

## **Monografia**

### **"IMPERMEABILIZAÇÃO DE LAJES DE COBERTURA: CARACTERIZAÇÃO, EXECUÇÃO E PATOLOGIAS"**

Autora: Patrícia Antônia de Abreu Schreiber

Orientador: Prof. Aldo Giuntini de Magalhães

Julho / 2012

Patrícia Antônia de Abreu Schreiber

**"IMPERMEABILIZAÇÃO DE LAJES DE COBERTURA:  
CARACTERIZAÇÃO, EXECUÇÃO E PATOLOGIAS"**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil  
da Escola de Engenharia UFMG

Ênfase: Avaliação e Perícias

Orientador: Prof. Aldo Giuntini de Magalhães

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2012

Dedico este trabalho a minhas filhas, Leyane e Laene, por todo apoio carinho e paciência para comigo e por terem sido a peça fundamental para que eu tenha me tornado a pessoa que hoje sou. Ao meu marido Alfredo pelo carinho e apoio em todas as vezes que precisei.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus que sempre ilumina os meus caminhos.

Agradeço ao meu marido e as minhas filhas pelo carinho, apoio e cumplicidade durante esta caminhada.

Agradeço a minha família e aos amigos pelo incentivo em todos os momentos.

Agradeço a todos os professores do Curso de Especialização em Construção Civil da UFMG.

## SUMÁRIO

<b>1. Introdução</b>	13
<b>2. Histórico</b>	15
<b>3. Revisão Bibliográfica</b>	
3.1 Importância da Impermeabilização	17
3.2 Projeto de Impermeabilização	18
3.2.1 Projeto Básico	22
3.2.2 Projeto Executivo	22
<b>4. Cobertura em Concreto</b>	
4.1 Classificação quanto a forma	23
4.2 Classificação quanto a acessibilidade	24
4.3 Camadas do sistema de impermeabilização	25
4.3.1 Suporte da impermeabilização	25
4.3.2 Estrutura Portante	25
4.3.3 Camadas de regularização	25
4.3.4 Impermeabilização	25
4.3.5 Camada de separação	26
4.3.6 Isolamento térmico	26
4.3.7 Barreira de vapor	26
4.3.8 Camada de difusão	26
4.3.9 Proteção	26
4.4 Sistemas impermeabilizantes	26
4.4.1 Classificação imposta pelo fluido	27
4.4.2 Classificação quanto o comportamento das estruturas	27
4.5 Classificação quanto a rigidez do sistema	28
4.5.1 Impermeabilização rígida	28
4.5.2 Impermeabilização Flexível	28
4.6 Classificação quanto a aderência ao substrato	29
4.6.1 Sistema aderido	29
4.6.2 Sistema semi aderido	29
4.6.3 Sistema flutuante	29

<b>5. Materiais Impermeabilizantes</b>	
5.1 Sistemas moldado in loco .....	29
5.2 Sistemas pré fabricados .....	32
5.3 Manta butílica .....	33
5.4 Manta de PVC .....	33
5.5 Manta de EPDM .....	33
5.6 Manta asfáltica .....	33
5.6.1 Tipo de material estruturante .....	34
5.6.2 Tipo de acabamento da manta .....	34
5.6.3 Espessura da manta .....	35
5.6.4 Tipo de Asfalto .....	35
5.7 Detalhes construtivos.....	37
<b>6. Execução do Sistema de Impermeabilização</b>	
6.1 Camada de regularização .....	42
6.2 Imprimação .....	43
6.3 Aplicação da manta asfáltica.....	43
6.4 Teste de Estanqueidade.....	44
6.5 Isolamento térmico .....	45
6.6 Camada de proteção mecânica .....	47
6.7 Execução dos detalhes.....	48
6.7.1 Ralos .....	48
6.7.2 Tubulação que atravessa a cobertura .....	49
6.7.3 Rodapé .....	49
6.7.4 Juntas de dilatação .....	50
6.7.5 Mantas EPDM .....	51
<b>7. Patologias dos Sistemas de Impermeabilização</b>	
7.1 Patologias ocasionadas pela umidade.....	53
7.2 Falhas no sistema de impermeabilização .....	56
7.2.1 Falhas devida a falta de projeto .....	56
7.2.2 Falhas devida a execução .....	57
7.2.3 Falhas devida a manutenção .....	58
7.2.4 Falhas devida a qualidade dos materiais .....	61

<b>8</b>	<b>Considerações Finais .....</b>	<b>63</b>
<b>9</b>	<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>65</b>

## Lista de Figuras

Figura 1 Retirada de revestimento.....	19
Figura 2 Limpeza da área.....	19
Figura 3 Custo da manutenção.....	21
Figura 4 Laje plana.....	23
Figura 5 Laje Inclinação.....	23
Figura 6 Laje Complexa.....	24
Figura 7 Camadas do sistema de impermeabilização.....	25
Figura 8 Solução asfáltica aplicada a frio.....	30
Figura 9 Solução asfáltica aplicada a quente.....	31
Figura 10 Membrana acrílica.....	31
Figura 11 Membrana de Poliuretano.....	31
Figura 12 Manta EPDM.....	32
Figura 13 Manta Asfáltica.....	32
Figura 14 Manta de PVC.....	33
Figura 15 Tabela.....	37
Figura 16 Detalhe da Cobertura.....	39
Figura 17 Detalhe de Rufo.....	40
Figura 18 Detalhe de Calha.....	40
Figura 19 Detalhe da Platibanda.....	40
Figura 20 Detalhe de ralo.....	41
Figura 21 Sistema de Impermeabilização.....	41
Figura 22 Regularização da superfície.....	42
Figura 23 Rodapé meia cana.....	42
Figura 24 Regularização da Superfície.....	42
Figura 25 Aplicação de primer.....	42
Figura 25 Rebaixo do ralo.....	42
Figura 26 Aplicação de primer.....	43
Figura 27 Aplicação de primer no ralo.....	43
Figura 28 Aplicação da manta.....	44
Figura 29 Biselamento.....	44
Figura 30 Teste de Estanqueidade.....	44



Figura 31 Filme de polietileno .....	45
Figura 32 Papel Kraft .....	45
Figura 33 Camada separadora .....	47
Figura 34 Camada de proteção .....	47
Figura 35 Camada de proteção .....	48
Figura 36 Detalhamento de ralo .....	48
Figura 37 Detalhamento de tubo.....	49
Figura 38 Encaixe da manta .....	49
Figura 39 Encaixe da manta no rodapé .....	49
Figura 40 Detalhe de rodapé - pilar .....	50
Figura 41 Junta de dilatação.....	50
Figura 42 Detalhe da Junta .....	50
Figura 43 Superfície regularizada .....	52
Figura 44 Colagem da manta na cobertura .....	52
Figura 45 Colagem da manta no rodapé .....	52
Figura 46 Colagem da manta .....	52
Figura 47 Detalhe de apoio de equipamento .....	52
Figura 48 Camada de proteção .....	53
Figura 49 Armadura exposta em laje .....	55
Figura 50 Estalactites .....	55
Figura 51 Bolhas e machas .....	55
Figura 52 Entulho sobre manta .....	59
Figura 53 Tabuas sobre manta .....	59
Figura 54 Instalação inadequada de antena .....	60
Figura 55 Descolamento da manta do rodapé .....	60
Figura 56 Conduítes sobre a manta .....	61
Figura 57 Defeito na manta .....	62
Figura 58 Furo na manta .....	62

## **RESUMO**

Este estudo tem como tema a impermeabilização de lajes de cobertura, sua caracterização, execução e patologias. Embora a impermeabilização seja uma etapa muito importante na construção civil, muitas vezes ela é deixada em segundo plano pelos construtores e arquitetos, gerando muitos problemas nas edificações. Pretende-se com esse trabalho reforçar a importância de se fazer um sistema de impermeabilização adequado para lajes de cobertura, a fim de se evitar os danos causados pelas infiltrações. Através de um estudo bibliográfico será reforçada a importância de se ter um projeto de impermeabilização que se encontre de acordo com as exigências da norma NBR 9575 (ABNT 2010), assim como apresentar os tipos de materiais que se encontram disponíveis no mercado, e a forma de utilização de cada um deles. Serão apresentados exemplos da maneira correta de se aplicar um sistema de impermeabilização com manta. E por fim será apresentado também um estudo sobre as possíveis patologias causadas pelas infiltrações, bem como as patologias oriundas da inexistência de um projeto de impermeabilização ou de falhas em sua execução.

## ABSTRACT

### WATERPROOFING ROOF SLABS CHARACTERIZATION AND EXECUTION PATHOLOGIES

This study has as its theme the waterproofing of roof slabs, characterization, implementation and pathologies. Although sealing is a very important stage in construction, it is often second plan by the builders and architects, creating many problems in buildings. The intention of this work is to reinforce the importance of making a waterproofing system suitable for roofing slabs in order to prevent damage caused by infiltrations. Through a bibliographical study, the importance of having a waterproofing project that meets the requirements according to NBR 9575 (ABNT 2010) will be reinforced. The types of materials that are available in the market will be introduced as well as the use of each of them. We will present examples of how to properly apply a waterproofing system with blanket. And lastly is also presented a study on the possible pathologies caused by infiltration, as well as the pathologies arising from the lack of a waterproofing project or failures in its execution.

## 1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil busca soluções que visam prolongar a vida útil das edificações, em questões referentes às infiltrações. Neste contexto, o estudo de soluções que resolvam os problemas causados por infiltrações de água em edificações assume grande relevância. Além do prejuízo material provocado pela umidade, existem também danos causados à saúde dos usuários, pelo mofo que se forma, ocasionando problemas alérgicos e de ordem respiratória. Sob o ponto de vista da durabilidade, a umidade indesejada, presente em partes das edificações, gera patologias capazes de reduzir a vida útil da edificação, comprometendo a sua segurança.

Existe hoje uma preocupação com o desenvolvimento de projetos específicos para impermeabilização, no sentido de que contenham especificações dos materiais a serem utilizados, detalhes construtivos e forma de execução do sistema escolhido, para o bom desempenho do sistema impermeabilizante.

O custo aproximado dos serviços de impermeabilização, no início da construção da edificação, é em torno de 1% a 3% do custo total da obra, enquanto que a solução dos problemas gerados após a constatação das patologias, ocasionados pelas infiltrações, geram um acréscimo aproximado de 10% a 15% no valor dos serviços, conforme dados do IBI (Instituto Brasileiro de Impermeabilização).

Para Siqueira Filho especialista na área, a principal causa das infiltrações continua sendo a falta de projeto de impermeabilização, e afirma que 90% das obras não se preocupam com tal projeto. O projeto de impermeabilização é um projeto tão necessário quanto qualquer outro. Talvez até mais, se considerarmos os níveis de problemas decorrentes de uma falha no sistema de impermeabilização.

Devido ao elevado índice de ocorrências patológicas nas edificações originárias de defeitos em impermeabilizações, busca-se cada dia mais, a garantia e a qualidade em todo o processo, através de um projeto detalhado para o sistema impermeabilizante.

Segundo Moraes (2002), dentre os principais fatores responsáveis pelo mau funcionamento do sistema de impermeabilização estão: a falta de projeto, a mão de obra

desqualificada, preparação inadequada do substrato e caimento insuficientes para coletores de águas pluviais.

