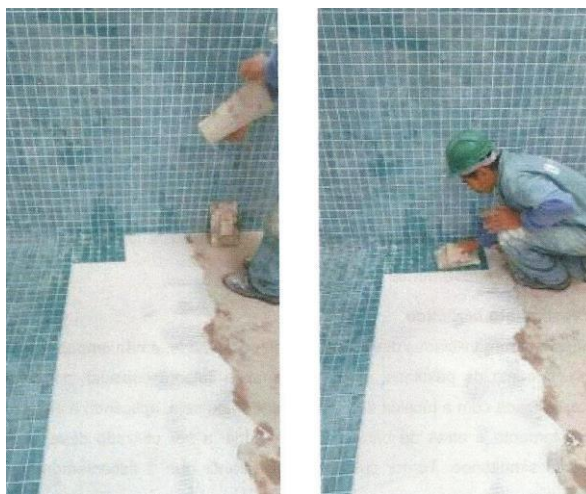
As cerâmicas a serem utilizadas devem ser em placas teladas e não empapeladas. Utilizar argamassa colante especial, conforme recomendações do fabricante, aplicada com dupla colagem.

O material a ser utilizado deve permitir a realização de rejuntamento simultâneo, ou caso seja especificado, rejuntar posteriormente com uma argamassa de rejunte própria para a piscina.

A desempenadeira a ser utilizada deve ter dentes de 8 x 8 x 8cm.

Após o término do assentamento, importante fazer a limpeza do revestimento com esponja umedecida de forma que não fiquem restos de argamassa colante sobre a pastilha.

Figura 25 - Assentamento de revestimento cerâmico.



Fonte: Procedimento Executivo de execução de Piscinas, Cyrela, 2016.

6.9.3.8 JUNTAS (aplicação)

Recomenda-se:

Utilizar selante incolor;

Não aplicar o selante sob a incidência de chuva;

Após o rejuntamento das pastilhas, aguardar quatro dias para executar a junta;

Utilizar fita crepe nas bordas para proteger a pastilha nessa região e limpar as juntas de trabalho antes da aplicação do selante.

Figura 26 - Proteção da junta para aplicação do selante.



Fonte: Procedimento Executivo de execução de Piscinas, Cyrela, 2016.

Após o preparo da junta e do substrato se deve inserir o limitador de profundidade até a profundidade desejada.

Cortar o bico do cartucho, em ângulo de 45°, na medida da junta, a fim de preencher completamente a abertura.

Inserir cartucho na pistola aplicadora e aplicar o produto na junta, assegurar que haja contato do selante com o fundo da junta.

Preencher completamente evitando que o ar fique retido. Aplicar de baixo para cima (nas juntas verticais) para evitar a formação de bolhas.

Figura 27 - Aplicação do Selante.



Fonte: Procedimento Executivo de execução de Piscinas, Cyrela, 2016.

Espatular o selante na junta para garantir melhor aderência.

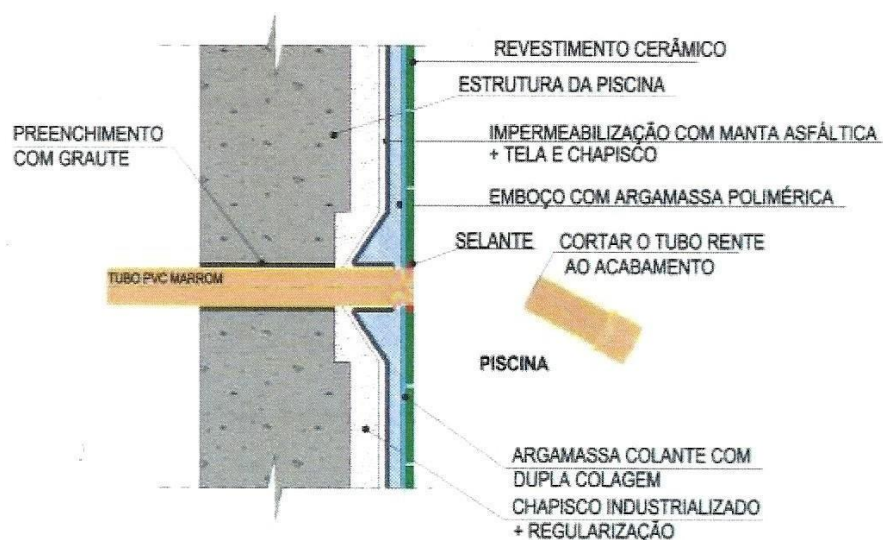
Remover o excesso com auxílio de espátula.

