



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

FERNANDA REBOUÇAS SALES
LUIZ CARLOS DA SILVA JUNIOR

IMPORTÂNCIA DO PROJETO E FORMAS DE
APLICAÇÃO DE IMPERMEABILIZAÇÃO FLEXÍVEL

RECIFE, 2016

FERNANDA REBOUÇAS SALES

LUIZ CARLOS DA SILVA JUNIOR

**IMPORTÂNCIA DO PROJETO E FORMAS DE APLICAÇÃO DA
IMPERMEABILIZAÇÃO FLEXÍVEL**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos para obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Área de concentração: Engenharia Civil

Orientador: Prof. Sérgio do Rego B. M. Dias.

RECIFE, 2016

Catálogo na fonte
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

S163i Sales, Fernanda Rebouças.

Importância do projeto e formas de aplicação de impermeabilização flexível /
Fernanda Rebouças Sales e Luiz Carlos da Silva Junior. - Recife: O Autor, 2016.
47 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio do Rego B. M. Dias.

TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Departamento de Engenharia Civil, 2016.

Inclui Referências.

1. Engenharia Civil. 2. Impermeabilização. 3. Patologias. 4.
Metodologias. I. Silva Junior, Luiz Carlos da. II. Dias, Sérgio do Rego B. M..
(Orientador). III. Título.

UFPE

624 CDD (22. ed.)

BCTG/2016-59

ATA DA DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO PARA
CONCESSÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO CIVIL

CANDIDATO(S): 1 - FERNANDA REBOUÇAS SALES
2 - LUIZ CARLOS DA SILVA JUNIOR

BANCA EXAMINADORA: Orientador: PROFESSOR SÉRGIO DO RÊGO
BARROS MACHADO DIAS
Examinador 1: TIBÉRIO WANDERLEY CORREIA DE OLIVEIRA ANDRADE
Examinador 2: ROMULO VILELA RAMOS DUTRA

TÍTULO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: IMPORTÂNCIA DO
PROJETO E FORMAS DE APLICAÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO FLEXÍVEL

LOCAL: CTG/UFPE; BLOCO A; 1º ANDAR; SALA: DEPARTAMENTO DE
ENG. CIVIL. DATA: 19/02/16. HORÁRIO DE INÍCIO: 09 HORAS.

Em sessão pública, após exposição de cerca de.....minutos,
o(s) candidato(s) foi (foram) argüido(s) oralmente pelos
membros da banca, sendo considerado(s):

1) (X) aprovado(s), pois foi demonstrado suficiência de
conhecimento e capacidade de sistematização no tema da
monografia e o texto do trabalho aceito

(X) Sem revisões.

() Com revisões, a serem feitas e verificadas pelo
orientador no prazo máximo de 30 dias. (o verso da folha da
ata poderá ser utilizado para pontuar revisões).

2) () reprovado(s).

Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata que é
assinada pelos membros da banca e pelo(s) candidato(s).

Recife,...de.....de 20....

Orientador:.....

Examinador 1.....

Examinador 2.....

Candidato 1.....

Candidato 2.....

Aos nossos pais.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que com paciência, misericórdia e amor tem nos aperfeiçoado durante nossa jornada.

As nossas famílias. Em especial, nossos pais que nos educaram e ensinaram o caminho certo a seguir.

Aos professores da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, que contribuíram na nossa formação profissional, compartilhando ideias e experiências vivenciadas.

Aos nossos amigos, pelos grandes e inesquecíveis momentos vividos durante a graduação com trocas de informações, opiniões e conhecimentos compartilhados.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para que este trabalho se tornasse possível.

RESUMO

Este trabalho trata da elaboração de um estudo sobre a importância do projeto e as formas de aplicação para a correta execução da impermeabilização flexível, apresentando de forma simplificada e explicando o que é impermeabilização flexível, mostra a importância do projeto e as formas de aplicação para a implementação de um sistema numa obra. Os profissionais da atividade de impermeabilização devem conhecer as manifestações patológicas construtivas mais comuns e inerentes às áreas impermeabilizadas, a fim de prevenir com o dimensionamento adequado da impermeabilização, bem como com reforços necessários. Os construtores também devem conscientizar-se destas patologias, já que são responsáveis diretos pelas suas manifestações. Evidenciou-se, também, que apesar de existirem normas para os materiais e para as diversas técnicas de impermeabilização existentes, há profissionais que não estão adaptados às mesmas por falta de informação.

Palavras-chaves: Impermeabilização. Patologias. Metodologias.

ABSTRACT

This work deals with the preparation of a study on the importance of the project and ways of implementing flexible sealing, presenting and explaining in a simplified manner that is flexible waterproofing, shows the importance of design and forms of execution for the implementation of a system in work. The activity of waterproofing professionals should know the most common pathologic constructive and inherent impermeable areas, to prevent the proper dimensioning of waterproofing, as well as reinforcements. Builders must also become aware of these diseases, since they are directly responsible for its manifestations. It was evident, too, that although there are standards for the various materials and sealing techniques exist, there are professionals who are not adapted to them for lack of information.

Keywords: Waterproof. Pathologies. Methodologies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-Manta asfáltica com acabamento em folha de alumínio	31
Figura 2-Preparação da superfície.....	32
Figura 3-Preparação das juntas	33
Figura 4-Aplicação do primer (Imprimação)	33
Figura 5-Aplicação da Manta a quente	34
Figura 6-Aplicação da manta com maçarico.....	35
Figura 7-Detalhe de ralo já executado	35
Figura 8-Detalhe de Arremate em tubulações.....	36
Figura 9-Teste de estanqueidade	36
Figura 10-Proteção Mecânica para manta.....	37
Figura 11-Membrana Asfáltica (a quente)	39
Figura 12-Figura 12-Membrana Asfáltica (a frio)	40
Figura 13-Aplicação de proteção mecânica	42
Figura 14--Camada executada com trincha.....	44
Figura 15-Tela de poliéster / detalhe ralo	44

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - COMPARATIVO DE SISTEMAS (FONTE: VIAPOL (2002)).... 45

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Justificativa e motivação	13
1.2 Objetivos gerais e específicos.....	14
1.2.1 Objetivo geral.....	14
1.2.2 Objetivos específicos.....	14
2. MATERIAIS E MÉTODOS	15
3. IMPERMEABILIZAÇÃO.....	16
3.1 Tecnologia da impermeabilização	16
3.2 A importância dos projetos e dos detalhes	20
3.3 Elaboração de projeto de impermeabilização.....	22
3.3.1 Tipo de estrutura e fase de cálculo.....	22
3.3.2 Condições externas a estruturas.....	23
3.3.3 Detalhes construtivos.....	24
3.3.4 Projetos interferentes	24
3.4 Precauções e técnicas para o sucesso na aplicação da impermeabilização	26
4.CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO	28
4.1 Classificação quanto à flexibilidade.....	28
4.2 Classificação quanto ao método de execução	28
4.3 Classificação quanto à aderência	28
4.4 Classificação quanto ao material	29
4.4.1 Argamassas	29
4.4.2 Cristalizantes.....	29
4.4.3 Cimentícios	29
4.4.4 Asfálticos	30
4.4.5 Poliméricos	30
5. MÉTODOS MAIS USADOS	31

5.1 Manta asfáltica.....	31
5.1.1 Execução	32
5.1.2 Recomendações	37
5.2 Membrana asfáltica.....	38
5.2.1 Execução	40
5.2.2 Recomendações	41
5.3 Membrana de polímero modificado com cimento	42
5.3.1 Execução	43
5.3.2 Recomendações	44
5.4 Mantas x membranas	45
6. CONCLUSÕES.....	47
REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

Hoje, com a exigência de qualidade cada vez maior no mercado e promulgação da Norma de Desempenho, há uma preocupação crescente das construtoras quanto à qualidade dos seus serviços executados, além da possibilidade de uso com toda capacidade de serviço das edificações durante a vida útil das construções.