O projeto de impermeabilização deve ser desenvolvido e compatibilizado juntamente com os demais projetos da obra, prevendo especificações, dimensões, cargas e os detalhes construtivos.

Um projeto inadequado irá exigir, posteriormente, uma série de retrabalhos e ainda poderá gerar inúmeras patologias, como fissuras, corrosão de armaduras, florescências, dentre outras. A desinformação a respeito das técnicas e materiais de impermeabilização, devido ao grande número de materiais e sistemas que são lançados no mercado, é também uma das causas dos diversos problemas do insucesso dos sistemas de impermeabilização.

Várias iniciativas foram tomadas para sanar a falta de informação dos projetistas. A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) mantém comissões de estudo desde 1975, o IBI (Instituto Brasileiro de Impermeabilização) tem editado boletins técnicos, realizando cursos e simpósios nacionais, e ainda os próprios fabricantes de produtos impermeabilizantes com intuito de divulgar os seus produtos, vem promovendo cursos de impermeabilização para os interessados.

Após a normatização da impermeabilização, evidenciou-se a necessidade da exigência de uma especialização da mão de obra para execução dos serviços, uma vez que, uma falha mínima em qualquer detalhe, pode comprometer todo o serviço, portanto o projeto de impermeabilização é fundamental, para a solução dos problemas causados nas edificações.

Dentro deste contexto, pode-se então afirmar que o primeiro passo para melhorar a qualidade dos serviços de impermeabilização é o projeto, que deve conter todas as diretrizes, inclusive executivas, para a impermeabilização da obra, assim como a mão de obra qualificada e materiais de boa qualidade, o que não tem ocorrido no mercado, apesar de ser obrigatório conforme a norma NBR 9575 (ABNT, 2010).

## 2. HISTÓRICO

Conforme Pozzoli (1991), as primeiras impermeabilizações executadas no Brasil, foram em edificações construídas pelos portugueses no século XVI, eram as fortalezas que ficavam em contato com o mar. Nelas foram utilizada argamassa de óleo de baleia, misturado com cal e areia, que apresentavam grande durabilidade e baixa permeabilidade, e que até hoje continua atendendo as necessidades da obra.

A primeira utilização de material betuminoso em coberturas, parecida com a que executamos atualmente, foi em 1790, na Suécia, sendo com tábuas revestidas com papel e impermeabilizadas com alcatrão. Em 1845 começaram a ser utilizados, nos Estados Unidos, feltros impregnados de alcatrão para coberturas. Começou utilizando o alcatrão de madeira, depois o alcatrão de hulha, e por fim o asfalto oxidado, que foi desenvolvido a partir 1894.

A multimembrana asfáltica ou feltro asfáltico e asfalto é um dos sistemas de impermeabilização de coberturas mais antigos, que consiste na aplicação de diversas camadas de asfalto oxidado, a quente, entremeadas por feltro asfáltico; este sistema é largamente utilizado em todo o mundo, até hoje. O sistema foi evoluindo, e as mantas não tecidas de poliéster, vieram para substituir o feltro asfáltico.

O asfalto como impermeabilizante proporciona vedação eficaz contra a penetração da água às camadas estruturais da edificação.

Conforme Rezende (1991), o começo da utilização de impermeabilizantes da era moderna, coincide com as primeiras construções em concreto armado, no início do século XX, com construções mais esbeltas, trabalhando mais à flexão, exigindo assim, novas técnicas de impermeabilização com o intuito de absorver maiores movimentações estruturais.

Na década de 1960, com o surgimento do neoprene e do Hypalon, começaram a fabricação das primeiras mantas elastoméricas butílicas de alta resistência, a base de elastômeros sintéticos como, por exemplo, o Etileno-Propileno-Dieno-Monomero (EPDM),

que são resistentes a grandes variações térmicas, e a intempéries, podendo ser usadas em estruturas sujeitas a grandes movimentações (PICCHI, 1986).

A história da impermeabilização no Brasil é relativamente recente, pois até os anos 1970 existiam poucas soluções no mercado. As grandes obras de impermeabilização começaram a aparecer na década de 70, com a construção do metrô da cidade de São Paulo, e a chegada dos grandes projetos de impermeabilização levou fabricantes e aplicadores a se unirem para criar uma normalização específica. Em 1975, foram criadas as primeiras normas brasileiras para a impermeabilização e também a criação do Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI), responsável pela disseminação técnica da importância da impermeabilização na construção civil a aplicadores, fabricantes, construtores, usuários, funcionários de órgãos públicos e outras entidades.

Atualmente, com o aumento significativo do volume de obras na construção civil, tanto na área habitacional como na área industrial e pública, a impermeabilização assumiu um papel de destaque na proteção das edificações. O segmento vem se renovando nos últimos anos com o uso de novas tecnologias dando mais importância aos conceitos de sustentabilidade, gerando materiais muito mais seguros com desempenhos físicos e mecânicos muito mais confiáveis que os antigos asfaltos oxidados e outros sistemas.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Importância da Impermeabilização

A impermeabilização é de fundamental importância na durabilidade das construções. De acordo com Siqueira Filho o primeiro e principal conceito que deve ser assimilado é o de que impermeabilização é o envelope da edificação.

De acordo com o IBI, o termo impermeabilização se refere a uma técnica que consiste na aplicação de produtos específicos, com o objetivo de proteger as diversas áreas de uma edificação, contra a ação de águas, que podem ser de chuva, de lavagem, de banhos ou de outras origens.

A NBR 9575 (ABNT, 2010) define impermeabilização como o produto resultante de um conjunto de componentes e elementos construtivos que objetivam proteger as construções, contra a ação deletéria de fluidos, de vapores e da umidade.

A infiltração de água nas estruturas das edificações provoca diversas patologias, tais como corrosão das armaduras, eflorescência, degradação do concreto e argamassa, empolamento, bolhas em tintas dentre outras, gerando alto custo na manutenção e na recuperação das edificações.

Para uma adequada impermeabilização, alguns itens são de fundamental importância, porque visam à garantia da estanqueidade das partes construtivas da edificação, protegendo e ampliando a sua vida útil. Devido sua importância deve-se observar as seguintes etapas na execução do sistema de impermeabilização:

- Projeto de impermeabilização;
- Materiais impermeabilizantes;
- Mão de obra de aplicação;
- Qualidade da construção;
- Orientação aos usuários
- Fiscalização;
- Memorial descritivo;



- Plantas com detalhes específicos;
- Planilha quantitativa de serviços e materiais aplicados;
- Estimativa dos custos dos serviços;

### **3.2 Projeto de impermeabilização**

O projeto de impermeabilização tem como função elaborar, analisar, planificar detalhar, discriminar e adotar todos os métodos adequados, visando o bom desempenho da impermeabilização e a compatibilização do sistema com os demais projetos.

De acordo com Picchi (1986), a falta de um projeto específico de impermeabilização, especificando os detalhes necessários, que tenham sido desenvolvidos de maneira coordenada com o projeto da edificação, prevendo-se as interações com a estrutura, instalações, etc, pode implicar numa 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 a serem executados, leva a uma série de problemas na contratação e na definição das responsabilidades das diversas partes envolvidas (projetista, executor da obra, executor da impermeabilização etc.).

Ainda segundo Picchi (1986), os custos de um projeto de impermeabilização são inúmeras vezes menores que os custos decorrentes de eventuais desperdícios, reparos e danos a diversas partes da edificação por falta deste projeto.

Para recuperar uma impermeabilização de má qualidade, as intervenções normalmente são caras e difíceis, pois necessitam que todo o revestimento seja removido para identificação do vazamento. A execução da nova impermeabilização pode chegar ao valor absurdo de até 25% do valor da obra, dependendo, obviamente, do tipo de revestimento final empregado, incluindo todos os custos diretos e indiretos, inclusive os transtornos causados pela retirada de materiais, que não são pequenos.

A existência de interferências sobre a laje de cobertura, como a colocação de sistemas de ar-condicionado, painéis solares, antenas de TV coletiva, etc., que nem sempre são previstas em projeto, e que são realizadas pelo usuário do imóvel, sem informação da existência do sistema impermeabilizante ou qualquer cuidado com ele, causa perfurações na manta, e conseqüentemente vazamentos no interior da edificação.

As Figuras 1 e 2 mostram a remoção do piso, da argamassa protetora e da impermeabilização, devido à má execução do sistema, causando prejuízos e transtornos aos usuários.



Figura 1 – Retirada de Revestimento

Fonte: <http://mundodaimpermeabilizacao.blogspot.com.br> (acesso 15/06/2012)



Figura 2 – Limpeza da área

Fonte: <http://mundodaimpermeabilizacao.blogspot.com.br> (acesso 15/06/2012)

Conforme a NBR 9575 (ABNT, 2010), o projeto de impermeabilização, bem como os serviços decorrentes deste projeto, deve ser realizado por profissionais legalmente habilitados com registro no CREA (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia), da região em que se situa a obra a que se refere, com qualificação para exercer esta atividade técnica especializada.

Para a elaboração do projeto de impermeabilização, alguns itens devem ser observados:

- Estudo preliminar;
- Estudo detalhado dos locais a serem impermeabilizados, através de uma análise precisa do projeto de arquitetura;
- Definição de qual será o melhor sistema a ser utilizado em cada local.

Conforme Pirondi (1979), a escolha desse sistema decorre de vários fatores, tais como: forma da estrutura, movimentação admissível no cálculo da mesma, temperatura e umidade relativa do local, efeito arquitetônico que se deseja obter, custos, dentre outros. Para efeito de avaliação deve-se analisar os seguintes itens:

- Impermeabilidade dos materiais;
- Resiliência dos materiais;
- Longevidade dos sistemas de impermeabilização;
- Proteção mecânica e isolamento térmico;
- Custos.

Segundo a Apostila Pini Sistemas (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, compatibilizando os possíveis sistemas impermeabilizantes a serem adotados, com a concepção da edificação.

O projeto de impermeabilização é um conjunto de informações gráficas e descritivas que definem as características de todos os sistemas de impermeabilização que serão empregados em uma edificação de forma a orientar sua execução.

Segundo Picchi (1986), o projeto de impermeabilização é parte integrante do projeto do edifício, e 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.

De acordo com o Marcos Storte (2009), o projetista é responsável pela fase de planejamento da impermeabilização, e isso resulta em economia e redução de gastos durante praticamente toda a vida útil da edificação, conforme gráfico da Figura 3.

