

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS/MG

ENGENHARIA CIVIL

WELINGTON LUIZ DE SOUZA

N. CLASS.	M. 624.19.342
CUTTER	5719.1
ANO/EDIÇÃO	2014

IMPERMEABILIZAÇÃO DE LAJES DE COBERTURA

Varginha - MG

2014

**FEPESMIG**

**Wellington Luiz de Souza**

**IMPERMEABILIZAÇÃO DE LAJES DE COBERTURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como requisito para a obtenção do grau de Engenheiro Civil, sob a orientação do Prof. M.S Antônio de Faria.

**Varginha - MG**

**2014**

**Wellington Luiz de Souza**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS/MG**

**IMPERMEABILIZAÇÃO DE LAJES DE COBERTURA**

O trabalho com o tema de impermeabilização de lajes de cobertura foi apresentado e aprovado pela banca examinadora composta pelos seguintes professores:

Aprovado em 02/12/2014

---

Prof<sup>o</sup>. Msc. Antonio de Faria (Orientador)

---

Prof<sup>o</sup>. Esp. Armando Belato Pereira

---

Prof<sup>o</sup>. Dra. Luciana Bracarense Coimbra Veloso

Dedico este trabalho primeiramente a Deus por ter me dado força e sabedoria. Dedico também aos meus pais, por me darem todo apoio e confiança, e à minha namorada, Mariana, por me acompanhar e me apoiar a todo o momento.



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos os profissionais que me proporcionaram este momento maravilhoso em minha vida, a todos os professores, que são os grandes responsáveis pelo conhecimento de todos os formandos, e a todos os amigos que sempre estão dando força e torcendo pelo meu sucesso.

“Só se pode alcançar um grande êxito  
quando nos mantemos fiéis a nós  
mesmos.”

Friedrich Nietzsche

**Grupo Educacional UNIS**

## RESUMO

O aquecimento do mercado da construção civil vem gerando cada vez mais o interesse das construtoras e incorporadoras para a geração de cada vez mais produtos em uma quantidade menor de tempo. Com isso cada vez mais notamos o aparecimento de patologias nas edificações. Das patologias encontradas nas edificações, a maioria delas está relacionada ao sistema impermeabilizante. Este que por sinal é um dos processos mais importantes na construção civil, mas vem sendo esquecido, na maioria das vezes por cortes de custo e/ou desinformação dos projetistas, gerando cada vez mais patologias. O reparo do sistema impermeabilizante quando ocorre alguma falha, pode ser até de 15 vezes maior em relação de que fosse aplicado no andamento da obra. Esse estudo apresenta uma análise de varias patologias relacionadas à impermeabilização e de alguns métodos utilizados para correção. Para melhor entendimento do leitor, foi feito um levantamento dos principais tipos de materiais usados no processo de impermeabilização, indicando técnicas de uso, métodos de aplicação, cuidados na aplicação e detalhes construtivos indispensáveis no processo. Feito uma análise detalhada baseada na principal norma relacionada ao tema impermeabilização NBR 9575/2003, que indica ao projetista as principais diretrizes a serem consideradas. A partir dai serão descritos dois estudos de casos analisados pelo autor, no qual um houve uma falha construtiva e que, por um erro de impermeabilização causou patologias a estrutura. Foram identificados os problemas no sistema de impermeabilização e suas possíveis causas e o passo a passo de como foi solucionado o problema e no outro caso foi feito um projeto de impermeabilização, o qual foi aplicado no decorrer da construção. Após a apresentação destes estudos, foi apresentada uma comparação de custos da impermeabilização entre os dois estudos de caso. Por fim, elaborado uma conclusão, apresentando todo o conhecimento obtido no trabalho realizado.

**Palavras chave:** Impermeabilização nas estruturas. Projetos de impermeabilização. Falhas no processo de impermeabilização.

## **ABSTRACT**

*The heating of the construction market has been generating increasing interest from builders and developers to generate more and more products in a shorter amount of time. With it more each time we see the emergence of pathologies in buildings. Pathologies found in the buildings, most of which is related to the waterproofing system. This by the way is one of the most important processes in construction, but has been forgotten, mostly by cost cuts and / or misinformation designers, generating increasingly pathologies. The repair of the waterproofing system when a fault occurs, it can be up to 15 times higher than that were applied in the progress of the work. This study presents an analysis of various pathologies related to waterproofing and some methods used for correction. For better understanding of the reader, we made a survey of the main types of materials used in waterproofing process, indicating techniques used, application methods, care in application and construction details necessary in the process. Provides a detailed analysis based on the main topic related to waterproofing standard NBR 9575/2003, which indicates the designer the main guidelines to be considered. Thereafter two case studies analyzed by the author in which a failure was a constructive and that for an error caused pathologies waterproofing structure will be described. Problems were identified in waterproofing and their possible causes and step by step how the system solved the problem and in the other case was made a draft proofing to be applied during the construction. Subsequent to the above studies, the author will compare the costs of sealing between the two case studies. Finally, a conclusion drawn, showing all the knowledge gained from the work.*

*Keywords: waterproofing structures. Waterproofing projects. Failures of waterproofing process.*



## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 01</b> - Custos aproximados de cada etapa de uma obra.....	18
<b>FIGURA 02</b> - Custo da impermeabilização x Quando é executado .....	20
<b>FIGURA 03</b> - Preparação da argamassa com aditivo hidrófugo.....	28
<b>FIGURA 04</b> - Aplicação do cristalizante na forma de pintura .....	29
<b>FIGURA 05</b> - Injeção de cristalizante em parede com umidade ascendente.....	30
<b>FIGURA 06</b> - Aplicação da argamassa polimérica na forma de revestimento.....	31
<b>FIGURA 07</b> - Aplicação da argamassa polimérica na forma de pintura.....	32
<b>FIGURA 08</b> - Execução da membrana de asfalto a frio.....	34
<b>FIGURA 09</b> - Imprimação da superfície .....	35
<b>FIGURA 10</b> - Execução da manta asfáltica com maçarico .....	36
<b>FIGURA 11</b> - Teste de estanqueidade.....	36
<b>FIGURA 12</b> - Execução de arremate de impermeabilização junto ao condutor de águas ..	39
<b>FIGURA 13</b> - Detalhamento do encaixe da manta na alvenaria.....	40
<b>FIGURA 14</b> - Rodapé com impermeabilização .....	41
<b>FIGURA 15</b> - Etapas de impermeabilização em chumbamentos.....	42
<b>FIGURA 16</b> - Representação gráfica de chumbamento .....	42
<b>FIGURA 17</b> - Detalhes de impermeabilização de soleiras.....	43
<b>FIGURA 18</b> - Impermeabilização em local com pingadeira .....	44
<b>FIGURA 19</b> - Impermeabilização em junta de dilatação .....	45
<b>FIGURA 20</b> - Disposição do isolamento em relação à impermeabilização .....	47
<b>FIGURA 21</b> - Isolamento térmico com placas de poliestireno expandido moldado .....	48

<b>FIGURA 22</b> - Aplicação de proteção mecânica sobre a impermeabilização .....	49
<b>FIGURA 23</b> - Causas de patologias de impermeabilização .....	50
<b>FIGURA 24</b> – Residência em que foi estudada a laje .....	57
<b>FIGURA 25</b> - Laje analisada pelo autor, já impermeabilizada com manta asfáltica .....	58
<b>FIGURA 26</b> - Após a retirada da manta observou-se a formação de gotículas de água ....	59
<b>FIGURA 27</b> - Detalhe em emendas tapando buracos feitos pelo usuário da residência ....	59
<b>FIGURA 28</b> - Detalhe na impermeabilização no poste da antena de TV.....	60
<b>FIGURA 29</b> - Planta baixa da residência, localização da laje que recebera impermeabilização .....	61
<b>FIGURA 30</b> - Detalhamento do procedimento da impermeabilização .....	62
<b>FIGURA 31</b> - Detalhamento da aplicação da impermeabilização .....	63
<b>FIGURA 32</b> - Detalhamento da impermeabilização da antena chumbada na laje.....	63
<b>FIGURA 33</b> - Execução do processo de impermeabilização com manta asfáltica.....	65
<b>FIGURA 34</b> - Primeira etapa da impermeabilização no chumbamento.....	66
<b>FIGURA 35</b> – Esquema de realização do teste de estanqueidade.....	67
<b>FIGURA 36</b> - Aplicação da argamassa de proteção com inclinação para o condutor de águas .....	68
<b>FIGURA 37</b> - Custos da demolição e aplicação da correção da impermeabilização.....	69
<b>FIGURA 38</b> – Obra em que foi projetada a impermeabilização.....	70
<b>FIGURA 39</b> - Detalhe para impermeabilização da fundação .....	71
<b>FIGURA 40</b> - Planta para impermeabilização dos banheiros.....	72
<b>FIGURA 41</b> - Detalhes construtivos para impermeabilização dos banheiros .....	73
<b>FIGURA 42</b> – Planta de impermeabilização da cobertura .....	74
<b>FIGURA 43</b> - Detalhes construtivos para impermeabilização da laje de cobertura .....	75



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2 OS PROCESSOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO E SUAS APLICAÇÕES .....</b>	<b>17</b>
2.1 Qualidades dos métodos e materiais de um sistema de impermeabilização.....	20
2.2 Qualidade da construção da edificação.....	21
2.3 Mecanismos de atuação das águas nas edificações .....	22
2.3.1 Umidade de infiltração.....	22
2.3.2 Umidade ascensional ou por capilaridade.....	22
2.3.3 Umidade por condensação .....	23
2.3.4 Umidade de obra.....	23
2.3.5 Umidade acidental .....	23
2.4 Projetos de impermeabilização.....	23
2.5 Escolha do tipo de impermeabilização .....	26
2.6 Sistemas impermeabilizantes .....	26
2.6.1 Tipos de sistemas impermeabilizantes.....	27
2.6.1.1 Impermeabilização rígida.....	27
2.6.1.1.1 Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo.....	27
2.6.1.1.2 Cristalizantes .....	28
2.6.1.1.3 Cimento impermeabilizante de pega ultra-rápida.....	30
2.6.1.1.4 Argamassa polimérica.....	31
2.6.1.2 Impermeabilização flexível.....	32
2.6.1.2.1 Membrana de polímero modificado com cimento.....	33



2.6.1.2.2 Membranas asfálticas.....	33
2.6.1.2.3 Membrana acrílica .....	34
2.6.1.2.4 Manta asfáltica.....	35
2.6.1.2.5 Manta de PVC .....	36
2.7 Execução e fiscalização do projeto de impermeabilização.....	37
2.7.1 Inclinações.....	38
2.7.2 Condutores de água.....	38
2.7.3 Rodapés.....	39
2.7.4 Chumbamentos.....	41
2.7.5 Soleiras.....	43
2.7.6 Pingadeiras .....	44
2.7.7 Juntas de dilatação .....	44
2.8 Etapas posteriores ao processo de impermeabilização .....	46
2.8.1 Isolamentos térmicos .....	46
2.8.2 Proteção mecânica .....	48
<b>3 PATOLOGIAS DECORRENTES DE ERROS OU FALTA DE IMPERMEABILIZAÇÃO.....</b>	<b>50</b>
<b>4 MANUTENÇÃO NA IMPERMEABILIZAÇÃO .....</b>	<b>55</b>
<b>5 ESTUDO DE CASO : ANÁLISE DE FALHA NO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO.....</b>	<b>56</b>
5.1 Diretrizes laje de cobertura .....	56
5.2 Objeto de estudo I .....	57
5.2.1 Tipo de umidade identificada.....	60
5.2.2 Processo de correção.....	61

5.2.3 Projeto .....	61
5.2.4 Execução .....	64
5.2.5 Aplicação .....	64
5.2.6 Impermeabilização de chumbamento .....	65
5.2.7 Teste de estanqueidade .....	66
5.2.8 Proteção e inclinação .....	67
5.2.9 Custos.....	68
5.3 Objeto de estudo 2 .....	69
5.3.1 Projeto .....	70
5.3.2 Lista de materiais a serem utilizados .....	76
5.3.3 Método de aplicação .....	76
5.3.3.1 Fundação .....	76
5.3.3.2 Banheiros .....	77
5.3.3.3 Telhado.....	77
5.3.4 Custos.....	77
5.4 Comparativo dos custos .....	78
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>80</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>82</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Uma preocupação que faz parte do cotidiano de todo ser humano desde muito tempo é a com a umidade. O homem se refugiava para cavernas e ambientes livres do contato com a chuva, evitando a umidade e o frio. Mesmo com estes cuidados, a água penetrava pelas paredes das cavernas tornando seu interior mais úmido e o ambiente insalubre.

Desde que esses problemas foram percebidos, o homem ao passar dos anos foi evoluindo técnicas para combater este mal para as estruturas, e para a vida humana. A água e o calor sempre foram e sempre serão um dos fatores mais desgastantes às estruturas, a água por ter um grande poder de penetração acaba sendo mais destrutivo.

A impermeabilização das estruturas é um dos principais fatores a ser levado em consideração na execução das obras, pois esta propicia um conforto ao usuário, o livrando da umidade e também aumentando a vida útil da estrutura. A má impermeabilização pode levar à decadência a estrutura de um edifício.

Considerada um grande desafio para a construção civil, as infiltrações são dentre as patologias das estruturas a mais citada. As patologias vindas da má ou até da falta de impermeabilização muitas vezes não são visíveis durante a execução, sendo vista apenas após a conclusão das obras, causando transtornos aos usuários.

Todo o projeto de impermeabilização deve ter como diretriz a norma da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – NBR 9575, 2003. E sendo desenvolvido juntamente com os demais projetos por haver interferência entre eles. O projeto de impermeabilização deve memorial descritivo de todos os sistemas e materiais utilizados, relação de produtos, além da planta contendo todos os desenhos e detalhes específicos.

A eficiência e os custos devem ser analisados em cada sistema impermeabilizante, pois só são notados na maioria dos casos quando há o aparecimento de patologias, e, quando ocorre a necessidade de correção de um sistema de impermeabilização, geralmente causa um acréscimo considerável do custo, quando relacionado com a aplicação correta da impermeabilização ainda no começo da construção.

A desinformação de métodos de execução e também dos materiais a serem utilizados para cada tipo de estrutura, são grandes responsáveis pelas patologias encontradas atualmente



nas obras. Com o crescimento no mercado na construção civil, as construtoras se preocupam mais em concluir maior quantidade de obra do que em melhorar a qualidade dos produtos vendidos, sendo assim, como um dos maiores cortes de custo durante o processo de execução das obras o processo de impermeabilização.

Este trabalho tem como objetivo principal apontar conhecimentos básicos desta etapa tão importante da construção civil visando sempre prevenir o acontecimento de patologias causadas por falhas na impermeabilização. Na sequência foram definidos objetivos secundários: Apresentação das principais patologias decorrentes da falha da impermeabilização, descrever alguns materiais disponíveis no mercado ligados à impermeabilização, determinar considerações que devem ser levadas em consideração ao definir um sistema impermeabilizante e também mostrar métodos para uma execução correta do projeto de impermeabilização.

O capítulo 2 é composto pela revisão bibliográfica do trabalho. Primeiramente foi citado o projeto de impermeabilização, considerando a escolha do processo e seus respectivos materiais a serem utilizados.

Seguindo no mesmo capítulo é discutido sobre a qualidade dos diversos métodos de impermeabilização, os ambientes em que a impermeabilização poderá estar exposta, os materiais que encontramos no mercado para impermeabilizar as estruturas e as suas restrições e cuidados durante a execução.

No capítulo 3, é apresentado ao leitor as patologias mais comuns encontradas nas estruturas devido a falta ou má impermeabilização.

No capítulo 4, são apresentados os cuidados os quais os moradores e construtores devem tomar quando forem fazer a manutenção da impermeabilização.

No capítulo 5, o autor apresenta dois estudos de caso que desenvolveu durante o trabalho, um descrevendo uma correção feita em um sistema impermeabilizante que durante a execução da residência não foi aplicado corretamente e o outro estudo de caso o autor desenvolveu um projeto de impermeabilização seguindo a NBR 9575, 2003, onde foi desenvolvido juntamente com os demais projetos da edificação. Após os estudos, foi feito um comparativo entre os custos que cada aplicação das impermeabilizações causou por uma área de 1m<sup>2</sup>.

Ao final do trabalho o autor apresenta através do capítulo 6 (conclusão), todo o conhecimento obtido ao desenvolver de toda a atividade relacionada ao tema durante este ano de estudo. Seguindo da referência bibliográfica.

## 2 OS PROCESSOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO E SUAS APLICAÇÕES

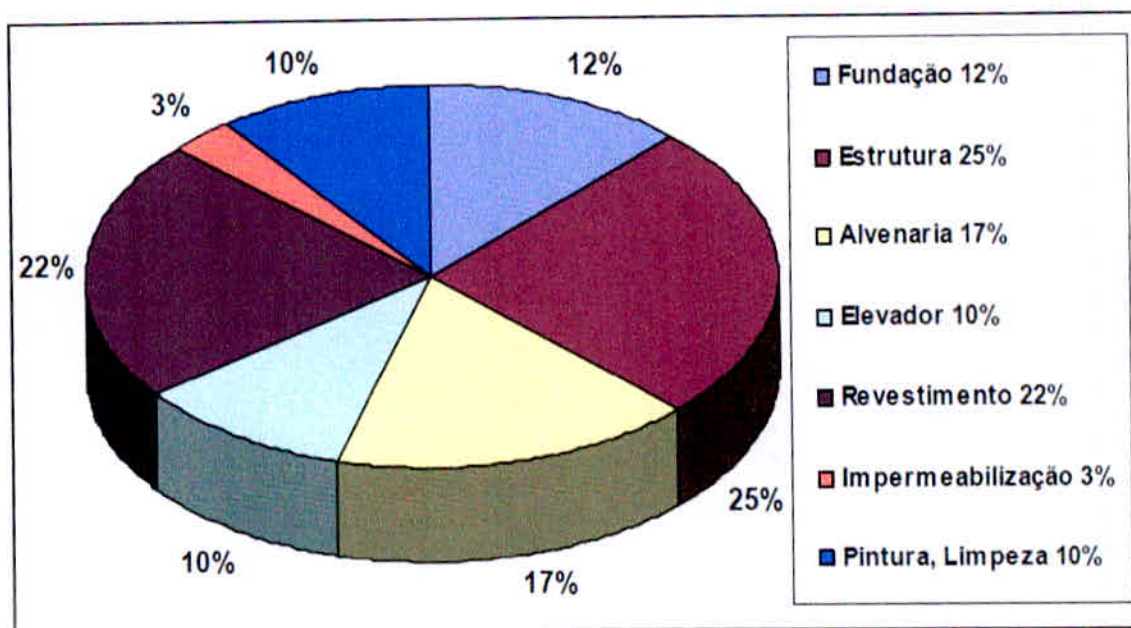
“Impermeabilização é o produto resultante de um conjunto de componentes e serviços que objetivam proteger as construções contra a ação deletéria de fluidos, de vapores e da umidade”. (NBR 9575/2003, p.2).

