

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ESTUDO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO:  
PATOLOGIAS, PREVENÇÕES E CORREÇÕES –  
ANÁLISE DE CASOS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Geovane Venturini Righi**

**Santa Maria, RS, Brasil.**

**2009**

**ESTUDOS DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO:  
PATOLOGIAS, PREVENÇÕES E CORREÇÕES – ANÁLISE  
DE CASOS**

por

**Geovane Venturini Righi**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Construção Civil, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Civil.**

**Orientador: Prof. Dr. Denise de Souza Saad**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2009**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**ESTUDO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO: PATOLOGIAS,  
PREVENÇÕES E CORREÇÕES - ANÁLISE DE CASOS**

elaborada por  
**Geovane Venturini Righi**

Como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Engenharia Civil**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Denise de Souza Saad, Dr.**  
(Presidente/Orientadora)

---

**Caryl Eduardo Jovanovich Lopes, Dr. (UFSM)**

---

**Maria Isabel Pimenta Lopes, Dr. (Unifra)**

Santa Maria, 18 de dezembro de 2009.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais, Cleuza Venturini Righi e Irineu Miguel Marin Righi pela dedicação, carinho e contribuição para que eu prosseguisse meus estudos;

Ao Eng. Luiz Felipe de Brito Etges que muito mais do que conselhos, compartilhou comigo sua experiência profissional, colaborando de forma ímpar com o estudo;

À Clarissa, namorada, companheira, pelo amor e apoio sempre demonstrado ao meu lado;

A todos os amigos, próximos e distantes, que sempre souberam o valor da verdadeira amizade;

À professora Denise, minha orientadora, que proporcionou que esse trabalho fosse elaborado;

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e todos seus professores, por oportunizar a realização de meu aperfeiçoamento profissional;

À Universidade Federal de Santa Maria pela oportunidade de realizar os meus estudos de graduação e pós-graduação, sempre gratuitos e de excelente qualidade.

## **RESUMO**

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil  
Universidade Federal de Santa Maria

### **ESTUDO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO: PATOLOGIAS, PREVENÇÕES E CORREÇÕES – ANÁLISE DE CASOS.**

AUTOR: GEOVANE VENTURINI RIGHI  
ORIENTADORA: DENISE DE SOUZA SAAD

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 18 de dezembro de 2009.

A impermeabilização é uma etapa muito importante na construção civil, mas vem sendo relegada, na maioria das vezes por contenção de custos e desinformação, resultando no aparecimento de patologias de impermeabilização. Os custos do reparo dessas patologias podem ser até quinze vezes maiores do que se fosse executado no andamento da obra. Esse estudo apresenta uma análise de múltiplos casos de patologias de impermeabilização, com sugestões de correções e indicações de como prevenir tais patologias. De forma a elucidar melhor sobre o assunto, primeiro foi realizado um levantamento dos principais tipos de materiais usados no processo de impermeabilização, assim como técnicas de uso, principais cuidados que se deve ter na execução e detalhes construtivos indispensáveis no processo.

Palavras-chave: sistemas de impermeabilização; patologias de impermeabilização; projeto de impermeabilização.

## **ABSTRACT**

Master's Degree Dissertation  
Post-Graduation Program in Civil Engineering  
Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

### **STUDY OF WATERPROOFING SYSTEMS: PATHOLOGIES, PREVENTIONS AND CORRECTIONS – CASE STUDIES.**

AUTHOR: GEOVANE VENTURINI RIGHI  
ADVISOR: DENISE DE SOUZA SAAD

Date and Place of Defense: Santa Maria, December 18th, 2009.

The waterproofing is a very important step in the civil construction, but it has been relegated, mostly by cost containment and misinformation, resulting in the manifestation of waterproofing pathologies. Repair costs of these pathologies can be up to fifteen times higher than if it were running on the course of the work. This study presents a multiple cases studies of waterproofing pathologies, with suggestions of corrections and indications on how to prevent such pathologies. To better illustrate the subject, it was accomplished an inspection of the main types of materials used in the waterproofing process, as well as the applied techniques, main cares that should be considered in the execution and indispensable constructive details in the process.

Keywords: waterproofing systems; waterproofing pathologies; waterproofing project.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Porcentagem de investimentos nas edificações	16
Figura 2	Custo da impermeabilização X Quando é executado	17
Figura 3	Preparação da argamassa com o aditivo hidrófugo	26
Figura 4	Aplicação de cristalizante na forma de pintura	27
Figura 5	Injeção de cristalizantes em parede com umidade ascendente	28
Figura 6	Cimento impermeabilizante de pega ultra-rápida	29
Figura 7	Aplicação de argamassa polimérica na forma de pintura	31
Figura 8	Aplicação de argamassa polimérica na forma de revestimento	31
Figura 9	Execução de membrana de asfalto a frio	33
Figura 10	Execução de membrana de asfalto a quente	33
Figura 11	Execução de membrana acrílica	35
Figura 12	Imprimação da superfície	38
Figura 13	Execução de manta asfáltica com maçarico	39
Figura 14	Teste de estanqueidade	39
Figura 15	Processo de solda com equipamento automático	40
Figura 16	Processo de solda com equipamento manual	41
Figura 17	Fixação automática com parafusos e arruelas especiais	41
Figura 18	Fixação com perfis tipo cantoneira em reservatório	42
Figura 19	Cuidado nas tubulações	43
Figura 20	Cantos chanfrados em reservatório	44
Figura 21	Execução de arremate de impermeabilização junto ao ralo	45
Figura 22	Detalhamento do encaixe da manta na alvenaria	46
Figura 23	Execução de manta asfáltica em rodapé	47

Figura 24	Representação gráfica de chumbamento	47
Figura 25	Detalhe de impermeabilização na soleira	48
Figura 26	Representação gráfica de pingadeira	49
Figura 27	Pingadeira metálica	49
Figura 28	Teste de verificação das juntas de dilatação	50
Figura 29	Detalhe de impermeabilização em junta de dilatação	51
Figura 30	Disposição do isolamento em relação à impermeabilização	53
Figura 31	Isolamento térmico com placas de poliestireno expandido moldado	53
Figura 32	Principais efeitos de problemas de impermeabilização	55
Figura 33	Principais situações de sinistro em edificações	56
Figura 34	Locais da edificação mais afetados por manifestações patológicas	60
Figura 35	Parede enterrada com infiltração	66
Figura 36	Esquema de parede enterrada com infiltração	67
Figura 37	Esquema de soluções para problemas de impermeabilização em estruturas enterradas	67
Figura 38	Exemplo esquemático de uma barreira estanque associada a um sistema drenante/filtrante	68
Figura 39	Impermeabilização dos baldrames com argamassa polimérica	70
Figura 40	Impermeabilização dos baldrames com membrana asfáltica	70
Figura 41	Patologia em revestimento devido à umidade ascendente	71
Figura 42	Esquema de soluções para problemas de impermeabilização em fundações	72
Figura 43	Aplicação de cristalizante em alvenaria de tijolos maciços	73
Figura 44	Patologia em forro de banheiro	75
Figura 45	Esquema de soluções para problemas de impermeabilização em boxes de banheiros	76
Figura 46	Patologia em reservatório	78
Figura 47	Vista do reservatório do lado externo	78
Figura 48	Esquema de soluções para problemas de impermeabilização em reservatórios	79
Figura 49	Esquema de soluções para problemas de impermeabilização em Lajes de cobertura	82
Figura 50	Infiltração em laje	82



Figura 51	Face superior da mesma laje, apresentando fissuras	83
Figura 52	Junta de dilatação	84
Figura 53	Infiltração em viga situada abaixo da junta de dilatação	84
Figura 54	Patologia em rodapé	85

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1	Parâmetros de ensaio para mantas asfálticas	37
Quadro 2	Resumo das Soluções de Patologias de Impermeabilização	89

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2 OS PROCESSOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO, SUAS APLICAÇÕES E PATOLOGIAS CAUSADAS PELA FALTA DOS MESMOS.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Mecanismos de atuação da água nas edificações .....</b>	<b>17</b>
2.1.1 Umidade de infiltração.....	18
2.1.2 Umidade ascensional .....	18
2.1.3 Umidade por condensação.....	18
2.1.4 Umidade de obra.....	19
2.1.5 Umidade acidental.....	19
<b>2.2 Projeto de impermeabilização.....</b>	<b>19</b>
<b>2.3 Escolha da impermeabilização .....</b>	<b>22</b>
<b>2.4 Sistemas Impermeabilizantes .....</b>	<b>24</b>
2.4.1 Tipos de sistemas impermeabilizantes.....	24
2.4.1.1 Impermeabilização Rígida .....	25
2.4.1.1.1 Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo.....	25
2.4.1.1.2 Cristalizantes.....	26
2.4.1.1.3 Cimento impermeabilizante de pega ultra-rápida.....	28
2.4.1.1.4 Argamassa polimérica .....	30
2.4.1.2 Impermeabilização Flexível .....	31
2.4.1.2.1 Membrana de polímero modificado com cimento.....	32
2.4.1.2.2 Membranas asfálticas.....	32
2.4.1.2.3 Membrana acrílica .....	34
2.4.1.2.4 Mantas asfálticas.....	35
2.4.1.2.5 Manta de PVC.....	40