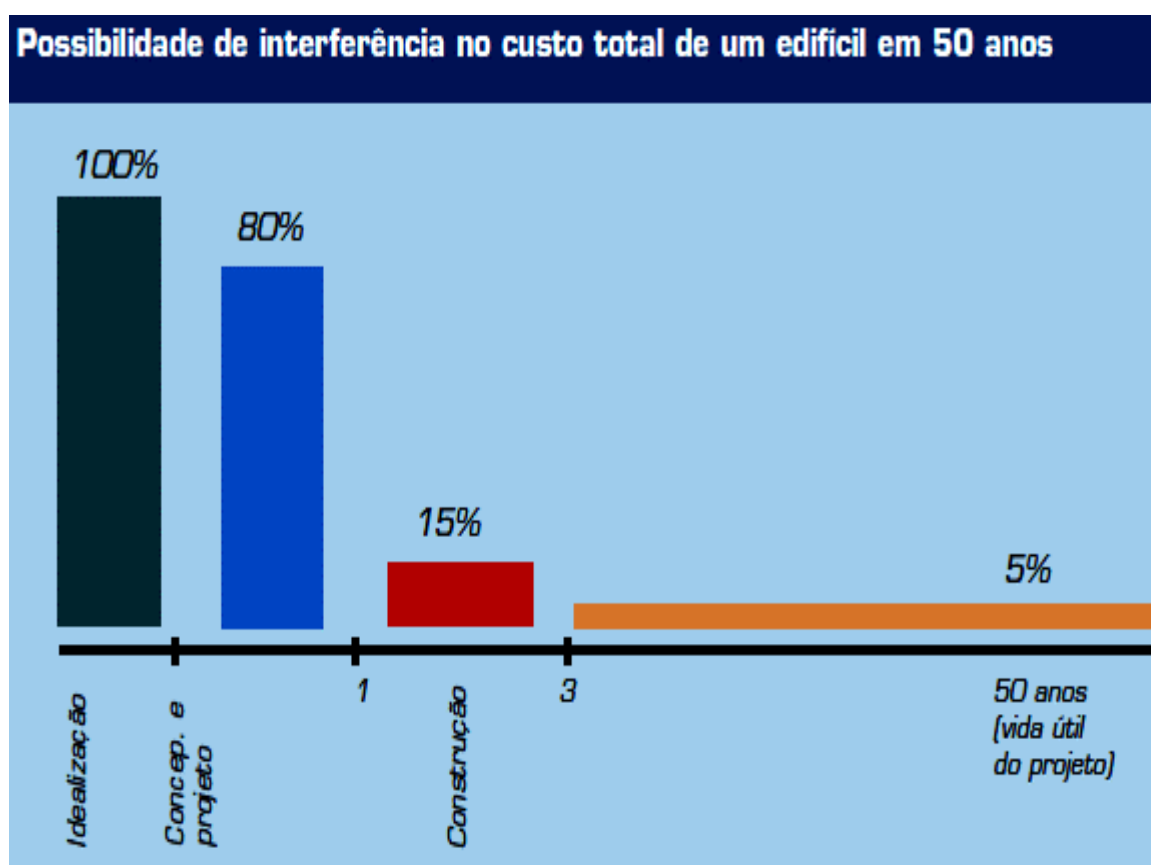


Figura 3 – Custo manutenção da Edificação  
APUD Storte (2009)

Conforme a NBR 9575 (ABNT, 2010) o projeto de impermeabilização deve ser desenvolvido juntamente com os projetos de construção tais, como arquitetura (projeto básico e executivo), estrutural, hidráulico sanitário, águas pluviais, gás elétrico, revestimento, paisagismo e outros, de modo a serem previstas as correspondentes

especificações em termos de tipologia, dimensões, cargas, ensaios e detalhes construtivos.

Ainda segundo a NBR 9575 (ABNT, 2010), o projeto de impermeabilização deverá ser constituído do projeto básico e do projeto executivo.

### **3.2.1 O projeto básico deve conter:**

- Desenhos: as plantas de localização com a identificação das áreas a impermeabilizar, além dos detalhes construtivos, que explicitem as soluções adotadas para o atendimento das exigências de desempenho em relação à estanqueidade dos elementos construtivos e durabilidade frente à ação da água, umidade e vapor d'água.
- Textos: deve constar neste projeto um memorial descritivo dos tipos de impermeabilização selecionados para os diversos locais da edificação.

### **3.2.2 O projeto executivo deve conter:**

- Desenhos: as plantas de localização com a identificação das áreas a impermeabilizar, além dos detalhes de detalhamento construtivo.
- Textos:
  - Memorial descritivo de materiais e camadas de impermeabilização;
  - Memorial descritivo de procedimento de execução;
  - Planilhas de quantitativos de materiais e serviços;
  - Metodologia para controle e inspeção dos serviços

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 de arremates e reforços de impermeabilização.

A exigência de um projeto de impermeabilização para as edificações, além de ser uma questão de cumprimento de norma técnica, também é uma questão de necessidade,

pois, possibilita o bom planejamento, execução, fiscalização, e manutenção dos sistemas de impermeabilização, e por consequência um melhor desempenho do sistema aplicado, e maior satisfação dos usuários.

Além disso, as vantagens na execução do projeto de impermeabilização, segundo a apostila VIAPOL (2002), inclui também a unificação dos orçamentos, a facilidade durante a fiscalização, a detecção dos possíveis problemas que possam ocorrer durante o processo, e evitar que sistemas inadequados possam ser executados na obra.

## 4. COBERTURA DE CONCRETO

### 4.1 Classificação quanto a forma

As coberturas são estruturas que se definem pela forma, têm como função principal a proteção das edificações contra a ação das intempéries, além de proporcionar isolamento térmico e acústico às edificações.

Segundo Picchi (1986), quanto à forma, as coberturas de concreto armado se classificam em:

- Planas: que podem ser horizontais ou inclinadas (Fig. 4);
- Curvas: com curvatura simples ou inclinada (Fig. 5);
- Complexas (Fig. 6);



Figura 4 – Laje Plana



Figura 5 – Laje Inclinada



Figura 6 – Laje complexa

#### 4.2 Classificação quanto a acessibilidade

Quanto a acessibilidade, as coberturas de concreto podem ser classificadas em:

- Inacessível (sujeita somente a circulação de pedestres para manutenção da própria cobertura ou equipamentos);
- Acessível aos pedestres;
- Acessível aos veículos;
- Especial (cobertura jardim).

As variações de formas das coberturas geram diferentes solicitações sobre a impermeabilização. Segundo Pichi (1986) as várias inclinações na cobertura planas ou curvas implicam em exigências diversas quanto à aderência, resistência à tração, ao escorrimento, e ao cisalhamento, além de resultarem em diferentes limitações quanto ao método da fixação da impermeabilização.

De acordo com Picchi (1986), uma estrutura de concreto não atende por si só, a todos os requisitos que são exigidos de uma cobertura, tais como estanqueidade à água, isolamento térmica etc. Portanto são adicionadas camadas à cobertura de concreto tanto com o objetivo de corrigir ou complementar seu desempenho, quanto para garantir a durabilidade dos diversos materiais e solucionar problemas construtivos.

### 4.3 Camadas do sistema de impermeabilização

A cobertura de concreto é constituída por diversas camadas que interagem entre si, conforme a representação na figura 7, e que são classificadas segundo Picchi (1986) da seguinte forma:

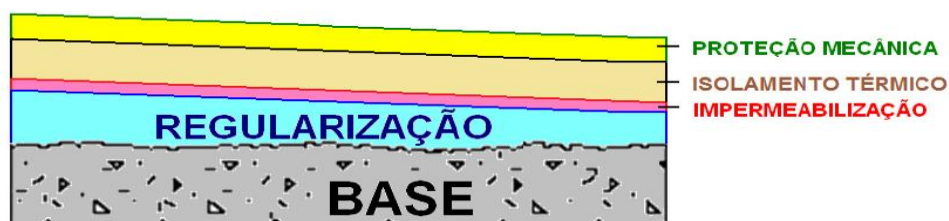


Figura 7 – Sistema de Impermeabilização - Camadas

#### 4.3.1 Suporte da impermeabilização:

É a parte da construção onde é aplicada diretamente a impermeabilização.

#### 4.3.2 Estrutura portante:

É a parte da estrutura destinada a resistir o peso próprio e as solicitações.

Constitui o suporte da impermeabilização, ou sobre o qual repousa este suporte.

#### 4.3.3 Camada de regularização:

É a camada destinada a preparar o suporte da impermeabilização para recebimento desta. Sua função é suprimir as irregularidades que possam danificar a impermeabilização, dar acabamento a cantos e arestas, arredondando-os, e propiciar um caimento mínimo de 1% em direção aos coletores de água pluvial.

#### 4.3.4 Impermeabilização:

É a proteção da construção contra a passagem de líquidos. Compreendem todos os materiais, componentes e acessórios essenciais para munir a cobertura de uma barreira



estanque à água, inclusive os detalhes para proteger os cantos, os ralos e as juntas de dilatação.

#### **4.3.5 Camada de separação:**

É o elemento colocado entre duas camadas da cobertura para impedir sua aderência e permitir movimentos diferenciais.

#### **4.3.6 Isolação térmica:**

É o elemento constituído de uma ou mais camadas de materiais ou produtos isolantes, cuja função é reduzir as trocas de calor entre o exterior e interior do edifício.

#### **4.3.7 Barreira de vapor:**

É a camada estanque ao vapor d'água cuja função é limitar a migração do vapor às camadas superiores

#### **4.3.8 Camada de difusão:**

É a camada colocada sob a impermeabilização ou sob a barreira de vapor destinado a equalizar a pressão de vapor, podendo eventualmente comunicar-se com exterior.

#### **4.3.9 Proteção:**

É a camada sobre a impermeabilização com a finalidade de protegê-la da ação dos agentes atmosféricos e ações mecânicas.

### **4.4 Sistemas Impermeabilizantes**

Conforme a NBR 9575 (ABNT, 2010), os sistemas de impermeabilização empregados na construção civil devem ser escolhidos conforme a solicitação imposta pelo fluido, nas partes que requeiram estanqueidade, e pelo comportamento físico da estrutura.

Ainda de acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2010) existem quatro tipos de solicitações imposta pelo fluido nas edificações, que podem ocorrer conforme a seguir:

#### **4.4.1 Classificação imposta pelo fluido**

- Imposta pela água de percolação, que atua em pisos, coberturas e fachadas;
- Imposta pela água por condensação é a que ocorre em superfícies expostas ao calor e frio;
- Imposta pela umidade do solo (capilaridade) ocorre nas fundações e pisos sobre solo;
- Imposta pelo fluido sob pressão unilateral ou bilateral, que atua nas piscinas e reservatórios.

#### **4.4.2 Classificação quanto ao comportamento das estruturas**

Segundo Cunha e Neumann (1979), as impermeabilizações ainda se classificam de acordo com o comportamento da estrutura:

- Impermeabilizações de áreas onde normalmente se prevê o aparecimento de trincas, tais como peças sujeitas a alterações dimensionais, resultantes de aquecimento e resfriamento ou recalques e movimentos estruturais, como lajes sobre vigas, marquises em balanço, reservatórios superiores de água (devido ao diferencial térmico), influências do entorno como edificações na vizinhança ou tráfego intenso.
- Impermeabilizações de elementos não sujeitos a fissurações e trincas, como as partes da obra com carga estabilizada e temperaturas constantes, como em subsolos ou onde o concreto aparece em compressão.

## **4.5 Classificação quanto a rigidez do sistema**

A norma NBR 9575 (ABNT, 2010) classifica os sistemas de impermeabilização conforme a sua flexibilidade, em dois sistemas: rígidos e flexível.