Alisar com espátula umedecida em solução de água e sabão neutro.

Logo, em seguida, retirar a fita crepe.

Aplicar o selante ao redor dos passantes hidráulicos também.

Figura 28 - Ilustração corte – Revestimento Cerâmico



Fonte: Procedimento Executivo de execução de Piscinas, Cyrela, 2016.

6.9.3.9 REJUNTE

Em caso do rejunte a parte, este deve ser iniciado após 72 horas do assentamento cerâmico.

As juntas deverão estar limpas, livres de sujeiras e pó. Após a secagem inicial da argamassa de rejunte devem ser removidos os excessos, com pano, esponja ou estopa limpos.

6.9.3.10 LIMPEZA

Com todo revestimento executado e rejuntado, o próximo passo é a limpeza completa da piscina, com o objetivo de eliminar os resíduos de argamassas ou outros materiais usados no processo de assentamento.

Utilizar apenas água para a limpeza final, com panos úmidos.

7. ESTUDO DE CASO:

7.1 INTRODUÇÃO AO POLIURETANO VEGETAL

Mesmo sendo um material impermeabilizante de origem vegetal e renovável, precisamos estar sempre atentos a respeito de sua aplicação, o estudo de caso em questão nos mostra que houveram problemas com relação a aplicação do material.

A piscina de um Condomínio localizado em Parnamirim/RN que até então havia sido impermeabilizada com o Poliuretano vegetal, precisou ter o seu material impermeabilizante totalmente removido, isso aconteceu pois o produto não passou no teste de aderência chamado teste de arranque que consiste em determinar a aderência entre o material impermeabilizante e a argamassa. Alguns fatores preponderantes foram analisados:

Aderência inadequada: a aderência inadequada do poliuretano ocorreu devido à má uniformidade na aplicação do material, esse problema se tornou visível quando foi retirado o material e isso poderia resultar no descolamento do revestimento, comprometendo sua eficácia e durabilidade.

Formação de bolhas: A formação de bolhas entre o poliuretano vegetal e a superfície da piscina foi outro problema analisado, esse fato ocorreu devido à má aplicação do material, presença de umidade residual e uma incompatibilidade entre os materiais.

Figura 29 - Problemas com o PU vegetal.



Fonte: Autor (2023).

Fissuras: Essas fissuras podem comprometer a integridade do revestimento e permitir a infiltração de água, especialmente quando exposto a variações de temperatura, movimentação estrutural e a pressão hidrostática da água.

Resistência limitada: O poliuretano vegetal apresentou uma resistência limitada quando submetido ao teste de arranque, isso ocorreu devido a alguns fatores, um deles foi a aplicação em horário inadequado, o tempo de cura diminui quando a temperatura aumenta, esse fator não foi levado em conta por se tratar de um ambiente aberto exposto a luz solar e ao ambiente marinho.

Problemas estéticos: Outro fator observado foi a má adequação das camadas do material impermeabilizante, onde se notou uma disparidade enorme entre espessuras do mesmo material sendo retiradas de locais diferentes da piscina. Isso pode ter ocorrido devido a problemas na aplicação e pela exposição prolongada a condições climáticas adversas.

Figura 30 - Amostra do material retirado.



Fonte: Autor (2023).

A ocorrência desses fatores em conjunto, condenaram o Poliuretano vegetal como impermeabilizante para essa piscina e com o intuito de solucionar o caso a piscina foi impermeabilizada com a argamassa polimérica.

7.2 Introdução a Argamassa polimérica, material que foi utilizado como solução impermeabilizante para piscina

A argamassa polimérica é um revestimento de alta performance, esse produto se destaca pela sua capacidade de oferecer proteção e soluções duráveis para uma ampla variedade de aplicações na construção civil, incluindo o revestimento de piscinas.