A impermeabilização é um setor na construção civil na qual exige aos profissionais responsáveis um mínimo de conhecimento e experiência, pois não deve haver erros. Deve sempre haver um profissional responsável pela supervisão da execução do serviço, garantindo a eficiência do produto final.

Para cada tipo de situação, há um tipo específico de impermeabilizante, de qualidade e preços variáveis. Antes de o projetista tomar qualquer decisão com relação a qual produto será usado, ele deve considerar o ambiente onde serão aplicados, seus parâmetros técnicos e características físico-químicas envolvidas.

Foi feito um estudo por uma empresa especializada em produtos impermeabilizantes (VEDACIT), que aponta as porcentagens de custo de cada fase da obra. Com relação ao custo derivado de um sistema impermeabilizante, foi estimado um custo de 1% a 3% do custo total da obra, incluindo todos os seus processos possíveis, como por exemplo, a contratação de uma mão-de-obra específica. Também foi feito um levantamento considerando a manutenção do sistema impermeabilizante, decorrentes da falta de impermeabilização ou de falhas na execução. O resultado comprova a importância de se executar a impermeabilização durante o processo construtivo, já que mostra que sua manutenção pode ser até 15 vezes maior do que se fosse executada durante o andamento da obra. (FIGURA 1)





**Figura 1- Custos aproximados de cada etapa de uma obra.**

Fonte: (VEDACIT. S,d).

Qualquer falha encontrada no sistema impermeabilizante pode causar um prejuízo muito grande ao consumidor ou à construtora, pois pode comprometer outros componentes da edificação com argamassas e revestimento, por exemplo, além de também correr o risco de comprometer todo o sistema estrutural, causando um prejuízo ainda maior.

Uma fiscalização rígida com exigência de um nível de qualidade alta são os pontos altos a serem considerados durante a impermeabilização. Se a impermeabilização for feita por uma empresa terceirizada, deve-se além do controle técnico de um responsável da empresa, ter também um acompanhamento de um profissional responsável por toda a obra, garantindo ainda mais a qualidade final do produto.

A durabilidade de uma edificação, está relacionada diretamente com sua capacidade de absorção às influências ambientais. Com isso, a impermeabilização possui uma grande importância também na vida útil das edificações, pois dificulta que a água e os poluentes encontrados no ar sejam prejudiciais às estruturas, evitando que causem danos irreversíveis e aumentando os prejuízos financeiros, difíceis a serem contornados.

Para John (2009), a durabilidade de uma estrutura está diretamente ligada aos fatores físicos químicos dos materiais utilizados com o ambiente onde são empregados. E que o aumento da durabilidade de um edifício ocasiona em um incremento para a competitividade

de mercado, pois sua maior vida útil resultará em menor custo de serviços pós-obra, como reposição de partes deterioradas. Com isso haverá a diminuição de custos de manutenção, que pode chegar a até 1% do valor total da obra anualmente.

A durabilidade da impermeabilização depende de alguns fatores e estes fazem parte de um sistema o qual foi devidamente escolhido pelo projetista. A presença de um profissional habilitado durante os trabalhos de impermeabilização, garante a qualidade evitando desvios dos procedimentos especificados pelo projetista e futuros riscos quanto à durabilidade e vida útil da impermeabilização. O desempenho adequado e almejado somente é conseguido com a interação de diversos fatores que se correlacionam entre si, e a falha de um destes, pode comprometer totalmente o desempenho da impermeabilização. Podemos enumerar estes fatores como sendo: qualidade dos materiais e sistema de impermeabilização, qualidade da execução da impermeabilização, qualidade da construção da edificação e fiscalização. (IBI, 2009 *apud* Mendes e Guedes, 2009, pág.6).

A execução do sistema impermeabilizante durante a execução da obra, além de facilitar, também fica economicamente mais viável, como já citado a cima. Quando a obra é finalizada e entregue aos usuários, são na maioria das vezes, os momentos onde começam aparecer às patologias derivadas da má impermeabilização.

A figura 2 a seguir, ilustra graficamente a proporção de gasto em relação ao tempo total da obra. Estes dados foram obtidos através de uma pesquisa do Programa Brasileiro de Impermeabilização.



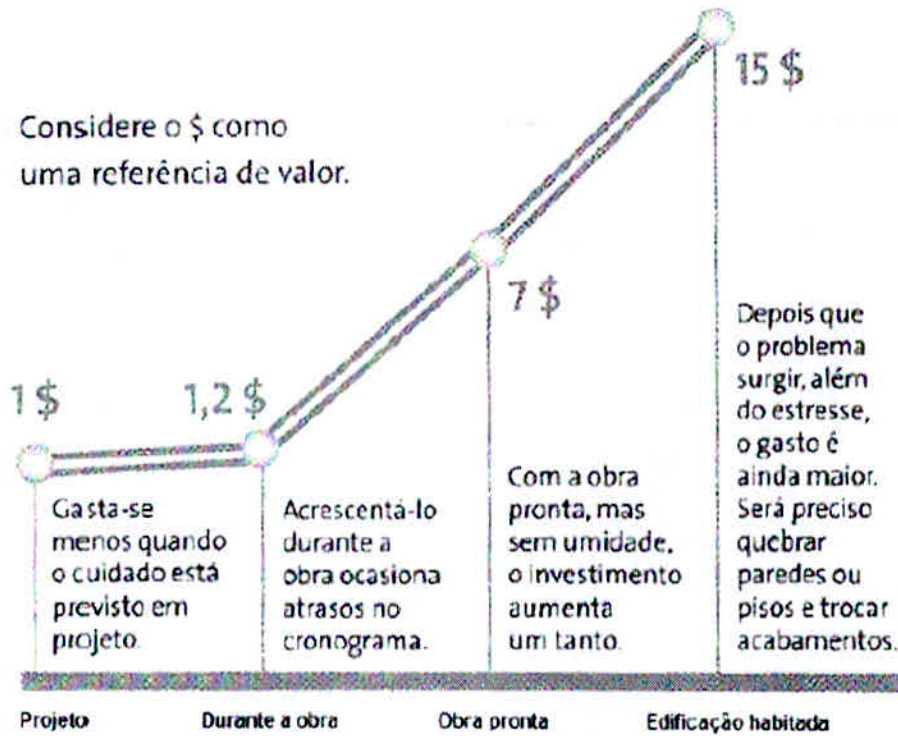


Figura 2 – Custo da impermeabilização x Quando é executado.

Fonte - (PBI, Programa Brasileiro de Impermeabilização).

Uma edificação 100% livre de umidade, além de proporcionar conforto ao usuário, também o proporciona saúde.

## 2.1 Qualidades dos métodos e materiais de um sistema de impermeabilização

Todos os materiais a serem utilizados em qualquer seja a função, deve sempre atender aos padrões de qualidade baseando-se as necessidades as quais deverão atender. Aplicar um produto de qualidade duvidosa pode acarretar em insucesso de todo sistema impermeabilizante. Deve sempre optar por produtos regularizados no mercado, e, que de preferência de conhecimento e confiança do projetista. Sendo considerada também que a aplicação final do produto, pois esta etapa é muito importante para a qualidade da impermeabilização.

Para Ripper (1992, p.51)

No que se se refere ao tipo de impermeabilização, devem ser bem estudadas as propostas das firmas especializadas, considerando a eficiência, durabilidade, resistência ao sol, temperatura e ambiente bem como, apesar de menos importante, o custo. Em vista da grande importância e responsabilidade deste serviço e considerando as consequências graves de infiltrações de água e consequentes manchas de aspecto desagradável no forro ou goteiras, recomenda-se não se deixar influenciar muito pelo custo inicial. Consertos, remendos ou substituição completa da impermeabilização são muito mais dispendiosos do que eventuais custos iniciais maiores.

Em análise feita por Mendes e Guedes (2006), seis a cada dez empresas especializadas em impermeabilização de estruturas são acionada por proprietários e engenheiros após o aparecimento de patologias, já necessitando de reparos, justificado este dado pelo fato de proprietários dos imóveis optarem por produtos com preços acessíveis, ou não optarem por impermeabilizar as edificações.

## **2.2 Qualidade da construção da edificação**

Para uma impermeabilização eficiente, não basta apenas optar por produtos de qualidade e uma mão-de-obra qualificada, o preparo do local onde será aplicado o sistema de impermeabilização é de grande importância, pois se for bem preparada para receber os impermeabilizantes pode aumentar sua durabilidade, além de facilitar a aplicação dos produtos. A preparação da superfície terá a função de ancoragem da impermeabilização, necessitando de um substrato firme para que possa penetrar e aumentar sua aderência.

Segundo Araújo (2008), a afirmação de que não existe uma integração entre os vários agentes das etapas na construção civil é categórico. Todos os agentes envolvidos trabalham como entidades isoladas sendo que deveriam ter uma relação mais próxima, havendo uma troca de informações técnicas, citando os construtores e projetistas como os mais responsáveis pela qualidade final da edificação.

## **2.3 Mecanismos de atuação das águas nas edificações**

Toda e qualquer edificação, tem como um dos seus principais inimigos a água. Causadoras das maiorias das patologias encontradas nas obras, a água é um agente de degradação para as estruturas, sendo em qualquer estado que esteja, solido liquido ou gasoso.

Para Lersch (2003) as causas de umidade nas edificações são:

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

### **2.3.1 Umidade de infiltração**

Umidade de infiltração consiste na movimentação da água entre os espaços vazios do solo até atingir a edificação, penetrando por possíveis trincas geralmente. Geralmente é ocasionada por águas de chuvas que, combinada com o vento, pode agravar a infiltração aumentando a pressão.

### **2.3.2 Umidade ascensional ou por capilaridade**

É uma umidade originária do solo, que atinge geralmente paredes e pisos, geralmente não ultrapassando 80 cm de altura. Ocorre por capilaridade, onde pequenos vasos capilares forma um caminho para a água subir até entrar em equilíbrio com a força da gravidade.



### **2.3.3 Umidade por condensação**

Ocorre através de grande umidade no ar. Os materiais mais atacados por esse tipo de umidade são os mais densos, quanto os menos densos menos atacados. Esses tipos de umidade não atacam bruscamente a superfície dos elementos, geralmente atingem de forma superficial.

### **2.3.4 Umidade de obra**

Esse tipo de umidade acontece durante a execução da obra, ataca principalmente o setor de alvenarias, isso devido à água do reboco, que em contato com a alvenaria se aloja em sua superfície, algum tempo depois, com a mudança de temperatura, a temperatura da alvenaria tende a entrar em equilíbrio, liberando umidade. Quando há ocorrência desse tipo de umidade, o tempo de cura deve ser estendido.

### **2.3.5 Umidade acidental**

Esse tipo de umidade é derivado de erros no sistema hidráulico nas edificações. É a umidade mais comum, quando encontrado em edificações mais antigas, geralmente são decorrentes de falhas devido ao tempo de uso. O setor hidráulico deve ser muito bem executado e estar com a manutenção em dia, evitando-se assim este tipo de umidade.

## **2.4 Projetos de impermeabilização**

O projeto de impermeabilização é essencial para o sucesso da obra, para isso, este projeto deve ser elaborado junto aos demais projetos da obra, como arquitetônico e hidráulico por exemplo. Mas, na maioria das vezes não é isso o que acontece. Quando o sistema

impermeabilizante não é projetado tarde demais, ele simplesmente não é considerado. Motivo nos quais causam grandes problemas nas maiorias das obras.

Segundo a (NBR 9575, 2003, p.9), um projeto de impermeabilização deve ser desenvolvido juntamente com todos os demais projetos de uma obra, prevendo as dimensões, cargas e detalhes.

Segundo Pieper (1992), o sistema impermeabilizante deve ser definido após a concepção do projeto arquitetônico.

Um projeto básico de impermeabilização deve conter os seguintes itens:

a) Desenhos

- Plantas de localização e identificação das impermeabilizações, bem como dos locais de detalhamento construtivo;
- Detalhes construtivos que descrevem graficamente as soluções adotadas no projeto de arquitetura para o equacionamento das interferências existentes entre todos os elementos e componentes construtivos;
- Detalhes construtivos que explicitem as soluções adotadas no projeto de arquitetura para o atendimento das exigências de desempenho em relação a estanqueidade dos elementos construtivos e a durabilidade frente a ação da água, da umidade e do vapor de água.

b) Textos:

- Memorial descritivo dos tipos de impermeabilização selecionados para os diversos locais que necessitem de impermeabilização.

(NBR 9575, 2003, p.7).

Um projeto executivo de impermeabilização deve conter:

a) Desenhos:

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

b) Textos:

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

(NBR 9575, 2003, p.7).

Conforme as citações acima, a clareza e objetividade das informações que compõem um projeto de impermeabilização, são essenciais para o sucesso do projeto. A indicação dos pontos críticos, métodos a ser aplicado cada tipo de impermeabilizante em cada ambiente, contribui diretamente para a eficiência da execução.

A NBR 9575 aponta várias diretrizes e exigências que um projetista deve levar em consideração na elaboração de um projeto de qualquer edifício, mas, na maioria das vezes, o projeto de impermeabilização não é elaborado.

Como temos atualmente, uma grande quantidade de edifícios sendo levantadas, quando não é feito um projeto de impermeabilização, as construtoras por conta própria indicam aos funcionários a aplicação de impermeabilizante, que geralmente não há um conhecimento específico ou até mesmo desconhecimento dos materiais necessários para aquele tipo de situação, ou, simplesmente não é aplicado qualquer tipo de impermeabilizante.

O contratante da obra, sendo ele pessoa física ou jurídica, deve exigir do projetista um projeto de impermeabilização, e, quando feito, deve sempre estar atenta a execução, junto ao mestre de obra ou empresa contratada para execução se for ao caso, conferindo a eficiência, para futuramente não ter prejuízos.

Cabral (1992) observou que as construtoras somente dão importância ao sistema de impermeabilização quando estes apresentam patologias, na maioria das vezes após a finalização e entrega da edificação. Segundo o mesmo, quando a impermeabilização é notada no decorrer da obra, não são considerados detalhes onde possíveis problemas possam aparecer, gerando assim uma série de improvisações, deixando as estruturas susceptíveis a falhas.

Para Geovane, de todas as patologias encontradas nas edificações decorrentes do tema impermeabilização, 42% são devidos à falta de um projeto de impermeabilização.



## 2.5 Escolha do tipo de impermeabilização

O tipo adequado de impermeabilização a ser empregado na construção civil deve ser determinado segundo a solicitação imposta pelo fluido nas partes construtivas que requeiram estanqueidade. A solicitação pode ocorrer de quatro formas distintas, conforme a seguir:

- a) Imposta pela água de percolação;
- b) Imposta pela água de condensação;
- c) Imposta pela umidade do solo;
- d) Imposta pelo fluido sob pressão unilateral ou bilateral.

(NBR 9575, 2003).

Previamente a escolha do tipo de impermeabilização que deve ser executada, deve ser feito um estudo minucioso da situação do local de aplicação do sistema, deve ser considerado o comportamento da água sobre a estrutura e também o comportamento físico dos elementos estruturais. Esta análise é fundamental, o projetista deve estar ciente que qualquer equívoco pode comprometer o sucesso do sistema impermeabilizante, podendo comprometer também a estrutura da obra.

## 2.6 Sistema impermeabilizantes

Os sistemas impermeabilizantes têm a função de combater a passagem indesejável de fluido nas edificações, sendo ou não elaborado junto aos outros sistemas construtivos, devem proteger as estruturas e seus componentes, expostos ou não ao intemperismo.

O sistema impermeabilizante deve possibilitar quando necessário à realização de correções, com o mínimo de impacto possível aos revestimentos e sobrepostos ao sistema impermeabilizante.

Um sistema impermeabilizante, além de proporcionar segurança e maior durabilidade à estrutura, também quando bem executado, proporciona ao usuário conforto e saúde, garantindo a salubridade física.

## **2.6.1 Tipos de sistemas impermeabilizantes**

Neste capítulo será apresentado vários tipos de sistemas impermeabilizantes, descrevendo um a um seus modos de execução e sua finalidade.

Cada sistema impermeabilizante possui diferentes características, variando sua funcionalidade, técnicas construtivas, entre outros. As mais variadas classificações que auxiliam ao projetista na escolha do método a ser utilizado.

A (NBR 9575, 2003, p.7) classifica os sistemas impermeabilizantes em rígidos e flexíveis, que estão relacionados às partes construtivas sujeitas ou não a fissuração.

### **2.6.1.1 Impermeabilização rígida**

Não ser flexível não significa ser uma desvantagem, a impermeabilização rígida é bastante eficiente contra ambientes não sujeitas à fissuração, os impermeabilizantes rígidos não trabalham em conjunto com a estrutura, sendo assim, não são indicados para locais sujeitos a variações intensas de temperatura.

#### **2.6.1.1.1 Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo**

São impermeabilizantes que reagem com o cimento durante o processo de hidratação. O objetivo desse impermeabilizante é preencher os vazios nos capilares na pasta do cimento hidratado.

Esse sistema não possui uma grande resistência ao sol, pois a sua exposição aos raios solares pode causar algum tipo de dilatação, causando fissuras e trincas.

Este aditivo deve ser dissolvido na água de amassamento, deve ser aplicado em duas ou três camadas de aproximadamente 1 cm de espessura. A camada exposta ao meio externo deve ser alisada com desempenadeira, até ficar com a superfície uniforme.