### **4.5.1 Impermeabilização rígida**

Impermeabilização rígida é aquela que torna a área aplicada impermeável pela inclusão de aditivos químicos, aliado a correta granulometria dos agregados e redução da porosidade do elemento, entre outros. Os impermeabilizantes rígidos não trabalham junto com a estrutura, o que leva a exclusão de áreas expostas a grandes variações de temperatura. Este tipo de impermeabilização é indicado para locais que não estão sujeitos a trincas ou fissuras, tais como:

- Locais com carga estrutural estabilizada: poço de elevador, reservatório inferior de água (enterrado);
- Pequenas estruturas isostáticas expostas;
- Condições de temperatura constantes: subsolos, galerias e piscinas enterradas, galeria de barragens.

### **4.5.2 Impermeabilização flexível**

Impermeabilização flexível compreende o conjunto de materiais ou produtos aplicáveis nas partes construtivas sujeitas à fissuração que podem ser divididos em dois tipos: moldados no local, chamados de membranas e também os pré-fabricados, chamados de mantas. O sistema flexível de impermeabilização é normalmente empregado em locais tais como:

- Reservatórios de água superior;
- Varandas, terraços e coberturas;
- Lajes maciças, mistas ou pré-moldadas;
- Piscinas suspensas e espelhos d'água;

- Calhas de grandes dimensões;
- Galerias de trens;
- Pisos frios (banheiros, cozinhas, áreas de serviço).

#### **4.6 Classificação quanto a aderência ao substrato**

Os sistemas também são classificados quanto à aderência ao substrato conforme apresentado a seguir:

##### **4.6.1 Sistema aderido:**

É quando o material impermeabilizante é totalmente fixado ao substrato, seja por fusão do próprio material ou por colagem com adesivos, asfalto quente ou maçarico.

##### **4.6.2 Sistema semi aderido:**

É quando a aderência do material impermeabilizante é parcial e localizada em pontos como ralos e platibandas.

##### **4.6.3 Sistema flutuante:**

É utilizado em estruturas com grandes deformidades. A impermeabilização é totalmente desligada do substrato.

### **5. MATERIAIS IMPERMEABILIZANTES**

Os sistemas flexíveis utilizados no Brasil para impermeabilização de lajes de cobertura, que é o foco deste trabalho, podem ser agrupados da seguinte forma:

#### **5.1 Sistemas moldados no local**

- Membranas asfálticas
- Membranas poliméricas sintéticas

O sistema moldado no local pode ser aplicado a quente, como os asfaltos em bloco, ou aplicado a frio, como as emulsões e soluções, em espessuras variadas. Exigem aplicação em camadas superpostas, sendo observado para cada produto um tempo de secagem diferenciado.

Para aplicação do produto o substrato tem que ser totalmente limpo, eliminando completamente materiais como óleo, graxa e poeira, e bem regularizado. A regularização da laje é feita com argamassa de cimento e areia. Após essa regularização deve ser realizada novamente a limpeza da superfície para aplicação do produto de modo a se obter o desempenho desejado.

As membranas exigem um rígido controle da espessura e conseqüentemente, a quantidade do produto aplicado por metro quadrado. Como é difícil o controle e a fiscalização em relação ao número de demãos, bem como consumo do produto, esse sistema pode apresentar falhas na execução e comprometer a durabilidade da impermeabilização.

Pirondi (1979), informa que para impermeabilização *in loco*, utiliza-se o processo com membranas que são produtos ou conjuntos impermeabilizantes, aplicados no local com ou sem armadura.

A impermeabilização moldada *in loco* (Fig. 8 e 9) é obtida pela aplicação a quente (asfalto oxidado), ou a frio (base de água ou solventes) de sucessivas camadas de um impermeabilizante líquido na superfície a ser tratada, que forma, depois de seco, uma membrana flexível e sem emendas.

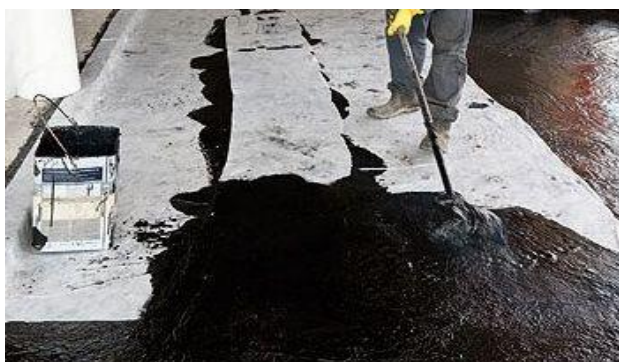


Figura 8 – Impermeabilização aplicada a frio com estruturante  
Fonte: Juliana Nakamura (2012)



Figura 9 – Impermeabilização aplicada a quente com estruturante  
Fonte: Juliana Nakamura (2012)

No caso das membranas líquidas aplicadas a frio, é preciso respeitar o consumo do produto indicado na embalagem, assim como o número de camadas, já que a economia nesse serviço pode resultar em uma impermeabilização deficiente.

Os produtos desse sistema variam em relação à flexibilidade, à resistência aos raios solares e aos procedimentos de aplicação, entre outros aspectos.

As membranas moldadas in loco (Fig. 10 e 11), quando bem executadas, são eficientes e excelentes soluções para pequenas lajes, áreas de difícil acesso e muito recortadas, como jardineiras ou canaletas de drenagem, e também em obras de reparo devido à menor espessura do substrato.



Figura 10 - Membrana acrílica  
Fonte: Romário Ferreira (2008)

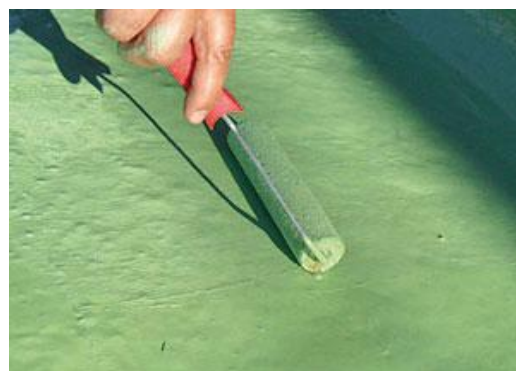


Figura 11 - Membrana Poliuretano  
Fonte: Romário Ferreira (2008)

## 5.2 Sistemas pré fabricados

- Mantas asfálticas com estrutura em poliéster ou fibra de vidro
- Mantas poliméricas sintéticas (PVC, Butílica, EPDM)

Os materiais utilizados para impermeabilização flexível são compostos geralmente por elastômeros e polímeros. Os sistemas pré-fabricados, como a manta asfáltica, possuem espessuras definidas e controladas pelo processo industrial, podendo ser aplicados normalmente em uma única camada, gerando rapidez e economia de mão de obra. O sistema de mantas são os mais utilizados no Brasil na impermeabilização de coberturas, subsolos, jardins e canais de irrigação.

Os sistemas pré-fabricados surgiram por necessidades de rapidez e economia de mão de obra. Um dos materiais mais usados na impermeabilização é a manta asfáltica que é um sistema flexível, pré-fabricado, constituído por uma armadura central estruturante, como filamentos de poliéster ou véu de fibra de vidro, recoberto em ambas as faces por um composto asfáltico, que conferem ao produto grande resistência mecânica.

As Figuras 12, 13 e 14 representam os tipos de mantas mais usados no mercado.



Figura 12 – Manta EPDM  
Fonte: Renato Faria (2008)

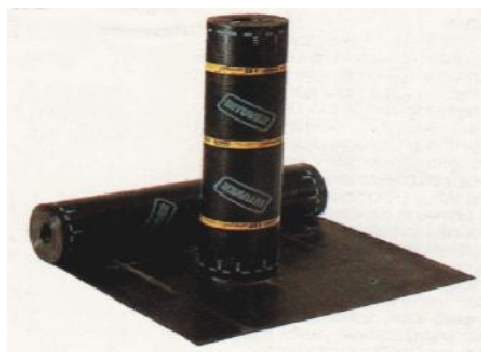


Figura 13 – Manta Asfáltica  
Fonte: Renato Faria (2008)

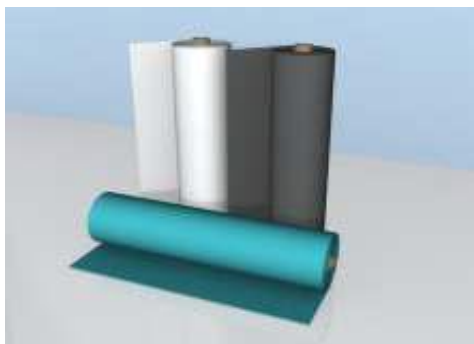


Figura 14 – Manta PVC

Fonte: [www.citmat.com.br](http://www.citmat.com.br) (acesso 2/07/2012)

### **5.3 Manta Butílica:**

É um sistema não armado em mono capa, que se aplica as impermeabilizações de coberturas pré moldadas, lajes mistas, estruturas fissuráveis ou fissuradas de grandes dimensões, calhas e coberturas de madeira e metálicas.

### **5.4 Manta de PVC**

É um sistema utilizado nas impermeabilizações de terraços transitáveis, jardineiras, reservatórios de água, túneis, solos e fundações. São resistentes aos raios solares e podem ficar expostas as intempéries. Também são resistentes ao ataque de raízes e microorganismos.

### **5.5 Manta de EPDM (Etileno, Propileno, Dieno, Monômero)**

E uma manta pré-vulcanizada utilizada para impermeabilizações em geral. Este sistema é indicado para lajes sujeitas a movimentações térmicas, fissuras estáticas ou dinâmicas, pré-moldados e lagos artificiais. Tem ótima resistência a altas temperaturas, a luz solar, e as intempéries, além de ter boa elasticidade.

### **5.6 Manta Asfáltica**

Segundo Pirondi (1979), as mantas asfálticas são produtos impermeáveis, industrializados, obtidos por calandragem, extrusão ou outros processos, com características definidas.



Como são produtos com grande elasticidade são utilizadas para estruturas sujeitas as movimentações, vibrações, e com variações de temperatura, como as lajes de cobertura. A norma técnica NBR 9952 (ABNT, 2007) referente à manta asfáltica para impermeabilização, classifica as mantas em quatro categorias conforme as características de tração, alongamento, flexibilidade e espessura.

Além das classificações ligadas ao processo produtivo e à finalidade do produto, as mantas são ainda classificadas conforme a NBR 9952 (ABNT, 2007) - Manta Asfáltica para Impermeabilização, em tipos I, II, III e IV. Cada tipo de manta possui parâmetros de ensaio, que dependem da característica de cada obra, e estas devem estar especificadas em projeto.

As mantas asfálticas podem ser definidas em função das seguintes características:

- Estruturante interno;
- Acabamento superficial;
- Espessura.

#### **5.6.1 Tipo do material estruturante:**

São responsáveis pela resistência da manta à tração e ao alongamento e podem ser:

- Feltros;
- Véu de fibra de vidro;
- Não tecido de poliéster;
- Tela de poliéster.

#### **5.6.2 Tipo de acabamento superficial da manta**

Tem a função de proteger os asfaltos da ação oxidante da luz e do calor solar, aumentando a resistência à ação do fogo e podendo ser utilizado para fins estéticos:

- Granular
- Metálico
- Antiaderente
- Não tecido de poliéster

### 5.6.3 Espessura

No mercado brasileiro, a espessura das mantas varia entre 2 e 5 mm. No entanto, a norma prevê espessura mínima de 3 mm. Por isso, os materiais com 2 mm só são usados em impermeabilização com dupla manta.