Além disso, sua alta resistência a pressões hidrostáticas positivas e negativas, são fatores cruciais para escolher esse material como impermeabilizante para piscinas.

Outro aspecto relevante é a aplicação simplificada e eficiente do material. O produto é projetado para ser facilmente aplicado por profissionais qualificados, garantindo uma cobertura uniforme e uma secagem rápida.

7.2.1 Preparação da superfície

Figura 31 - Remoção do Poliuretano Vegetal.



Fonte: Autor (2023).

7.2.2 Lixamento para regularização da superfície

Figura 32 - Lixamento da parede para remover resquícios do Poliuretano.



Fonte: Autor (2023).

7.2.3 APLICAÇÃO DA ARGAMASSA POLIMÉRICA:

Figura 33 - Aplicação da argamassa polimérica.



Fonte: Autor (2023).

O produto foi aplicado em 3 demãos, inicialmente foi fixado o véu de fibra de vidro na primeira demão com o objetivo reforçar a aderência e proporcionar uma camada de reforço mecânico. Essa prática é frequentemente adotada em situações em que é necessário fortalecer a superfície e minimizar o risco de fissuras ou descolamentos.

As demãos subsequentes da argamassa polimérica têm a finalidade de proporcionar uma cobertura completa e uniforme, garantindo a proteção e a durabilidade do revestimento. A aplicação de múltiplas demãos também permite compensar possíveis imperfeições ou áreas de desgaste durante a construção ou renovação da piscina.

No entanto, é fundamental seguir as recomendações do fabricante quanto ao número de demãos necessárias, o intervalo de tempo entre as demãos e as técnicas adequadas de aplicação, seguindo a mistura adequada da argamassa polimérica. Cada produto pode ter instruções específicas que devem ser seguidas para garantir a eficácia e a durabilidade do revestimento.

7.3 DESAFIOS ENCONTRADOS DURANTE A APLICAÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO:

Durante a aplicação do material impermeabilizante, foram identificados desafios relacionados às condições climáticas e à necessidade de cuidado e atenção nos locais onde o material foi aplicado, pois esses fatores impactam de forma negativa na qualidade e no resultado final do revestimento.

As chuvas afetaram o processo de aplicação da argamassa polimérica. A umidade excessiva e a presença de água dentro da piscina iriam comprometer a aderência e a cura adequada do material, resultando em problemas como falta de aderência, descolamento ou defeitos estéticos. Por isso, foram alguns dias sem que o produto pudesse ser aplicado, sendo necessário a remoção de toda a água que estava presente na piscina e a espera por um clima favorável e propício para aplicação do material.

Figura 34 - Limpeza para aplicação do material impermeabilizante.



Fonte: Autor (2023).