Visto que a água é uma das grandes responsáveis pelas patologias nas construções, sendo, de acordo com levantamentos realizados por setores ligados à construção civil, um dos principais causadores de patologias nas edificações, diversos sistemas e técnicas vêm sendo desenvolvidos, para que as agressões e deterioração ocasionadas pela água sejam evitadas.

Impermeabilização é a proteção das construções contra a infiltração da água. Fundamentalmente, é da ação da umidade nos materiais e estruturas de construção que advém a necessidade dos procedimentos técnicos de impermeabilização, ou seja, a elaboração dos projetos de especificação, orientação e execução de obras de impermeabilização.

São muitos e frequentes os problemas em obras civis devido à má execução ou inexistência das impermeabilizações.

Segundo PICCHI (1986), este assunto, que interessa a todas as especializações da engenharia civil, vem por motivos óbvios, recebendo maior atenção dos órgãos regulamentadores de Normas Técnicas. Deseja-se que, sendo ínfima a influência da impermeabilização no custo global da obra, seja considerada a sua aplicação, já que, com o passar dos anos, possíveis infiltrações trariam consequências desagradáveis à obra, podendo elevar consideravelmente o seu custo inicial devido à necessidade de reparos.

Não há dúvida de que a umidade é responsável por muitas das manutenções patológicas que aparecem nas edificações ao longo de sua utilização e que contribui de modo a afetar, negativamente, não só as estruturas de construção como a saúde dos usuários.

Desta maneira, a escolha correta dos métodos a serem escolhidos e um bom projeto de impermeabilização, pratica ainda pouco adotada, se tornaram imprescindíveis.

1.1 Justificativa e Motivação

Sabendo que o custo relativo da impermeabilização é da ordem de 1% a 3% do custo total da obra, a não funcionalidade da mesma poderá gerar custos de re-impermeabilização muito maior, da ordem de 8% a 12%, segundo STORTE (2011).

O retrabalho envolve quebra de pisos cerâmicos, granitos, argamassas, etc., sem considerar os custos de consequências patológicas mais importantes e outros, que ocasionam depreciação patrimonial. É de suma importância o estudo adequado da impermeabilização de forma a serem utilizados todos os recursos técnicos à disposição para executá-la da melhor forma possível, preocupando-se em manter os produtos finais com boa aparência, segurança, durabilidade e utilização satisfatória.

A deficiência começa nas escolas, onde muito pouco, ou quase nada é informado a respeito da tecnologia de impermeabilização.

Segundo BORIGATO (2011), o engenheiro ou arquiteto deveria ser capaz de especificar sistemas, selecionar materiais, contratar firmas aplicadoras e fiscalizar a execução dos serviços. Deveria conhecer as interações da impermeabilização com as demais partes do edifício, de forma a prever os detalhes necessários, na fase de projeto. Entretanto, a quase totalidade dos profissionais enfrenta grandes dificuldades, quando se depara com as atividades citadas.

O setor da construção civil se ressentir cada vez mais da ausência de informação com relação à impermeabilização.

A desinformação a respeito das técnicas e materiais de impermeabilização, e o grande número de novos materiais que é lançado a cada ano, são responsáveis por diversos problemas, que geram o insucesso de impermeabilização, ainda conforme BORIGATO (2011).

As reclamações acontecem muito mais em função do despreparo dos engenheiros e arquitetos, que não estão sabendo escolher os bons serviços e os bons profissionais. No meio disso tudo, também existem os maus aplicadores com bons materiais, os bons aplicadores com material indevido e toda uma gama de situações infelizes que contribuem para o insucesso.

Os problemas de impermeabilização estão ligados também à própria evolução dos projetos e ao desenvolvimento da construção civil e arquitetura no país. É certo de que cada vez mais áreas tendem a receber a impermeabilização.

Pode-se dizer que a impermeabilização, é dentro da construção civil um serviço especializado. Alguns fatores justificam, até certo ponto, a especialização, tais como: é um setor que exige uma razoável experiência, nos quais os detalhes assumem um papel importante e onde a mínima falha, mesmo que localizada, pode comprometer todo o serviço; além disto, a necessidade de acompanhamento da rápida evolução dos materiais e sistemas propicia o surgimento de projetistas especializados. Da mesma forma, a exigência de acompanhamento das técnicas em constante renovação e a necessidade de uma mão-de-obra bastante treinada leva à especialização de formas executoras, conhecidas como “aplicadoras” dos sistemas de impermeabilização.

A impermeabilização no país tomou um grande impulso a partir de 1975 com a construção do metrô em São Paulo, que investiu muito em pesquisas e ensaios dos materiais, gerando também um grande número de normas.

Este estudo vem com o intuito de estimular pesquisas e dar atenção especial para este importante ramo da construção que proporciona melhor qualidade e economia a este setor no processo produtivo, ocorrendo assim, melhores possibilidades de se apresentar técnicas apuradas e inovadoras atribuídas ao estudo em questão.

1.2 Objetivos Gerais e Específicos

1.2.1 Objetivo Geral

Apresentar de forma simplificada e explicar o que é impermeabilização flexível, mostrando a importância do projeto e as formas de aplicação para a implementação de um sistema numa obra.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Estudar os sistemas de impermeabilização flexível primeiramente com noções teóricas básicas;
- Verificar, em âmbito geral, as características dos sistemas de impermeabilização flexível;
- Mostrar a importância do projeto de impermeabilização para seus respectivos casos;
- Diferenças entre os sistemas pré-fabricados e moldados no local.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os profissionais da atividade de impermeabilização devem conhecer as manifestações patológicas construtivas mais comuns e inerentes às áreas impermeabilizadas, a fim de prevenir com o dimensionamento adequado da impermeabilização, bem como com reforços necessários. Os construtores também devem conscientizar-se destas patologias, já que são responsáveis diretos pelas suas manifestações.

Para desenvolver o trabalho, foram feitas pesquisas bibliográficas e na internet sobre o tema impermeabilização com foco em mantas. Foram descritos os mecanismos operacionais, seguintes:

- Tecnologia da impermeabilização;
- A importância dos projetos e dos detalhes;
- Elaboração de projeto de impermeabilização; e
- Precauções e técnicas para o sucesso na aplicação da impermeabilização.

3. IMPERMEABILIZAÇÃO

3.1 Tecnologia da Impermeabilização

Segundo Verçoza (1991), obtém-se sucesso na impermeabilização planejando-se nos primeiros estágios de desenvolvimento do projeto da construção, assim os problemas associados a impermeabilizações podem ser encontrados e eliminados. O projetista deve estar envolvido desde o início, sendo que os sistemas a serem executados devem ser discutidos com todos os envolvidos na obra.

Para garantia da qualidade:

- Planejar e coordenar a impermeabilização com outros elementos da construção;
- Verificar a experiência com produtos e sistemas que tiveram um bom desempenho;
- Projetar os detalhes típicos representativos de todos os detalhes encontrados;
- Controlar a aplicação;
- Verificar a idoneidade do aplicador;
- Exigir metodologia de trabalho;
- Controlar a qualidade do sistema;
- Checar a adequação do sistema;
- Verificar dimensionamentos;
- Indagar sobre detalhes de aplicação.

Onde se Aplicam as Impermeabilizações

Partindo-se do princípio de que as estruturas nas edificações deverão ser dimensionadas para suportar diversos tipos de movimentos e cargas, inerentes ao meio em que vivemos, e de que este meio sofre mutações climáticas de acordo com a umidade relativa, a temperatura, o vento, a chuva, o calor, faz-se necessário protegê-las de infiltrações e do calor, para se obter maior vida útil dos materiais de construção, do concreto e dos materiais plásticos, dando melhor desempenho e conforto às habitações.

São inúmeros os locais onde se faz necessário a aplicação de impermeabilização, pode-se destacar:

- Subsolos;
- Ralos;
- Box;
- Floreiras;
- Calhas;

- Caixas d'água;
- Rufos;
- Isolação térmica;
- Lajes de cobertura, terraços de lajes planas; e
- Rampas.