<b>2.5 Detalhes Construtivos .....</b>	<b>43</b>
2.5.1 Regularização e caimentos .....	43
2.5.2 Ralo .....	44
2.5.3 Rodapé.....	45
2.5.4 Chumbamento .....	47
2.5.5 Soleira .....	48
2.5.6 Pingadeira .....	48
2.5.7 Junta de dilatação .....	50
<b>2.6 Etapas posteriores ao processo de impermeabilização.....</b>	<b>51</b>
2.6.1 Isolamento térmico .....	51
2.6.2 Proteção mecânica.....	54
<b>2.7 Patologias causadas pela má impermeabilização ou falta da mesma.....</b>	<b>55</b>
<b>2.8 Manutenção da impermeabilização .....</b>	<b>61</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>63</b>
<b>4 ESTUDOS DE CASOS MÚLTIPLOS – ANÁLISE E SUGESTÕES DE IMPERMEABILIZAÇÕES .....</b>	<b>65</b>
<b>4.1 Caso I - Estruturas enterradas .....</b>	<b>65</b>
4.1.1 Soluções a serem empregadas nos problemas de impermeabilização em paredes enterradas .....	66
4.1.1.1 Solução através do lado externo da parede .....	68
4.1.1.2 Solução através do lado interno da parede .....	69
<b>4.2 Caso II - Fundações.....</b>	<b>69</b>
4.2.1 Soluções a serem empregadas nos problemas de impermeabilização em fundações.....	71
4.2.1.1 Solução para paredes de tijolos maciços. ....	72
4.2.1.2 Solução para paredes de tijolos furados. ....	73
<b>4.3 Caso III - Boxes de banheiros .....</b>	<b>74</b>
4.3.1 Soluções a serem empregadas nos problemas de impermeabilização em boxes de banheiros.....	75
<b>4.4 Caso IV - Reservatórios .....</b>	<b>77</b>
4.4.1 Soluções a serem empregadas nos problemas de impermeabilização em reservatórios.....	77
<b>4.5 Caso V - Lajes de cobertura .....</b>	<b>80</b>

4.5.1 Soluções a serem empregadas nos problemas de impermeabilização em Lajes de cobertura. ....	81
4.5.1.1 Solução para reimpermeabilização total da laje. ....	85
4.5.1.2 Solução para reimpermeabilização localizada da laje. ....	86
4.5.1.3 Solução para reimpermeabilização de juntas de dilatação.....	86
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>88</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>90</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Uma preocupação para o homem desde o tempo em que habitava as cavernas era a umidade. O homem primitivo passou a se refugiar em cavernas para proteger-se das chuvas, animais e do frio. Percebeu que a umidade ascendia do solo e penetrava pelas paredes, o que tornava a vida dentro delas insalubre.

Esses problemas fizeram com que o homem fosse aprimorando seus métodos construtivos e isolando a sua habitação. A água, o calor e a abrasão foram e sempre serão um dos principais fatores de desgaste e depreciação das construções – a água, principalmente, dado o seu poder de penetração.

Sendo uma das principais etapas na construção, a impermeabilização propicia conforto aos usuários finais das mesmas. Uma eficiente proteção deve ser oferecida aos diversos elementos de uma obra sujeita às ações das intempéries, com o intuito de proteger a edificação de inúmeros problemas patológicos que poderão surgir com a infiltração de água, integradas ao oxigênio e outros componentes agressivos da atmosfera. A vida útil de uma edificação depende diretamente de uma eficiente realização da impermeabilização.

Considerada ainda um desafio para a construção civil, a umidade precisa ser combatida e representa uma preocupação constante da área devido aos efeitos negativos da má impermeabilização. Entre os principais problemas em obras de construção civil, a falta de impermeabilização é sempre um dos mais citados. Pelo fato de, na maioria das vezes estar fora do alcance visual após a edificação estar concluída, geralmente a impermeabilização é negligenciada não sendo tratada com a necessária importância ou, até mesmo, não sendo utilizada.

A confiabilidade e os custos devem ser analisados na seleção e na aplicação de sistemas de impermeabilização, visto que esta é notada mais freqüentemente quando apresenta problemas e, a reimpermeabilização, geralmente, é muito cara e traumática para os ocupantes da edificação.

Muitos problemas associados às impermeabilizações podem ser encontrados e eliminados ao se planejar já nos primeiros estágios do desenvolvimento da construção.

A desinformação a respeito das técnicas e materiais de impermeabilização, além do grande dinamismo no setor, são os principais responsáveis por diversos problemas, que muitas vezes geram insucessos no processo. Na maioria dos casos as construtoras só dedicam atenção a impermeabilização e seus problemas no final da obra, quando pode ser muito tarde. A falta de previsão dos detalhes e a improvisação daí resultantes são responsáveis por um grande número de falhas.

O objetivo principal deste estudo é indicar soluções para alguns dos principais problemas encontrados na construção civil na área da impermeabilização, e na seqüência foram definidos os objetivos secundários: descrever os principais sistemas impermeabilizantes disponíveis atualmente no mercado; determinar as variáveis envolvidas na escolha do tipo de impermeabilização; e, descrever a correta execução dos sistemas disponíveis no mercado.

O capítulo dois compõe a revisão bibliográfica desenvolvida neste trabalho. A primeira parte do capítulo – Os Processos de Impermeabilização e suas Aplicações – tem definições de projeto de impermeabilização, bem como informações sobre o que deve ser considerado na escolha do tipo de impermeabilização a ser executada. Também há a descrição dos tipos de impermeabilizantes disponíveis no mercado, mostrando o correto uso, exemplos de aplicações e detalhes construtivos que devem ser executados para o sucesso do processo.

Ainda no capítulo dois, na segunda parte – Patologias de Impermeabilização - é discutido o assunto citando pesquisas sobre quais são as patologias mais usuais em obras e nos processos de impermeabilização. Além disso, são definidos os tipos de patologias e as falhas que as mesmas podem causar em um imóvel.

Após a revisão bibliográfica, apresenta-se, no capítulo três, a metodologia utilizada para o desenvolvimento da pesquisa.

No capítulo quatro, desenvolvem-se os estudos de casos de patologias em impermeabilizações, indicando soluções e as principais inferências das causas que possam ter gerado tais patologias, assim como prevenção das mesmas.

Por fim, no capítulo cinco, são apresentadas as conclusões que o estudo proporcionou, ressaltando-se o quanto é importante essa etapa da obra para a boa conservação do imóvel e do conseqüente bem-estar dos usuários do mesmo.

## **2 OS PROCESSOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO, SUAS APLICAÇÕES E PATOLOGIAS CAUSADAS PELA FALTA DOS MESMOS**

Segundo a NBR 9575/2003, 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.

Picchi (1986) afirma que a impermeabilização é considerada um serviço especializado dentro da construção civil, sendo um setor que exige uma razoável experiência, no qual detalhes assumem um papel importante e onde a mínima falha, mesmo localizada, pode comprometer todo o serviço. Além disso, há a necessidade de acompanhamento da rápida evolução dos materiais e sistemas, o que propicia o surgimento de projetistas especializados.

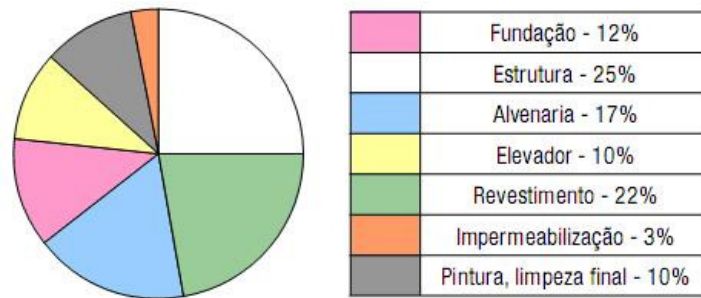
A impermeabilização é de fundamental importância na durabilidade das construções, pois os agentes trazidos pela água e os poluentes existentes no ar causam danos irreversíveis a estrutura e prejuízos financeiros difíceis de serem contornados. A impermeabilização é fator importantíssimo para a segurança da edificação e para a integridade física do usuário.

Existem no Brasil diversos produtos impermeabilizantes, de qualidade e desempenho variáveis, de diversas origens e métodos de aplicação, normalizados ou não, que devem ter suas características profundamente estudadas, para permitir a escolha de um adequado sistema de impermeabilização.

Deve-se sempre procurar conhecer todos os parâmetros técnicos e ações físicas e químicas envolvidas no processo para a escolha adequada do sistema impermeabilizante.

Em relação ao custo da implantação da impermeabilização em uma edificação, conforme se observa na figura 1, este representa em torno de 1 a 3% do custo total da obra.