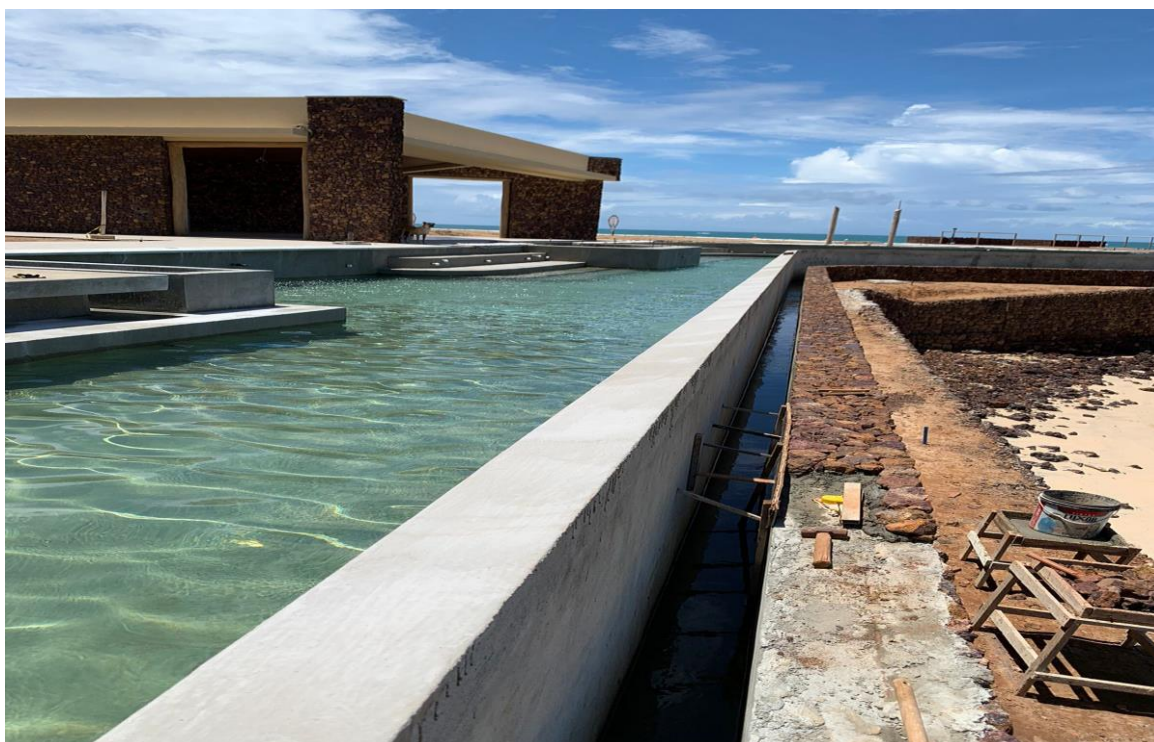
Os locais onde a argamassa polimérica é aplicada precisam de atenção e cuidado. Uma preparação adequada da superfície é fundamental para garantir uma aderência sólida e duradoura. A limpeza, regularização e remoção de resíduos foram ações adotadas para minimizar os riscos.

Esses desafios enfatizam a importância de um planejamento adequado e a necessidade de contar com profissionais experientes para realizar a aplicação do material. Ao considerar as condições climáticas e garantir uma preparação adequada da superfície, é possível superar esses desafios e obter os resultados desejados, como uma aderência eficaz, resistência a intempéries e um acabamento estético satisfatório.

7.4 ANALÍSE DOS RESULTADOS

O uso da argamassa polimérica teve resultados positivos e o teste de estanqueidade foi bem-sucedido, demonstrando a eficácia do revestimento na prevenção de vazamentos em toda a extensão da piscina. Esse é um resultado importante, pois garante a integridade estrutural e a durabilidade do revestimento.

Figura 35 - Teste de estanqueidade executado com sucesso.



Fonte: Autor (2023).

Como o teste de estanqueidade foi bem-sucedido, a etapa da impermeabilização também foi concluída. Com isso, toda a piscina foi seca, houve a limpeza e logo após foi dado início a aplicação do revestimento cerâmico e a aplicação do rejunte. Essas etapas são essenciais para proporcionar uma superfície resistente, esteticamente agradável e de fácil manutenção na piscina.

Figura 36 - Aplicação do revestimento cerâmico.



Fonte: Autor (2023).

7.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS:

No nosso estudo de caso foram analisados os problemas encontrados na aplicação do poliuretano vegetal e a busca por uma solução adequada. A importância de um projeto de impermeabilização adequado e a escolha de materiais confiáveis garantem uma impermeabilização eficaz e duradoura na piscina.

Durante o estudo de caso, identificaram-se problemas como aderência inadequada, diferenças de espessura, fissuras, formação de bolhas e questões estéticas, que condenaram a utilização do poliuretano vegetal. Como solução, optou-se pela remoção completa do material e pela aplicação da argamassa polimérica, reconhecida por suas propriedades de aderência, resistência e durabilidade.

Através da metodologia aplicada, que envolveu a aplicação do material impermeabilizante em três demãos, com a fixação de véu de fibra de vidro na primeira demão, foi possível obter resultados positivos. O teste de estanqueidade foi bem-sucedido, evidenciando a eficácia do revestimento na prevenção de vazamentos em toda a extensão da piscina.

Com o sucesso da aplicação da argamassa polimérica, deu-se início ao processo de revestimento da piscina com cerâmica e aplicação de rejunte, etapas fundamentais para proporcionar uma superfície resistente, esteticamente agradável e de fácil manutenção.