De acordo com a Viapol (2002), o desempenho adequado da impermeabilização é obtido com interação de vários componentes, diretamente relacionados entre si, pois a falha de um deles pode prejudicar o desempenho e a durabilidade da impermeabilização de todo o sistema.

Os principais componentes são o projeto, a qualidade dos materiais, a qualidade da execução e da construção, fiscalização e preservação.

Projeto

O projeto de impermeabilização deve ser parte integrante dos projetos de uma edificação, como hidráulica, elétrica, cálculo estrutural, arquitetura, paisagismo, fôrmas, etc., pois a impermeabilização necessita ser estudada e compatibilizada com todos os componentes de uma construção, de forma a não sofrer ou ocasionar interferências.

Qualidade dos Materiais

Existem no Brasil diversos produtos impermeabilizantes, de qualidade e desempenho variáveis, de diversas origens e métodos de aplicação (normatizados ou não), que deverão ter suas características profundamente estudadas para se escolher um adequado sistema de impermeabilização.

Como exemplo, existem produtos cancerígenos utilizados em impermeabilização de reservatórios, produtos que sofrem degradação química do meio à que estão expostos, produtos de baixa resistência à água, baixa resistência a cargas atuantes, que não suportam baixas ou altas temperaturas, apresenta dificuldade ou impossibilidade de aplicação em determinados locais ou situações, baixa resistência mecânica, etc. (VIAPOL, 2002).

Deve-se sempre procurar conhecer todos os parâmetros técnicos e esforços mecânicos envolvidos para a escolha adequada do sistema impermeabilizante.

A qualidade dos materiais, também é em grande parte, responsável pelas falhas da impermeabilização.

Materiais não normalizados com propriedades inadequadas à utilização;

- Materiais adulterados: ausência de controle de qualidade;

- Adulteração por parte do fornecedor ou do aplicador.

A má execução dos trabalhos também pode ser uma grande responsável pelos problemas da impermeabilização:

- Falta de argamassa de regularização que ocasiona a perfuração da impermeabilização;
- Não arredondamento dos cantos e arestas;
- Execução da impermeabilização sobre base úmida que compromete a aderência, gerando bolhas que poderão ocasionar deslocamentos e rupturas das películas impermeabilizantes;
- Execução da impermeabilização sobre base empoeirada, comprometendo a aderência;
- Uso de camadas grossas na aplicação de emulsão asfáltica para economia de tempo, dificultando a cura da emulsão;
- Juntas: travadas por tábuas ou pedras, com cantos cortantes que podem “mastigar” a impermeabilização, arremate de aresta da junta executado com argamassa que pode desprender-se pela ação do mastique;
- Falta de berço para a manta butílica;
- Falhas em emendas;
- Pouco transpasse e mau uso do maçarico de ar quente nas mantas de PVC;
- Perfuração de mantas pela ação de sapatos com areia, carrinhos, etc.;
- Não aplicação das últimas camadas de Hypalon, deixando o Neoprene exposto às intempéries, ocasionando deterioração rápida.

Qualidade da Execução

Por melhor que seja o material ou o sistema de impermeabilização, de nada adianta se o mesmo é aplicado por pessoa não habilitada na execução da impermeabilização.

Deve-se sempre recorrer a equipes especializadas na aplicação dos materiais impermeabilizantes. A mesma deverá ter conhecimento do projeto de impermeabilização; ser recomendado pelo fabricante do material; possuir equipe técnica e suporte financeiro compatível com o porte da obra; oferecer garantia dos serviços executados, etc.

Qualidade da Construção

A impermeabilização deve ser sempre executada sobre um substrato adequado, de forma a não sofrer interferências que comprometam seu desempenho, tais como: regularização mal executada, fissuração do substrato, utilização de materiais inadequados na área impermeabilizada (como tijolos furados, enchimentos com entulhos, passagem inadequada de tubulações elétricas e hidráulicas), falhas de concretagem, cobrimento de armadura insuficiente, sujeira, resíduos de desmoldantes, ralos e tubulações mal chumbadas, detalhes construtivos que dificultam a impermeabilização, etc

Fiscalização

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

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

Podem-se destacar algumas falhas que causam problemas para a fiscalização da impermeabilização. Viapol, (2002):

- Ausência de projeto;
- Escolha inadequada de materiais ou sistemas;
- Dimensionamento;
- Detalhes;
- Juntas;
- Não execução de rodapé de impermeabilização de 20 cm acima do piso acabado;
- Não consideração da argamassa de regularização para a previsão da cota de passagem de água por vigas invertidas;
- Falta de proteção da base de platibanda, permitindo a infiltração sob a impermeabilização;
- Falta de proteção mecânica;
- Erros de projeção em outras partes do edifício como rede pluvial mal projetada ou executada, falta de desnível na soleira e outros que causam infiltrações, consideradas depois à impermeabilização.

Preservação da Impermeabilização

Deve-se impedir que a impermeabilização aplicada seja danificada por terceiros, ainda que involuntariamente, por ocasião da colocação de pregos, luminárias, pára-raios, antenas coletivas, playground, pisos e revestimentos, etc.

Considerar, como precaução, a possibilidade de ocorrências de tais problemas quando da execução do projeto. Caso isto não seja possível, providenciar a compatibilização em época oportuna, evitando escolher as soluções paliativas.

Para obras já edificadas com impermeabilização, as falhas de utilização e manutenção também acarretam grandes danos. VIAPOL, (2002):

- Danos causados na obra pela colocação de peso excessivo (entulhos, equipamentos) sobre a impermeabilização, quando sobre esta existe apenas uma proteção provisória;
- Perfuração da impermeabilização sem qualquer reparo, após a instalação de antenas, varais, etc.;
- Danos causados à impermeabilização por ocasião de troca de pisos;
- Instalação de floreiras na cobertura de modo a possibilitar a penetração de água por cima do rodapé impermeabilizado;
- Colocação de camada de brita sobre a cobertura com o intuito de efetuar uma correção térmica, que pode ocasionar fissuras devido à sobrecarga da laje (caso isso não tenha sido previsto).

3.2 A importância dos Projetos e dos Detalhes

De todos os aspectos que envolvem a impermeabilização, a ausência de projetos específicos parece ser a raiz principal do problema.

Segundo Bauer (1994), a impermeabilização ocupa um espaço importante na medida em que influi e altera uma estrutura, um gabarito de obra, um projeto elétrico e hidráulico, ou seja, interfere em todas as fases da obra. O projeto de impermeabilização deverá ser desenvolvido conjuntamente com o projeto geral e os projetos setoriais de modo a serem previstas as correspondentes especificações em termos de dimensões, cargas e detalhes.

Porém a realidade é bem diferente. Na maioria dos casos, inexistente o projeto de impermeabilização, e a empresa impermeabilizadora é chamada quando o edifício está quase concluído; em geral não foram previstos os caimentos, proteções, rebaixos e outros

detalhes, fundamentais para o bom funcionamento da impermeabilização. Por vezes não foi sequer prevista, no cálculo da laje, a sobrecarga, geralmente significativa, proveniente dos enchimentos e proteções necessários.

A falta de um projeto específico de impermeabilização, especificando os detalhes necessários, que tenha sido desenvolvido de maneira coordenada com o projeto do edifício, prevendo-se as interações com a estrutura, instalações, etc., implica uma série de improvisações na obra, que além de bastante onerosa, leva geralmente a soluções que não são satisfatórias. Além disso, a falta de uma especificação clara e precisa dos materiais e serviços levam a uma série de problemas na contratação e na definição das responsabilidades das diversas partes envolvidas (projetistas, executor da obra, executor da impermeabilização, outros empreiteiros, etc.), segundo VERÇOZA (1991).