### 5.6.4 Asfalto

É o material responsável pela impermeabilização em si, mas são os polímeros adicionados que dão ao material, as propriedades de desempenho como flexibilidade em baixas temperaturas, alongamento, resistência ao escorrimento e à fadiga mecânica e envelhecimento.

a) Tipos de asfalto: material constituinte da manta:

- Elastoméricas: são mantas que apresentam adição de elastômeros em sua massa, como SBS (Estireno-Butadieno-Estireno).
- Plastoméricas: são mantas que apresentam adição de plastômeros em sua massa, como APP (Polipropileno Atático).
- Oxidado: são mantas de asfalto oxidado policondensado, ou com adição de mistura de polímeros.

O sistema de impermeabilização com manta asfáltica devido à grande confiabilidade é um dos sistemas mais usados na construção civil. Esses produtos garantem a estanqueidade da estrutura, e se adaptam bem as movimentações sofridas por ela.

Conforme a NBR 9575 (ABNT, 2010), as mantas asfálticas são selecionadas pelo tipo de estruturante (I, II, III e IV), e também pelo tipo de massa asfáltica (A, B e C). O estruturante responderá pelas propriedades mecânicas e a massa asfáltica pela durabilidade do conjunto. A mesma norma estabelece desempenhos mínimos às diferentes categorias de massa asfáltica, independentemente do polímero utilizado em sua composição, objetivando definir uma durabilidade do sistema no dimensionamento do projeto de impermeabilização.

De acordo com a engenheira Virgina Pezzolo (2007), as mantas de EPDM, assim como as de TPO e PVC, são bastante utilizadas em obras de edificações, principalmente na impermeabilização de coberturas, a procura por essas mantas tem aumentado em função das certificações para edifícios sustentáveis, como os selos Leed e Aqua.

O responsável técnico é quem deve escolher o tipo de manta a ser usada em cada obra, em função das áreas a serem impermeabilizadas, da carga atuante sobre a manta, grau de fissuração previsto da estrutura, flecha máxima admissível, exposição às intempéries, e a forma de aplicação.

As mantas asfálticas podem ser classificadas de diversas formas. A NBR 9952 (ABNT, 2007) apresenta os parâmetros de ensaio quanto às características importantes para as mantas asfálticas conforme tabela da figura 15.

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	Variação em massa (máximo)		3%	3%	3%	3%
4	Flexibilidade a baixa temperatura <sup>1)</sup>	Asfalto oxidado	°C	≤ 0	≤ 0	≤ 0	≤ 0
		Asfalto plastomérico		≤ -5	≤ -5	≤ -5	≤ -5
		Asfalto elastomérico		≤ -5	≤ -5	≤ -5	≤ -5
5	Resistência ao impacto <sup>2)</sup> a temperatura de 0°C (mínimo)		J	2,45	2,45	4,90	4,90
6	Puncionamento estático <sup>3)</sup> (mínimo)		kg	25	25	25	25
7	Escorrimento (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 <sup>4)</sup>		Os corpos-de-prova, após ensaio, não devem apresentar bolhas, escorrimento, gretamento, separação dos constituintes, deslocamento ou delaminação			
		Mantas protegidas ou autoprotégidas <sup>4)</sup>					
10	Flexibilidade após envelhecimento acelerado	Asfalto oxidado	°C	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10
		Asfalto plastomérico		≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5
		Asfalto elastomérico		≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5

Figura 15 – Parâmetros de ensaios – Mantas Asfálticas  
NBR – APUD Geovane Venturini Righi (2009)

## 5.7 DETALHES CONSTRUTIVOS

De acordo com Picchi (1986), o sucesso de uma impermeabilização depende de uma série de detalhes que garantam a estanqueidade dos pontos críticos e singularidades

específicas de cada edificação. A maior parte dos problemas de impermeabilização se dá nas bordas, encontros com ralos, juntas, mudanças de planos, passagem de dutos etc.

Segundo a NBR 9575 (ABNT, 2010) o projeto de impermeabilização deve atender aos seguintes detalhes construtivos;

- A inclinação do substrato das áreas horizontais deve ser no mínimo de 1%, em direção aos coletores de água.
- Os coletores devem ter diâmetro que garanta a manutenção da seção nominal dos tubos prevista no projeto hidráulico após a execução da impermeabilização, sendo o diâmetro nominal mínimo de 75 mm. Tais coletores devem ser fixados rigidamente a estrutura.
- Deve ser previsto nos planos verticais encaixes para embutir a impermeabilização, para o sistema que assim o exigir, a uma altura mínima de 20 cm acima do nível do piso acabado ou 10 cm do nível máximo que água pode atingir.
- Toda a instalação que necessite ser fixada na estrutura, no nível da impermeabilização, deve possuir detalhes específicos de arremates e reforços de impermeabilização.
- Toda a tubulação que atravessa a impermeabilização deve ser fixada na estrutura, e possuir detalhes específicos de arremate e reforços da impermeabilização.
- As arestas e os cantos vivos das áreas a serem impermeabilizadas devem ser arredondados sempre que a impermeabilização assim o requerer.
- As proteções mecânicas, bem como os pisos posteriores devem possuir juntas de retração e trabalho térmico preenchidas com materiais deformáveis, principalmente no encontro de diferentes planos.

- As juntas de dilatações devem ser divisores de água, com cotas mais elevadas no nivelamento do caimento, bem como deve-se prever detalhamento específico quanto ao rebatimento de sua abertura na proteção mecânica e pisos posteriores.
- Todas as áreas onde houver desvão devem receber impermeabilização na laje superior e recomenda-se também na laje inferior.

Para um bom desempenho do sistema deve-se estar atento a todos os detalhes e interferências que possam atravessar a cobertura a fim de se garantir uma perfeita estanqueidade da edificação.

As figuras 16, 17, 18, 19 e 20 representam detalhes importantes para execução de um sistema de impermeabilização, como detalhe da cobertura, rufo, calha, platibanda, em concreto e ralo, tais pontos necessitam de alto controle de qualidade na sua execução.

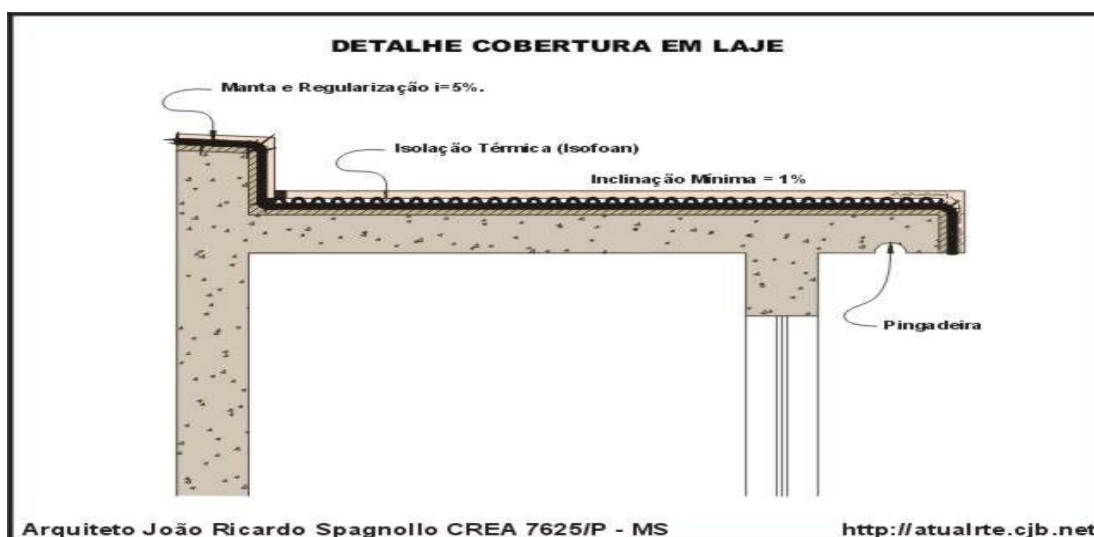


Figura 16 – Detalhe da Cobertura

Fonte: [www.geocities.com/impermea](http://www.geocities.com/impermea) (acesso 12/07/2012)

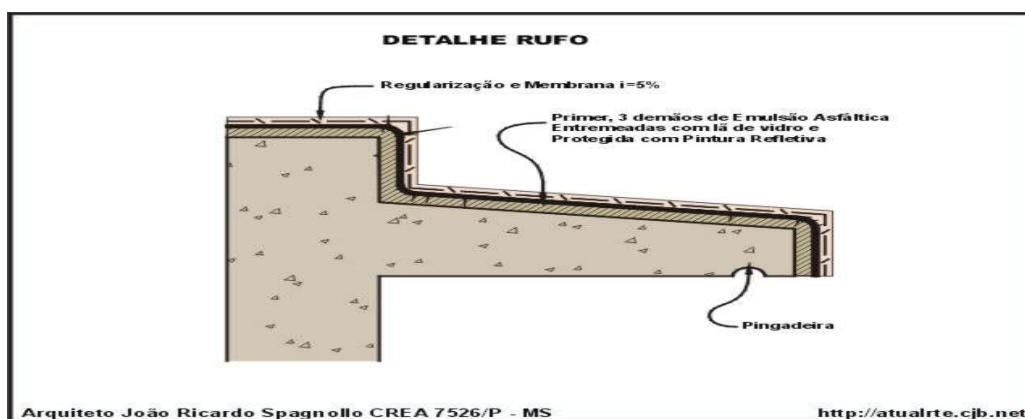


Figura 17 – Detalhe do Rufo

Fonte: [www.geocities.com/impermea](http://www.geocities.com/impermea) (acesso 12/07/2012)



Figura 18 – Detalhe da calha

Fonte: [www.geocities.com/impermea](http://www.geocities.com/impermea) (acesso 12/07/2012)

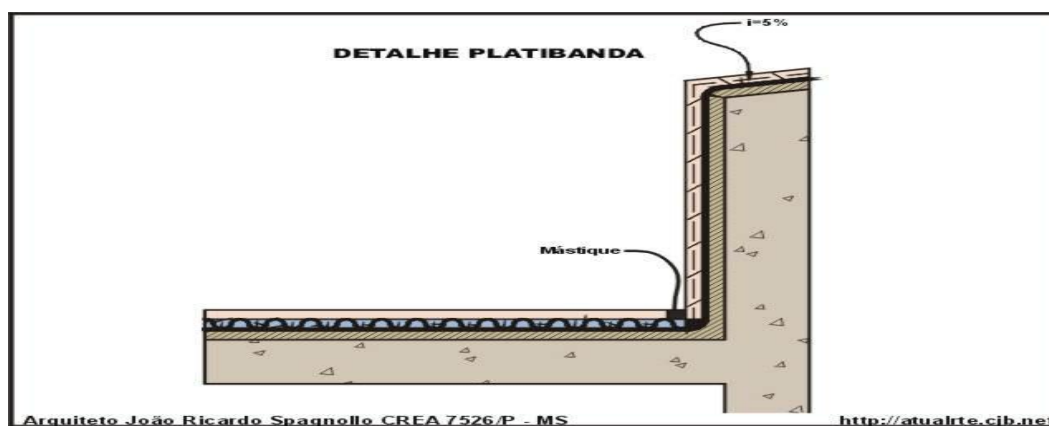


Figura 19 – Detalhe da Platibanda

Fonte: [www.geocities.com/impermea](http://www.geocities.com/impermea) (acesso 12/07/2012)