7.6 CONCLUSÃO:

Diante do exposto, é importante ressaltar que existem limitações e áreas de melhoria a serem consideradas. Isso inclui compreender as restrições da Argamassa polimérica, investir em treinamento e qualificação dos profissionais, implementar monitoramento e manutenção contínua, bem como acompanhar os avanços na indústria de revestimentos. Segundo a revisão bibliográfica, o material impermeabilizante mais adequado para piscinas é a manta asfáltica, sendo aplicada 14 dias após a aplicação da camada de regularização de argamassa. Nos dias atuais, as melhores soluções para ambientes externos são os impermeabilizantes que não tenham emendas e nem permitam a passagem de radiação, tendo como exemplo as mantas de PVC, as mantas asfálticas e a borracha líquida que além de apresentar essas qualidades, apresentam uma ampla garantia que podem chegar a até 50 anos no caso das mantas de PVC.

Por fim, o presente estudo de caso proporcionou uma compreensão aprofundada dos problemas enfrentados na aplicação do poliuretano vegetal em piscinas e apresentou uma solução viável com a utilização da argamassa polimérica. Espera-se que as informações e conclusões obtidas contribuam para aprimorar as práticas de revestimento em piscinas e inspirem novos estudos e pesquisas no campo, buscando sempre a excelência e a satisfação dos usuários das piscinas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABATTE, V. **Ralo é ponto vulnerável a infiltrações**. Técnica, São Paulo, n. 71, p.70-71, fev. 2003.

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

ANTUNES, B. **Construção estanque**. Construção e Mercado, São Paulo, n. 39, p.183-188, out. 2004.

ARANTES, Y.K. **Uma visão geral sobre impermeabilização na construção civil**. 2007. 67f. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7200** – Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14081** – Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas - Requisitos. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13816** – Placas cerâmicas para revestimento - Terminologia. Rio de Janeiro, 2020.

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

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

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575** – Desempenho de edificações habitacionais - Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2021.

ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO. **Impermeabilização sem segredos**. Editora Abril, São Paulo, mai. 2005.

BADEN - <http://www.baden.com.br> (Acessado em 20/9/2009).

CABRAL, P. L. **Impermeabilização e proteção em armazéns graneleiros**. Revista Impermeabilizar, São Paulo, n. 43, p. 6, fev. 1992.

CIMINO, R. **Revestimento de reservatórios de água com manta armada de PVC**. Técnica, São Paulo, n. 62, p. 69-71, mai. 2002.

CAMPANTE, Edmilson F.; BAIA, Luciana L. M. **Projeto e execução de revestimento cerâmico**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

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

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (Pós-graduação *latu sensu* em **Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios** (ENGENHARIA CIVIL) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, [S. /], 2017.

CICHINELLI, G. **A evolução das membranas moldadas in loco**. *Téchne*, São Paulo, n. 87, p. 32-34, jun. 2004.

COUTINHO, Fernanda M.B., DEPELCH, Maria C. **Poliuretanos como Materiais de Revestimento de Superfícies**. *Revista Ciência e Tecnologia*, 1999.

CRUZ, J.H.P. **Manifestações patológicas de impermeabilizações com uso de sistema não aderido de mantas asfálticas: avaliação e análise com auxílio de sistema multimídia**. 2003. 168f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – UFRGS, Porto Alegre, 2003.

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

CYRELA, CONSTRUTORA. **Procedimento executivo. Piscinas, espelho d'água e floreiras em estruturas de concreto armado não enterradas – impermeabilização com manta asfáltica e revestimento**. PE. PSC.01, PE.PSC.01, Publicação Junho 2016. Natal 2023.

DENVER - <http://www.denverimper.com.br/> (Acessado em 10/9/2023).

FONSECA, LUIZ. **Caracterização dos produtos para impermeabilização flexível de reservatórios de água potável**. 2015. TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (PÓS GRADUAÇÃO Patologia das Obras Civis) - INSTITUTO IDD, [S. l.], 2015.

FREITAS, V.P. **Impermeabilização de paredes enterradas: Revestimentos Betuminosos Pastosos E Emulsões Betuminosas**. Porto, 2003.