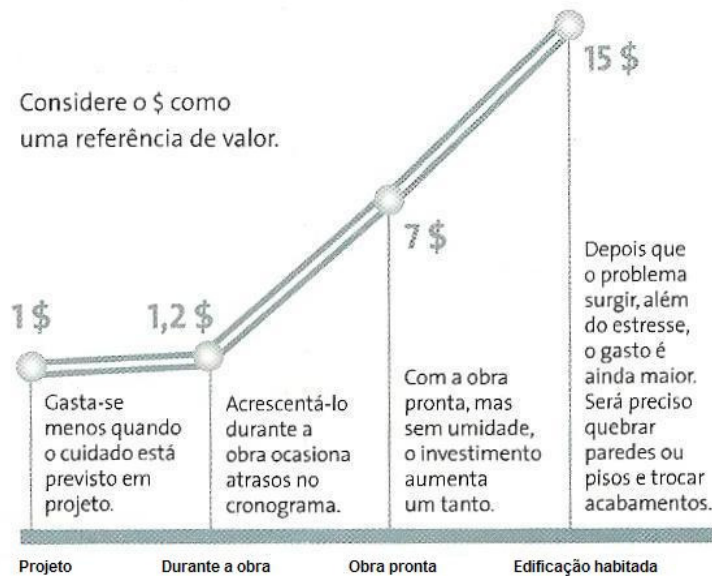
**Figura 1 – Porcentagem de investimentos nas edificações**  
(VEDACIT, 2009, p. 6)

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

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

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

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



**Figura 2 – Custo da impermeabilização X Quando é executado**  
(Adaptado de ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO, 2005).

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

## 2.1 Mecanismos de atuação da água nas edificações

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

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

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

### 2.1.1 Umidade de infiltração

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

### 2.1.2 Umidade ascensional

Caracteriza-se pela presença de água originada do solo, tanto por fenômenos sazonais de aumento de umidade quanto por presença permanente de umidade de lençóis freáticos superficiais. A sua ocorrência é percebida principalmente em paredes e pisos, sendo que Verçoza (1991 apud SOUZA, 2008) comenta que não costumam ultrapassar de 0,8m de altura.

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

### 2.1.3 Umidade por condensação

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

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

#### 2.1.4 Umidade de obra

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

#### 2.1.5 Umidade acidental

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

## **2.2 Projeto de impermeabilização**

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

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

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

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

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

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

- Os sistemas a serem adotados em cada uma das áreas;
- A espessura total do sistema de impermeabilização (incluindo-se a regularização);
- As alturas e espessuras necessárias dos eventuais rebaixos necessários na alvenaria para a execução dos rodapés;
- Desníveis necessários para a laje;
- Corte típico de cada sistema a ser empregado, identificando as camadas e suas respectivas espessuras mínimas e declividades;

- Lista com os pontos críticos dos demais projetos que possam comprometer o sistema de impermeabilização, juntamente com as justificativas e as alterações propostas;

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

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

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

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

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

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

A NBR 9575/2003 diz que o Projeto executivo de impermeabilização deve conter:

a) desenhos:

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

b) textos:

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

### **2.3 Escolha da impermeabilização**

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

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

Souza e Melhado (1997) afirmam que a seleção do sistema de impermeabilização deve ter como diretrizes:

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

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

Segundo Souza e Melhado (1997), facilidade de execução, produtividade e método construtivo são os parâmetros que devem ser considerados na escolha do sistema impermeabilizante, relacionados com as características de execução da impermeabilização.

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

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

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

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

- Elementos da construção onde normalmente se prevê a ocorrência de trincas são as partes da obra sujeitas as alterações dimensionais provenientes do aquecimento e do resfriamento, ou a recalques e movimentos estruturais;
- Elementos da construção não sujeitos a fissuramentos e trincas são as partes da obra com carga estabilizada, em condições de temperatura relativamente constante.

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

- Água de percolação é a que atua em terraços, coberturas e fachadas, onde existe livre escoamento, sem exercer pressão sobre os elementos da construção;
- Água de condensação é a água que atua quando ocorre a condensação do ar atmosférico;
- Água com pressão é a que atua em subsolos, caixas d'água, piscinas, exercendo força hidrostática sobre a impermeabilização. Pode ser de dois tipos:
  - Água sob pressão negativa: exerce pressão hidrostática de forma inversa à impermeabilização;



- Água sob pressão positiva: exerce pressão hidrostática de forma direta na impermeabilização.
- Umidade por capilaridade é a ação da água sobre os elementos das construções que estão em contato com bases alagadas ou solo úmido.

## **2.4 Sistemas Impermeabilizantes**

A principal função dos sistemas de impermeabilização, que se tornam cada vez mais elaborados é o de proteger as edificações dos malefícios de infiltrações, eflorescências e vazamentos causados pela água.

Utilizando as fases sugeridas por Cruz (2003) pode-se citar três etapas: a primeira etapa refere-se a ações anteriores a impermeabilização, como a preparação da regularização e dos caimentos, bem como cuidados com detalhes construtivos, a segunda etapa que é o processo de impermeabilização propriamente dito, e as etapas posteriores, tais como isolamento térmico, quando especificado, e proteção mecânica, quando necessária.

Qualquer parte de uma obra que se destine a receber uma impermeabilização deve receber cuidados especiais para o sucesso da mesma, a preparação da superfície é muito importante para o êxito da impermeabilização.

### **2.4.1 Tipos de sistemas impermeabilizantes**

Para uma melhor elucidação, a seguir são descritos os diversos tipos de sistemas de impermeabilização que podem ser empregados na execução obra, modo de execução e seus empregos.

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

Segundo a NBR 9575/2003, os sistemas impermeabilizantes podem ser divididos em rígidos e flexíveis, que estão relacionados às partes construtivas sujeitas ou não a fissuração.

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

- Aderido: Quando o material impermeabilizante é totalmente fixado ao substrato, seja por fusão do próprio material ou por colagem com adesivos, asfalto quente ou maçarico.
- Semi-aderido: Quando a aderência é parcial e localizada em alguns pontos, como platibandas e ralos.
- Flutuante: Quando a impermeabilização é totalmente desligada do substrato é utilizada em estruturas de grande deformabilidade.

#### 2.4.1.1 Impermeabilização Rígida

A NBR 9575/2003 denomina impermeabilização rígida como o conjunto de materiais ou produtos aplicáveis nas partes construtivas não sujeita à fissuração. Os impermeabilizantes rígidos não trabalham junto com a estrutura, o que leva a exclusão de áreas expostas a grandes variações de temperatura.

##### 2.4.1.1.1 Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo

Aditivos hidrófugos são aditivos impermeabilizantes de pega normal, reagindo com o cimento durante o processo de hidratação. São compostos de sais metálicos e silicatos (DENVER, 2008).

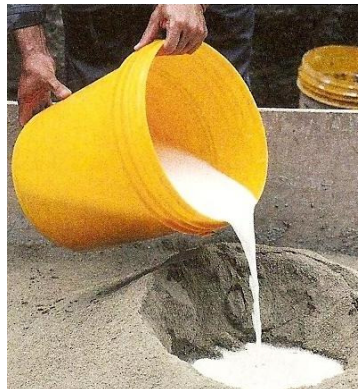
Os aditivos hidrófugos proporcionam a redução da permeabilidade e absorção capilar, através do preenchimento de vazios nos capilares na pasta de cimento hidratado, tornando os concretos e argamassas impermeáveis à penetração de água e umidade. (SIKA, 2008)

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

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

O aditivo deve ser dissolvido na água de amassamento a ser utilizada, conforme a figura 3. A aplicação da argamassa aditivada deve ser feita em duas ou três camadas de aproximadamente 1 cm de espessura, desempenando a última camada, cuidando para não alisar com desempenadeira de aço ou colher de pedreiro (SIKA, 2008).

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



**Figura 3 – Preparação da argamassa com o aditivo hidrófugo.**  
(VIEIRA, 2005, p. 76)

#### 2.4.1.1.2 Cristalizantes

Cimentos cristalizantes são impermeabilizantes rígidos, à base de cimentos especiais e aditivos minerais, que possuem a propriedade de penetração osmótica

nos capilares da estrutura, formando um gel que se cristaliza, incorporando ao concreto compostos de cálcio estáveis e insolúveis (DENVER, 2008).

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

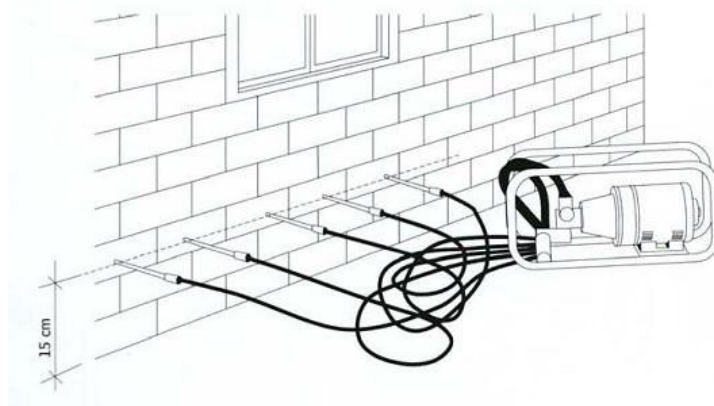
A figura 4 mostra esse tipo de aplicação, no caso aplicado com uma trincha, direto na alvenaria, mas pode também ser aplicado sobre o revestimento argamassado.