Os custos de um projeto de impermeabilização são inúmeras vezes menores que os custos decorrentes de eventuais desperdícios, reparos, danos a diversas partes da construção, que podem ser ocasionados por falta desse mesmo projeto.

VIAPOL (2002) indica as seguintes vantagens pela elaboração de um projeto de impermeabilização:

- Unificação dos orçamentos;
- Facilidade durante a fiscalização;
- Antecipação dos possíveis problemas que possam vir a ocorrer durante a execução da impermeabilização;
- Definição de etapas de execução de serviços;
- Prevenção dos possíveis problemas patológicos ou escolha do sistema de impermeabilização inadequado;
- Compatibilidade entre todos os projetos inerentes de uma obra (estrutura, arquitetura, hidráulica e elétrica, paisagismo, etc.).

Segundo MENESES FILHO (2000), o projeto de impermeabilização tem como função elaborar, analisar, planificar, detalhar, discriminar e adotar todas as metodologias adequadas visando o bom comportamento da impermeabilização, e compatibilizando os possíveis sistemas impermeabilizantes a serem adotados com a concepção da edificação.

3.3 Elaboração de Projeto de Impermeabilização

Segundo a NBR 9574 (ABNT, 2008) – Execução de impermeabilização – o executante da impermeabilização deve receber uma série de documentos técnicos para possibilitar a execução:

- Memorial descritivo e justificativo;
- Desenhos e detalhes específicos;
- Especificações dos materiais a serem empregados e dos serviços a serem executados;
- Planilha de quantidade de serviços a serem realizados;
- Estimativa de custos dos serviços a serem realizados;
- Indicação da forma de medição dos serviços a serem realizados.

Segundo SIDER (2011), a fim de se ter um bom resultado os elementos básicos que deve conter um projeto de impermeabilização são:

- A solução de todos os problemas de impermeabilização possíveis;
- Os materiais que serão utilizados em cada caso;
- A técnica de aplicação desses materiais, em cada local;
- Os serviços complementares à impermeabilização.

A especificação de um sistema de impermeabilização deve ser analisada também dentro dos seguintes fatores:

- Custos dos materiais e mão-de-obra;
- Durabilidade prevista para a impermeabilização;
- Riscos e segurança patrimonial;
- Valor disponível para execução da impermeabilização compatível com o tipo de obra;
- Possibilidade de manutenção e conservação.

3.3.1 Tipo de Estrutura e Fase de Cálculo

Deve-se conhecer o tipo de estrutura a ser impermeabilizada, como por exemplo, laje ou estrutura de concreto armado, laje mista, laje nervurada, pré-moldada, alvenaria auto-

portante, protendida, etc, pois estas variáveis interferem na escolha do sistema impermeabilizante. KIPPER, (2004).

Finalidade da Estrutura

A utilização da estrutura deve ser do conhecimento do projetista de impermeabilização, tanto para prever as cargas atuantes, como para dimensionar a exigência de desempenho da impermeabilização. Exemplo: laje com trânsito pesado, laje sem trânsito pesado, laje abobada, tanque de fluentes, cozinhas industriais, etc.

Deformações Previstas

As cargas atuantes e o tipo de estrutura poderão indicar uma deformação que poderá exigir maior elasticidade, flexibilidade, resistência à fadiga do sistema impermeabilizante, levando-os a indicar um produto de melhores características para obter um desempenho adequado.

Posicionamento de Juntas

O posicionamento de juntas pode interferir em uma maior ou menor dificuldade na execução da impermeabilização e seus arremates. Como exemplo deve-se evitar a passagem de uma junta de dilatação por dentro de uma piscina engastada na laje; juntas perimetrais ao corpo do prédio dificultando o arremate da impermeabilização nos pilares, paredes, etc.

Deve-se prever também, juntas em números suficientes para evitar fissuração da estrutura, sob o risco de romper a impermeabilização.

3.3.2 Condições Externas a Estruturas

Algumas solicitações impostas às estruturas pela água devem ser consideradas, segundo Kipper (2004):

- Água sobre pressão unilateral;
- Água sob pressão bilateral;
- Água de percolação; e
- Umidade do solo.

Também devem ser consideradas as solicitações impostas à impermeabilização:

- Cargas estáticas – peso da proteção e cargas estáticas (jardins, etc.);
- Cargas dinâmicas – passagem de veículos, etc.;
- Água sob pressão, tendendo a comprimir a impermeabilização contra a estrutura (reservatório, piscinas);
- Água sob pressão tendendo a destacar a impermeabilização da estrutura, subsolo com lençol freático, com a aplicação pelo lado interno;
- Variação da temperatura;
- Choque;
- Abrasão;
- Trânsito;
- Vibrações;
- Agressividade do meio, como por exemplo, tanques de rejeitos industriais, etc.

3.3.3 Detalhes Construtivos

Segundo BORIGATO (2003), o sucesso de uma impermeabilização depende também de uma série de detalhes, que garantem a estanqueidade dos pontos críticos, singularidades, etc. A maior parte dos problemas de impermeabilização dá-se nas bordas, encontros com ralos, juntas, mudanças de planos, tubulações que atravessam a cobertura, rodapés, etc.

Para um bom desempenho de todo o sistema, é preciso estar atento aos detalhes. Alguns procedimentos básicos são: camada de regularização, caimento mínimo de 1% e cantos e arestas arredondados, para evitar danos às mantas, preocupação com a isolamento térmica e mecânica.

A simples fissura causada pelo movimento de uma laje, por exemplo, pode pôr a perder todo o trabalho executado se o material e o sistema de impermeabilização não tiverem sido projetados para aquela situação.

Por esta razão os detalhes merecem especial atenção, seja na fase do projeto, seja na de execução.

3.3.4 Projetos Interferentes

Algumas interferências de projetos com a impermeabilização devem ser estudadas separadamente, segundo GABRIOLLI (2011):

Projeto Estrutural

Dependendo do projeto estrutural pode-se ter estruturas com maior trabalho, deformações e movimentações que podem indicar uma impermeabilização de melhor desempenho para suportar os efeitos mecânicos.

Projeto Hidráulico

Tubulações de água quente deverão ser isoladas termicamente e embutidas em outro tubo para o adequado arremate da impermeabilização. Para isso:

- Prever ralos em número suficiente para permitir o fácil e rápido escoamento de água.
- Instalar os ralos afastados no mínimo 50 cm das paredes ou outros parâmetros verticais.
- Prever a execução de uma altura suficiente para permitir a aplicação da regularização, impermeabilização e proteção sob as mesmas.
- Evitar a passagem de tubulações verticais ou horizontais junto à parede, pois dificulta a execução da impermeabilização.

Projeto Elétrico

Todas as instalações devem ser embutidas nas estruturas ou passar pelo lado interno.

As caixas de passagem e inspeção deverão ser previstas em cotas acima da altura de arremate da impermeabilização.

Projeto de Drenagem

Os projetos de drenagem em jardineiras ou em lajes de subsolo deverão ser dimensionados e compatibilizados com a impermeabilização.

Projeto de Acabamento

Os projetos de detalhamento e acabamento deverão ser estudados prevendo a execução da impermeabilização, tais como:

- Não pode ser previsto concreto aparente a partir do piso acabado (pilares, muros), pois são necessários arremates nas verticais da impermeabilização;
- No box de banheiro a impermeabilização deverá subir no mínimo 50cm nas paredes para evitar a penetração da água pelas alvenarias;
- Projeto de isolamento térmica, de isolamento acústica, de barreiras de vapor, projetos especiais, devem ser estudados.