A grande vantagem deste aditivo é a facilidade de aplicação, a desvantagem é que ele não age sozinho, necessitam de outros elementos impermeabilizantes, isso se deve pela suscetibilidade a movimentação dos elementos.



**Figura 3 – Preparação da argamassa com aditivo hidrófugo.**

Fonte - (Vieira, 2005, p.76).

#### **2.6.1.1.2 Cristalizantes**

Cimentos cristalizantes, são impermeabilizantes a base de cimentos especiais e aditivos minerais. Este produto penetra de uma forma osmótica os capilares da superfície da estrutura, formando um gel cristalizado, tornando o local de aplicação totalmente impermeabilizado, quase que instantaneamente. São geralmente usados nas fases de finalização ou até mesmo após a finalização da obra.

Após ser retirada toda a camada de reboco da área de aplicação do produto, devem ser executadas duas linhas de furos intercalados entre si, sendo a primeira a 10 cm do piso e a segunda a 20 cm. Os furos devem ser com uma inclinação de 45° e estar saturados com água para a aplicação do produto. Aplica-se o produto por gravidade, sem necessidade de pressão e, sim, de saturação (Venturini, Geovane, 2009).

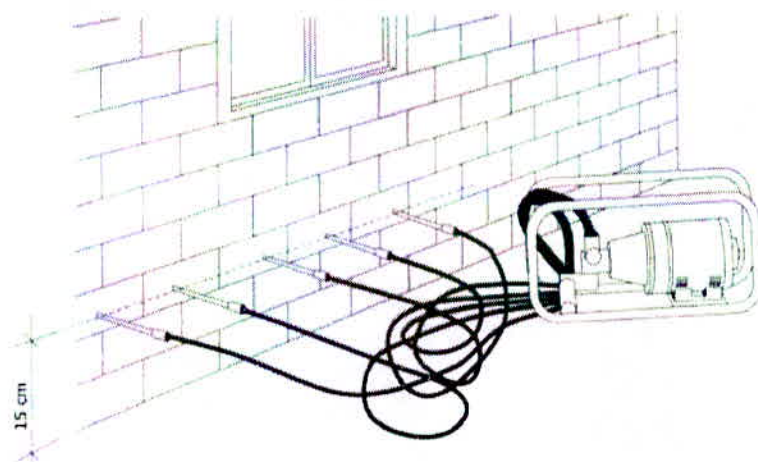
Este produto necessita de água para se cristalizar, sendo assim, utiliza a própria água que pretende limitar para sua cristalização. Este produto não altera a potabilidade da água.



**Figura 4 – Aplicação do cristalizante na forma de pintura.**

**Fonte -** (Venturini, Geovane, 2008, p.27).

A figura abaixo ilustra o modo de aplicação dos agentes cristalizantes. Para a aplicação, deve ser retirado todo o reboco da área a ser tratada desde o piso até a altura de 1m. Executam-se duas linhas de furos intercalados entre si, sendo a primeira a 10 cm do piso e a segunda a 20 cm. Os furos devem estar com uma inclinação de 45° e estar saturados com água para a aplicação do produto. Aplica-se o produto por gravidade, sem necessidade de pressão e, sim, de saturação.



**Figura 5 – Injeção de cristalizante em parede com umidade ascendente.**

Fonte - (Abatte, 2003, p.52).

### **2.6.1.1.3 Cimento impermeabilizante de pega ultra-rápida**

Este impermeabilizante é o resultado de uma solução aquosa de silicato modificado. Sua eficiência depende diretamente do contato com a água e com o cimento, transformando em um cristal insolúvel em água, preenchendo os poros da argamassa.

A maior vantagem deste impermeabilizante é sua pega ultra-rápida, em pastas de cimento, que pode chegar até 30 segundos aproximadamente.

Sua eficiência é apenas provisória, ele deve ser usado para amenizar jorros de água, deve-se após sua utilização, ter uma impermeabilização definitiva.

O local onde vai ser aplicado o produto devem ter seus pontos críticos aprofundados e alargados até cerca de duas vezes o seu diâmetro inicial. Na sequência misturar uma parte do produto e uma parte de água e, ao iniciar a pega, formar rapidamente um tampão e comprimir contra a infiltração, aguardando alguns segundos até o completo endurecimento (Venturini, Geovane, 2009).



#### 2.6.1.1.4 Argamassa polimérica

Esse tipo de impermeabilizante trabalha sobre pressões positivas e negativas d'água. Composto por cimentos especiais e látex de polímeros, garante uma ótima aderência com a área de contato. Sua aplicação é feita em forma de pintura.

A argamassa polimérica acompanham pequenas movimentações das estruturas, sendo indicadas para serem utilizadas em fundações, baldrame, pisos, paredes de banheiros, reservatórios, piscinas, tanques e paredes de alvenaria.

Sua aplicação pode ser feita sobre o concreto, alvenaria e argamassa, deve-se umedecer a superfície de aplicação e aplicar 2 demãos do produto com auxílio de uma trincha ou brocha. O tempo de cura pode chegar a até 3 dias.

Abaixo é representada através das figuras 6 e 7 a aplicação de argamassa polimérica através do método de revestimento e também de pintura.



**Figura 6 – Aplicação da argamassa polimérica na forma de revestimento.**

Fonte - (Sayegh, 2001, p.44).



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

**Fonte -** (Sayegh, 2001, p.44).

### **2.6.1.2 Impermeabilização flexível**

A impermeabilização flexível são materiais impermeabilizantes que são aplicados em áreas sujeitos a fissuração. Esses materiais são divididos em 2 tipos, impermeabilizantes moldados no local de aplicação, e os impermeabilizantes pré-fabricados.

Quando há a utilização dos impermeabilizantes moldado no local, deve-se ter um controle rigoroso do uso do material, mantendo o máximo possível a uniformidade da espessura do material aplicado. Quanto maior for o controle de aplicação, conseqüentemente será maior a eficiência do sistema.

Se for utilizado o sistema pré-fabricado, como exemplo das mantas asfálticas, a preocupação não será mais com a espessura do produto, pois este apresenta um controle de fabrica e já sai com a espessura 100% uniforme. Mas, este produto possui um ponto critico na aplicação, que, se não for feito com muita atenção, e por profissionais especializados, pode comprometer o sistema inteiro, que são as emendas das mantas.

#### **2.6.1.2.1 Membrana de polímero modificado com cimento**

Este impermeabilizante possui uma composição que quando adicionada fibras de polipropileno, aumentam ainda mais sua flexibilidade. Sua composição básica é de resinas termoplásticas e cimento aditivado.

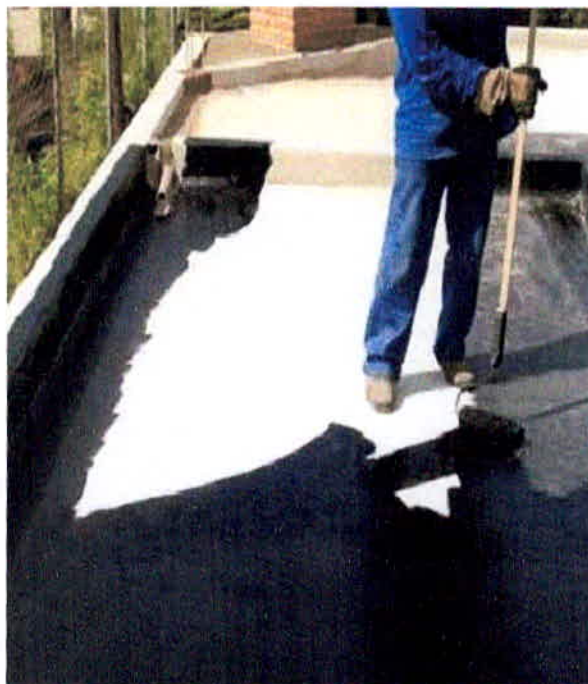
Sua utilização é recomendada para torres de caixa d'água, piscinas e tubulações industriais. Sua aplicação é uma das principais vantagens do produto, por possuir fácil método de execução. Deve ser aplicado em superfícies de concreto ou argamassa, fazendo uma mistura mecânica até atingir uma consistência cremosa. Deve ser aplicado no mínimo com duas demãos, com auxílio de trincha ou brocha. Seu tempo de cura deve ser de no mínimo 3 dias.

#### **2.6.1.2.2 Membranas asfálticas**

As membranas asfálticas são um dos métodos a serem usados como combate aos fluidos nas estruturas, e também um dos mais usados. Composto de derivados de petróleo, CAP (cimento asfáltico de petróleo).

Sua utilização é feita geralmente em locais onde sofrem de umidade de percolação e condensação proveniente do solo. Sua aplicação pode ser a quente ou a frio. A sua aplicação a quente deve ter um auxílio de um maçarico ou caldeira, e a frio é executada em forma de pintura.





**Figura 8 – Execução da membrana de asfalto a frio.**

Fonte - (Lwart, 2009, p.6).

São indicadas para vigas baldrame e fundações de concreto, é um impermeabilizante que bloqueia a umidade, sendo utilizadas também em contra pisos que irão receber madeira como revestimento.

#### **2.6.1.2.3 Membrana acrílica**

São impermeabilizantes líquidos compostos basicamente de resinas acrílicas elastoméricas. Sua principal vantagem é a de não necessitar de uma camada de proteção mecânica.

Indicados para lajes de coberturas, marquises, telhados e outros ambientes que mantem constantemente variação de temperatura, sendo um dos seus pontos fortes. Deve ser considerado pelo aplicador, um tempo reduzido para manutenção, pois geralmente ira possuir um contato direto com intempéries.

#### 2.6.1.2.4 Manta asfáltica

São impermeabilizantes pré-fabricados que possuem como composição básica polímeros estruturados com não tecido de poliéster pré-estabilizado, ou filme de polietileno de alta densidade.

São recomendados para ambientes onde sofrerá altas temperaturas, sendo um dos pontos fortes do seu uso. Sua aplicação deve ter um controle rigoroso, mantendo sempre a aderência da superfície de contato para a manta, eliminando a possibilidade de bolhas.

A (NBR 9574, 2008, p.15) impõe ao aplicador a fazer um teste de estanqueidade com uma lâmina de água, por 72 horas sobre a superfície da manta, com o objetivo de identificar possíveis falhas no sistema.

A seguir serão apresentadas figuras que representam respectivamente as etapas para execução da manta asfáltica, imprimação, execução e teste de estanqueidade.



**Figura 9 – Imprimação da superfície.**

**Fonte - (Venturini, Geovane, 2008, p. 38).**





**Figura 10 – Execução da manta asfáltica com maçarico.**

Fonte - (Viapol, 2008).



**Figura 11 – Teste de estanqueidade.**

Fonte - (Venturini, 2008, p. 39).

#### 2.6.1.2.5 Manta de PVC

As mantas de PVC quando aplicadas, ficam similares a carpetes de borrachas. Sua composição básica é de telas trançadas de poliéster, variando em sua espessura de 1,2 mm a 1,5 mm.

São indicadas e geralmente utilizadas em piscinas, reservatórios de água, cisternas e caixas d'água. Durante o processo executivo, uma das principais preocupações deve ser com as emendas, sua maior desvantagem é a dificuldade de aplicação, como vantagem apresentam altas resistências a raios ultravioletas, não propagam chamas e fácil limpeza da superfície aplicada.

## **2.7 Execução e fiscalização do projeto de impermeabilização**

A fiscalização da impermeabilização é um fator essencial para que haja a satisfação do planejamento feito pelos projetistas. E esta deve ser uma função de um profissional especializado e ou empresa aplicadora. Quando ocorrer falhas na execução, esta deve ser corrigida imediatamente, sendo estudadas e apresentadas soluções pelos próprios projetistas para que não haja danos e prejuízos após a finalização do sistema.

Para a fiscalização, o profissional responsável deve utilizar como diretriz a NBR 9574 (2008). “O executante das obras de impermeabilização deve obedecer rigorosamente ao projeto, principalmente aos detalhes e as especificações”. A fiscalização não deve ficar limitada a apenas o momento próprio da execução da impermeabilização, deve ser feita também antes da aplicação, para que possa ser avaliado o local de aplicação e se este atende as condições mínimas para a aplicação do impermeabilizante.

Segundo Infanti (1984) os principais detalhes que devem ser considerados na fiscalização de uma área onde será aplicada a impermeabilização são:

- a) Inclinações;
- b) Condutores de água;
- c) Rodapés;
- d) Passagens e tubulações;
- e) Soleiras;
- f) Juntas de dilatação;
- g) Proteção mecânica.

A estanqueidade junto às passagens de tubulações também pode ser garantida pela impermeabilização que utiliza um mástico, material de consistência pastosa ou por outros meios, observando-se a exigência, em todos os casos, de que a impermeabilização eleve-se 20 cm acima do piso.

(Picchi 1986 apud Cruz 2003, pág.29).

### **2.7.1 Inclinações**

As inclinações sempre deverão estar em direção aos coletores de águas destinando a água para um local desejado, e deve ser observado se não há locais onde possam ocorrer poças de água. Após a aplicação da impermeabilização, caso esta necessite que sua camada seja plana, são muito usuais a utilização de camadas de argamassas sobre os impermeabilizantes, podendo executar uma inclinação adequada.

Em superfícies de concreto, devem-se detectar todas as falhas de concretagem, abrir até a obtenção de concreto firme e homogêneo, executar o corte das pontas de ferro sem função estrutural e recompor estas áreas com argamassa de cimento e areia traço 1:3 (Silveira, 2001 *apud* Venturini 2009, pág. 43).

Para Cunha e Neumann (1979), o uso de cal não é recomendado para esse tipo de argamassa, pois ficarão em contato direto com a água, podendo desagregar-se e prejudicando a aderência com o impermeabilizante. Deve sempre conferir se a superfície de contato com impermeabilizante esteja isenta de qualquer tipo de produto no qual possa prejudicar a aderência do sistema.

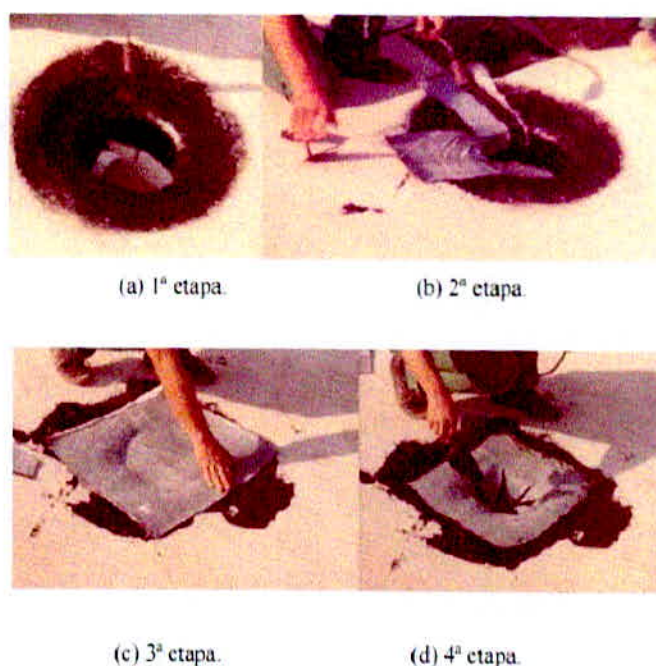
### **2.7.2 Condutores de água**

Os condutores de água devem ser pré-dimensionados de modo que atenda a vazão necessária, e que sua colocação deve estar sobre o sistema impermeabilizante, para que não o danifique. A colocação dos condutores deve ser em locais de mais baixa cota, para que toda água possa ser escoada.



Segundo a NBR 9575/2003, os coletores devem possuir um diâmetro mínimo de 75 mm, sendo que este deve garantir a manutenção da sua seção nominal prevista no projeto hidráulico após a impermeabilização. E que os coletores devem estar fixados rigidamente a estrutura e feito um rebaixo em torno do ralo para que possa executar um reforço na impermeabilização.

A figura abaixo ilustra quatro passos para a impermeabilização de um coletor de águas:



**Figura 12 – Execução de arremate de impermeabilização junto ao condutor de águas.**

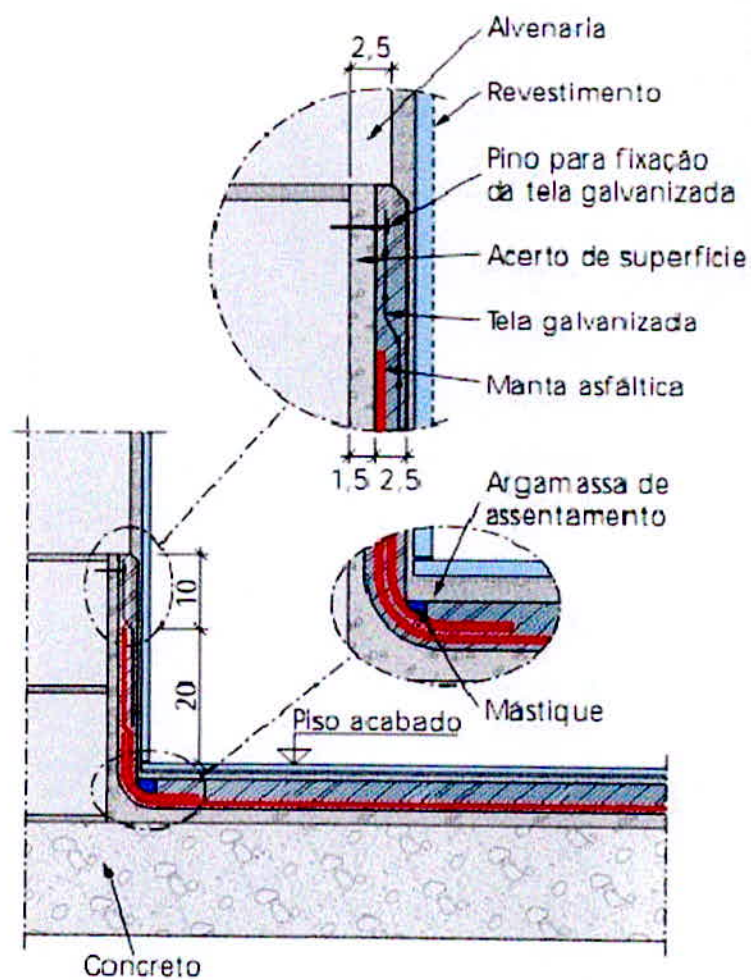
Fonte: (Cruz, 2003 *apud* Venturini 2008, p.45).