O segundo tipo são os cristalizantes líquidos à base de silicatos e resinas que injetados e, por efeito de cristalização, preenchem a porosidade das alvenarias de tijolos maciços, bloqueando a umidade ascendente (VIAPOL, 2008).



**Figura 4 – Aplicação de cristalizante na forma de pintura.**  
(NAKAMURA, 2006, p. 28).

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



**Figura 5 – Injeção de cristalizantes em parede com umidade ascendente.**  
(ABATTE, 2003, p. 52).

A aplicação sugerida pelo fabricante deve ocorrer até atingir o consumo sugerido em ambos os tipos de cristalizantes. O sistema é utilizado em todas as áreas sujeitas à infiltração por lençol freático e infiltrações de contrapressão, tais como: subsolos, lajes, poços de elevadores, reservatórios enterrados, caixas de inspeção e outros. (VIAPOL, 2008).

O produto utiliza a própria água da estrutura para se cristalizar, isto elimina a necessidade de rebaixamento do lençol freático e não altera a potabilidade da água (DENVER, 2008).

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

#### 2.4.1.1.3 Cimento impermeabilizante de pega ultra-rápida

O produto é uma solução aquosa de silicato modificado, quando misturado com a água e o cimento, que é um produto de alta alcalinidade, transforma-se em hidrosilicato, que tem como principais características ser um cristal insolúvel em água, que preenche os poros da argamassa (SIKA, 2008).

O produto é usado como aditivo líquido de pega ultra-rápida em pastas de cimento. Essa pasta apresenta início de pega entre 10 e 15 segundos e fim entre 20 e 30 segundos, e possui alta aderência e grande poder de tamponamento (SIKA, 2008).

A Denver (2008) indica este produto para tamponamento de infiltrações e jorros de água sob pressão em subsolos, poços de elevadores, cortinas, galerias e outras estruturas submetidas à infiltração por lençol freático, sendo uma solução temporária, permitindo que a impermeabilização definitiva seja efetuada adequadamente.

A figura 6 mostra a seqüência de utilização desse produto.



**Figura 6 – Cimento impermeabilizante de pega ultra-rápida.**  
(Adaptado de DENVER, 2008).

Para utilização do produto, pontos de infiltração devem ser aprofundados e alargados até cerca de duas vezes o seu diâmetro. Na seqüência misturar uma parte do produto e uma parte de água e, ao iniciar a pega, formar rapidamente um tampão e comprimir contra a infiltração, aguardando alguns segundos até o completo endurecimento (SIKA, 2008)

#### 2.4.1.1.4 Argamassa polimérica

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

Segundo o site da Viapol (2008) trata-se de uma argamassa de cimento modificada com polímeros, bicomponente, à base de cimento, agregados minerais inertes, polímeros acrílicos e aditivos.

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

Entre as suas principais características, destacam-se a resistência a pressões hidrostáticas positivas, fácil aplicação, não altera a potabilidade da água, é uma barreira contra sulfatos e cloretos, uniformiza e sela o substrato, reduzindo o consumo de tinta de pinturas externas (VIAPOL, 2008)

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

O produto pode ser aplicado sobre superfícies de concreto, alvenaria ou argamassa, devendo-se aplicar a primeira demão do produto sobre o substrato úmido, com o auxílio de uma trincha, aguardando a completa secagem. Aplicar a segunda demão em sentido cruzado em relação à primeira, incorporando uma tela industrial de poliéster resinada e aplicar as demãos subseqüentes, aguardando os intervalos de secagem entre demãos até atingir o consumo necessário. Proceder à cura úmida por, no mínimo, três dias (VIAPOL, 2008)



**Figura 7 – Aplicação de argamassa polimérica na forma de pintura.**  
(SAYEGH, 2001, p. 44)



**Figura 8 – Aplicação de argamassa polimérica na forma de revestimento.**  
(SAYEGH, 2001, p. 44)

#### 2.4.1.2 Impermeabilização Flexível

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

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

A principal vantagem das membranas em relação às mantas é que as membranas não apresentam emendas. Segundo Cichinelli (2004) as membranas



exigem um rígido controle da espessura e, conseqüentemente, da quantidade de produto aplicado por metro quadrado, sendo essa é uma falha que fica difícil de visualizar.

#### 2.4.1.2.1 Membrana de polímero modificado com cimento

Trata-se de um produto flexível indicado para impermeabilização de torres de água e reservatórios de água potáveis elevados ou apoiados em estrutura de concreto armado. Pode também ter adições de fibras de polipropileno que aumentam sua flexibilidade. O sistema é formado à base de resinas termoplásticas e cimento aditivado, resultando numa membrana de polímero que é modificada com cimento (VIAPOL, 2008).

Entre as suas características destacam-se a resistência a pressões hidrostáticas positivas. É de fácil aplicação, não altera a potabilidade da água, sendo atóxico e inodoro e acompanha as movimentações estruturais e fissuras previstas nas normas brasileiras (DENVER, 2008)

Aplicado sobre superfícies de concreto ou argamassa, deve-se preparar a mistura mecanicamente até atingir a consistência de uma pasta cremosa, lisa e homogênea. A seguir, aplicar a primeira demão do produto sobre o substrato úmido, com o auxílio de uma trincha, aguardando a completa secagem e a segunda demão em sentido cruzado em relação à primeira, incorporando uma tela industrial de poliéster resinada. Aplicar as demãos subseqüentes, aguardando os intervalos de secagem entre demãos até atingir o consumo recomendado. Proceder à cura úmida por, no mínimo, três dias (VIAPOL, 2008).

#### 2.4.1.2.2 Membranas asfálticas

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

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



**Figura 9 – Execução de membrana de asfalto a frio.**  
(LWART, 2009, p. 6).

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

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



**Figura 10 – Execução de membrana de asfalto a quente.**  
(LWART, 2009, p. 32).

Estas membranas têm uso adequado em baldrame e fundações de concreto, além de serem empregados como bloqueador de umidade quando aplicado em contrapisos que irão receber pisos de madeira, primer para mantas asfálticas (DENVER, 2008)

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

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

#### 2.4.1.2.3 Membrana acrílica

É um impermeabilizante formulado à base de resinas acrílicas dispersas, sendo indicados para impermeabilização exposta de lajes de cobertura, marquises, telhados, pré-fabricados e outros. (DENVER, 2008).



**Figura 11 – Execução de membrana acrílica**  
(SABBATINI, 2006, p.3).

Para atuar como camada primária, recomenda-se iniciar o sistema impermeabilizante aplicando sobre a superfície úmida duas demãos de argamassa polimérica em sentidos cruzados, este procedimento visa uma melhoria na aderência e no consumo (DENVER, 2008). É aplicado em demãos cruzadas, colocando uma tela industrial de poliéster como reforço após a 1ª demão. Aplicar as demãos subseqüentes, aguardando os intervalos de secagem entre demãos até atingir o consumo recomendado (figura 11).

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

#### 2.4.1.2.4 Mantas asfálticas

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

Existem mantas asfálticas dos mais variados tipos, que dependem da sua

composição, do estruturante interno, do acabamento externo e da sua espessura.

Segundo a NBR 9952/2007, os tipos de asfalto a serem utilizados nas mantas são os seguintes:

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

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

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

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

- Granular.
- Metálico.
- Antiaderente.

Além destas classificações ligadas ao processo produtivo e à finalidade do produto, as mantas são ainda classificadas conforme a NBR 9952/2007, tipos I, II, III e IV. O quadro 1 apresenta os parâmetros de ensaio para as mantas asfálticas.

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

Quadro 1 – Parâmetros de ensaio para mantas asfálticas.

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

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

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



**Figura 12 – Imprimação da superfície**  
(ACERVO DO AUTOR, 2007).

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

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



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



**Figura 13 – Execução de manta asfáltica com maçarico.**  
(VIAPOL, 2008).

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



**Figura 14 – Teste de estanqueidade.**  
(ACERVO DO AUTOR, 2007).



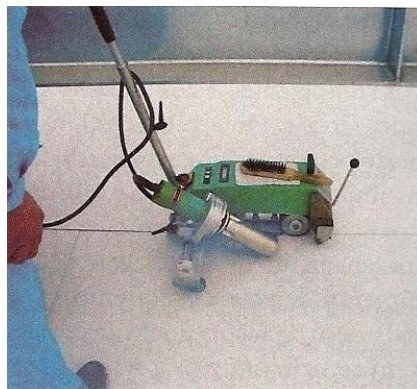
Após a colocação da manta deve ser feito um teste de estanqueidade com uma lâmina d'água, por 72 horas, a fim de detectar qualquer falha na impermeabilização (NBR 9574/2008). A figura 14 demonstra essa etapa do processo.