.4 Precauções e técnicas para o Sucesso na Aplicação da Impermeabilização

Segundo Borigato (2003) algumas precauções devem ser tomadas, são elas:

A regularização da superfície e o tratamento dos detalhes, devem ser anteriormente executados, antes da aplicação da impermeabilização;

As superfícies devem estar limpas, secas e isentas de poeira, graxas, óleos, além de estarem livres de qualquer irregularidade. As trincas e fissuras devem ser tratadas de forma compatível com o sistema de impermeabilização;

O trânsito de pessoal, material e equipamentos estranhos ao processo de impermeabilização, durante sua execução, devem ser vedados;

Deve-se evitar o trânsito durante as horas de sol quente e não se deve pisar sobre as camadas até a secagem completa das mesmas;

Argamassa de regularização com traço fraco ou feita com agregados que contenham materiais orgânicos, tendem a deteriorar-se com o tempo, soltando a impermeabilização e provocando vazamentos. É da base da aplicação, que a eficiência e durabilidade dos sistemas impermeáveis dependem, como qualquer outro revestimento;

As regularizações devem ser com argamassa no traço 1:3 de cimento e areia lavada, aditivada com cola apropriada, para garantir a aderência e auxiliar na prevenção das fissuras e trincas de evaporação da água e retração do cimento. Evita-se desta forma o uso de materiais argilosos como o saibro nas argamassas de regularização que servirão de base para sistemas mais sofisticados;

Antes de aplicar os materiais impermeabilizantes, verificar se a regularização está bem aderida ao substrato em todos os pontos, fazendo as correções quando necessárias;

Os reparos de emergências devem ser efetuados com produtos de pega rápida, para depois fazer o reparo definitivo, no menor tempo possível. Em caso de vazamentos, evitar fazer reparos definitivos, por onde a água sai, pois, ao encontrar resistência, a água irá procurar novos caminhos, causando maiores danos;

As meias-canais ou chanfros têm a finalidade de proteger os vértices contra a pressão da água nos locais considerados críticos, como nos reservatórios, piscinas e encontro de lajes com paredes, permitindo um melhor controle da aplicação dos materiais impermeabilizantes, evitando acúmulos e formação de vincos;

Deve-se tratar com materiais apropriados, antes da aplicação do impermeabilizante nas trincas e fissuras do concreto e/ou regularização, pois quando não tratadas, elas rompem a película, e ao se movimentarem cortam a impermeabilização, se esta for flexível;

Quando se tratar as superfícies com materiais impermeabilizantes elásticos sejam acrílicos, betuminosos, pré-moldados ou moldados “in-loco”, não é recomendado aplicar acabamentos finais como massas niveladoras, pinturas, assentamento de pisos ou azulejos como, por exemplo, diretamente sobre a superfície impermeabilizada. Devido às variações térmicas, o grau de plasticidade do produto empregado poderá variar de acordo com suas características, e o revestimento aplicado poderá vir a soltar-se. Sempre deve ser utilizado o chapisco e a argamassa de proteção mecânica sobre a impermeabilização como base para o acabamento;

Período de testes de 72 horas. Assim, uma prova de carga com lâmina de água, para verificação da aplicação é recomendável;

4.CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

4.1 Classificação quanto à flexibilidade

A classificação dos sistemas de impermeabilização quanto à flexibilidade, ou capacidade de absorver deformações podem ser **flexíveis**, **semi-flexíveis** ou **rígidos**.

SOUZA (1997) define que “os sistemas de impermeabilização flexíveis são aqueles cuja camada impermeável é capaz de absorver deformações impostas pelo suporte, dentro dos limites definidos pela sua capacidade de resistência à tração”.

Os rígidos são aqueles com nenhum ou pequena capacidade de absorver essas solicitações pela camada de suporte.

Os semi-flexíveis são aqueles que não são considerados rígidos, pois suportam certas deformações, mas não são flexíveis.

4.2 Classificação quanto ao método de execução

A classificação dos sistemas de impermeabilização quanto ao método de execução pode ser classificada em **pré-fabricados** ou **moldados no local**.

Os pré-fabricados são aqueles em que a camada impermeável já vem pronta, em camadas modulares.

Já nos sistemas moldados no local as camadas impermeáveis são constituídas de materiais que podem ser aplicados tanto a frio quanto a quente, e esta aplicação pode ser feita em forma de pintura ou pela aplicação de camadas na superfície.

4.3 Classificação quanto à aderência

Podem ser classificados como **aderentes**, **semi-independentes** ou **independentes**.

Os sistemas aderentes são aqueles totalmente aderidos à camada de suporte, ou seja, não existe camada de separação. Sua principal característica é o fato de que todas as deformações ocorridas na camada de suporte são perpetuadas na camada impermeável, solicitando assim, maiores exigências da mesma.

Os sistemas semi-independentes são aqueles que possuem aderência em quase toda a sua superfície, porém, em determinados pontos com acúmulo de tensões, como juntas de dilatação ou zonas de fissuração por exemplo, não são aderidos, necessitando de uma camada de separação neste ponto.

Os sistemas independentes são aqueles que possuem em toda a sua extensão uma camada separadora e são fixados nas suas extremidades. Logo, as deformações ocorridas na camada de suporte não serão transmitidas a toda camada impermeável, reduzindo assim as exigências à mesma.

4.4 Classificação quanto ao material

Os sistemas de impermeabilização podem ser classificados como: **argamassas, cristalizantes, cimentícios, asfálticos e poliméricos.**

4.4.1 Argamassas

São os sistemas de impermeabilização onde a camada impermeável é constituída de argamassas de cimento e agregados inertes preparadas com aditivos hidrofugantes ou polímeros adequados, formando um revestimento com propriedades impermeabilizantes.

4.4.2 Cristalizantes

São os sistemas em que a camada impermeável é constituída à base de cimento com adição de resinas e aplicadas na forma de pasta, com grande trabalhabilidade, o que gera maior aderência com a camada de suporte.

Os cristalizantes são silicatos, que misturados em água num ambiente alcalino se torna hidrosilicato, um cristal insolúvel em água, que preenche a porosidade da argamassa, tornando-a impermeável.

4.4.3 Cimentícios

Semelhante aos cristalizantes, passam pelo processo de cristalização e penetração na camada de suporte. São constituídos de materiais a base de cimento com resinas. Se diferenciam dos cristalizantes devido a formação de uma película impermeável na ordem de 5mm.

4.4.4 Asfálticos

São os sistemas que possuem em sua constituição como o principal material a base do asfalto, podendo este sistema ser moldado no local, a quente ou a frio, ou pré-fabricado, como as mantas.

4.4.5 Poliméricos

São os sistemas onde a camada impermeabilizante é obtida por meio da aplicação de polímeros na forma de mantas ou membranas, sejam elas acrílicas, elastoméricas, de poliuretano, entre outras.

5. MÉTODOS MAIS USADOS

5.1 Manta Asfáltica

As mantas asfálticas são normalmente estruturadas com não tecido de poliéster (que já é um material impermeável), véu de fibra de vidro ou polietileno e são industrializadas com asfalto oxidado ou modificadas com polímeros. A alma de polietileno (de 0,1 mm) não é considerada somente como uma armadura, pois propicia as emendas das mantas.

Essas mantas proporcionam uma impermeabilização de espessura e desempenho comparáveis (às vezes até mesmo superiores) ao sistema moldado no local com feltro asfáltico e asfalto, com economia de mão-de-obra e tempo, e custo menor que as mantas sintéticas.

Estas mantas possuem como acabamento polietileno/polietileno, areia/polietileno, alumínio/polietileno ou grânulos minerais/polietileno. As duas últimas ficam expostas às intempéries, pois possuem como acabamento um elemento protetor, no caso os grânulos minerais de várias cores, ou a folha de alumínio que reflete os raios solares (Figura 1).

Figura 1-Manta asfáltica com acabamento em folha de alumínio



Fonte: <http://www.primer.com.br/manualdoimpermeabilizador.htm>

5.1.1 Execução

Preparação da superfície: antes de iniciar a impermeabilização é necessário o corte de pontas de ferro, o preenchimento de ninhos e correção de outras eventuais falhas. Em seguida deve ser feita a limpeza das superfícies a serem impermeabilizadas, retirando-se qualquer partícula solta. Tendo a superfície limpa e preparada, executa-se uma camada de regularização com argamassa de areia e cimento no traço 1:3, espessura mínima de 2 cm. Cantos vivos e arestas devem ser arredondados conforme ilustra a Figura 2. Tubulações emergentes devem ser adequadamente chumbadas (PEZZOLO, 2007).