### 2.7.3 Rodapés

Segundo a NBR 9575/2003 a impermeabilização de rodapés deve ser executada como um encaixe para ser embutida, deve ser executado um rebaixo de pelo menos 3 cm em relação ao piso, deve estar a uma altura mínima de 20 cm acima do nível do piso finalizado ou 10 cm do nível máximo que a água possa atingir.



As figuras 13 e 14 representam respectivamente as etapas de uma impermeabilização em rodapés, e uma impermeabilização executada.



**Figura 13 – Detalhamento do encaixe da manta na alvenaria.**

Fonte: (Antunes, 2004, p. 185).



**Figura 14 – Rodapé com impermeabilização.**

**Fonte:** (Venturini, Geovane, 2008, p.47).

#### **2.7.4 Chumbamentos**

Em um projeto de impermeabilização quando há um chumbamento, este deve ser detalhado, prevendo-se os reforços adequados, conforme indica a NBR 9575/2003. As estruturas deverão estar de preferência chumbadas antes de ser impermeabilizadas, pois assim facilitarão a execução da impermeabilização, que deve estar no mínimo a uma altura de 20 cm quando fixada ao objeto chumbado.

A seguir, serão apresentadas as imagens 15 e 16 que representarão a metodologia de execução e uma representação gráfica de um chumbamento impermeabilizado.

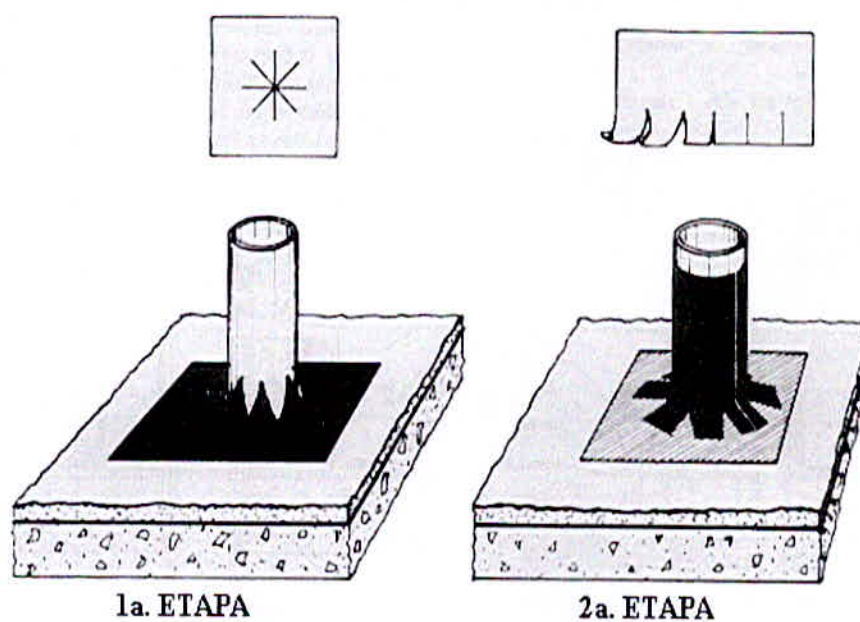


Figura 15 – Etapas de impermeabilização em chumbamentos.

Fonte: (Manual VEDACIT 2012, p.62).

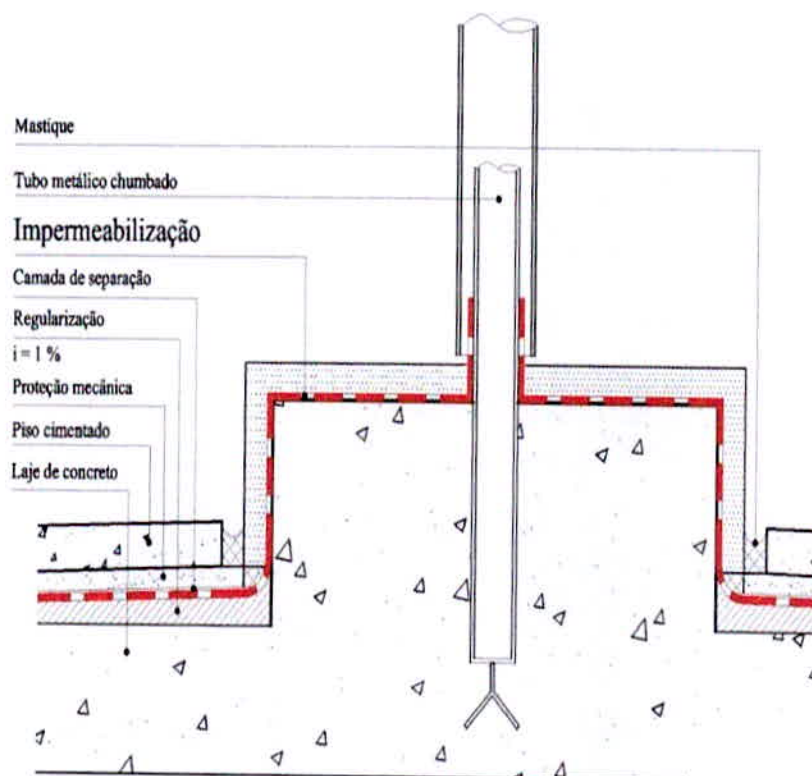


Figura 16 – Representação gráfica de chumbamento.

Fonte: (Cruz, 2003 *apud* Venturini 2008, p.47).



### 2.7.5 Soleiras

Nos locais limites entre áreas externas impermeabilizadas e internas, deve haver diferença de cota de no mínimo 6 cm e ser prevista a execução de barreira física no limite da linha interna dos contramarco, caixilhos e batentes, para perfeita ancoragem da impermeabilização, com declividade para a área externa. Deve-se observar a execução de arremates adequados com o tipo de impermeabilização adotada e selamentos adicionais nos caixilhos, contramarco, batentes e outros elementos de interferência. (NBR 9575/2003).

É de uma grande importância o adentramento da impermeabilização para ambientes cobertos, onde há portas abrindo para a parte exposta a chuva e ao vento. A figura 17 encontra-se uma representação desse tipo de impermeabilização, apontado todos os detalhes construtivos segundo a NBR 9575/2003.

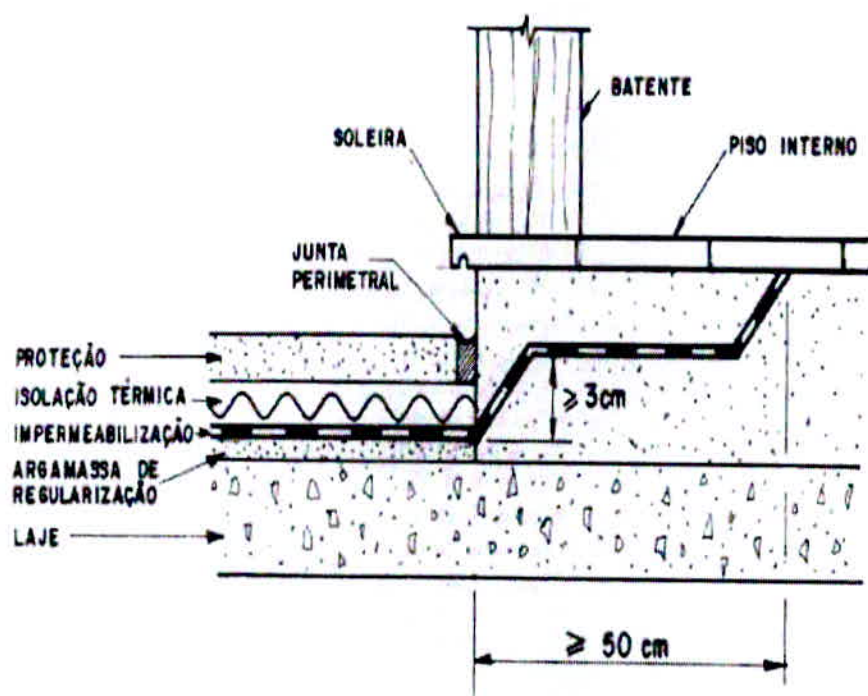


Figura 17 – Detalhes de impermeabilização de soleiras.

Fonte: (Picchi, 2003 apud Venturini 2008, p.48).

### 2.7.6 Pingadeiras

As pingadeiras têm como função impedir o escoamento das águas verticais junto as paredes que estão fixadas, evitando com que as paredes sejam danificadas por infiltrações. A impermeabilização das pingadeiras deve ser previstas a modo de evitar a infiltração vertical.

A figura 18 apresenta um exemplo de impermeabilização onde há pingadeiras.

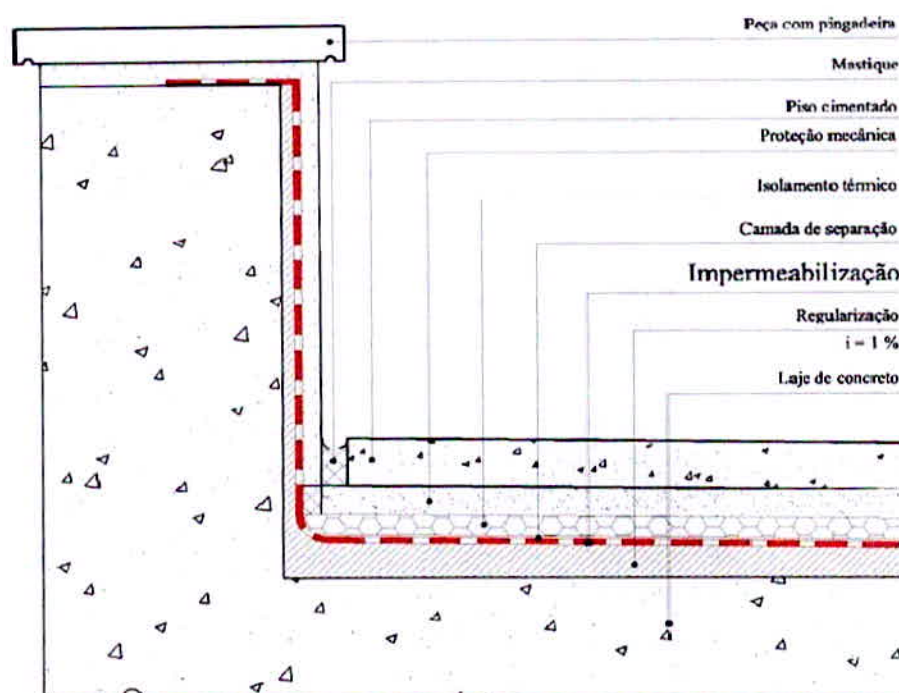


Figura 18 – Impermeabilização em local com pingadeira.

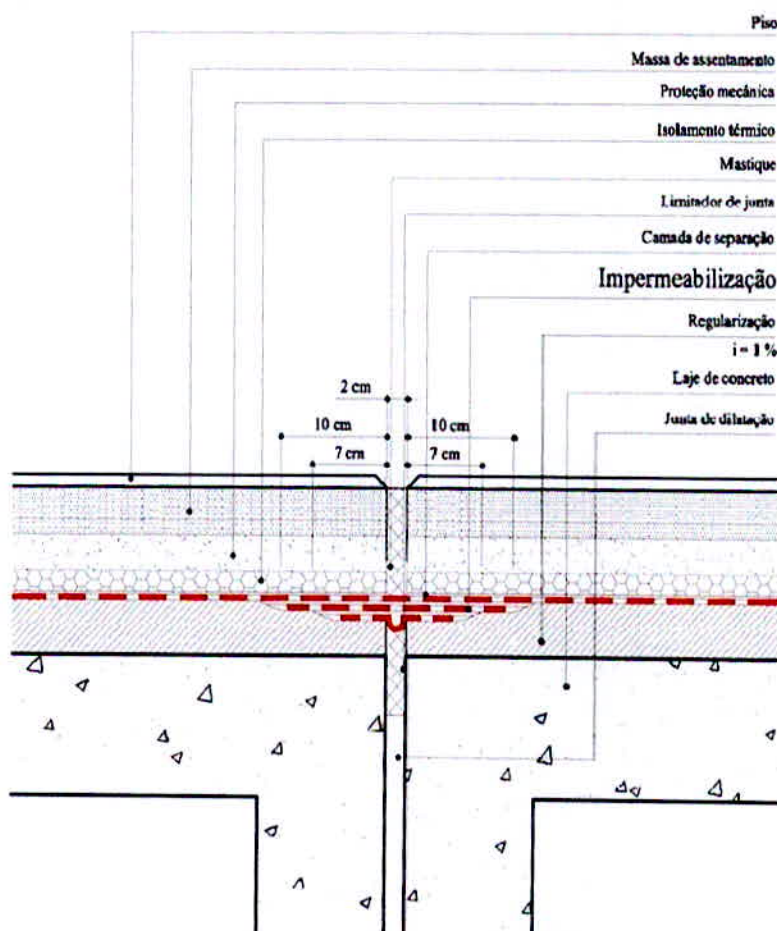
Fonte: (Cruz, 2003, p. 68).

### 2.7.7 Juntas de dilatação

As juntas de dilatação são espaçamentos entre os revestimentos em toda a extensão das edificações, com objetivo de diminuir a variação volumétrica dos materiais devida às variações de temperatura.

As juntas de dilatação devem ser divisores de água, com cotas mais elevadas no nivelamento do caimento, bem como se deve prever detalhamento específico, principalmente quanto ao rebatimento de sua abertura na proteção mecânica e pisos posteriores. (NBR 9575/2003).

A figura 19 a seguir ilustra uma representação de como deve ser executada a impermeabilização sobre juntas de dilatação.



**Figura 19 – Impermeabilização em junta de dilatação.**

Fonte: (Cruz, 2003, p. 66).



## 2.8 Etapas posteriores ao processo de impermeabilização

Após a execução da impermeabilização, são aplicados sobre ela camadas de proteção térmicas e mecânicas. Para a execução destas camadas pós-impermeabilização deve-se fazer algumas verificações como:

- Verificar se a superfície esta uniforme e com bom aspecto;
- Verificar o embutimento nos pluviais e canaletas;
- Conferir o caimento final;
- Após a aprovação, fazer a proteção mecânica de transição;
- Fazer testes finais, detalhados.

### 2.8.1 Isolamentos térmicos

O isolamento térmico é uma camada que tem como função reduzir o gradiente de temperatura atuante sobre a camada impermeável, funcionando como proteção, evitando efeitos danosos devido a calor excessivos.

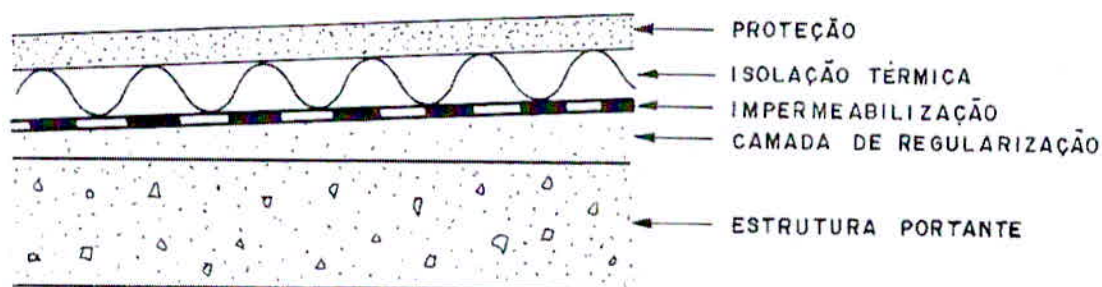
Devido à variação de temperatura, todo o tipo de estruturas sofrem dilatações e contrações, esses efeitos podem causar fissuras e movimentos da estrutura que podem prejudicar a impermeabilização e ocasionar em infiltrações.

O processo de isolação térmica é composto por três elementos: o isolante térmico, o sistema de fixação e sustentação mecânica e a proteção ou revestimento exterior (Araújo, 1993 apud Venturini 2009, pág. 43).

A isolação térmica na cobertura proporciona a estrutura mais conforto, economia de energia e também um aumento na sua vida útil e de seus componentes. Para uma melhor eficiência da diminuição dos efeitos das dilatações e contrações, deve-se optar por elementos construtivos com menor comprimento possível entre as juntas de dilatação e não confinar elementos de construção entre perímetros rígidos, sem juntas de dilatação.

Segundo Venturini (2008), antigamente o isolamento térmico era utilizado através de materiais que apresentavam grande absorção de água, que devido a isso havia a diminuição da sua resistência térmica. Era muito comum a aplicação do isolamento térmico antes da aplicação da impermeabilização nesta época.

Com a evolução dos tempos, houve uma crescente melhora nos isolantes térmicos, sendo eles menos absorventes a umidade. Atualmente, a aplicação dos isolantes térmicos é realizada pós-impermeabilização. A figura abaixo ilustra o método de aplicação de um isolante térmico aplicado sobre um sistema de impermeabilização.



**Figura 20 – Disposição do isolamento em relação à impermeabilização.**

Fonte: (Picchi, 1986, p.42).

A aplicação dos isolantes dispensa o uso das barreiras de vapor, possibilita o uso da impermeabilização em um sistema aderente, facilitando a localização de uma eventual falha na impermeabilização e também protege termicamente a impermeabilização.

Para 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, que proporcionam economia, pois permite a redução na potencia dos aparelhos de ar condicionado, caso necessário, havendo uma diminuição no consumo de energia elétrica. A figura abaixo apresenta um exemplo de aplicação de isolamento térmico com placas de poliestireno expandido.