#### 2.4.1.2.5 Manta de PVC

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

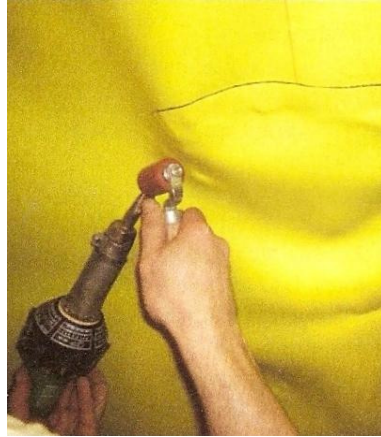
A manta de PVC é similar a um carpete de borracha, sendo utilizada, principalmente, em toda e qualquer piscina, reservatórios de água, cisternas, caixas d'água, independentemente de formato ou tipo, bem como em coberturas, tanto planas como curvas.

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



**Figura 15 – Processo de solda com equipamento automático.**  
(SILVA E OLIVEIRA, 2006, p. 77).

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



**Figura 16 – Processo de solda com equipamento manual.**  
(SILVA E OLIVEIRA, 2006, p. 77).

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



**Figura 17 – Fixação automática com parafusos e arruelas especiais.**  
(SILVA E OLIVEIRA, 2006, p. 77).

Já no caso de reservatórios, piscinas ou estruturas enterradas, segundo Cimino (2002), a manta é instalada diretamente sobre uma manta geotêxtil de 3,5 mm de espessura, cuja função é absorver as pequenas irregularidades que possa

haver no local da aplicação. As fixações metálicas são executadas com perfis metálicos do tipo cantoneira, que são rebitados ou parafusados na estrutura.



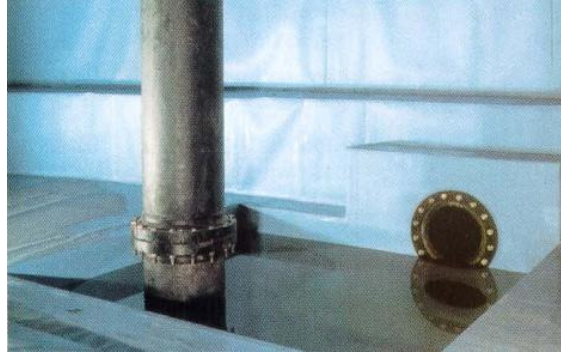
**Figura 18 – Fixação com perfis tipo cantoneira em reservatório.**  
(BADEN, 2009).

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

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

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

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



**Figura 19 – Cuidado nas tubulações.**  
(CIMINO, 2002, p. 62).

## 2.5 Detalhes Construtivos

Antes da execução do processo de impermeabilização alguns cuidados devem ser tomados para que não ocorram vazamentos posteriores. Esses detalhes são de suma importância no processo, pois a maior parte dos problemas com impermeabilização ocorre em encontros com ralos, juntas, mudanças de planos, passagem de dutos e chumbamentos. Por isso é importante detalhar estes pontos críticos em projeto.

Picchi (1986) afirma que o sucesso da impermeabilização depende de uma série de detalhes, que garantam a estanqueidade dos pontos críticos e singularidades específicas para cada construção.

### 2.5.1 Regularização e caimentos

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).

Deve-se executar a regularização das superfícies com argamassa desempenada de cimento e areia, com caimento mínimo de 1% em direção aos ralos. Arredondar ou chanfrar cantos vivos e arestas, de forma a permitir um ajustamento contínuo do sistema impermeabilizante, sem dobragem em ângulo,

tubulações emergentes e ralos que deverão estar rigidamente fixados, a fim de garantir a perfeita execução dos arremates (Figura 20) (NBR 9575/2003).



**Figura 20 – Cantos chanfrados em reservatório.**  
(ACERVO DO AUTOR, 2007).

Não é recomendado o uso de cal nas argamassas que ficarão em contato direto com a água. Isso porque, nesses casos, a cal pode desagregar-se, prejudicando a aderência do impermeabilizante no substrato. A superfície deve estar isenta de óleo, tinta, pasta de cimento, pó ou outro material que possa interferir na aderência (CUNHA E NEUMANN, 1979).

Cichineli (2004) afirma que para aplicar produtos de base solvente, o substrato deve estar totalmente seco. Já produtos do tipo emulsivos, à base de água, exigem substratos secos ou úmidos, sem pressão d'água atrás da superfície de contato, o que evitará o descolamento.

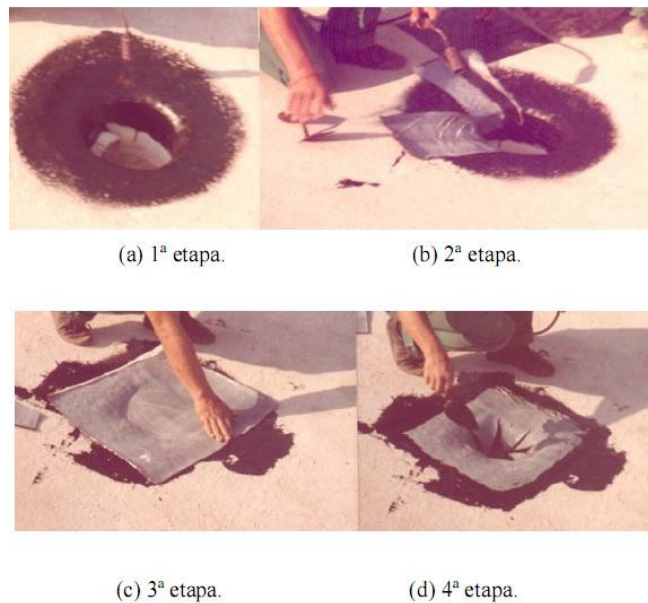
### 2.5.2 Ralo

A execução de arremates no ralo é, provavelmente, o detalhe mais importante do processo de impermeabilização. Segundo Abatte (2003) a execução de arremates no ralo com membranas é executada com aplicação de sucessivas demãos que adentram a abertura no piso, podendo ou não receber reforços de

estruturantes têxteis e, se forem aplicados a quente, os reforços deverão ser dimensionados para suportar as temperaturas de aplicação.

A NBR 9575/2003 refere que 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. Os coletores devem ser rigidamente fixados à estrutura. Mas, segundo Abatte (2003), na prática alguns sistemas requerem ralos com diâmetro de 100 mm e que o ralo esteja suficientemente afastado de paredes e paramentos verticais para permitir o manuseio dos produtos durante a execução do arremate.

Na figura 21 são demonstradas quatro etapas para a correta impermeabilização de um ralo. Deve-se rebaixar a região em torno do ralo para poder executar um reforço na impermeabilização, sendo que esta deve ficar bem aderida à face interna do ralo, caso contrário a água será succionada, por capilaridade, para baixo da camada impermeabilizante.



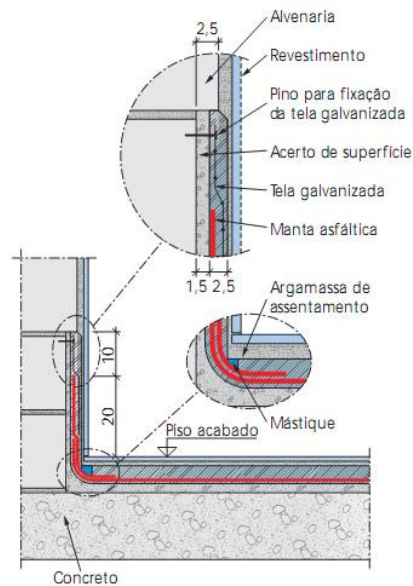
**Figura 21 – Execução de arremate de impermeabilização junto ao ralo.**  
(CRUZ, 2003, p. 81).

### 2.5.3 Rodapé



A NBR 9575/2003 prevê que nos planos verticais, deve-se executar um 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 a água pode atingir.

Na figura 22 apresenta-se o modo de execução do rodapé, em que deve-se executar um rebaixo de pelo menos 3 cm na parede com uma altura de pelo menos 20 cm de altura, para o encaixe da impermeabilização. Recomenda-se utilizar uma tela galvanizada para evitar a fissuração do revestimento executado acima da impermeabilização e evitar o descolamento da manta.



**Figura 22 – Detalhamento do encaixe da manta na alvenaria.**  
(ANTUNES, 2004, p.185)

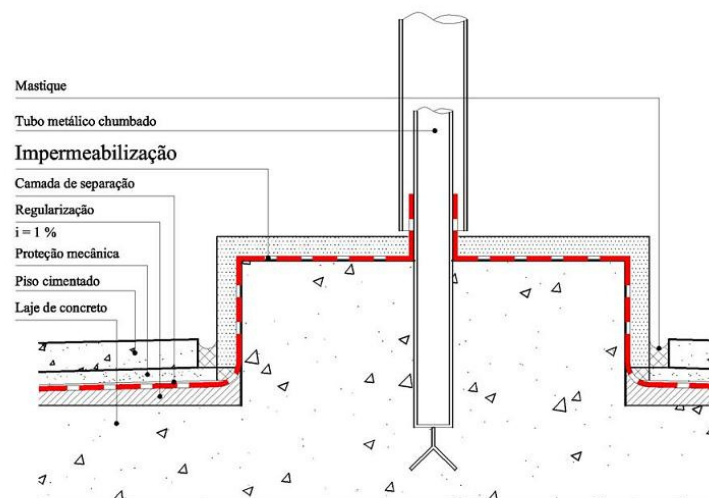
A figura 23 mostra a execução de um rodapé em manta asfáltica com o detalhe da soleira também.