Figura 2-Preparação da superfície



Fonte: Pezzolo (2007)

Recomenda-se o tratamento com faixas de mantas, mástiques ou sistemas pré-fabricados para evitar a passagem de água conforme ilustra a Figura 3. Nesse caso, é importante deixar a cota de argamassa da regularização no ponto mais alto (aproximadamente 0,50 cm) na região da junta, para o ponto mais baixo (± 1 cm), promovendo a fuga d'água do local (PEZZOLO, 2007).

Figura 3-Preparação das juntas



Fonte: Pezzolo (2007)

Sobre o substrato seco, inicia-se o processo de imprimação conforme a Figura 4, aplicando-se o primer, que proporciona total aderência ao sistema impermeabilizante. Após a secagem do primer, a superfície está pronta para receber o sistema impermeabilizante (PEZZOLO, 2007).

Figura 4-Aplicação do primer (Imprimação)



Fonte: Pezzolo (2007)

Segundo Pezzolo (2007) as aplicações das mantas asfálticas podem ser aplicadas por dois processos: a quente ou com o auxílio do maçarico.

No processo a quente, após a secagem da camada de primer aplica-se uma camada de asfalto aquecido a uma temperatura entre 180°C e 220°C, com auxílio de um espalhador; posteriormente desenrola-se a bobina de manta asfáltica, tendo cuidado de permitir um excesso de asfalto à frente da bobina, conforme mostra a Figura 5.

Figura 5-Aplicação da Manta a quente



Fonte: Pezzolo (2007)

No processo de colagem com o uso do maçarico (Figura 6), direciona-se a chama para aquecer a parte inferior da bobina e a superfície imprimada ao mesmo tempo. Conforme derrete o asfalto da bobina e da superfície, o aplicador vai desenrolando a bobina tomando o cuidado de deixar uma sobreposição entre as mantas de no mínimo 10 cm, derretendo a extremidade da manta superior com uma colher de pedreiro aquecida, formando um chanfro e selando junto à manta inferior.

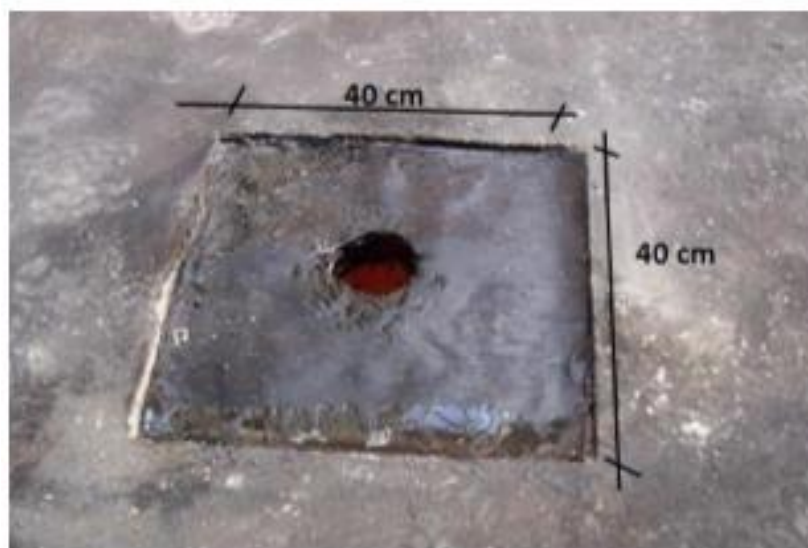
Figura 6-Aplicação da manta com maçarico



Fonte: Pezzolo (2007)

Conforme PEZZOLO (2007), os ralos precisam de um rebaixo de 40x40 cm e 1 cm de profundidade para assegurar a impermeabilização da região (figura 7).

Figura 7-Detalhe de ralo já executado



Fonte: Cetimper

As tubulações, no entanto, requerem o envelopamento do arremate conforme ilustra a Figura 8.

Utiliza-se um pedaço da própria manta com malha 2x2 cm, para se efetuar o arremate.

Figura 8-Detalhe de Arremate em tubulações



Fonte: Pezzolo (2007)

Teste de estanqueidade: pode ser feito de forma hidrostática ou elétrica, segundo Petrobrás (2006), após a conclusão da impermeabilização e cura total do sistema, fechando-se as saídas para ralos e colocando-se uma lâmina d'água de 5 cm, pelo prazo mínimo de 72 horas, e observa-se há o surgimento de algum ponto de vazamento. Se não for detectado nenhum vazamento execute o arremate e depois a proteção mecânica apropriada.

Figura 9-Teste de estanqueidade



Fonte: Pezzolo (2007)

Proteção mecânica: para a proteção da manta asfáltica contra ações mecânicas executa-se uma camada de argamassa de areia e cimento traço 1:4 conforme ilustra a Figura 10, em geral, reforçada com tela metálica galvanizada (tela de viveiro), segundo PEZZOLO (2007). Sobre a manta, antes da execução da camada de argamassa, aplica-se um chapisco de cimento e areia traço 1:3. Após a cura da camada de proteção, as valas que abrigam os elementos de fundação são cuidadosamente reaterradas, a fim de evitar danos à impermeabilização

Figura 10-Proteção Mecânica para manta



Fonte: Pezzolo (2007)

5.1.2 Recomendações

Conforme relato PEZZOLO (2007), algumas recomendações são necessárias para as mantas asfálticas:

- As emendas devem ser executadas com muito cuidado. É o ponto mais crítico do sistema de impermeabilização. A sobreposição deve ter 10 cm no mínimo.
- Quando utilizadas duas mantas sobrepostas, a emenda superior não deve coincidir exatamente com a inferior. As mantas complementares devem ser colocadas em 90° ou no mesmo sentido, com sobreposição entre 50 e 60 cm.
- Além das emendas, outro local que merece atenção é o ralo.

- O construtor deve se certificar da boa aderência entre a manta e o substrato, evitando, assim, bolhas ou outros problemas que possam comprometer o desempenho do sistema.
- Para evitar atrito entre o cobrimento e a impermeabilização, coloque uma camada de separação entre manta e proteção mecânica.
- Para locais que receberão revestimentos, a manta deve ser coberta com argamassa de areia e cimento com traço 1:5 ou 1:6 e 2 cm de espessura. Caso a proteção seja o piso acabado, o traço pode variar para 1:4, a espessura aumenta para 4 cm e a execução deve respeitar juntas de dilatação. Em locais sobre os quais transitarão veículos, é necessário reforço com telas galvanizadas ou soldadas. Espessura, especificação da armação e o traço dependem da carga prevista. Em áreas verticais ou inclinadas, deve ser utilizada tela plástica ou galvanizada.
- Um problema comum pós-ocupação é a perfuração de mantas, por isso, o construtor deve informar ao usuário sobre os riscos e, eventualmente, já projetar pontos que permitam perfuração.

5.2 Membrana asfáltica

As membranas asfálticas moldadas a quente ou a frio são produtos impermeabilizantes, moldados in loco, compostos pela sobreposição de camadas de asfalto, diferenciando-se a qualidade em função do tipo de asfalto e dos polímeros empregados. Os asfaltos podem ser asfaltos oxidados, poli condensados ou modificados. Os estruturantes mais utilizados, responsáveis pela resistência à tração, são os véus de fibra de vidro, telas de poliéster ou nylon e véus de polietileno (GABRIOLI, 2006).

Os serviços de limpeza e preparação da superfície, arredondamento de cantos e camada de proteção são semelhantes àqueles indicados para as mantas préfabricadas. Para a impermeabilização com membranas, porém, há maior dificuldade de fiscalização e controle da espessura e quantidade do asfalto (GABRIOLI, 2006).