**Figura 21 – Isolamento térmico com placas de poliestireno expandido moldado.**

**Fonte:** (Cruz, 2003, p.85).

Os materiais mais utilizados para isolamentos térmicos são:

- Isopor
- Styrofoam (poliestireno estudado)
- Vermiculita
- Cinasita
- Lã de rocha
- Fibras de vidro
- Concretos celulares

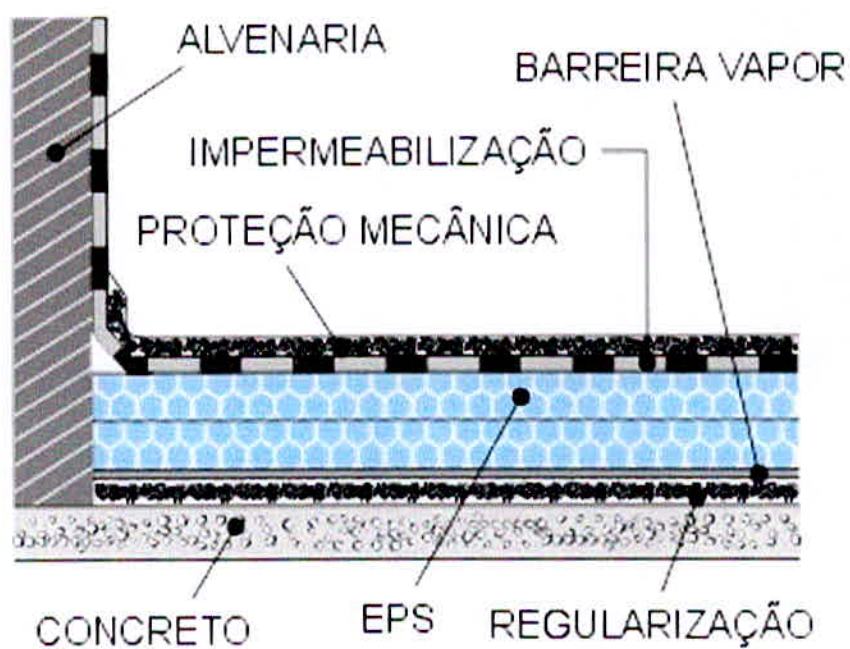
### **2.8.2 Proteção mecânica**

A NBR 9575/2003 descreve proteção mecânica como método responsável por absorver e dissipar os esforços estáticos ou dinâmicos atuantes sobre a camada impermeável, a protegendo contra a ação destes esforços.

Esse tipo de proteção é geralmente usado em áreas de estacionamentos, terraços, jardins, pavimentos mecânicos e várias outras. São empregadas argamassas ou concretos, moldados no local ou pré-fabricado e, se for necessário é aplicado um tipo de acabamento, paginado, etc.



A figura abaixo apresenta um modelo de aplicação da proteção mecânica sobre a impermeabilização de uma laje.

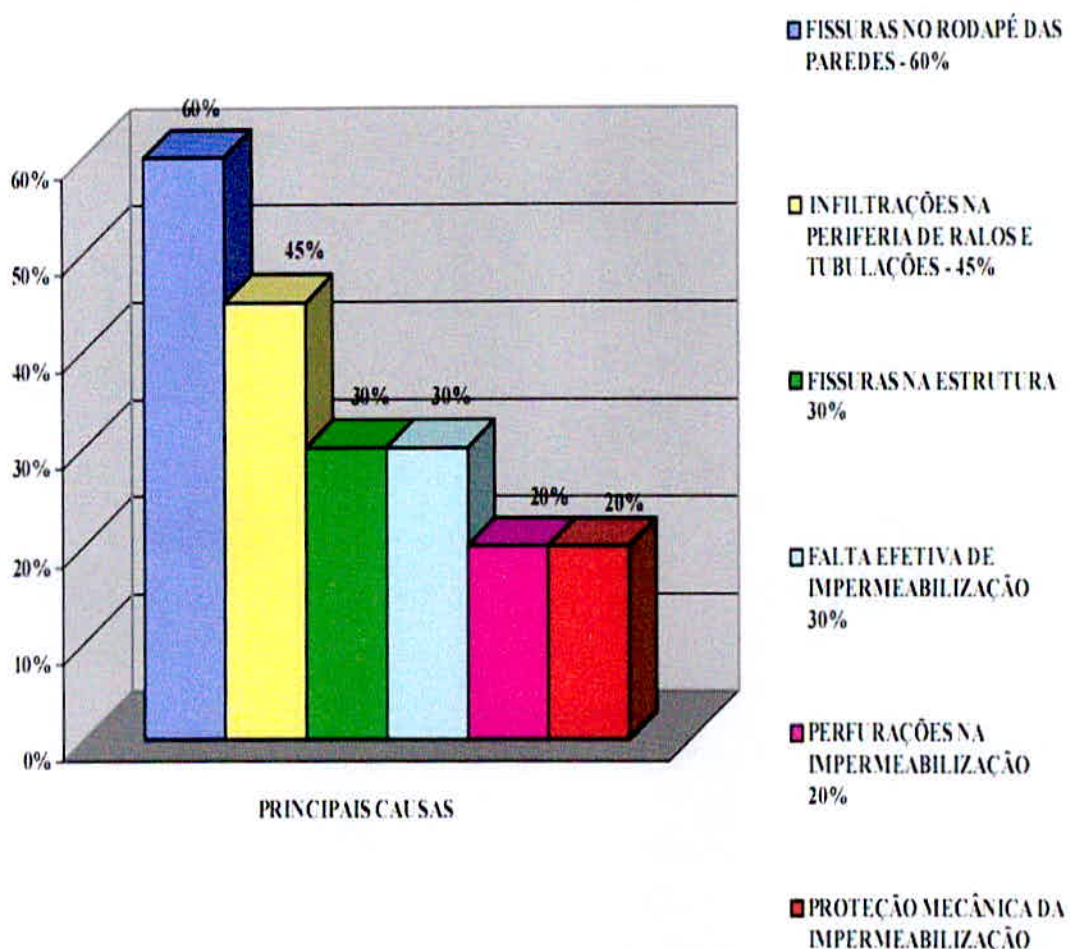


**FIGURA 22 – Aplicação de proteção mecânica sobre a impermeabilização.**

Fonte: (Abrapex, 2014).

### 3 PATOLOGIAS DECORRENTES DE ERROS OU FALTA DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Causa de diversas patologias nas edificações, a má ou falta de impermeabilização sempre serão grandes inimigos dos construtores. Abaixo, a figura 23 derivada de uma pesquisa realizada por (Antonelli 2002 *apud* Venturini 2008, p.49), ilustra as principais causas de danos causados devido a infiltrações.



**Figura23 – Causas de patologias de impermeabilização.**

**Fonte:** (ANTONELLI, 2002 *apud* Venturini 2008, p.50).

As patologias devidas a falhas no sistema de impermeabilização pode se dar devido a diversos fatores. Dentre os fatores, quatro se destacam, ausência de projeto, especificação inadequada de materiais, falhas no dimensionamento de coletores de águas pluviais, e pelas improvisações realizadas na impermeabilização devido à interferência de outros projetos.

Segundo uma pesquisa feita por (Correia 2008 apud Venturini 2008, p34), que analisou várias obras entregues por construtoras aos consumidores, 62% das edificações receberam manutenção corretiva do sistema impermeabilizante, por aparecerem infiltrações devido a falhas na impermeabilização durante o processo construtivo.

Isso nos mostra o quando ainda hoje em dia, mesmo com a existência de normas regulamentadoras, ainda há o desconhecimento dos profissionais ligado a construção civil da importância da utilização de um processo de impermeabilização sendo executado, e quando executado, do controle de qualidade durante o processo executivo da edificação.

Segundo Godóy e Barros (1997 apud Venturini 2008), os principais erros cometidos pelos aplicadores durante o processo construtivo são:

- Falta de argamassa de regularização que ocasiona a perfuração da impermeabilização;
- Não arredondamento de cantos e arestas;
- Execução da impermeabilização sobre a base úmida, no caso de aplicações de soluções asfálticas, comprometendo a aderência e podendo gerar bolhas que ocasionarão deslocamento e rupturas da camada impermeabilizante;
- Execução da impermeabilização sobre base empoeirada, comprometendo a aderência;
- Juntas travadas por tabuas ou pedras, com cantos cortantes que podem agredir a impermeabilização;
- Uso de camadas grossas na aplicação da emulsão asfáltica, para economia de tempo, dificultando a cura da emulsão;
- Falhas nas emendas;
- Perfuração de mantas pela ação de sapatos com areia, carrinhos entre outros.



A qualidade dos impermeabilizantes também são fatores que causam transtornos aos usuários, podendo causar danos às estruturas. Utilizado como uma obrigação apenas, não se preocupando com a qualidade final, as construtoras, na maioria dos casos, opta por materiais de custo e qualidades mais baixos. Estes materiais, geralmente possui uma vida útil menor, e/ou falta de qualidade comprovada, causando reclamações dos clientes, com pouco tempo de uso da edificação, devido a infiltrações.

Segundo Cantu (1997 apud Venturini, 2008) os usuários podem contribuir diretamente para a aparição de patologias nas edificações, sendo mostrado a seguir:

- Danos causados na obra em função da colocação de peso excessivo sobre a impermeabilização;
- Perfuração da impermeabilização, sem qualquer reparo, após instalação de antenas, varais, grades e outros;
- Trocas de pisos;
- Instalações de floreiras na cobertura, de modo a possibilitar a penetração de água por cima do rodapé impermeabilizado.

Mesmo quando a impermeabilização é executada de forma correta, ela pode ser comprometida devido a fases posteriores a impermeabilização. Falhas na concretagem, instalações de pisos onde são necessárias colocação de objetos perfurantes e chumbamentos de peças e equipamentos incorretamente são exemplos de erros que podem comprometer o sistema impermeabilizante. Quando isto ocorre, as patologias são inevitáveis, devendo executar uma manutenção imediatamente quando percebida, evitando que o problema se agrave com o tempo.

As patologias devido à infiltração da água nas edificações podem causar danos das seguintes maneiras:

- Carbonatação: ocorre em superfícies de concreto expostas. Causando a despassivação da armadura da estrutura;
- Corrosão: com a presença da umidade, as ferragens das estruturas se oxidam, diminuindo sua resistência com o passar do tempo;
- Degradação do concreto: com a variação de temperatura, a água acaba por dissolvendo pouco a pouco a composição do concreto;

- Degradação do forro de gesso: decomposição do gesso com a água, desgastando diretamente a pintura sobre o forro;
- Desagregação da argamassa: a umidade atinge a argamassa, causando pequenas fissuras, diminuindo conseqüentemente a resistência da argamassa;
- Desagregação dos tijolos maciços: o tijolo maciço deve sempre estar livre de água, devendo-se o processo de queima, por ser feito de argila, a água possui grande capacidade destrutiva quando há o contato;
- Eflorescências: são águas decorrentes da umidade dos materiais, que possuem a capacidade de migração para outros componentes da estrutura;
- Gotejamento de água: acúmulo de umidade, que quando muito concentrada, cai por gravidade até atingir determinado volume;
- Mancha de umidade: situação anterior ao gotejamento, até o último momento onde não há a interferência da gravidade para a formação de gotas;
- Vegetação: é o desenvolvimento de plantas na superfície das estruturas, aumentando o risco de fissuração;
- Vesículas: ocorrem quando por falhas na pintura, há a formação de bolhas.

O contato a estrutura diretamente com o intemperismo, ocasionam o aparecimento de fissuras na edificação. As fissurações são de difíceis reparações, com exceção se forem localizadas. Quando há o aparecimento de fissuração nas edificações devem ser feitos imediatamente um estudo para análise das possíveis causas, pois as fissuras podem ser indícios de falhas generalizadas.

Quando há o aparecimento de uma patologia em uma edificação, seja ela qual for, a sua análise torna-se fundamental para conclusões de suas possíveis causas origens e correções necessárias para sua extinção.

Quando o problema é relacionado ao sistema de impermeabilização, a análise dos problemas podem nos trazer como causas os seguintes problemas:

- Qualidade dos materiais impermeabilizantes inferiores;
- Falta de impermeabilização;
- Execução com materiais inadequados;
- Dimensionamento deficiente de águas pluviais;
- Desconsiderações do intemperismo;

- Inclinação insuficiente para o escoamento das águas;
- Falhas na execução da impermeabilização;
- Falhas na execução das juntas;
- Falhas na impermeabilização dos rodapés;
- Falhas na impermeabilização dos ralos;
- Falhas no sistema de escoamento de águas pluviais;
- Fissuras nas platibandas;
- Erros no sistema hidráulico;
- Rupturas no sistema de impermeabilização;
- Ruptura nos revestimentos;
- Falhas nas fases pós-impermeabilização;
- Falhas nas formas.



#### 4 MANUTENÇÃO NA IMPERMEABILIZAÇÃO

O sistema impermeabilizante precisa para sua eficiência receber uma manutenção constante, deve ser sempre fiscalizado identificando anormalidades se houver. Quando a manutenção é feita de acordo com o tempo de vida útil de cada material, o risco de haver patologias se reduz consideravelmente.

Para o bom entendimento do consumidor após receber a obra das construtoras, recomenda-se que a construtora forneça um manual técnico do sistema impermeabilizante, informando detalhadamente os métodos e materiais utilizados no processo.

Para a execução da manutenção da impermeabilização, o proprietário deve ter no mínimo as seguintes informações para realização da manutenção preventiva:

- Descrição do tipo de impermeabilização e sua documentação técnica;
- Forma e cuidados de utilização;
- Orientações de como executar a manutenção de prevenção. Indicando os testes para conferir eficiência;
- Relação de todos os materiais, indicando as marcas e preços;
- Indicação da garantia do material;
- Orientar ao usuário a fazer inspeções periódicas;
- Orientar ao usuário a evitar perfurar a impermeabilização;
- Orientar ao usuário a realizar limpezas periódicas nos reservatórios;
- Orientar ao usuário a reparar falhas hidráulicas;
- Orientar ao usuário a limpar ralos constantemente para evitar entupimentos;
- Orientar ao usuário a ficar atento para não realizar procedimentos que coloquem risco de ruptura a impermeabilização;
- Orientar ao usuário a reparar todas as fissuras que aparecerem imediatamente;
- Orientar ao usuário a realizar uma limpeza periódica do sistema de drenagem.

## **5 ESTUDO DE CASO : ANÁLISE DE FALHA NO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO**

Neste capítulo será descrito os resultados obtidos no estudo feito pelo autor em uma residência. Foi feito um levantamento dos possíveis impermeabilizantes que poderiam ter sido utilizados, no local, logo após, foi identificado qual tipo de impermeabilizante foi usado e por fim identificado os problemas que causaram está patologia.

### **5.1 Diretrizes laje de cobertura**

As lajes de coberturas são uma das maiores preocupações que os projetistas têm quando se fala de impermeabilização. Sua exposição à variação de temperatura favorece muito as patologias quando a impermeabilização não é bem executada.

Existem hoje como opções para impermeabilização desse tipo de ambientes, diversos produtos, com eficiência e custos variados.

As lajes de coberturas são divididas em 3 tipos:

- Coberturas não acessíveis: são utilizadas apenas para manutenções;
- Coberturas acessíveis: são utilizadas constantemente para livre circulação;
- Coberturas ajardinadas: são utilizadas para a plantação de jardins com todo o tipo de vegetação.

As mantas asfálticas, por possuírem espessuras constantes, são as mais recomendadas para as lajes de cobertura acessíveis e para as lajes não acessíveis. No caso das não acessíveis, recomenda-se ainda que seja revestida de uma camada de alumínio, com o objetivo de aumentar sua resistência. As lajes ajardinadas são recomendadas o uso de mantas especiais, que combatem o crescimento de raízes.

## 5.2 Objeto de estudo 1

A escolha do objeto em questão se deu pela oportunidade oferecida ao autor decorrente do emprego atual, no qual é responsável pela fiscalização e correção de problemas quando ocorrem em uma construtora. E é localizado na rua Frederico Neves Freitas – São Miguel Arcanjo – Varginha MG.



**Figura 24 – Residência em que foi estudada a laje.**

Fonte - (Acervo do autor).

A laje analisada em questão possuía um sistema impermeabilizante aplicado segundo o morador desde a entrega do imóvel, realizada em meados de 2011. Segundo o mesmo, havia o aparecimento de infiltrações, principalmente atingindo as emendas das paredes que fazem ligação com esta laje, nas quais se agravavam com a ocorrência de chuvas, sendo intensas ou não.

A seguir serão apresentados os dados da laje utilizada para o estudo:

- Área: 4,5m<sup>2</sup>;



- Tipo de impermeabilização executada: Manta asfáltica;
- Patologia encontrada: Infiltração na emenda entre a laje e a parede interna da edificação;

A figura 25 a seguir, mostra a laje de cobertura que mesmo com uma impermeabilização executada, ainda sim há infiltrações, promovendo o desconforto do usuário.



**Figura 25– Laje analisada pelo autor, já impermeabilizada com manta asfáltica.**

**Fonte-**(Acervo do autor).

Após análise do caso, foram apontados como principais suspeitas da causa do problema:

- Perfurações na manta asfáltica decorrente da instalação de antena de TV;
- Falta de inclinação direcionando as águas pluviais para os condutores, formando poças quando há a ocorrência de chuvas;
- Erros na emenda da manta asfáltica, que quando há a formação de poças, a água infiltrando através das emendas;
- Falha na execução do sistema de impermeabilização,



As figuras 26, 27 e 28 apontam os possíveis problemas na impermeabilização, que pode está causando o problema.



**Figura 26 – Após a retirada da manta observou-se a formação de gotículas de água.**

Fonte -(Acervo do autor).



**Figura 27– Detalhe em emendas tapando buracos feitos pelo usuário da residência.**

Fonte - (Acervo do autor).





**Figura 28**–Detalhe na impermeabilização no poste da antena de TV.

Fonte -(Acervo do autor).

Mesmo quando a impermeabilização pode parecer em perfeito estado, nunca é bom estar confiante de sua eficiência, as infiltrações podem não ser visíveis, mas podem causar danos aos usuários e aos construtores.

### **5.2.1 Tipo de umidade identificada**

Devido a falhas durante a execução do sistema impermeabilizante, que era constituído por manta asfáltica pré-moldada, a laje em questão poderia estar sofrendo dois tipos de umidade principalmente, sendo umidade de infiltração ou umidade por condensação. Sendo o primeiro pelo fato do agravamento a umidade com as chuvas e o segundo colocado em questão após a retirada da manta, onde foi localizado focos de umidade, mesmo com o tempo seco e muito tempo sem chuvas.