Figura 20 – Detalhe do Ralo  
 Fonte: [www.geocities.com/impermea](http://www.geocities.com/impermea) (acesso 12/07/2012)

## 6 EXECUÇÃO DO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Para iniciar os serviços de execução da impermeabilização com manta asfáltica, devem ser executados os seguintes procedimentos:

- Preparação da base
- Aplicação da manta
- Teste hidráulico
- Proteção mecânica

A Figura 21 representa um sistema de impermeabilização e suas camadas:

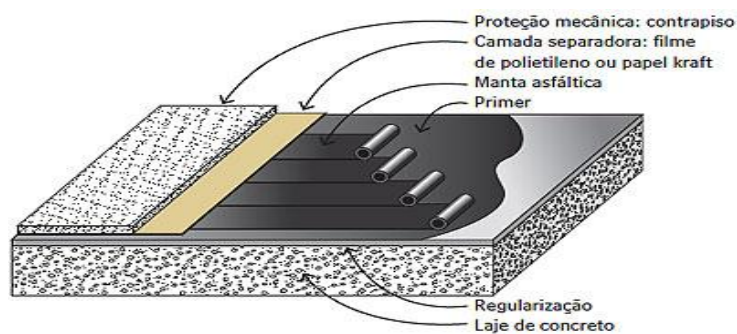




Figura 21 – Sistema de impermeabilização  
Fonte: VIAPOL (2008)

### 6.1 Camada de Regularização

Sobre a laje deve-se executar a camada de regularização conforme representação das Figuras 22 e 23, com argamassa de cimento e areia, tomando o cuidado de arredondar todos os cantos com paredes. Essa medida facilita a aplicação da camada impermeabilizante e sua acomodação. Deve-se também, prever queda para ralos fazendo a regularização com um caimento mínimo de 1% e sua espessura mínima deve ser de 3cm.



Figura 22 – Regularização da superfície  
Fonte: Virginia Pezzolo (2007)



Figura 23 – Meia cana  
Fonte: Virginia Pezzolo (2007)

As Figuras 24 e 25 são retiradas do Anuário Pini de Construção (2012), e mostram a regularização da superfície, que deve ser feita com caimento mínimo de 1% em direção aos coletores, e o entorno dos ralos rebaixado com argamassa de 3 cm de profundidade, com área de 40 x 40 cm, com bordas chanfradas para que haja nivelamento de toda a impermeabilização, após a colocação dos reforços previstos no local.



Figura 24 – Regularização da superfície  
Fonte: Anuário Pini (2012)

Depois de finalizados os trabalhos prévios de regularização da superfície com argamassa de cimento e areia, com os caimentos e detalhes técnicos necessários, a superfície esta pronta para a aplicação do sistema de impermeabilização, que se inicia com a imprimação.

Figura 25 – Rebaixo do ralo  
Fonte: Anuário Pini (2012)

## 6.2 Imprimação

O método de aplicação do sistema de manta asfáltica, inicia-se, pela imprimação, que é a aplicação de primer (pintura asfáltica), aplicado com rolo de lã sobre a superfície regularizada e seca. O primer é o elemento de ligação entre o substrato e a manta, ele é composto de asfalto oxidado diluído em solvente orgânico.

As Figuras 26 e 27 mostram um terraço onde foi aplicado o primer para posterior aplicação da manta.



Figura 26 – Aplicação de Primer  
Fonte: Anuário Pini (2012)



Figura 27 – Aplicação de Primer - ralo  
Fonte: Anuário Pini (2012)

## 6.3 Aplicação da Manta Asfáltica

Após a secagem ao toque, pode-se passar à aplicação da manta, que é feita no sentido contrário ao caimento, com o desenrolar dos tubos de manta sobre a laje, deixando um transpasse lateral de 10 cm.

A colagem da manta deve ser iniciada pelos ralos e coletores de água, vindo no sentido das extremidades, obedecendo ao escoamento da água.

Nos rodapés a manta do piso deve cobrir parte da meia cana, onde depois se cola outra manta descendo do rodapé ao piso, ficando este trecho com manta dupla. O método mais comumente usado para a fusão das mantas é com uso de maçarico, Figura 28.

Após a colagem da manta, é necessário fazer o biselamento, que é o aquecimento da colher de pedreiro que alisa as emendas da manta, exercendo pressão sobre ela, a fim de se evitar qualquer infiltração no sistema, (Figura 29).



Figura 28 – Aplicação da manta  
Fonte: [www.primer.com.br](http://www.primer.com.br) (acesso 2/07/2012)



Figura 29 – Biselamento  
Fonte: [www.primer.com.br](http://www.primer.com.br) (acesso 2/07/2012)

#### 6.4 Teste de Estanqueidade

Conforme a NBR 9574 (ABNT, 2008), após a colocação da manta, deve ser feito um teste de estanqueidade com uma lâmina d'água, com duração mínima de 72 horas, a fim de detectar qualquer falha na impermeabilização. A figura 30 mostra essa etapa.



Figura 30 - Teste de estanqueidade  
Fonte [www.igazengenharia.com.br](http://www.igazengenharia.com.br) (acesso 5/07/2012)

Após o teste de estanqueidade, deverá ser aplicado sobre a manta, a camada separadora (filme de polietileno ou papel kraft) sobre a superfície horizontal. Esta camada é utilizada para impedir que a superfície impermeabilizada entre em contato com a camada de proteção mecânica (Figuras 31 e 32).

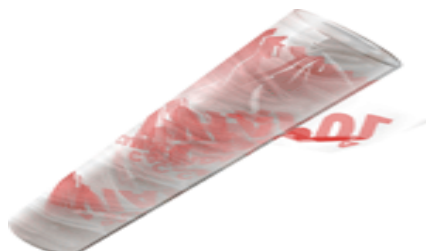


Figura 31 – Filme de polietileno

Fonte: <http://mundodaimpermeabilizacao.blogspot.com.br/> (acesso 10/07/2012)



Figura 32 – Papel Kraft

Fonte: <http://mundodaimpermeabilizacao.blogspot.com.br/> (acesso 10/07/2012)

### **6.5 Isolamento Térmico**

Segundo a NBR 9575 (ABNT, 2010), o isolamento térmico é a camada com a função de reduzir o gradiente de temperatura atuante sobre a camada impermeável, de modo a protegê-la contra os efeitos danosos do calor excessivo.

Todas as estruturas sofrem efeitos das dilatações e das contrações, que dependem do coeficiente de dilatação térmica do material, podendo causar fissuras na estrutura, prejudicando assim, o sistema de impermeabilização.

Segundo Picchi (1986), a camada de isolamento térmica, e particularmente, a da cobertura atende a três funções:

- Conforto;
- Economia de energia;
- Estabilidade da estrutura e aumento da vida útil das edificações.

Segundo Cunha e Neumann (1979), o isolamento térmico, proporciona conforto, porque mantém estável a temperatura nos ambientes, reduz o aquecimento no verão e o esfriamento no inverno, e, também, proporciona economia, pois permite redução do tamanho dos equipamentos de ar condicionado, diminuindo o consumo de energia elétrica.

Picchi (1986) ressalta que, o Isolamento térmico pode ser disposto de duas formas diferentes em relação à impermeabilização: sobre a impermeabilização ou o contrário, com a impermeabilização sobre o isolamento térmico.

As vantagens de se dispor a isolação térmica sobre a impermeabilização segundo Picchi (1986) são:

- Dispensa o uso da barreira de vapor, uma vez que a própria impermeabilização impede que o vapor d'água do ambiente interior atinja o isolamento térmico.
- Possibilita o uso da impermeabilização em sistema aderente, facilitando a localização de uma eventual falha na impermeabilização.
- Protege a impermeabilização termicamente, o que contribui sensivelmente para o aumento da sua durabilidade.

O isolamento térmico pode ser colocado em três zonas diferentes: numa camada intermédia, sobre o sistema de impermeabilização ou sob a estrutura resistente, (Figura 33).



Figura 33– Camada separadora com isolante

Fonte: <http://mundodaimpermeabilizacao.blogspot.com.br> (acesso 10/07/2012)

### 6.6 Camada de Proteção Mecânica

Deve-se executar argamassa de proteção de cimento e areia sobre a camada separadora de 3,0 cm no mínimo. A camada de proteção tem a função de absorver e dissipar os esforços estáticos ou dinâmicos atuantes sobre a camada impermeável. A figura 34 mostra a execução da camada de proteção sobre a camada separadora de polietileno.



Figura 34 – Execução da camada de proteção

Fonte: [www.peritos.eng.br](http://www.peritos.eng.br)(acesso 15/07/2012)

A figura 35 mostra a camada proteção mecânica executada com tela galvanizada para evitar fissuras.



Figura 35 – Camada de proteção  
Fonte: Virginia Pezzolo (2007)

## 6.7 Execução dos detalhes

### 6.7.1 Ralos

A impermeabilização deve ser levada até dentro dos ralos, para evitar possíveis infiltrações entre a impermeabilização e face exterior do ralo. Enrola-se um canudo de manta que deve ficar 10 cm para dentro do cano e 10 cm para fora. Com uma colher de pedreiro aquecida faz-se o biselamento, com um estilete cortam-se tiras em formato de margarida e na parte recortada faz-se novamente o biselamento. Para reforço corta-se um quadrado de manta e coloque por cima do ralo e com estilete corte-o como se fosse fatias de pizza, empurre as pontas para baixo e faça o biselamento com a colher de pedreiro com as pontas aquecidas, conforme mostrado na figura 36.



Figura 36 – Etapa detalhamento de ralo

### 6.7.2 Tubulação que atravessa a cobertura

O encontro da impermeabilização com o tubo também receberá reforço. Deve-se recortar um pedaço de manta que envolva o cano e com um estilete corte tiras. Envolve o cano com a manta, aqueça as tiras e cole-as na superfície imprimada. Recorte mais um pedaço de manta, encaixe-a no tubo e cole com o maçarico, conforme mostrado na figura 37.



Figura 37 – Etapa detalhamento de tubo

### 6.7.3 Rodapé

Conforme a norma NBR 9575 (ABNT, 2010), devem ser previsto nos planos verticais encaixe para embutir a impermeabilização, a uma altura mínima de 20 cm acima do nível do piso acabado ou 10 cm do nível máximo que água pode atingir. O rodapé deve ser em meia cana e a manta deverá ser encaixada na parede para impedir a entrada de água por trás da manta, conforme mostrado nas Figuras 38, 39 e 40.



Figura 38– Encaixe da manta  
Fonte: VIAPOL, (2008)



Figura 39 – Encaixe da manta no rodapé  
Fonte: VIAPOL, (2008)





Figura 40 – Detalhe de rodapé do pilar  
Fonte: VIAPOL, (2008)

#### 6.7.4 Juntas de dilatação

As ações dimensionais devidas a mudanças de temperatura introduzem tensões na estruturas de concreto das edificações, devido a sua hiperestaticidade.