A **membrana moldada a quente in loco** conforme figura 11, usa-se blocos de asfalto derretido, seu recheio é feito com estruturante (tela de poliéster) e espessura final entre 3 e 5mm. É um sistema de impermeabilização, composto pela aplicação de várias camadas de asfalto aquecido entre 180°C e 220°C, em grandes caldeiras elétricas ou a gás, ou em fornalhas onde há maior dificuldade de controle da temperatura, segundo Gabrioli (2006). Esse controle é muito importante, pois a viscosidade do material determina a trabalhabilidade e facilidade de espalhamento do asfalto, influenciando a produtividade e o desempenho final da impermeabilização (GABRIOLI, 2006).

Figura 11-Membrana Asfáltica (a quente)



Fonte: Gabrioli (2006)

A aplicação do asfalto se dá com o auxílio de broxas de fibras vegetais (vassourão), em camadas com sentido cruzados, diminuindo a margem de erro e facilitando a observação dos locais que já receberam aplicação. Como material de reforço pode-se empregar véu de fibra de vidro ou tela de poliéster resistente ao calor, aplicado contra o asfalto recém-espalhado. Não há como determinar uma espessura padrão para este tipo de sistema, mas estima-se um consumo médio de 5 a 7 kg/m² (GABRIOLI, 2006).

No caso de **membranas moldadas a frio** conforme figura 12, são empregadas emulsões asfálticas acondicionadas em galões, baldes ou barris hermeticamente fechados. Há dois produtos com aparência de uma pasta preta: emulsões e soluções, o primeiro tem base aquosa e o segundo se diluem em solventes. Após a aplicação do produto ocorre a ruptura da emulsão, com a evaporação da água. Na execução da membrana são obedecidos os procedimentos gerais indicados para as membranas moldadas a quente, utilizando-se desta vez véus de fibra de vidro ou telas de poliéster comum (GABRIOLI, 2006).

Figura 12-Membrana Asfáltica (a frio)



Fonte: Gabrioli (2006)

A quente ou a frio, véus ou telas devem ser perfeitamente distendidos, evitando-se dobras ou enrugamentos. Na região de emendas, deve-se observar transpasse mínimo de 10 cm. A aplicação de cada camada de asfalto deve recobrir inteiramente o véu ou a tela. Na fase de execução, para aplicação de nova camada, deve aguardar a completa cura da camada anterior. O deslocamento de operários sobre cada camada intermediária deve ser realizado sobre tábuas ou papelão, afim de não sujar ou danificar a camada anterior (GABRIOLI, 2006).

A membrana asfáltica repercute na dificuldade de fiscalização: em áreas muito grandes, ou sempre que se desejar controle muito rigoroso, é necessária a retirada de amostras da impermeabilização com muito cuidado, pois esse procedimento é destrutivo. Após análise da amostra, faz-se o reparo na área inspecionada para que não ocorram infiltrações (GABRIOLI, 2006).

5.2.1 Execução

Embora no mercado de membranas tenha evoluído, a execução dos sistemas moldados in loco sempre foi considerada um dos calcanhares de Aquiles. Ao contrário das mantas, cujos erros de aplicação acontecem quase que exclusivamente nas emendas ou nos cortes malfeitos, as membranas exigem um rígido controle da espessura e, conseqüentemente, da quantidade de produto aplicado por metro quadrado (CICHINELLI, 2007).

Se o sistema exigir 5 a 6 kg de produto e for aplicado apenas 3 kg, por exemplo, fica difícil de visualizar essa falha de execução. É um tipo de impermeabilização que exige

aplicação 100% bem-feita. É na falha que aparecerá o vazamento, conforme Cichinelli (2007).

Segundo Cichinelli (2007) para facilitar a execução, algumas empresas desenvolveram sistemas de aplicação mecanizada adaptada para os produtos disponíveis no mercado, como o equipamento de projeção de argamassa polimérica e o air less para produtos mais líquidos (produtos à base de resina poliuretana ou de poliuréia).

Equipamentos a jato, com mangueiras de pressão, também facilitam a aplicação da poliuréia para a confecção da membrana. Mas esse produto é ainda pouco difundido no Brasil devido ao alto custo (CICHINELLI, 2007).

Especialistas lembram, entretanto, que embora as técnicas de execução tenham avançado a mão-de-obra não acompanhou essa evolução, comprometendo em muitos casos a execução (CICHINELLI, 2007).

5.2.2 Recomendações

Para aplicação de membranas de base solvente, o substrato seja laje, baldrame ou parede deve estar totalmente seca. Já membranas do tipo emulsivas, à base de água, exigem substratos secos ou úmidos, sem pressão d'água atrás da superfície de contato, o que evitará o deslocamento (CICHINELLI, 2007).

De acordo Cichinelli (2007), em substrato sob pressão de água atuando diretamente sobre a impermeabilização, as mantas são mais indicadas, pois compõem um elemento impermeabilizante mais resistente. Além de garantir a espessura mínima correta, o tempo de secagem entre as demãos e a preparação do substrato são itens que devem ser observados de acordo com o tipo de sistema ou produto adotado.

Durante a aplicação (Figura 13) a proteção da área tem de ser realizada de forma a não comprometer ou danificar a membrana. Deve-se executar a camada de proteção mecânica nos sistemas que a exigem, após a aplicação da camada impermeável, desde que separada com filme polietileno, papel Kraft do tipo betumado, ou geotêxtil (CICHINELLI, 2007).

Em áreas sob ação de chuva e calor, nociva à execução da impermeabilização, o uso de coberturas provisórias para proteger a aplicação é o mais comum, relata Cichinelli (2007). Segundo Cichinelli (2007) alguns tipos de membranas como as acrílicas, por exemplo, podem ser aplicados como revestimento final de superfícies, desde que não haja trânsito de pessoas ou veículos. Mas, em geral, a maior parte dos tipos de impermeabilização deve

ter uma camada de proteção mecânica que varia desde uma simples argamassa (tráfego de pessoas) ou concreto (tráfego de veículos).

Figura 13-Aplicação de proteção mecânica



Fonte: Cichinelli (2007)

5.3 Membrana de polímero modificado com cimento

De acordo com Viapol, um dos maiores fornecedores do produto, defini-se o produto como um Impermeabilizante à base de resinas termoplásticas e cimentos aditivados que em composição, resultam em uma membrana de polímero modificado, com cimento de excelentes características de resistência e impermeabilidade.

Podem-se listar as principais características:

- Resistente à altas pressões hidrostáticas positivas (no sentido de dentro para fora da estrutura)
- De fácil aplicação com trincha ou vassoura de pelo
- Por ser atóxico e inodoro não altera a potabilidade da água
- Ao ser aplicado sobre superfícies de concreto ou argamassa isenta de cal apresenta excelente aderência
- É capaz de acompanhar as movimentações e fissuras previstas nas normas brasileiras

Essas características fazem com que o produto seja indicado para uso em torres de água e reservatórios elevados de água potável ou apoiados em estrutura de concreto armado. Já que estruturas como essa se caracterizam por usa movimentação tornando necessário o uso de sistema flexível, além do produto não afetar a potabilidade da água.

5.3.1 Execução

Quanto ao preparo da superfície, indica-se, em primeiro lugar, a checagem da estrutura de concretos quanto a partes soltas ou desagregadas e possíveis vazios, sendo necessária a execução soa reparos. Atentando, também, para a integridade das armaduras que, quando aparentes, devem sofrer o tratamento adequado. Já as eventuais juntas de dilatação devem ser calafetadas e o redor das tubulações tratado.

O produto não deve ser aplicado em contato com outras substancias químicas, assim, a estrutura deve estar limpa, sem a presença, por exemplo, de nata de cimento, óleos e desmoldantes. Para isso, recomenda-se a lavagem com escova de aço e água ou jato d'água de alta pressão.