**Figura 23 – Execução de manta asfáltica em rodapé.**  
(ACERVO DO AUTOR, 2007).

#### 2.5.4 Chumbamento

Os chumbamentos devem ser detalhados, prevendo-se os reforços adequados, conforme NBR 9575/2003. Na figura 24 apresenta-se uma representação gráfica do chumbamento, que devem estar fixados, preferencialmente, antes da execução da impermeabilização, desde que não causem interferência na sua execução, de forma a permitir o arremate da impermeabilização a uma altura não inferior a 20 cm.



**Figura 24 – Representação gráfica de chumbamento.**  
(CRUZ, 2003, p. 62).

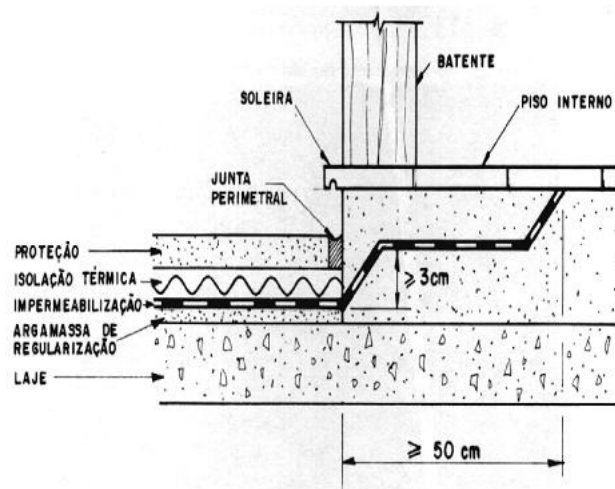


### 2.5.5 Soleira

Conforme NBR 9575/2003, 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 contramarcos, caixilhos e batentes, para perfeita ancoragem da impermeabilização, com declividade para a área externa.

É necessário que a impermeabilização adentre nos ambientes cobertos, onde existem portas abrindo para a parte exposta à chuva e ao vento.

Na figura 25 encontra-se uma representação gráfica de impermeabilização de soleira, sendo que esta deve adentrar no mínimo 50 cm na região coberta e elevando-se no mínimo 3 cm, evitando assim da água que escorre pela esquadria cause algum dano na laje parte interior do imóvel.



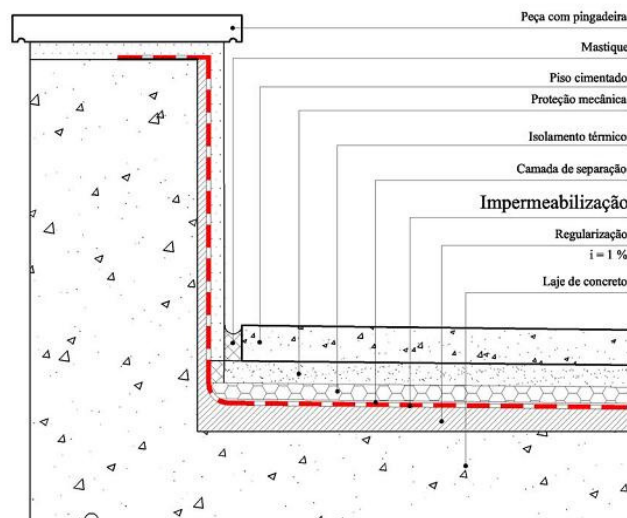
**Figura 25 – Detalhe de impermeabilização na soleira.**  
(PICCHI, 1986, p. 58).

### 2.5.6 Pingadeira

As pingadeiras servem para impedir o escoamento da água nos paramentos verticais, evitando com que a mesma penetre no arremate de impermeabilização.

Devem ser previstos nos locais necessários, muretas, platibandas, parapeitos e em bordas de sacadas e terraços, cabendo ao projetista definir os tipos a serem adotados.

A figura 26 apresenta uma representação gráfica de uma pingadeira na platibanda.



**Figura 26 – Representação gráfica de pingadeira.**  
(CRUZ, 2003, p. 68)

A figura 27 mostra uma foto de pingadeira metálica usada em bordas de lajes, evitando assim que a água escorra pela parede.



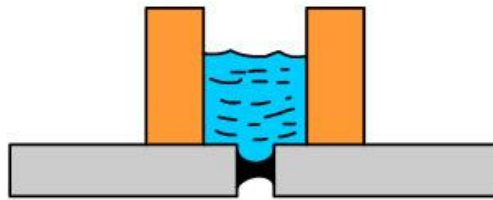
**Figura 27 – Pingadeira metálica.**  
(ACERVO DO AUTOR, 2008).

### 2.5.7 Junta de dilatação

As juntas de dilatação são cortes feitos em toda a extensão das edificações, destinam-se a diminuir o valor absoluto das variações volumétricas devidas às variações térmicas, retração hidráulica e outros. Forma-se assim, um espaço de 2 cm à 4 cm, em que cada segmento pode se expandir sem forçar o outro segmento.

Verçoza (1983) observa que esse espaço deve ser devidamente calafetado sem prejudicar a liberdade de movimentações e, que a melhor resposta para esse caso, é dada pelo processo executado durante a construção da junta.

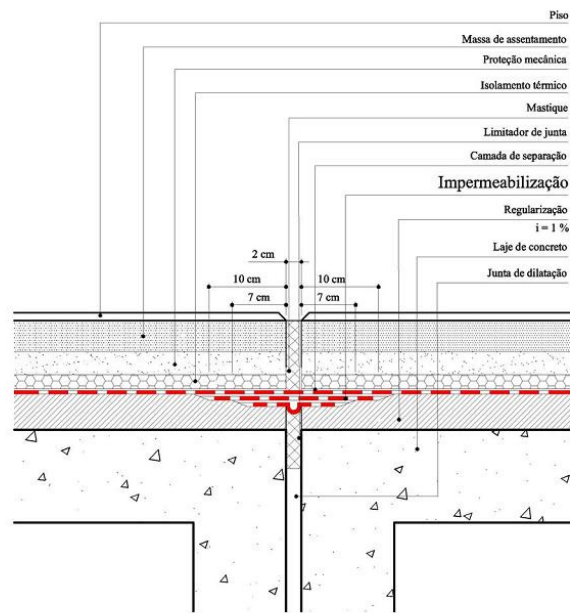
A figura 28 ilustra um teste de verificação da impermeabilidade das juntas de dilatação. Este teste consiste na construção de uma barragem com tijolos, a qual será cheia com água.



**Figura 28 – Teste de verificação das juntas de dilatação.**  
(Adaptado de VERÇOZA, 1991 apud SOUZA, 2008).

Nas juntas de dilatação, conforme NBR 9575/2003, deverá ser previsto tratamento específico compatível aos reforços atuantes e materiais utilizados na impermeabilização. A norma também descreve que as juntas de dilatação devem ser divisores de água, com cotas mais elevadas no nivelamento do caimento.

A figura 29 representa um esquema de impermeabilização de juntas de dilatação. 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.



**Figura 29 – Detalhe de impermeabilização em junta de dilatação.**  
(CRUZ, 2003, p. 66).

## 2.6 Etapas posteriores ao processo de impermeabilização

Após a aplicação dos produtos impermeabilizantes, executam-se os serviços para a proteção da impermeabilização, tais como o isolamento térmico e a proteção mecânica. É importante fazer as seguintes verificações:

- Verificar se a superfície está 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.

### 2.6.1 Isolamento térmico

Segundo a NBR 9575/2003, 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.

Sabe-se que todas as estruturas sofrem efeitos das dilatações e das contrações, que depende do coeficiente de dilatação térmica do material. Esses efeitos das dilatações podem causar fissuras e movimentos da estrutura que podem prejudicar a impermeabilização da cobertura e ocasionar infiltrações que acabam por deteriorar a estrutura.

O processo de isolamento térmica é composto por três elementos: o isolante térmico, o sistema de fixação e sustentação mecânica e a proteção ou revestimento exterior (ARAÚJO, 1993).

Segundo Picchi (1986) a isolamento térmica na cobertura atende a três funções: conforto, economia de energia e estabilização da estrutura, o que ocasiona um aumento da vida útil dos componentes da edificação.