As juntas de dilatação são cortes feitos em toda a extensão das edificações, destinadas a diminuir o valor absoluto das variações volumétricas devidas a variações térmicas, retração hidráulica e outros.

As juntas também devem ser divisores de água, com cotas mais elevadas no nivelamento do caimento. Deve-se executar um rebaixamento no entorno da junta para o reforço da impermeabilização e, dentro, colocar um limitador de junta e em seguida o mástique, que é um selante à base de polímeros, que irá absorver e selar a junta por dentro.

As Figuras 41 e 42 apresentam um esquema das juntas de dilatação na cobertura.



Figura 41 – Junta de dilatação  
Fonte: Ana Lourençon (2011)



Figura 42 – Detalhe da junta  
Fonte: Ana Lourençon (2011)

## **Mantas EPDM**

São mantas de borracha, que resistem bem à umidade, aos álcalis, aos ácidos e ao envelhecimento. Suportam alongamentos de até 400%. As emendas são feitas com adesivo auto vulcanizante e fita de caldeação, sendo a manta aplicada sobre um berço amortecedor a frio constituído de emulsão asfáltica.

Materiais utilizados no sistema:

- Fita de caldeação,
- Adesivo auto vulcanizante,
- Berço amortecedor de solução asfáltica,
- Adesivo de contato.

Para aplicação da manta deverá ser feita uma aplicação de tinta de imprimação com emulsão hidroasfáltica. A imprimação não deverá ser feita nas regiões de colagem direta da manta sobre o substrato como bocas de saída de água, e parte superior horizontal dos rodapés e nas meias canas e quinas arredondadas horizontais e verticais.

A manta deverá ser aplicada sobre o berço amortecedor já curado, com a sobreposição no sentido do caimento das águas deixando uma faixa de colagem com 5 cm de largura para utilização do adesivo vulcanizante e fita de caldeação.

Deve-se colar a manta diretamente sobre a superfície regularizada nas bocas de ralo e na parte superior dos rodapés, nas meias canas e quinas arredondadas horizontais e verticais. As superfícies deverão estar limpas e isentas de poeira. Deve-se colar manta com manta com adesivo autovulcanizante na face da manta inferior e na fita de caldeação. Deve-se aguardar que o adesivo pegue ao toque para se colar a fita na manta através de fricção. Deve-se aplicar uma demão de adesivo autovulcanizante sobre a face de colagem da manta superior e sobre a fita de caldeação, já colada a manta inferior. Estando o adesivo no ponto de pega ao toque, deve-se unir as parte com fricção enérgica, com rolete de ferro dentado.

A seguir apresenta-se uma seleção de fotos de execução de um sistema de impermeabilização de cobertura com manta EPDM.

A Figura 43 mostra a superfície de concreto regularizada, limpa e pronta para receber a manta. A figura 44 mostra a manta sendo colada na superfície.



Figura 43 – Superfície regularizada



Figura 44 – Colagem da manta

As Figuras 45 e 46, mostram que nos rodapés a manta é colada diretamente na superfície, sem aplicação do primer.



Figura 45 – Superfície regularizada



Figura 46 – Colagem da manta

A Figura 47 mostra a manta sendo aplicada nos apoios para equipamentos.



Figura 47 – Detalhes

A figura 48 mostra a camada de proteção mecânica sendo executada com tela, e o posicionamento das juntas anti compressão e de retração. As juntas serão preenchidas com mastique asfáltico, elaborado com areia fina lavada e emulsão hidroasfáltica.



Figura 48 – Camada de proteção

## **7 PATOLOGIAS DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO**

### **7.1 Patologias ocasionadas pela umidade**

As patologias ocasionadas pela umidade em uma edificação comprometem a sua durabilidade. As armaduras com baixo cobrimento de concreto, por exemplo, podem entrar em contato com a água e ao sofrer corrosão, expandir e estourar elementos estruturais. Também podem ocorrer manchas nas paredes e nas lajes, destacamento do piso, formação de limo e bolores, entre outras.

Segundo Verçoza (1983), a passagem de água na edificação causa uma série de patologias, as quais são difíceis de solucionar, acarretam prejuízos financeiros, desconforto aos usuários e danos a bens e equipamentos localizados no interior dos imóveis.

Nas construções os defeitos mais comuns decorrentes da penetração de água sob a forma líquida ou vapor, podem variar de bolhas e manchas nas paredes até problemas de ordem estrutural, comprometendo a segurança e a estabilidade das construções e até a saúde das pessoas (IBI, 2012).

A incidência de cada uma delas varia de acordo com cada tipo de obra ou mesmo da região geográfica, entretanto as mais comuns são:

- Manchas: a água ao atravessar uma barreira fica aderente, resultando daí uma mancha;
- Infiltração: quando a quantidade de água é maior ela pode pingar, ou até fluir resultando numa infiltração;
- Mofo e bolor: é a ocorrência de fungos vegetais aderentes à alvenaria, escurecendo sua superfície e desagregando-a;
- Ferrugem: oxidação do ferro ou do aço, oxidação esta favorecida pela ação da umidade;
- Eflorescência: formações salinas nas superfícies das paredes, trazidas de seu interior pela umidade. Apresenta-se com aspecto esbranquiçado à superfície da pintura ou reboco;
- Criptoflorescência: formação de cristais no interior da parede ou estrutura pela ação de sais. Causam rachaduras e até a queda da parede;
- Gelividade: ação da água depositada nos poros e canais capilares dos materiais que ao se congelar podem causar a desagregação dos mesmos devido ao seu aumento de volume;
- Deterioração: Degradação do reboco e/ou estrutura quando exposta à ação da umidade.

Na construção civil, os problemas de umidade podem se manifestar em diversos elementos das edificações como paredes, pisos, laje, fachadas, elementos de concreto armado, etc., portanto é necessário planejar a impermeabilização adequada a cada parte da edificação.

A Figura 49 mostra patologia ocasionada pela umidade, e eflorescência e oxidação da armadura em laje de concreto. A impermeabilização neste caso foi mal executada.



Figura 49 – Armadura exposta por falha na impermeabilização

As principais causas de vazamento em lajes de cobertura são devidas a ausência ou falha no sistema impermeabilizante, aliada a crença de que o concreto com o traço mais forte é capaz de livrar a estrutura dos problemas causados pela água.

A Figura 50, apresenta a formação de estalactites na laje de cobertura devida exposição da superfície a umidade. As estalactites ocorrem devido a dissolução da cal liberada na hidratação do cálcio do cimento. Esta cal quando chega na superfície do concreto entra em contato com o  $\text{CO}_2$  da atmosfera é carbonatada formando os estalactites. A Figura 51 apresenta manchas e bolhas na pintura causadas por problemas na impermeabilização.



Figura 50 – Estalactites Eflorescência



Figura 51 – Bolhas e manchas na laje

## 7.2 FALHAS NO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO

A vida útil de uma edificação é influenciada pela presença dos sistemas de impermeabilização, que protegem as estruturas contra a ação nociva da água. Eles cumprem a função de impedir a propagação da umidade e evitar infiltrações. Consequentemente previnem também o aparecimento das patologias, como manchas de bolor, surgimento de goteiras, corrosão de armaduras entre outras. A ausência de um projeto de impermeabilização em curto espaço de tempo, origina a deterioração das estruturas do imóvel, bem como a diminuição da sua vida útil.

### 7.2.1 Falhas Devidas a Falta do Projeto:

A ausência de um projeto de impermeabilização, ou mesmo a ocorrência de erros na execução do projeto, ou projeto que não atendem as normas têm sido uma das maiores causas do insucesso de um sistema de impermeabilização.

Segundo Siqueira Filho a principal causa das infiltrações é a falta de um projeto de impermeabilização. Afirma que 90% das obras hoje, não têm projeto de impermeabilização e os serviços são executados de maneira empíricas, dando mais valor ao menor preço do que a qualidade dos serviços prestados.

A falta do projeto de impermeabilização causa grandes problemas como:

- Re-trabalhos de instalações hidráulicas;
- Enchimentos desnecessários;
- Mudança no dimensionamento final dos acabamentos;
- Manutenções e reparos futuros na própria impermeabilização, diminuindo sua vida útil.

Segundo Picchi (1986), as origens dos defeitos em impermeabilização podem ser devido a:

- Ausência de projeto;
- Escolha inadequada de materiais;
- Dimensionado insuficiente dos coletores pluviais;
- Detalhes: juntas;

- Não execução de rodapé;
- Não consideração da argamassa de regularização;
- Falta de proteção das cotas de platibanda, permitindo a infiltração sob a impermeabilização;
- Erros de projeção em outras partes do edifício (rede pluvial mal projetada, falta de desnível na soleira etc.) causando infiltrações que acabam sendo atribuída a impermeabilização.

### **7.2.2 Falhas devidas a execução:**

As falhas devidas a execução nos serviços de impermeabilização são causadas pelos aplicadores ou operários das obras.

Levantamentos feitos pelo mercado indicam que dos problemas ligados à impermeabilização, a deficiência da mão de obra representa 90% contra 10% da qualidade dos materiais. Podemos explicar esta estatística, pois o mercado da construção apresenta uma carência de capacitação de mão de obra. O aprendizado na maior parte das vezes se dá com orientação de profissionais experientes aliados a prática no cotidiano IBDA, 2010.

Toda cadeia da construção, desde o usuário, até o profissional, precisa conhecer e aprender sobre os benefícios da correta impermeabilização de uma obra. É esta proteção que garantirá durabilidade, bem estar, menor desperdício e menor poluição, com menos gastos futuros para refazer os serviços.

A NBR 9574 (ABNT, 2008) referente à execução da impermeabilização, destaca que o executante dos serviços de impermeabilização antes de iniciar os serviços, deve receber uma série de documentos técnicos, tais como:

- Memorial descritivo e justificativo;
- Desenhos e detalhes específicos;
- Especificação dos materiais a serem empregados e dos serviços a serem realizados;
- Planilha de quantidade de serviços a serem realizados;
- Indicação da forma de medição dos serviços à serem realizados;



O executante das obras de impermeabilização deve obedecer rigorosamente ao projeto, principalmente na execução dos detalhes e na utilização dos materiais especificados.

Godoy e Barros (1997) destaca que os principais problemas ocorridos durante a execução dos serviços são:

- Falta de argamassa de regularização, ocasionando a perfuração da impermeabilização.
- Não arredondamento de cantos e arestas.
- Execução de impermeabilização sobre a base úmida, comprometendo a aderência e podendo gerar bolhas, que ocasionarão deslocamentos e rupturas da película impermeabilizante;
- Execução de impermeabilização sobre base empoeirada, comprometendo a aderência;
- Juntas travadas por tábuas ou pedras com cantos cortantes que podem agredir a impermeabilização;
- Arremate das arestas das juntas executadas com argamassa que pode se desprender pela ação do mastique;
- Falta de berço para manta butílica;
- Uso de camadas grossas na aplicação asfáltica, para economia de tempo, dificultando a cura da emulsão;
- Falhas em emendas (pouco traspasse, mau uso da pistola de ar quente nas mantas de PVC);
- Perfuração de mantas pela ação de sapatos com areia, carrinhos entre outros;

### **7.2.3 Falhas devidas á má utilização e manutenção:**

Segundo Picchi (1986), também são causas dos problemas de impermeabilização encontrados em obras:

- Danos causados na obra pela colocação de peso excessivo (entulho, equipamentos, etc) sobre a impermeabilização;
- Perfuração da impermeabilização, sem qualquer reparo, após instalação de antenas e varais;
- Danos causados à impermeabilização por ocasião da troca de piso;
- 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 intuito de efetuar-se uma correção térmica, que, no entanto, pode ocasionar fissuras devido à sobrecarga da laje (caso não tenha sido prevista);

As Figuras 52 e 53 mostram a colocação de entulhos e madeira sobre a laje, impermeabilizada podendo causar perfurações na manta e prováveis vazamentos.