### 5.2.2 Processo de correção

Após a análise dos problemas apresentados, foi proposta a correção, com base em estudos apresentados anteriormente no trabalho de conclusão de curso I, foi escolhida para correção a utilização da manta asfáltica, pois o local onde será impermeabilizada está exposto diretamente ao intemperismo, e a manta asfáltica possui maior resistência a este tipo de ambiente onde há grande variação de temperatura.

### 5.2.3 Projeto

Para o projeto de correção, foi considerado o uso de manta asfáltica. Para a execução foi necessário a adaptação da laje para o recebimento da impermeabilização, que foram os de regularização da superfície de aplicação e sua limpeza, para uma melhor aderência com a laje.

A seguir serão representados os desenhos do projeto de impermeabilização destacando os detalhes construtivos.

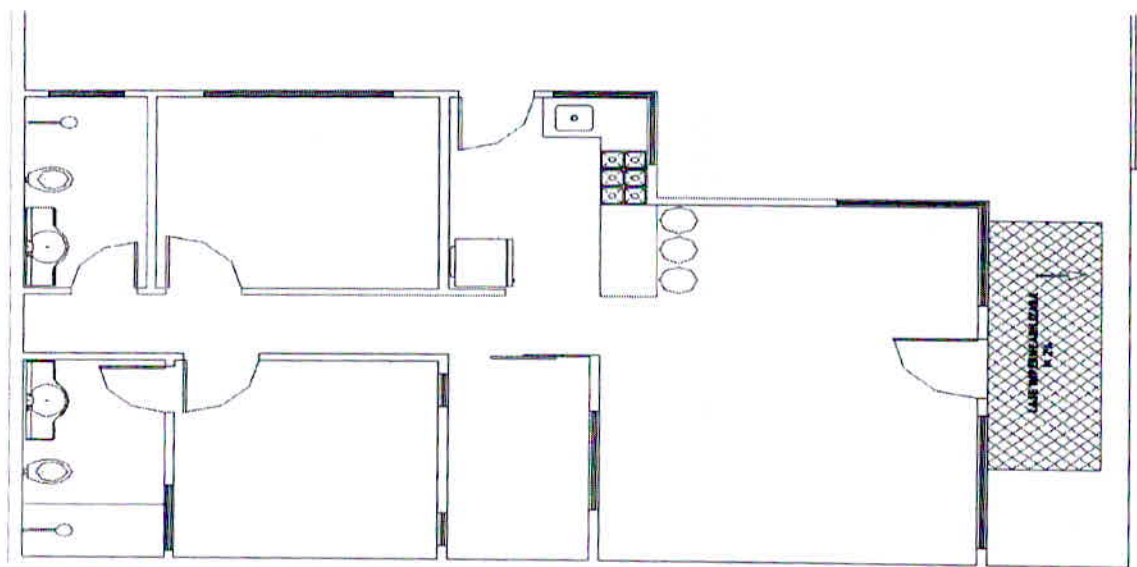
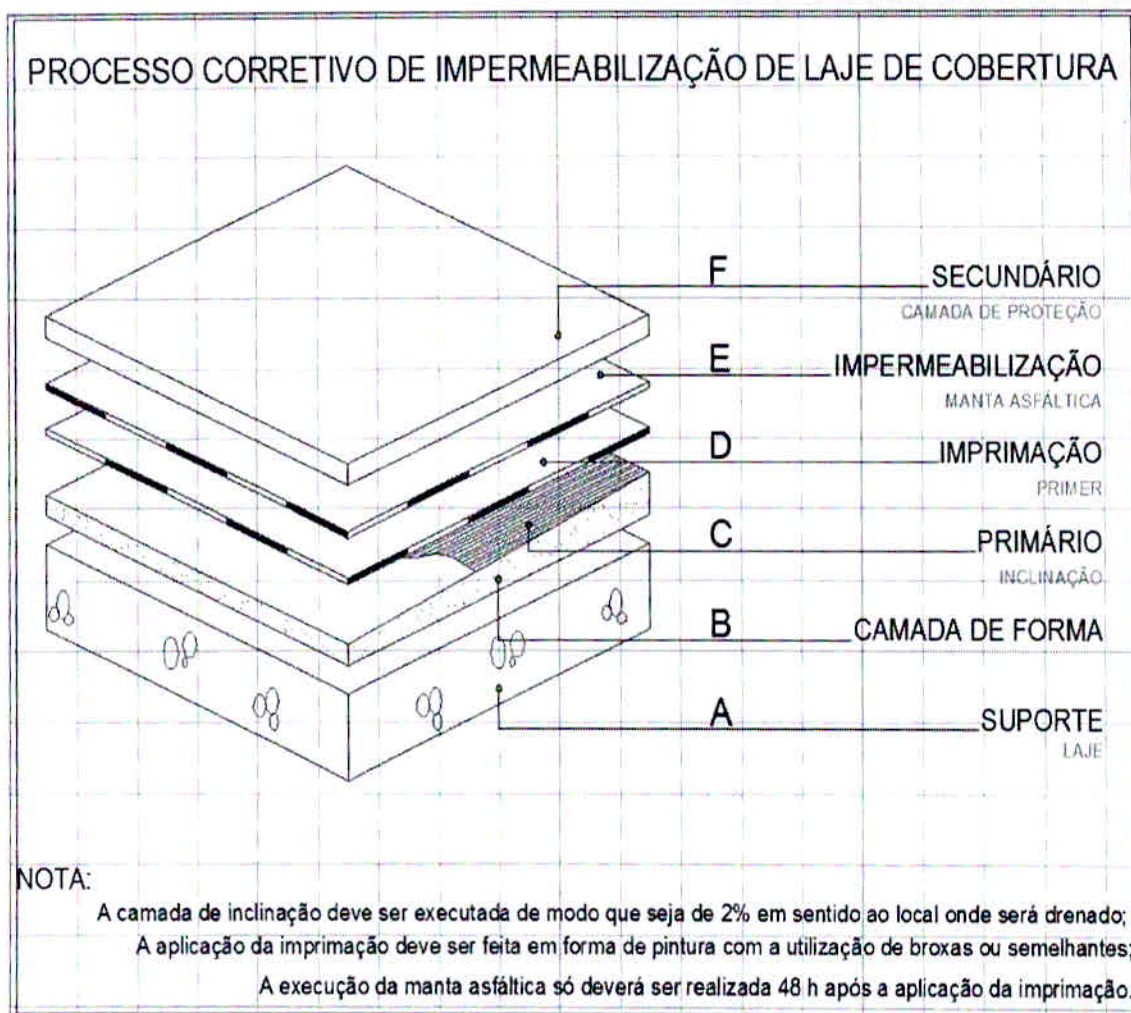


Figura 29 – Planta baixa da residência, localização da laje que receberá impermeabilização.

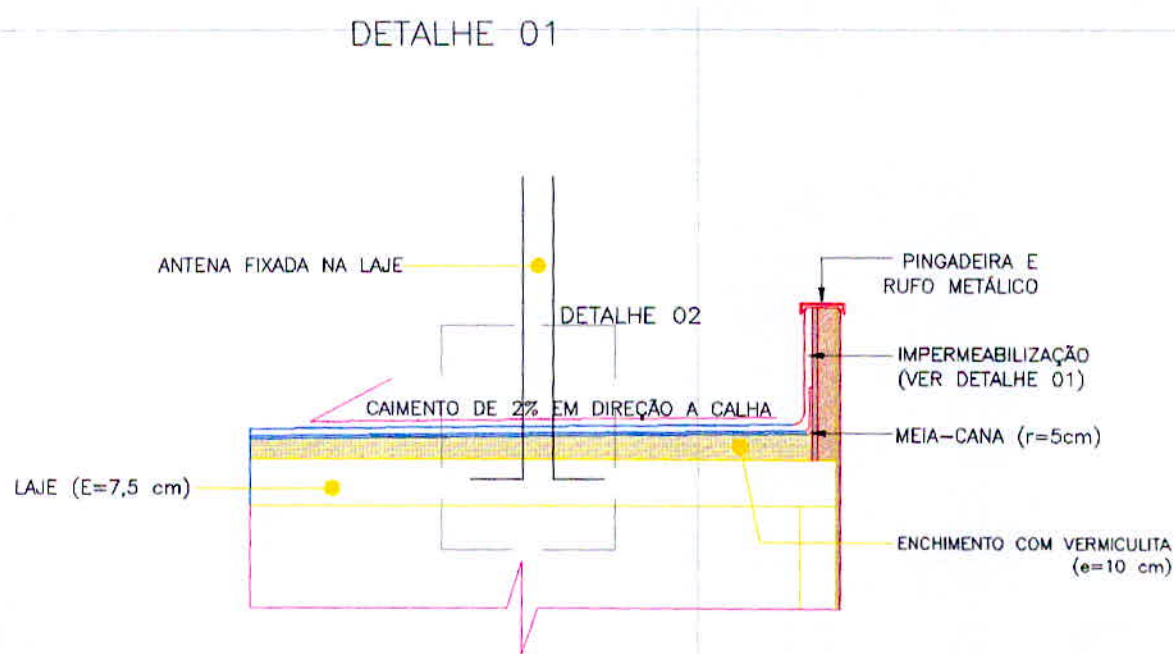
Fonte - (Autor).



- A Suporte;
- B Camada de Forma - Regularização;
- C Primário - Inclinação da superfície para a drenagem das águas pluviais;
- D Imprimação da laje para a aplicação da manta asfáltica;
- E Aplicação da impermeabilização em forma de manta asfáltica;
- F Camada de proteção executada em argamassa.

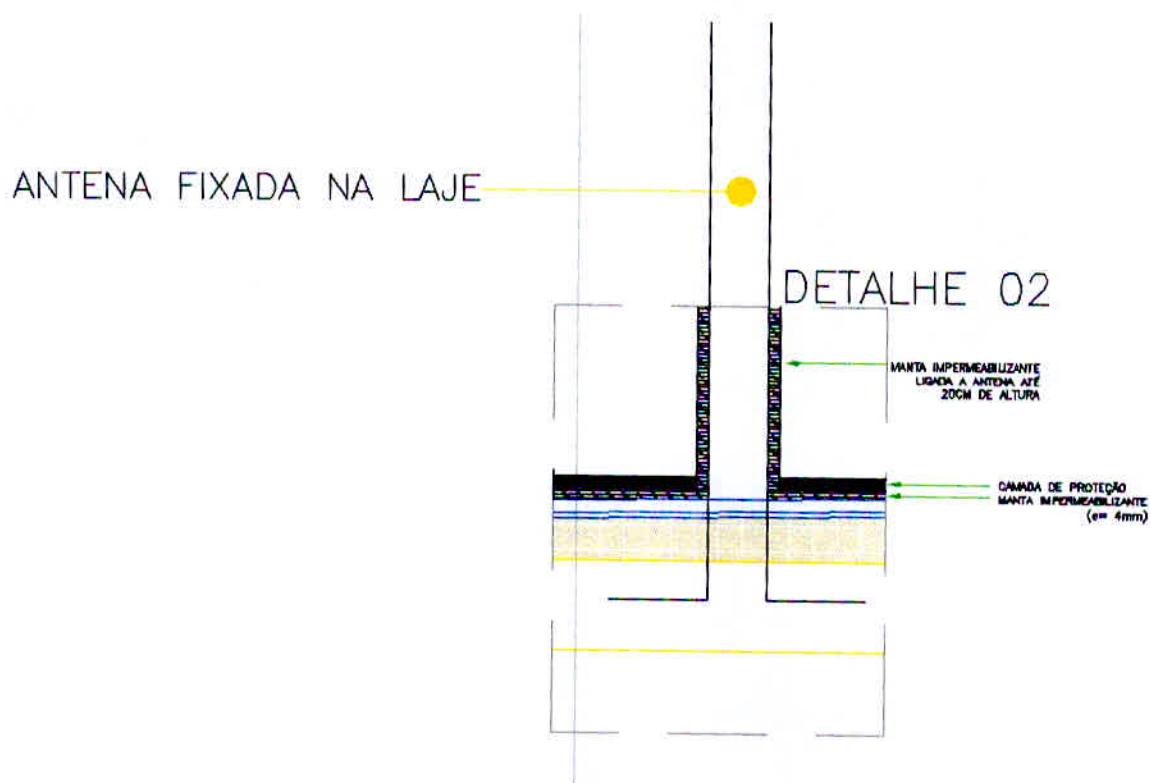
**Figura 30 – Detalhamento do procedimento da impermeabilização.**

Fonte - (Autor).



**Figura 31– Detalhamento da aplicação da impermeabilização.**

Fonte -(Autor).



**Figura 32– Detalhamento da impermeabilização da antena chumbada na laje.**

Fonte -(Autor).



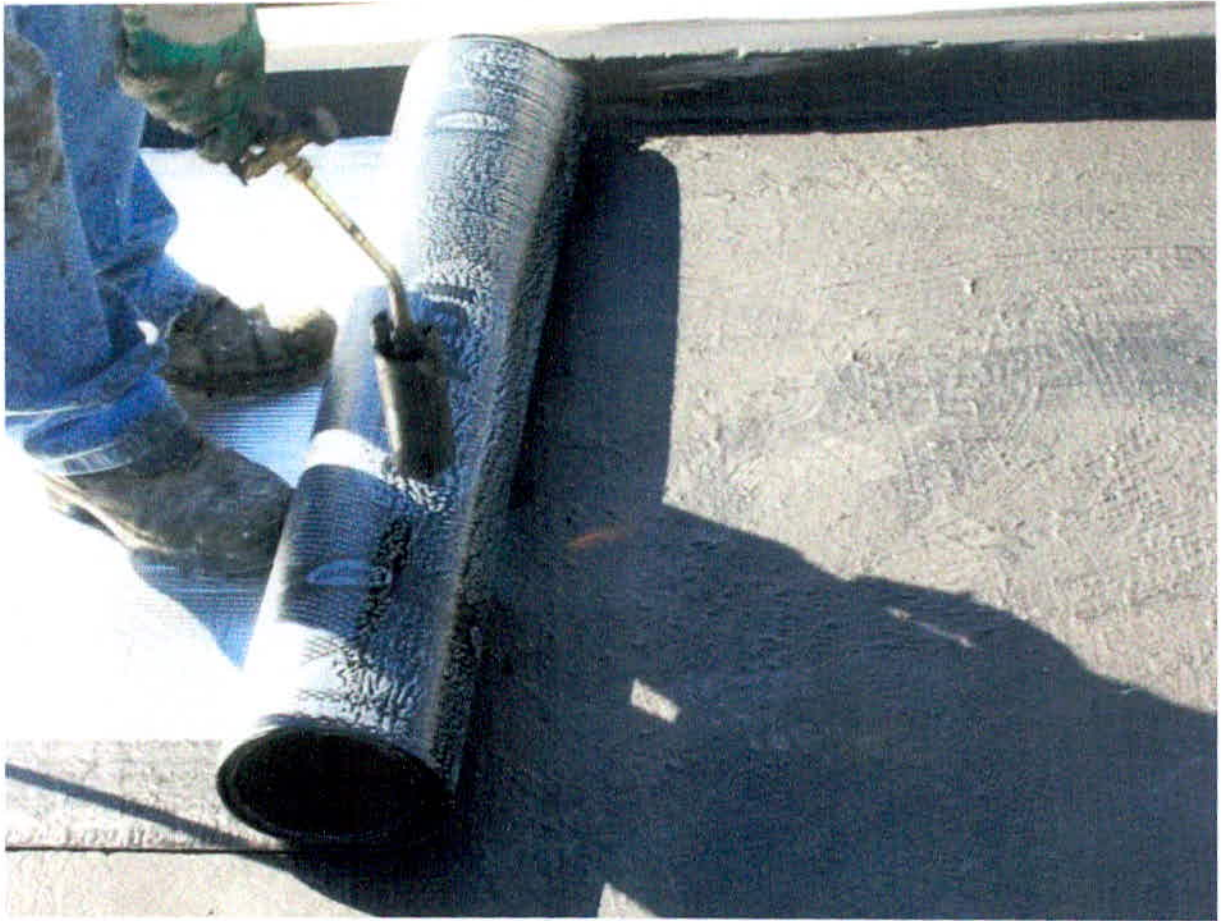
#### **5.2.4 Execução**

Após a escolha do impermeabilizante, iniciou-se a instalação da impermeabilização. Para a execução, foram considerados rigorosamente os dados apresentados no projeto de correção, o qual foi elaborado com base na norma NBR 9575/2003.

Para haver um sucesso do sistema impermeabilizante deve-se estar atento a vários fatores sendo eles internos e externos a estrutura. Com isso, após a elaboração do projeto de correção, serão apresentadas algumas etapas que contribuirão para o sucesso da correção do problema apresentado.

#### **5.2.5 Aplicação**

Antes da execução da manta asfáltica, foi necessária a aplicação de uma imprimação asfáltica, que proporciona ao piso de aplicação uma melhor aderência com o impermeabilizante. Após 48 horas da aplicação da imprimação, foi iniciada a etapa da colagem da manta asfáltica, que foi aplicado na laje plana, o que necessitaria após a aplicação de uma proteção de argamassa que também proporcione uma inclinação à laje.



**Figura 33 – Execução do processo de impermeabilização com manta asfáltica.**

**Fonte - (Acervo do autor).**

### **5.2.6 Impermeabilização de chumbamento**

Como na laje havia um chumbamento de uma antena de televisão, utilizou-se o método apresentado acima no item 2.7.4 como diretriz. A figura abaixo ilustra a primeira etapa da impermeabilização do chumbamento.