IBI - Instituto Brasileiro de Impermeabilização - <http://www.ibisp.org.br/> (Acessado em 23/2/2023).

ISCHAKEWITSCH, G.T. **Projeto, Acompanhamento e controle**. Caminho da Qualidade. Revista Impermeabilizar, São Paulo, n. 91, p. 15-26, jan. 1996.

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

LWART - **Manual técnico de impermeabilização**. Disponível em: <http://www.lwart.com.br/> (Acessado em 20/3/2023).

LOTURCO, B. **Poliuretanos, poliuréias e mantas adesivas**. Técnica, São Paulo, n.102, p. 52-57, set. 2005.

MACIEL, Luciana Leone. BARROS, Mércia M. S. Bottura. SABBATINI, Fernando Henrique. **Recomendações para Execução de Revestimentos de Argamassa para paredes de vedação internas e externa e tetos.** São Paulo, 1998.

MACHADO, LUCAS. **Revestimentos de Poliuretano em Superfícies e Pisos – Estudo de caso.** 2022. TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, [S. l.], 2022.

MELLO, L.S.L. **Impermeabilização – Materiais, procedimentos e desempenho.** 2005. 54f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil) - Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2005.

MORAES, C.R.K. **Impermeabilização em lajes de cobertura: levantamento dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na cidade de Porto Alegre.** 2002, 91p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – UFRGS, Porto Alegre, 2002.

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

PEREIRA, G.R. **Emendas entre mantas asfálticas,** Conceito Revolucionário. Revista Impermeabilizar, São Paulo, Palanca, n.81, p.192-196, mai. 1995.

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

PIRONDI, Z.; **Manual Prático da Impermeabilização e de Isolação Térmica**, 2ªed, 1988.

QUERUZ, F. **Contribuição para indentificação dos principais agentes e mecanismos de degradação em edificações da Vila Belga**.*Santa Maria*: UFSM, 2007. 150 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

QUINI, Josué Garcia. **Polímeros Termofixos para Impermeabilização Moldada InLoco**. 13º Simpósio brasileiro de Impermeabilização, 2013.

QUINI, Josué Garcia. FERRAZ, Paulo Roberto Leite. **Impermeabilização Moldada InLoco para Ambientes Químicos Agressivos**. Casa D'água, 2013.

RIGHI, GEOVANE. **Estudo dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenções e correções – Análise de casos**. 2009. TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (PÓS-GRADUAÇÃO) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA CENTRO DE TECNOLOGIA, [S. /], 2009.

SOARES, Márcio Steinmetz. **Síntese e Caracterização de Espumas de Poliuretano para Imobilização de Células Integras e Aplicação na Síntese de Biodiesel**. Escola de Engenharia de Lorena – USP, 2012.

SABBATINI F. et al. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica da USP. **Impermeabilização – Sistemas e execução**. São Paulo, [2006]. 20p. Disponível em <http://pcc2436.pcc.usp.br> (Acessado em 06/09/2023)

SAYEGH, S. **Cimentos e polímeros contra a umidade**. *Téchne*, São Paulo, n. 56, p. 42-44, nov. 2001.

SILVA, M. R. **Materials de Construção. 2.ed.** São Paulo: Editora Pini, 1991.

SILVA, D.O.; OLIVEIRA, P.S.F. **Impermeabilização com mantas de PVC.** Técnica, São Paulo, n. 111, p. 76-80, jun. 2006.

SILVEIRA, M.A. **Impermeabilizações com cimentos poliméricos.** Técnica, São Paulo, n. 54, p. 108-110, set. 2001.

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

SIKA - <http://www.sika.com.br> (Acessado em 24/6/2023).

VEDACIT – **Manual técnico de impermeabilização de estruturas.** 4ª Edição. Disponível em: <http://www.vedacit.com.br> (Acessado em 20/9/2023).

VERÇOZA, E.J. **Impermeabilização na construção.** Porto Alegre: Editora Sagra, 1983. 151p.

VIAPOL - <http://www.viapol.com.br> (Acessado em 12/9/2023).

VIEIRA, E. **Impermeabilização com argamassa aditivada.** Técnica, São Paulo, n.99, p. 76-78, jun. 2005.