Apenas após o preparo da superfície é que se deve iniciar o a preparação do produto, já que a aplicação deve ser feita sem ultrapassar o tempo limite de 60 minutos, na temperatura de 25 C.

O produto, por ser um biocomponente, é fornecido em duas embalagens, uma delas contendo resina e aditivos e a outra composta por cimentos especiais, aditivos impermeabilizantes e plastificantes. Assim, para o preparo do produto, os componentes devem ser misturados por 3 minutos quando mecanicamente ou por 5 quando manualmente.

Durante a aplicação o produto deve ser misturado constantemente para evitar seu início de cura, já a liberação da aplicação tem um período mínimo de 4 horas para. Tais camadas podem ser feitas com trincha (figura 14) ou vassoura de pelo, em sentido cruzado, e em camadas homogêneas até se atingir o consumo especificado.

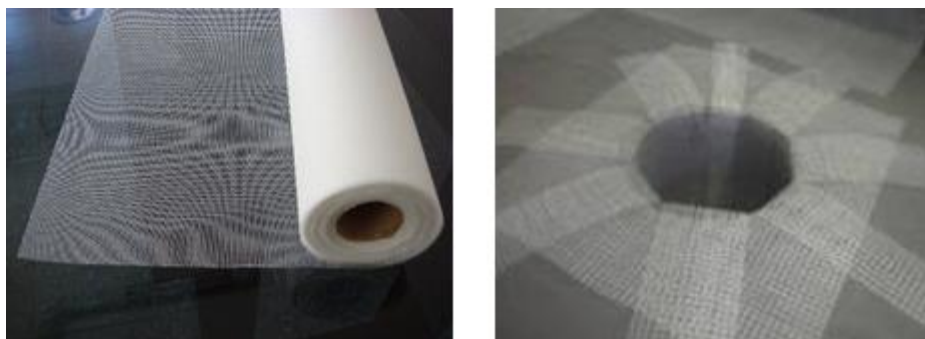
Figura 14--Camada executada com trincha



Fonte: <http://construcaomercado.pini.com.br/>

Quando necessário, a aplicação de 3 camadas, para atingir o consumo projetado, deve-se reforçar o revestimento com a incorporação de uma tela de poliéster entre a segunda e a terceira camada (figura 15).

Figura 15-Tela de poliéster / detalhe ralo



Fonte: <http://www.estrutex.com.br/>

Como a cura do produto leva, no mínimo, 72 horas, deve-se começar o teste de estanqueidade do sistema com duração mínima de 72 horas, três dias depois da aplicação. Após o teste, caso não haja falhas, executa-se a proteção mecânica.

5.3.2 Recomendações

No caso de reservatórios, a proteção deve feita na parte horizontal da estrutura para que o sistema fique protegido do trânsito durante os períodos de limpeza e manutenção do

reservatório. A necessidade desta proteção não costuma ser difundida e executada, o que provoca patologias recorrentes.

5.4 Mantas x Membranas

Esses dois métodos são muito utilizados nas obras a fim de impermeabilizar as estruturas. Na tabela 1, segue um comparativo entre os dois sistemas.

Tabela 1 - Comparativo de Sistemas

MANTAS	MEMBRANAS
Espessura constante	Variação de espessura, podendo comprometer a eficiência da impermeabilização.
Fácil controle e fiscalização de impermeabilização	Dificuldade de controle e fiscalização quer pelo consumo, número de demãos, adulteração do produto, etc.
Aplicação do sistema em uma única vez	Aplicações em várias camadas sujeitam às intempéries e interferência.
Não é necessário aguardar secagem	Aguardar secagem entre camadas, podendo surgir bolhas, caso não cumprido o tempo de secagem.
Existência de armadura em toda a superfície uniformemente	Possibilidade de haver desalinhamento na armadura, acarretando desempenho variável.
Menor tempo de aplicação (menor mão-de-obra)	Sensível gasto de tempo e mão-de-obra, acarretando maior custo.
Menor suscetibilidade de erros de aplicação	Maior ocorrência de erros de aplicação, devido às diversas variáveis e suas complexidades.
Adequa-se melhor ao cronograma de obras, gerando menos transtorno, liberação rápida da área para utilização.	Dificuldade na adaptação ao cronograma de obras, ficando a área por mais tempo interditada, podendo ocorrer danos por terceiros.

Fonte: Viapol (2002)

Embora haja uma conotação implícita no mercado de que as membranas se tratam de um sistema de impermeabilização ultrapassado, os especialistas são enfáticos em afirmar o contrário. As membranas moldadas in loco, quando bem executadas, são eficientes e excelentes soluções para áreas muito recortadas e estreitas como jardineiras ou canaletas de drenagem, em obras de reparo ou quando utilizadas em paredes de gesso acartonado, devido a menor espessura (CICHINELLI, 2007).

6. CONCLUSÕES

Conclui-se que os assuntos sobre impermeabilização estudados em pesquisas bibliográficas, foram de fundamental importância para o desenvolvimento deste trabalho. As pesquisas evoluíram atingindo o objetivo geral e específico, caracterizando toda a importância da impermeabilização quanto aos sistemas e implantação, e aos métodos necessários.

O estudo mostrou que a inclusão da impermeabilização no projeto de construção civil, caracteriza menor custo em relação à re-impermeabilização na obra.

Evidenciou-se que o planejamento do projeto e os detalhes são fundamentais para a boa execução da obra, conseguindo-se melhores resultados.

Observou-se que a impermeabilização deve interagir com o conforto da construção, os detalhes construtivos, as técnicas, os materiais e com os métodos utilizados, tendo como objetivo a proteção da obra contra a ação das intempéries.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9575: *Impermeabilização – Seleção e Projeto*. Rio de Janeiro, 2003.

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

BAUER, L. A. Falcão. *Materiais de construcao*2. 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC-Livros Técnicos e Científicos Editora, 1994. 935 p. Disponível em: <http://www.primer.com.br/>

BORIGATO, Itamar C. *Impermeabilização de áreas úmidas*. 17ª ed. Boletim Diálogo Construtivo. Indústria Knauf do Brasil Ltda., jan./fev. 2003. Disponível em: <http://www.knauf.com.br/index.php/71>.

GABRIOLLI, Jefferson. *Fundação, estruturas, paredes e impermeabilização*. Nº. 0204. Revista Arquitetura & Construção. Editora Abril. Disponível em: <http://arquitetura.abril.uol.com.br/livre/edicoes/0204/fechado/fundacao/mt.81282.shtml>.

KIPPER, Darcio. *Sistemas de impermeabilização relacionados ao diagnóstico de patologias causadas pela inadequação e não utilização dos mesmos*. 2004. 87 f. Monografia (Trabalho de Graduação Integrada). Faculdade UNIOESTE. Cascavel: ano letivo 2004.

MENESES FILHO, Anísio de Sousa. PINI SISTEMAS. *Desenvolvimento Profissional*. São Paulo: Editora Pini, 2000. 134 p.

PICCHI, Flávio A. *Impermeabilização de coberturas*. São Paulo: Pini, Instituto Brasileiro de Impermeabilização, 1986. 253 p.

RIPPER, Ernesto. *Manual prático de materiais de construção*. 3ª ed. São Paulo: Editora Pini, 1995, 253 p.

SIDER, Carlos. *Uma análise prática e rápida das diferenças entre os vários tipos de manta oferecidos no mercado*. Artigo Técnico. Disponível em: <http://www.protecto.com.br/>

SPAGNOLLO, João R. *Impermeabilização na sua construção*. Disponível em: <http://www.geocities.com/impermea/>

STORTE, Marcos. *Impermeabilização – Prevenção e proteção*. Disponível em: <http://www.ibracon.org.br/>

VERÇOZA, Enio J. *Patologia das edificações*. 1ª ed. Porto Alegre: SAGRA livraria, Editora e Distribuidora Ltda., 1991. 173 p.

VIAPOL. *Curso Técnico de Impermeabilização*. São Paulo: Viapol Ltda., 2002. 81 p.