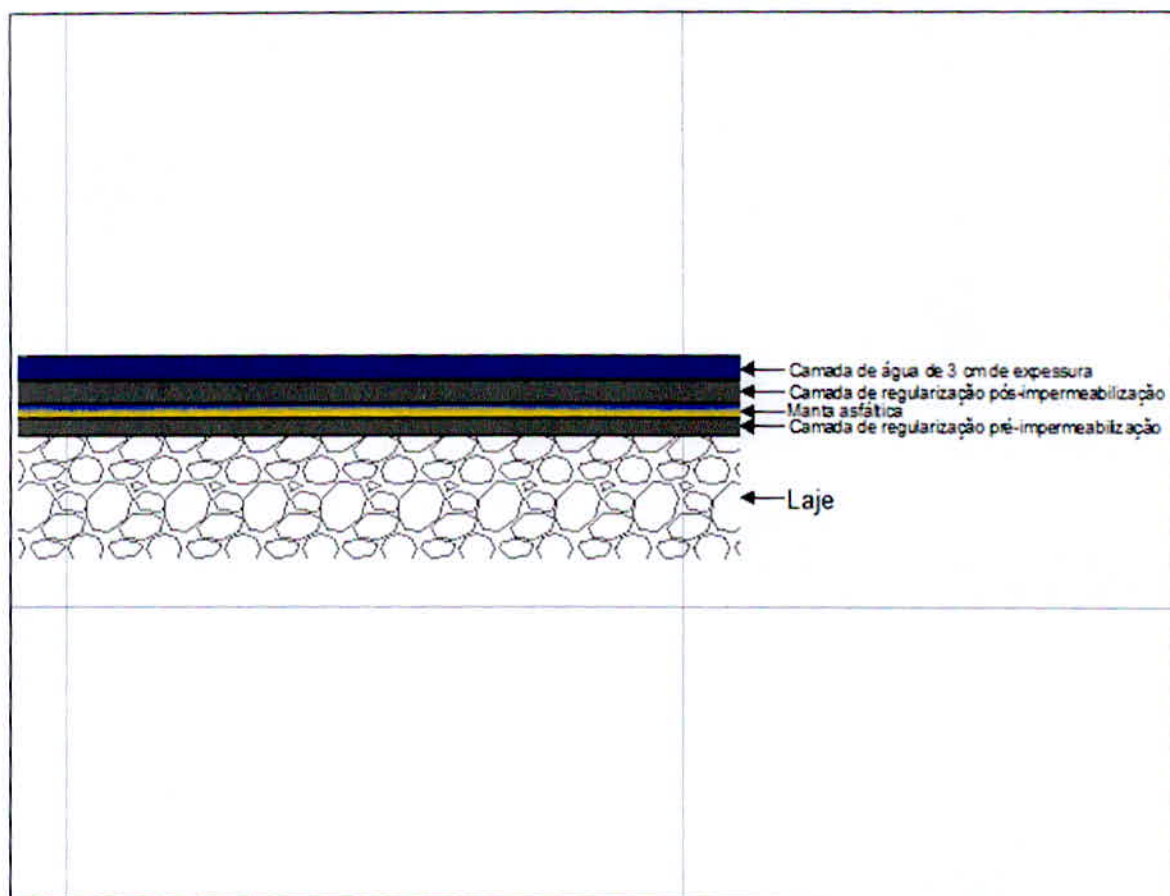
**Figura 34 - Primeira etapa da impermeabilização no chumbamento.**

**Fonte - (Acervo do autor).**

### **5.2.7 Teste de estanqueidade**

Após o assentamento da manta asfáltica, e observando os detalhes construtivos que necessitavam de maior atenção, foi realizado um teste de estanqueidade. Foi colocado sobre a camada da manta uma lâmina de água de aproximadamente 2 cm de espessura que permaneceu por um período de aproximadamente 48 horas. Durante o teste, houve um período chuvoso, no qual proporcionou um teste da impermeabilização em condições mais severas.





**Figura 35– Esquema de realização do teste de estanqueidade.**

Fonte - (Autor).

Com este teste realizado, concluiu-se uma eficiência na impermeabilização, liberando a execução do próximo passo, que é a camada de proteção e de inclinação.

### **5.2.8 Proteção e inclinação**

Após a aplicação do novo sistema impermeabilizante, foi executada no local uma camada de argamassa de traço 1:3, a qual corrigiu o antigo problema de empocamento de água aplicando uma inclinação de aproximadamente 2% sentido ao condutor que se encontra na laje, além disso, também tem a função de proteção da impermeabilização.



**Figura 36 – Aplicação da argamassa de proteção com inclinação para o condutor de águas.**

**Fonte - (Acervo do autor).**

### **5.2.9 Custos**

O cálculo de custos da correção do problema apresentado foi baseado em preços comerciais na cidade de Varginha, MG. Abaixo será apresentada uma tabela apresentando o detalhamento dos custos necessários para correção da patologia existente na laje, incluindo o custo da demolição da impermeabilização que apresentava os problemas.

Item	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Areia fina	2 m <sup>2</sup>	R\$ 58,00	R\$ 116,00
Cimento	100 kg	R\$ 0,42	R\$ 42,00
Primer líquido	18 litros	R\$ 9,92	R\$ 178,50
Manta asfáltica	10 m <sup>2</sup>	R\$ 17,99	R\$ 179,90
Brocha	2 unidades	R\$ 2,80	R\$ 5,60
Mão de obra oficial	2 dias	R\$ 100,00	R\$ 200,00
Mão de obra ajudante	2 dias	R\$ 60,00	R\$ 120,00
<b>Impermeabilização demolida preço total</b>			<b>R\$ 842,00</b>
Item	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Areia fina	3 m <sup>2</sup>	R\$ 58,00	R\$ 174,00
Cimento	200 kg	R\$ 0,42	R\$ 84,00
Primer líquido	18 litros	R\$ 9,92	R\$ 178,50
Manta asfáltica	10 m <sup>2</sup>	R\$ 17,99	R\$ 179,90
Brocha	2 unidades	R\$ 2,80	R\$ 5,60
Mão de obra oficial	4 dias	R\$ 100,00	R\$ 400,00
Mão de obra ajudante	4 dias	R\$ 60,00	R\$ 240,00
<b>Impermeabilização corrigida preço total</b>			<b>R\$ 1.262,00</b>

Figura 37 – Custos da demolição e aplicação da correção da impermeabilização.

Fonte - (Autor).

Analisado a tabela acima, fica de fácil percepção ao leitor o prejuízo resultante da ineficiência da impermeabilização, neste caso, tratando de uma laje de apenas 4,50 m<sup>2</sup>, o prejuízo chegou a 150% a mais quando comparado ao gasto inicial à aplicação da impermeabilização. O gasto inicial desta impermeabilização foi de aproximadamente R\$ 187,00/m<sup>2</sup>, chegando ao final já com a correção a um custo de aproximadamente R\$ 467,50/m<sup>2</sup>.

### 5.3 Objeto de estudo 2

Como apresentado acima, o projeto de impermeabilização tende a ter um melhor custo benefício quando planejado e executado juntamente com o andamento da obra. Devido



isso, o autor utilizou como segundo estudo de caso, uma residência ainda em andamento e projetou o sistema impermeabilizante.






**Figura 38– Residência em que foi projetada a impermeabilização.**

Fonte - (Autor).

### **5.3.1 Projeto**

O projeto de impermeabilização desta residência pode ser desenvolvido juntamente com os demais projetos necessário. A seguir, serão apresentadas diversas representações do projeto de impermeabilização desenvolvido, indicando os detalhes construtivos nos quais o executante deve ter mais atenção e também apresentando os materiais necessários para a execução deste projeto.

-  ARGAMASSA POLIMÉRICA COM CONSUMO DE 5Kg/m<sup>2</sup>
-  MANTA ASFÁLTICA + CAMADA DE TRANSIÇÃO E PROTEÇÃO
-  A FUNDAÇÃO DEVERÁ SER REALIZADA A APLICAÇÃO DE MEBRANA ASFÁLTICA, APLICADA A FRIO

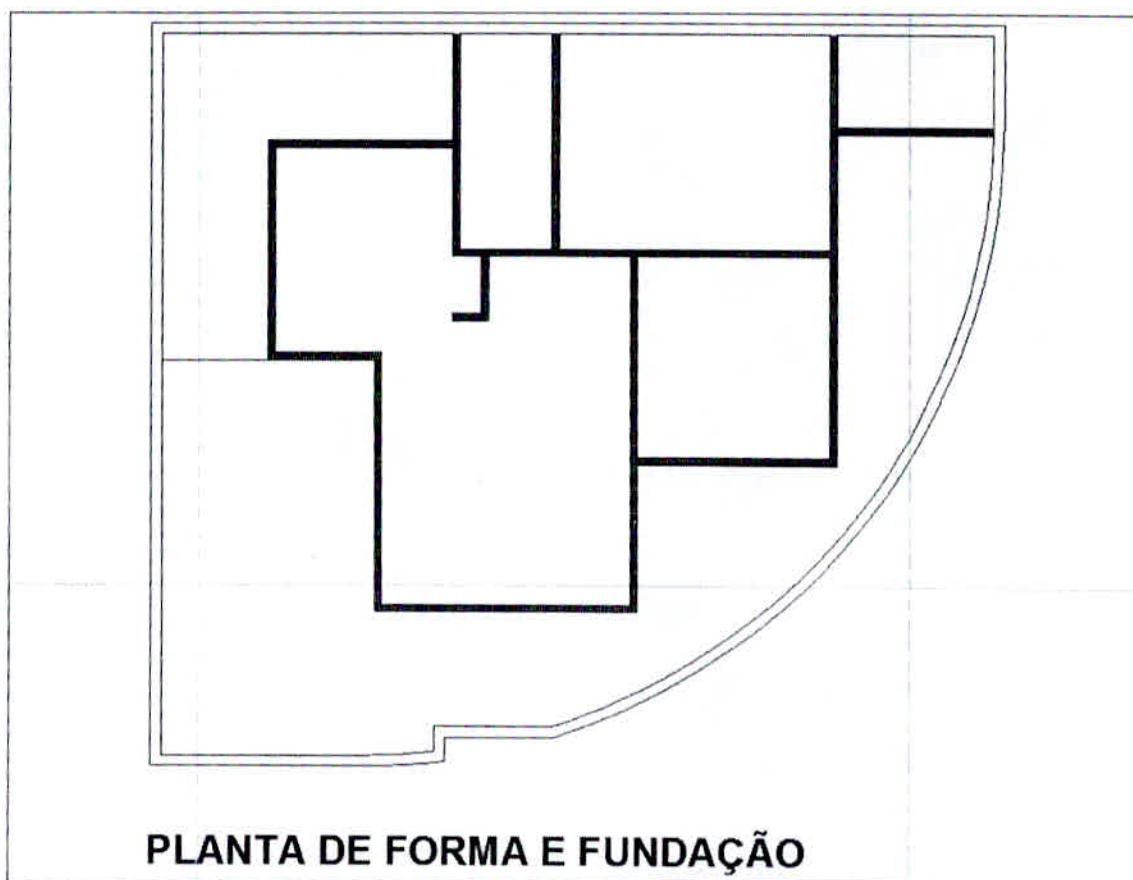


Figura 39 – Detalhe para impermeabilização da fundação com membrana asfáltica aplicada a frio.

Fonte - (Autor).

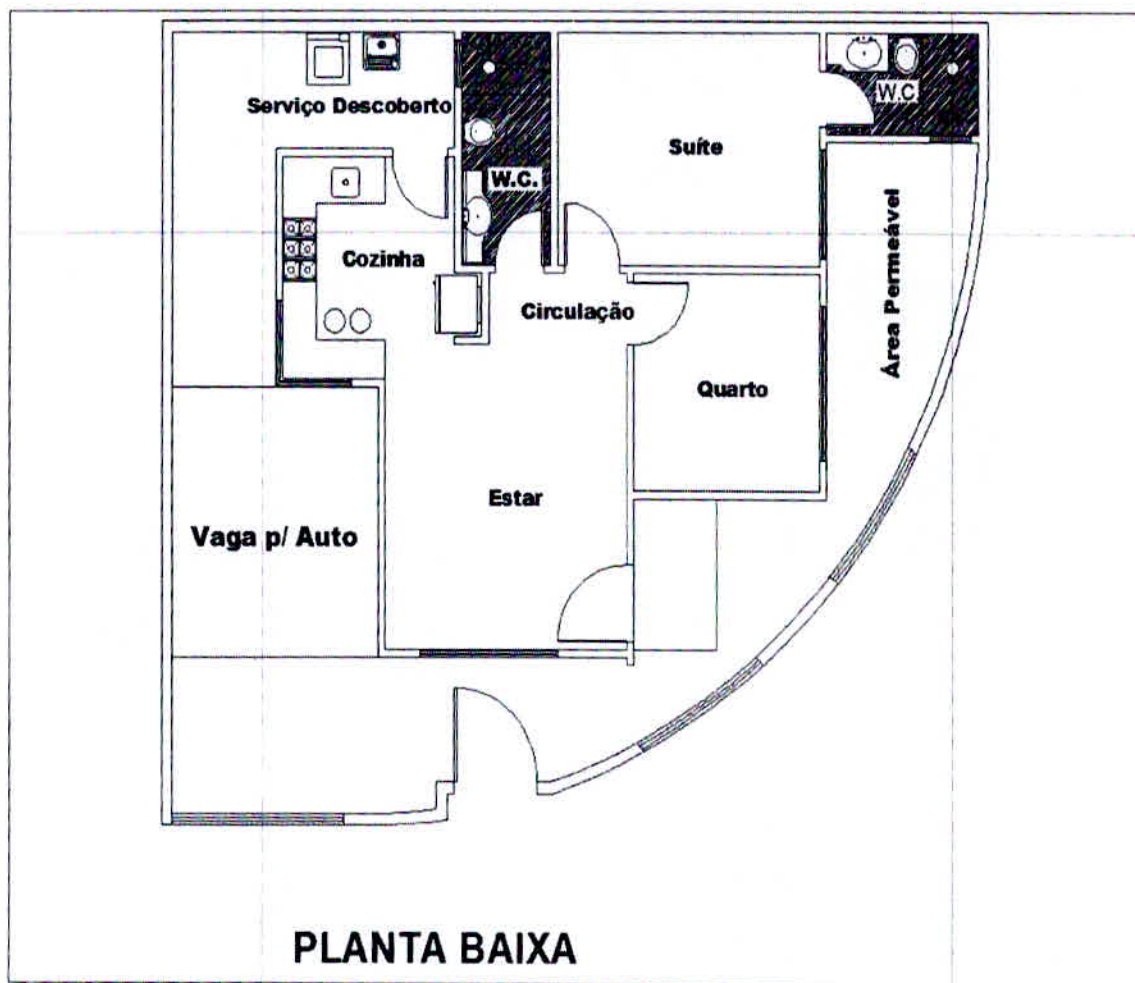
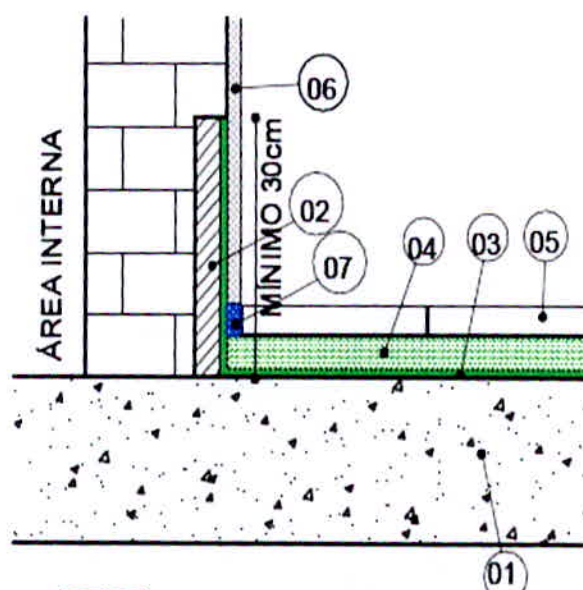









Figura 40 – Planta para impermeabilização dos banheiros.

Fonte - (Autor).





- 01  CONCRETO / ESTRUTURA
- 02  REGULARIZAÇÃO NA MASSA DA ALVENARIA
- 03  ARGAMASSA POLIMÉRICA COM CONSUMO DE 5,0kg/m<sup>2</sup>, ESTRUTURADA COM TELA POLIÉSTER RESINADA MALHA DE 3x3mm
- 04  CONTRA PISO
- 05  PISO FINAL
- 06  REBOCO / EMBOÇO / ACABAMENTO
- 07  MASTIQUE POLIURETANO (MASTIQUE PERIMETRAL) 2x2cm

## DETALHE 01

IMPERMEABILIZAÇÃO - ARGAMASSA POLIMÉRICA  
SEM ESCALA

Figura 41—Detalhes construtivos para impermeabilização dos banheiros.

Fonte -(Autor).

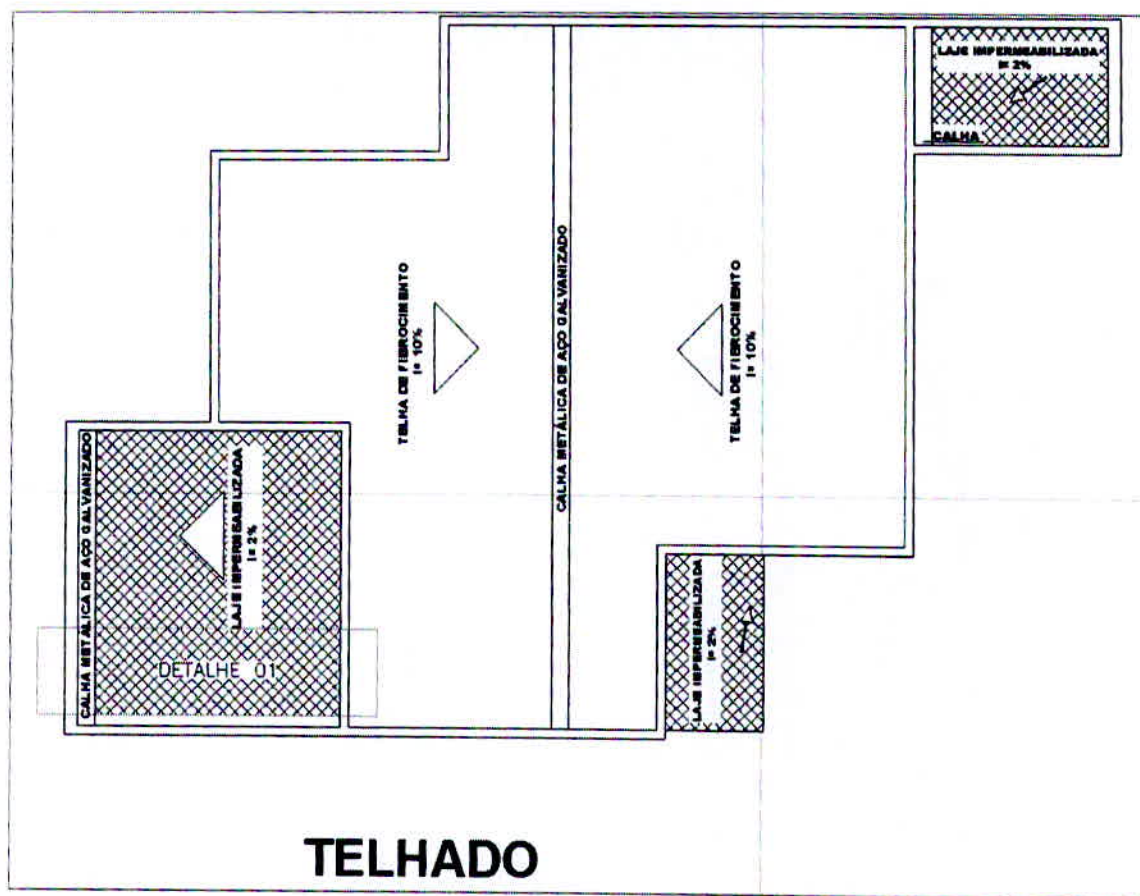


Figura 42 – Planta de impermeabilização da cobertura.