Figura 52 – Entulho sobre a laje impermeabilizada

Fonte: <http://mundodaimpermeabilizacao.blogspot.com.br> (acesso 10/07/2012)



Figura 53 – Tábuas sobre a laje impermeabilizada

Fonte: <http://mundodaimpermeabilizacao.blogspot.com.br> (acesso 10/07/2012)

A Figura 54 mostra a instalação inadequada da antena sobre a laje, ocasionando perfurações na manta e prováveis vazamentos.



Figura 54 – Instalação inadequada de antena

Fonte: <http://mundodaimpermeabilizacao.blogspot.com.br> (acesso 10/07/2012)

A Figura 55 mostra o descolamento da manta na base do pilar.



Figura 55 – Descolamento da manta

Fonte: <http://mundodaimpermeabilizacao.blogspot.com.br> (acesso 10/07/2012)

A Figura 56 mostra a falha executiva no sistema de impermeabilização onde os conduítes de elétrica passam sob a manta de impermeabilização (transpassando-a) e não sobre a proteção mecânica.

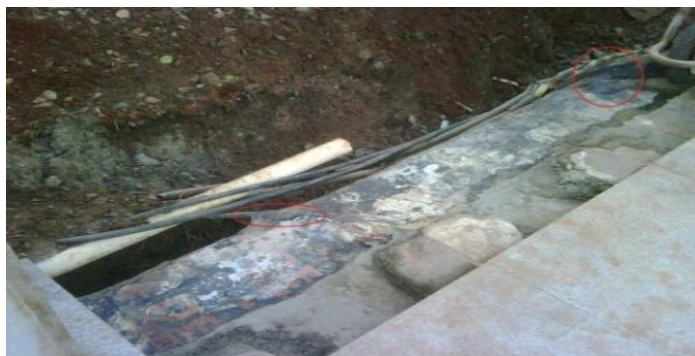


Figura 56 – Conduítes sob a manta

Fonte: <http://mundodaimpermeabilizacao.blogspot.com.br> (acesso 10/07/2012)

#### **7.2.4 Falhas devido a qualidade dos materiais:**

Segundo Picchi (1986), as falhas principais em um sistema de impermeabilização devido a má qualidade dos materiais podem ser:

- materiais não normatizados, de propriedades inadequadas a utilização;
- materiais adulterados devido a ausência de controle de qualidade;
- adulteração do fornecedor e/ou aplicador

A especificação é realmente um dado essencial. Em um país em que a normalização nem sempre é respeitada, é importante se guiar por marcas reconhecidas e que tenham um bom histórico de comprometimento com a qualidade no Brasil e no exterior.

A utilização de materiais inadequados pode trazer conseqüências graves para a edificação tais como:

- Danos a construção;
- Danos a estrutura;
- Danos funcionais;
- Danos a saúde dos usuários;
- Danos aos bens internos dos imóveis;
- Descrédito do segmento da impermeabilização;
- Desgaste entre cliente final/construtora/aplicador;
- Ações na justiça;

- Grandes gastos para reparos totais;
- Desvalorização do imóvel;
- Necessidade de recuperação estrutural;

A seguir as Figuras 57 e 58 mostram a má qualidade da manta de impermeabilização, onde foram detectados furos em toda a sua extensão.



Figura 57 – Defeito da manta



Figura 58 – Furos na manta

Com o aumento da demanda por projetos de impermeabilização, o mercado precisa oferecer profissionais aptos para desenvolver este tipo de trabalho, o que não vem ocorrendo devido à falta de cursos de extensão nessa área.

Dentre as principais causas de falhas citadas anteriormente, a maioria se refere a erros técnicos. O rigoroso controle da execução da impermeabilização é fundamental para seu desempenho. Portanto deve-se sempre obedecer ao detalhamento do projeto, verificar se a estrutura esta preparada para receber o sistema de impermeabilização, se o material a ser aplicado é de boa qualidade, e também se a mão de obra é especializada para execução do sistema, tudo isso a fim de garantir a estanqueidade da edificação.

## **Considerações Finais**

O estudo da impermeabilização tem sido de grande valor para as edificações, pois é ele que vai permitir o aumento da vida útil da construção garantindo também a saúde dos usuários e a salubridade dos ambientes. Por esses motivos a proteção das estruturas contra as patologias causadas pelas infiltrações de água é fator de grande importância na construção civil.

Pretendeu-se com esse trabalho reforçar a necessidade da existência de um projeto específico para a impermeabilização visto que ele faz parte do projeto da construção civil, a fim de se evitar que as patologias aqui descritas aconteçam.

Um dos problemas encontrados foi à escassez da mão de obra especializada para elaboração e aplicação do sistema de impermeabilização. Embora ainda existam profissionais que não estão adaptados a esse assunto, não se pode deixar de dizer que muitos construtores já estão cientes dessa necessidade e que muitas pesquisas sobre materiais com tecnologias mais avançadas de fácil e rápida execução estão sendo estudadas.

Segundo um fabricante de materiais de impermeabilização, no início da década de 90, existiam em torno de 20 produtos disponíveis em seu catálogo e hoje esse número chega a mais de 150 produtos. Embora haja um número grande de produtos disponíveis no mercado, hoje, nem todos podem ser utilizados. A grande maioria deles é importada e foram desenvolvidos para serem utilizados em países de clima diferente do clima brasileiro e por isso nem todos se ajustam a necessidade do nosso país. Portanto deve-se utilizar produtos já reconhecidos em nosso país, e que estejam em conformidade com as normas técnicas brasileiras.

Outro ponto importante observado durante o estudo é a importância da compatibilização de todos os projetos como arquitetura, elétrico, hidráulico estrutural e também do sistema de drenagem com o de impermeabilização, uma vez que são necessárias perfurações na cobertura para instalação de dispositivos coletores como ralos, e nestes pontos, os detalhes da impermeabilização é que vão permitir a estanqueidade da cobertura.

Vale ressaltar que realizar um projeto de impermeabilização já no início da obra reduz os custos oriundos da manutenção, gerados pelo reparo das patologias surgidas pela falta do projeto.

Verifica-se com esse estudo que um projeto de impermeabilização bem feito, com mão de obra qualificada para aplicação do sistema escolhido, boa qualidade dos materiais e uma fiscalização eficiente garantem a qualidade da impermeabilização e a preservação da edificação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, B. Construção Estanque. Construção e Mercado, n.39, São Paulo, outubro, de 2004.

ANUÁRIO PINI. Construção 2012. Disponível em <http://anuario.piniweb.com.br/cViewer/edicao.asp?ed=2012>. (Acesso em 20/06/2012).

APOSTILA PINI SISTEMAS. Desenvolvimento Profissional . São Paulo: Editora Pini,2000.

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

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9952 – Manta Asfáltica para Impermeabilização. Rio de Janeiro, 2007.

CITIMAT IMPERMEABILIZANTES. Disponível em <<http://www.citmat.com.br>>. Acesso 2/07/2012.

CUNHA, A.G.; NEUMANN, W. Manual de impermeabilização e isolamento térmico. Rio de Janeiro, Texsa Brasileira, 4.ed, 1979.

FARIA, R. Tecnologia Estanque. Revista Técnica. Artigo, Ed 141, dezembro, 2008.



FERREIRA, R. Conhecendo os impermeabilizantes. Revista Equipe de Obras – Artigo, Ed 141, dezembro, 2008.

FILHO, Firmino Soares Siqueira. Notas de aula. Sistemas Impermeabilizantes. Curso de Especialização em Construção Civil. UFMG.

FILHO, Firmino Soares Siqueira. Notas de aula. Tecnologia Impermeabilização. Curso de Especialização em Construção Civil. UFMG.

GODOY, Eduardo Henrique Pinheiro; BARROS Márcia Bottura. A avaliação de desempenho dos sistemas de impermeabilização. Simpósio Brasileiro de Impermeabilizações, São Paulo novembro de 1997.

IBDA - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura – [Http://www.ibda.com.br](http://www.ibda.com.br), Acessado em 20/5/2012.

IBI - Instituto Brasileiro de Impermeabilização -<<http://www.ibisp.org.br>>, Acessado em 20/5/2012.

IMPERCONSULTORIA Brasil. Disponível em <<http://imperconsultoria.blogspot.com/search/label/mantaasfaltica>>. Acesso em 20/06/2012.

LOURENÇON, A.C. Selagem de juntas Equipe de Obras. Artigo, Ed 141, julho, 2011.

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.

MUNDO DA IMPERMEABILIZAÇÃO. Disponível em <http://mundodaimpermeabilizacao.blogspot.com.br/> (Acessado em 20/06/2012.)

NAKAMURA , J. Emulsão asfáltica aplicada a frio. Revista Equipe de Obras – Artigo, Ed 44, fevereiro, 2012.

NAKAMURA , J. Asfalto aplicado a quente. Revista Equipe de Obras – Artigo, Ed 44, fevereiro, 2012.

PAZZOLO, V., Conhecendo os impermeabilizantes. Artigo, Ed 44, fevereiro de 2012. Disponível em < <http://www.equipedebra.com.br/construcao-reforma/44/artigo245388-1.asp>> Acesso em 20/06/2012.

PIRONDI, Z. Manual prático da impermeabilização e de isolamento térmica. São Paulo, 1979.

PICCHI, Flávio Augusto. Impermeabilização de cobertura. São Paulo: Pini Ltda, 1986.

POZOLLI, Impermeabilização, Relatório Especial: As primeiras obras de impermeabilização. Informe Técnico, O Empreiteiro, agosto de 1991.

PEZZOLO, R. Impermeabilização com manta asfáltica. Revista Técnica. Artigo, Ed 127, outubro, 2007.

REZENDE, Pedro Ivan. O prazo de garantia relativo a restauração do serviço de impermeabilização. Simpósio Brasileiro de Impermeabilização, 7., São Paulo, outubro 1991.

RIGHI, Geovane Venturini. Dissertação de Mestrado - Estudo dos Sistemas de Impermeabilização : Patologias, Prevenções e Correções – Análise de Casos, dezembro de 2009.

STORTE, M. – Instituto Brasileiro de desenvolvimento da Arquitetura, Artigo: A importância da profissionalização da mão de obra na impermeabilização. Disponível em < <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=20>> Acesso em 20/05/2012.

VERÇOZA, Enio José. Impermeabilização na construção. Porto Alegre: Sagra,1983.

VIAPOL - <http://www.viapol.com.br> (acesso 20/06/2012).

VICENTINI, Wilson Roberto. As soluções para os problemas de impermeabilização. In: Simpósio Brasileiro de Impermeabilização, São Paulo, novembro de1997.