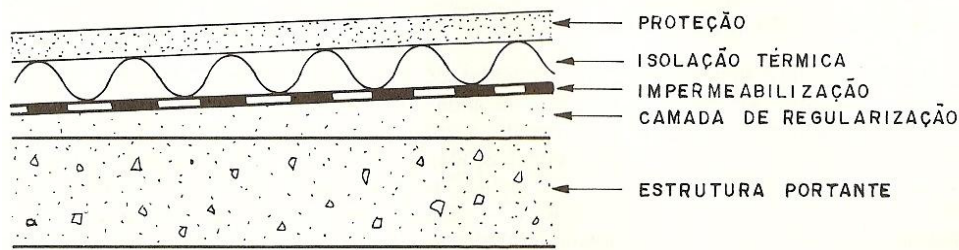
Cunha (1979) conclui que, para minimizar os efeitos das dilatações, devem-se providenciar algumas medidas, tais como, isolar termicamente a laje de cobertura, optar por elementos construtivos com o menor comprimento possível entre as juntas de dilatação e não confinar elementos de construção entre perímetros rígidos, sem juntas de dilatação.

Para um melhor desempenho da impermeabilização e da estrutura em geral, a cobertura deve receber um isolamento térmico apropriado. 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.

Segundo Picchi (1986), antigamente a isolamento térmica era composta de materiais que apresentavam grande absorção de água e que tinham sua resistência térmica diminuída com a umidade. Nessa época era comum o uso do isolamento térmico antes da impermeabilização.

Atualmente, com a variedade de materiais isolantes térmicos menos absorventes, há a possibilidade de uso da isolamento térmica sobre a impermeabilização.

A figura 30 representa o esquema de uma impermeabilização usando isolamento térmico e proteção mecânica em uma laje de cobertura.



**Figura 30 – Disposição do isolamento em relação à impermeabilização.**  
(PICCHI, 1986, p. 42).

Vantagens de dispor a isolação térmica sobre a impermeabilização, segundo Picchi (1986):

- 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.

Cunha e Neumann (1979, p.138) ressaltam que “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 o isolamento térmico proporciona economia, pois permite redução do tamanho dos equipamentos de ar condicionado, diminuindo o consumo de energia elétrica. Na figura 31 tem-se o exemplo do uso de isolamento térmico com placas de poliestireno expandido moldado.



**Figura 31 – Isolamento térmico com placas de poliestireno expandido moldado.**  
(CRUZ, 2003, p. 85).

Os problemas de condensação superficial são resolvidos principalmente com uma isolamento térmica e adequada ventilação. A migração do vapor d'água através de uma estrutura está relacionada com a diferença de pressão da parte exterior com a parte interior, pois, com a porosidade da estrutura, o vapor d'água sempre migra do lado mais quente para o mais frio. Barreira de vapor é algo que se intercala no caminho do vapor d'água para impedir sua passagem e deve ser uma membrana estanque.

Picchi (1986) afirma que, nas condições climáticas brasileiras, não existiria a necessidade desta camada e constatou que numa laje de cobertura, se for adicionada, por exemplo, uma camada de isolante térmico de dois centímetros de poliestireno expandido, essa laje passa a atender as exigências de conforto térmico de inverno e verão em todo território nacional.

#### 2.6.2 Proteção mecânica

Segundo a NBR 9575/2003 a proteção mecânica é a camada com a função de absorver e dissipar os esforços estáticos ou dinâmicos atuantes sobre a camada impermeável, de modo a protegê-la contra a ação deletéria destes esforços.

Deve-se usar uma camada separadora entre a manta e a proteção mecânica, sendo que essa camada pode ser de papel Kraft ou filme de polietileno, evitando-se assim que a camada protetora fique aderida na impermeabilização.

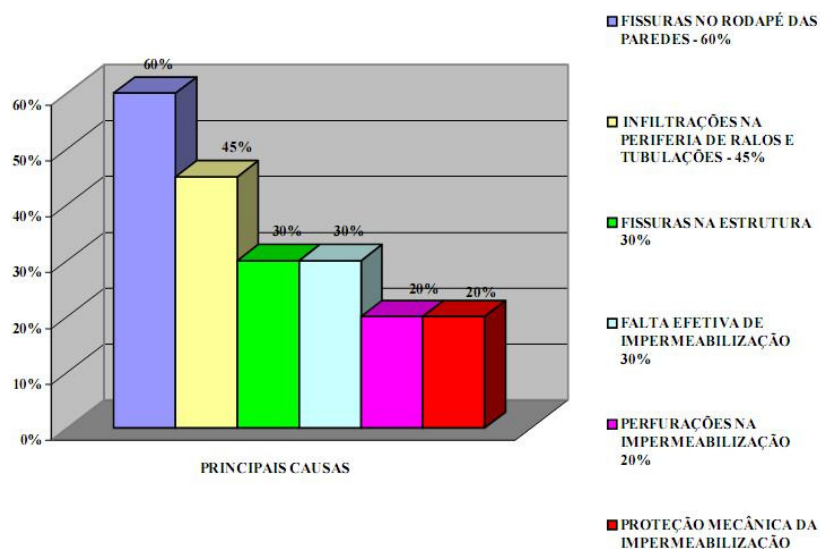
Pode ser divididas em quatro tipos, segundo Cruz (2003):

- Sistemas de impermeabilização que dispensam a proteção mecânica: são os que possuem acabamento superficial incorporado na fabricação (mantas asfálticas com acabamentos granulares ou aluminizados). Em qualquer uma das situações, deve possuir características técnicas para retardar o envelhecimento da impermeabilização pela ação das intempéries, agentes poluentes e deve ser resistente a raios ultravioletas. E serem utilizados somente em locais com eventual trânsito de pessoas (manutenção);
- Proteção mecânica intermediária: devem servir de camada de distribuição de esforços e amortecimento das cargas na impermeabilização, provenientes das proteções finais ou pisos. A execução deve ter, no mínimo, 1,0 cm de espessura.

- Proteção mecânica final para solicitações leves e normais: são utilizadas para distribuir sobre a impermeabilização dos carregamentos normais. Estas proteções mecânicas devem ser dimensionadas de acordo com as solicitações e possuir resistência mecânica compatível com os carregamentos previstos. A proteção mecânica final deve ter espessura mínima de 3,0 cm.
- Proteção em superfície vertical: protege a impermeabilização do impacto, intemperismo e abrasão, atuando como camada intermediária quando forem previstos, sobre elas, revestimentos de acabamento. Nas impermeabilizações flexíveis, as camadas de proteção devem sempre ser armadas com telas metálicas fixadas, no mínimo, 5 cm acima da cota da impermeabilização. A armadura deve ser fixada mecanicamente à parede, sem comprometimento da estanqueidade do sistema.

## 2.7 Patologias causadas pela má impermeabilização ou falta da mesma

As falhas no processo de impermeabilização causam diversas patologias em uma edificação. A figura 32 mostra uma pesquisa de Antonelli (2002) que quantifica as principais causas de infiltrações em uma edificação.



**Figura 32 – Principais efeitos de problemas de impermeabilização.**  
(ANTONELLI, 2002, p.6)



Martins (2006) cita uma pesquisa feita por uma seguradora da França que analisou dez mil situações de sinistros, ou seja, deficiências construtivas em edifícios. Os resultados obtidos deste estudo foram os que se apresentam no gráfico da figura 33.



**Figura 33 – Principais situações de sinistro em edificações.**  
(MARTINS, 2006, p. 57)

Pode-se também dividir as falhas no processo de impermeabilização nos mesmos quatro itens.

Devido ao projeto, as origens dos defeitos podem ser de acordo com Moraes (2002):

- Pela ausência do próprio projeto;
- Pela especificação inadequada de materiais;
- Pela falta de dimensionamento e previsão do número de coletores pluviais para escoamento d'água;
- Pela interferência de outros projetos na impermeabilização;

Correia et al. (1998) através de entrevistas concluiu que 88% dos proprietários das edificações vistoriadas não souberam informar quanto à existência ou não de sistemas impermeabilizantes em seus imóveis e 62% das edificações pesquisadas sofrem manutenção corretiva, ou seja, quando aparecem os problemas.

Devido à execução, esses defeitos são causados pelos aplicadores e operários. Entre os defeitos devido à execução, Godóy e Barros (1997 apud Moraes 2002) destacam:

- 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 tábuas 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 em emendas;
- Perfuração de mantas pela ação de sapatos com areia, carrinhos entre outros.

Devido a qualidade dos materiais utilizados no processo de impermeabilização, pode-se citar como conseqüências para a edificação de acordo com Vicentini (1997 apud Moraes 2002).

- Danos à construção;
- Danos à estrutura;
- Danos funcionais;
- Danos à saúde dos usuários;
- Danos aos bens internos do imóvel;
- Desgastes entre cliente final/construtora/aplicador;
- Ações na justiça;
- Grandes gastos para reparos totais;
- Desvalorização do imóvel;
- Necessidade de recuperação estrutural.

Os defeitos devido à má utilização e/ou manutenção estão relacionados ao usuário, Cantu (1997 apud MORAES, 2002) destaca:

- Danos causados na obra em função da colocação de peso excessivo (entulho e equipamentos) sobre a impermeabilização;
- Perfuração da impermeabilização, sem qualquer reparo, após instalação de antenas, varais, grades e outros.
- Troca de pisos;

- Instalação de floreiras na cobertura de modo a possibilitar a penetração de água por cima do rodapé impermeabilizado;

Para Bértolo (2001) uma impermeabilização bem executada pode ser prejudicada por falhas na concretagem, má execução do revestimento ou chumbamento inadequado de peças e equipamentos. Nesses casos é inevitável o aparecimento de patologias, não havendo outra solução a não ser procurar orientação adequada e, se necessário, reimpermeabilizar a área de forma correta.