Fonte - (Autor).

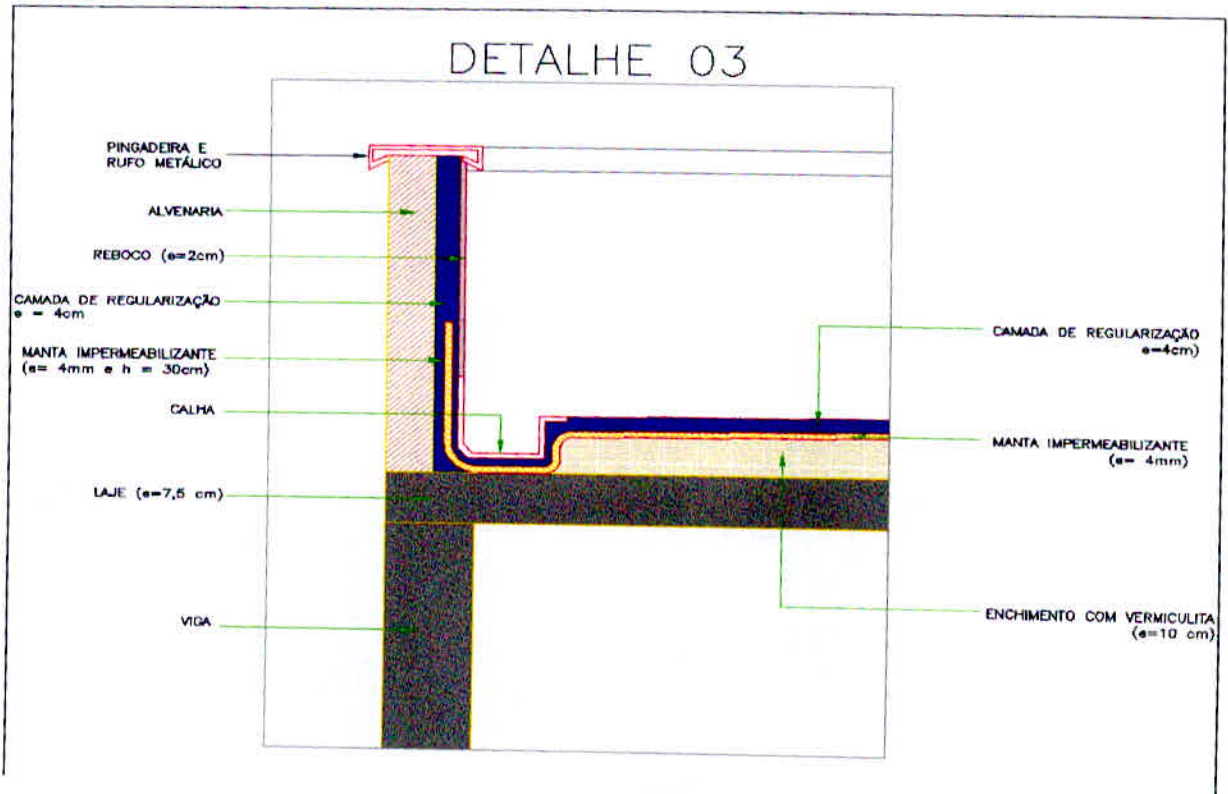
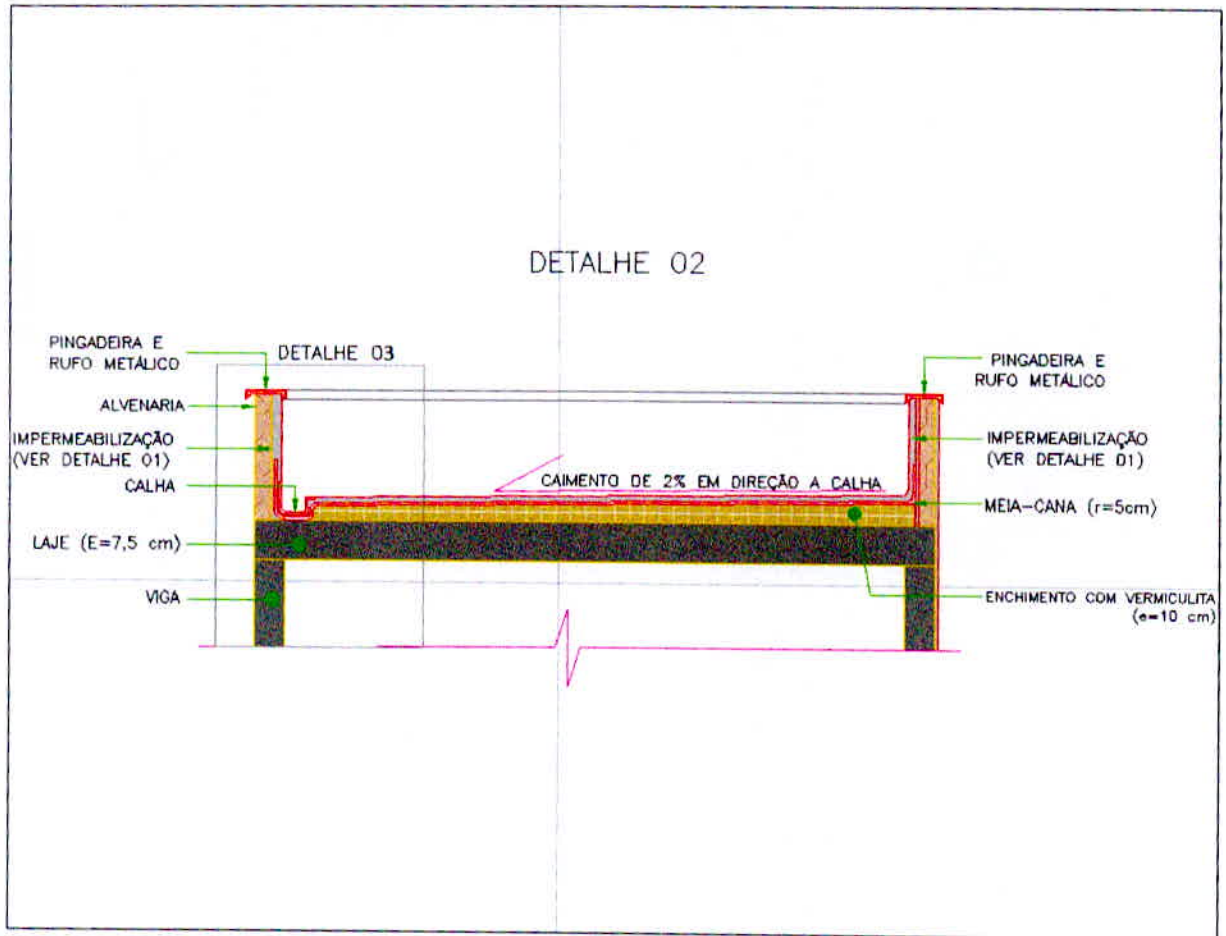


Figura 43– Detalhes construtivos para impermeabilização da laje de cobertura.

Fonte -(Autor).



### 5.3.2 Lista de materiais a serem utilizados

Seguindo o projeto apresentado acima, os materiais que serão utilizados para aplicação são:

Impermeabilizantes:

- Membrana asfáltica;
- Manta asfáltica;
- Argamassa polimérica.

Acessórios para aplicação:

- Primer de imprimação asfáltica;
- Broxa;
- Trinca 2”;
- Maçarico;
- Gás 5kg;
- Desempenadeira metálica.

### 5.3.3 Método de aplicação

A aplicação possui métodos diferentes para cada tipo de produto, onde além do método também possui um prazo ideal para melhor eficiência do produto final. A seguir serão subdivididos os métodos de aplicação para cada tipo de material a ser utilizado.

#### 5.3.3.1 Fundação

O impermeabilizante utilizado na fundação deve ser membrana asfáltica e aplicada a frio. A membrana devera ser aplicada em forma de pintura através das broxas e trinchas. A camada de membrana deve cobrir toda a superfície da viga baldrame. Deve ser respeitado um

prazo mínimo de 48 horas após a aplicação do impermeabilizante para a execução das etapas posteriores envolvendo a fundação.

### **5.3.3.2 Banheiros**

A impermeabilização dos banheiros deverá ser feita através de argamassa polimérica, e esta deve ser aplicada seguindo os detalhes impostos pelo projeto, representado pela figura 41. Para a aplicação da argamassa deve ser feita uma preparação da superfície, verificando se estará regularizada, e após a aplicação do impermeabilizante deve ser feita uma camada de proteção podendo optar por revestimento cerâmico.

### **5.3.3.3 Telhado**

A impermeabilização do telhado deve ser realizada utilizando manta asfáltica. Antes da execução da impermeabilização deve se verificar a regularização da superfície onde será aplicada e também a limpeza do local. Deve ser aplicada a camada de imprimação em forma de pintura e após um prazo de 48 horas, aplica-se a manta asfáltica.

Os detalhes construtivos são indicados no projeto que estão representadas pelas imagens 42 e 43.

### **5.3.4 Custos**

Os custos apresentados a seguir apresentam somente os gastos envolvidos diretamente com o sistema de impermeabilização. É válido informar que os cálculos foram considerados para uma superfície já preparada para receber a impermeabilização.

A figura a seguir apresenta os custos projetados pelo autor para o projeto que foi apresentado acima.

<b>Fundação</b>			
<b>Materiais</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor unitário (R\$)</b>	<b>Valor total (R\$)</b>
Membrana asfáltica	18 l	R\$ 10,50	R\$ 189,00
Brocha	2 unidades	R\$ 2,80	R\$ 5,60
Oficial	1 dia	R\$ 100,00	R\$ 100,00
Ajudante	1 dia	R\$ 60,00	R\$ 60,00
<b>Custo total impermeabilização da fundação</b>			<b>R\$ 354,60</b>
<b>Banheiros</b>			
<b>Materiais</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor unitário (R\$)</b>	<b>Valor total (R\$)</b>
Argamassa polimérica	18 l	R\$ 7,50	R\$ 135,00
Desempenadeira	2 unidades	R\$ 6,50	R\$ 13,00
Oficial	1 dia	R\$ 100,00	R\$ 100,00
Ajudante	1 dia	R\$ 60,00	R\$ 60,00
<b>Custo total impermeabilização da fundação</b>			<b>R\$ 308,00</b>
<b>Telhado</b>			
<b>Materiais</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor unitário (R\$)</b>	<b>Valor total (R\$)</b>
Primer de imprimação	18 l	R\$ 9,92	R\$ 178,50
Brocha	4 unidades	R\$ 2,80	R\$ 11,20
Manta asfáltica	20 m <sup>2</sup>	R\$ 17,99	R\$ 359,80
Oficial	3 dias	R\$ 100,00	R\$ 300,00
Ajudante	3 dias	R\$ 60,00	R\$ 180,00
<b>Custo total impermeabilização da fundação</b>			<b>R\$ 1.029,50</b>

Figura 44 – Custos da impermeabilização.

Fonte - (Autor).

#### 5.4 Comparativo dos custos

Após a análise do autor, foi realizado um comparativo de gastos entre os sistemas impermeabilizantes semelhantes. Foram comparados os gastos com a aplicação da impermeabilização em manta asfáltica dos dois casos.

No primeiro caso, onde foi feito uma correção da impermeabilização, a laje possui uma área de 4,5 m<sup>2</sup>, e o custo por m<sup>2</sup> gasto neste caso foi de aproximadamente R\$ 280,00/m<sup>2</sup>. Já no segundo caso, onde foi elaborado um projeto de impermeabilização juntamente com os demais projetos, o uso da manta asfáltica abrangeu uma área de 18,70 m<sup>2</sup>, e o seu custo final foi de aproximadamente R\$ 55,00/m<sup>2</sup>.



Após a análise destes dados, fica clara a percepção do leitor em relação à vantagem de projetar um sistema impermeabilizante juntamente com os demais projetos da edificação. No caso analisado, a correção custou aproximadamente 5 vezes mais do que a impermeabilização projetada desde o início da obra.

## CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma visão geral da impermeabilização na construção civil, no qual foi relatada a importância da impermeabilização desde o projeto até a fase de manutenções e correções quando necessário.

Através do estudo, pode ser constatado que há um grande desconhecimento dos profissionais relacionados à construção civil sobre a importância da impermeabilização, na maioria das vezes não há nenhum tipo de projeto neste setor, o que seria o básico, pois determina as diretrizes a quem irá executar.

Foi constatado que problemas relacionados ao setor impermeabilizante são muito comuns, e que estes problemas, além de proporcionar danos às estruturas e à saúde do usuário, também geram um elevado custo para suas correções.

Para se executar um projeto de impermeabilização eficiente, é necessário ser analisado vários fatores, desde o estudo de todos os demais projetos da edificação, até a escolha dos melhores métodos de correção e manutenção da impermeabilização. Qualquer falha, por menor que seja pode comprometer toda a estrutura.

É essencial ao engenheiro um conhecimento a respeito desse tema, um entendimento sobre a ação das águas na estrutura, terem uma visão dos possíveis problemas que a água pode causar, assim descrevendo uma melhor solução para todas as fases da execução da impermeabilização.

Além da análise de todos os projetos feitos pelo engenheiro responsável, a execução também requer profissionais especializados em impermeabilização. Vários dos problemas encontrados, quando há a realização da impermeabilização deve a falhas executivas.

Há uma grande importância também do acesso do usuário da obra aos dados do sistema de impermeabilização, detalhando todo o processo construtivo com todos os materiais utilizados, com o objetivo de fornecer ao usuário dados que possam ajudar na manutenção preventiva do sistema.

As correções das patologias devido a infiltrações são muito complexas, muitas vezes há o desconhecimento de técnicas de resolução até dos projetistas, transmitindo uma grande deficiência desde a formação dos profissionais.

Concluindo, a importância do planejamento e da execução de forma adequada de um sistema impermeabilizante é essencial para a eficiência de qualquer edificação. A importância é muito grande de um profissional com conhecimento técnico para estar projetando o sistema, sabendo analisar corretamente todas as fases da obra e seus possíveis imprevistos. Caso não haja a participação de um profissional capacitado, com certeza reparos serão necessários, causando também transtornos aos usuários da edificação.



## REFERÊNCIAS

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

ABRAPEX. **Considerações sobre patologias e restaurações de edifícios**. *Téchne*, São Paulo, n. 144, p. 42-45, out. 2014.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575 - Impermeabilização - Seleção e projeto**. Rio de Janeiro, 2003.

\_\_\_\_\_. **NBR 9952 - Manta asfáltica para impermeabilização**. São Paulo, 2007

\_\_\_\_\_. **NBR 9574 - Execução de impermeabilização**. São Paulo, 2008.

ARAÚJO, M.A.C.S. **Materiais impermeabilizantes: Como diminuir perdas**. in: *Anais do 8º Simpósio Brasileiro de Impermeabilização*. São Paulo, SP. set. 2008 p. 293-302.

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

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

CUNHA, A.G.; NEUMANN, W. **Manual impermeabilização e isolamento térmico.**

Rio de Janeiro: Texsa Brasileira, 1979. 227p.

DENVER - <http://www.denverimper.com.br/> (Acessado em 10/9/2014).

IBI - Instituto Brasileiro de Impermeabilização - <http://www.ibisp.org.br/> (Acessado em 23/09/2014).

INFANTI. **Projeto, Acompanhamento e controle.** Caminho da

Qualidade. Revista Impermeabilizar, São Paulo, n. 91, p. 15-26, jan. 1984.

JOHN, J.G. **Impermeabilizações: Condições técnicas de Execução.**

Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2009.

LERSCH, I. M. **Contribuição para a identificação dos principais fatores de**

**degradação em edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre.** Porto

Alegre: UFRGS, 2003. 180 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) –

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

LWART - **Manual técnico de impermeabilização.** Disponível em:

<http://www.lwart.com.br/> (Acessado em 20/9/2014).

PICCHI, F.A. **Impermeabilização de coberturas.** São Paulo: Editora Pini, 1986. 220p.

PIEPER, R. **Só se nota a impermeabilização quando ela não existe.** Revista

Impermeabilizar, São Paulo, n. 43, p. 6, fev. 1992.

RIPPER, E.J. **Impermeabilização na construção.** Porto Alegre: Editora Sagra,

1992. 51p.

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

VEDACIT – **Manual técnico de impermeabilização de estruturas**. 4º Edição.  
Disponível em: <http://www.vedacit.com.br> (Acessado em 20/09/2014).

VENTURINI, G.V.R **Estudos dos sistemas de impermeabilização: Patologias, prevenções e correções – Análise de casos**. 2008, 95p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – UFSM, Santa Maria (RS), 2008.

VIAPOL - <http://www.viapol.com.br> (Acessado em 12/9/2014).

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