Verçoza (1983) cita os principais danos causados pela umidade na construção civil, como goteiras e manchas, mofo e apodrecimento, ferrugem, eflorescências, criptoflorescências e gelividade. Todos esses danos citados, com o tempo, deterioram os materiais e a obra construída.

Segundo Pinto (1996) as patologias de impermeabilização de uma forma geral apresentam-se com características próprias e sistematizadas conforme as descrições a seguir:

- Carbonatação: Nas superfícies expostas das estruturas de concreto, a alcalinidade pode ser reduzida com o tempo, acarretando a despassivação da armadura da estrutura, essa redução ocorre pela ação principalmente do gás carbônico presente na atmosfera
- Corrosão: Ataque de natureza eletroquímica nas barras da estrutura, em que a presença de umidade, conduz a formação de óxidos/hidróxidos de ferro. A corrosão só ocorre nas seguintes condições:
  - Deve existir um eletrólito (representado pela água)
  - Deve existir uma diferença de potencial (obtido pela tração nas barras de aço)
  - Deve existir oxigênio (ar atmosférico)
- Degradação do concreto: ocorre devido a ação da água provocando a dissolução de sais e lixiviamento dos mesmos.
- Degradação do forro de gesso: Decomposição do revestimento executado em placas de gesso, devido à ação da água, provocando a dissolução de sais e lixiviamento dos mesmos, vindo a manifestar-se na superfície como bolor, descascamento da pintura e desagregamento do revestimento entre outros.
- Desagregação da argamassa: A desagregação inicia-se na superfície dos elementos de concretos com uma mudança da coloração, seguida de um

aumento de fissuras que surgem pela perda do caráter aglomerante do cimento, devido ao ataque, principalmente de sulfatos e cloretos, deixando os agregados livres da união que lhes proporciona a pasta.

- Desagregação de tijolos maciços: Formação de pó de coloração avermelhada e na forma de escamas, seguida de camadas alternadamente ao interior da peça, devido ao ataque de sulfatos e exagerada pressão hidrostática interna.
- Eflorescências: Formação de depósitos de sais cristalizados originados pela migração de água, rica em sais, do interior dos componentes de alvenaria e/ou concreto. São identificados por coloração geralmente esbranquiçada.
- Gotejamento de água: Umidade excessiva que se concentra em um ponto da superfície por tensão superficial, caindo por gravidade ao atingir determinado volume.
- Mancha de umidade: Uma parte circunscrita da superfície que se apresenta impregnada de água, apresentando cor diferente do restante da mesma.
- Vegetação: é o crescimento de plantas em determinados pontos da estrutura, geralmente em locais com fissuras e presença de umidade.
- Vesículas: São as formações de bolhas na pintura, que apresentam em seu interior nas cores branca, preta e vermelha acastanhado.

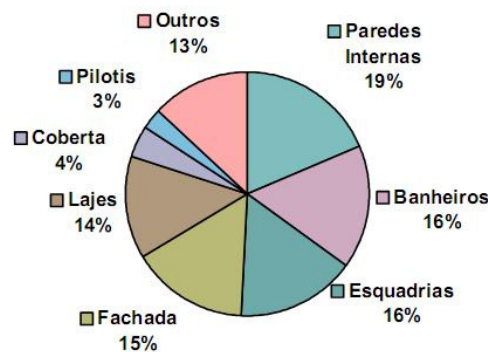
Conforme Thomaz (1996), as mudanças higroscópicas ocasionam modificações nas dimensões dos materiais porosos que integram os elementos e componentes da construção. Com o aumento da umidade, há uma expansão do material e com a redução, ocorre o contrário, uma contração do mesmo. Existindo então vínculos que irão impedir ou restringir essas movimentações por umidade, ocorrerão fissuras.

Martins (2006) destaca que a fissuração na impermeabilização é uma patologia de difícil reparação, exceto em casos de fissurações localizadas e/ou acidentais. Complementa dizendo que a presença de qualquer fissura pode ser indicadora do início do “desfalecimento” generalizado do revestimento e que neste caso, refazer completamente é a solução mais indicada, de outro modo, se apenas efetuar a reparação, a fissuração poderá tomar novas proporções posteriormente.

Trauzzola (1998) comenta que o desenvolvimento do bolor ou mofo, é um problema de grande importância econômica e uma ocorrência comum em áreas

tropicais. As alterações provocadas nas superfícies emboloradas exigem, muitas vezes, recuperação ou reaplicação de revestimentos.

Baseada em entrevistas com proprietários de imóveis na região metropolitana de Recife, Correia (1998) constatou em sua pesquisa, que os locais que são mais afetados com manifestações patológicas ocorrem conforme apresentado na figura 34.



**Figura 34 – Locais da edificação mais afetados por manifestações patológicas.**  
(CORREIA, 2008, p.6)

As patologias incidentes na construção civil demonstram-se geralmente através de manifestações externas seguindo padrões característicos. Análises sobre essas manifestações permitem investigar sintomas, mecanismos, causas, origens e estimar prováveis conseqüências vinculadas à evolução de cada patologia atuante, viabilizando-se o diagnóstico e, por conseqüência, a adequada solução a ser aplicada. (ALMEIDA, 2008).

Souza (2008) cita as principais causas para o surgimento de patologias em impermeabilizações.

- Baixa Qualidade dos materiais impermeabilizantes;
- Falta de impermeabilização;
- Escolha de materiais inadequados;
- Dimensionamento inadequado para o escoamento das águas pluviais;
- A não consideração do efeito térmico sobre a laje;
- Pouco caimento para o escoamento das águas;
- Execução inadequada da impermeabilização;

- Má execução das juntas;
- Rodapés mal executados;
- Acabamento mal executado no entorno de ralos;
- Acabamento mal executado em passagens de tubulações pela laje;
- Ralos quebrados;
- Rachaduras da platibanda;
- Vazamento de tubulações furadas ou rachadas;
- Entupimento de ralos;
- Ruptura da impermeabilização;
- Ruptura de revestimentos cerâmicos;
- Concretagem mal executada, produzindo: falhas, concreto desagregado;
- Fôrmas mal executadas;
- Instalações das tubulações mal executadas.

## **2.8 Manutenção da impermeabilização**

A manutenção da impermeabilização é importante para o não aparecimento de patologias. O usuário final do imóvel precisa estar ciente da utilização e manutenção do mesmo para evitar danificar a impermeabilização.

Segundo o IBI (2009) o proprietário do imóvel deve receber um manual técnico de utilização e manutenção referente às áreas impermeabilizadas, contendo as informações e orientações necessárias para a melhor utilização e preservação da impermeabilização, incluindo:

- Descrição das características de cada tipo de impermeabilização, inclusive documentação técnica;
- Forma e cuidados de utilização;
- Orientação e programa de manutenção preventiva, incluindo testes e ensaios;
- Relação de fornecedores;
- Garantia.

São providências para a manutenção da impermeabilização, que devem ser tomadas pelo usuário do imóvel:

- Executar inspeções periódicas;
- Evitar perfurações sem um posterior reparo;
- Executar limpeza interna nos reservatórios;
- Reparar vazamentos de tubulações furadas ou rachadas;
- Executar limpeza de ralos para evitar o entupimento;
- Quando houver troca de revestimentos, cuidar para não haver ruptura da impermeabilização;
- Cuidar os ralos para evitar quebras;
- Executar reparo das fissuras de movimentação;
- Evitar o entupimento do sistema de drenagem.

No próximo capítulo será descrita a metodologia empregada no levantamento das patologias de impermeabilização e todos os métodos usados neste estudo.

### **3 METODOLOGIA**

O objetivo deste trabalho é o levantamento dos principais problemas relacionados à impermeabilização encontrados na construção civil, pesquisando conjuntamente soluções para os mesmos e o modo de evitá-los.

Na primeira fase do estudo ocorreu uma busca por informações que pudessem auxiliar na compreensão inicial do tema a ser desenvolvido, com base numa pesquisa bibliográfica, utilizando como fonte principal revistas do meio, dissertações, livros, manuais técnicos dos fabricantes e material disponível na internet. Nesta fase foram pesquisados os materiais impermeabilizantes usados comumente no mercado, procurando equivalências entre os materiais dos fabricantes, seus modos de execução e cuidados que devem ser tomados na aplicação dos mesmos. Procurou-se, também, formular uma divisão dos tipos de sistemas impermeabilizantes para uma melhor elucidação do tema.

Após ter-se levantado os tipos de materiais e tipos de sistemas com suas peculiaridades, a pesquisa focou-se em patologias dos sistemas impermeabilizantes. Foram definidos quais são os tipos de patologias encontradas na construção civil e os locais onde ocorrem em uma edificação, procurando soluções e prevenções para cada caso.

Após a revisão bibliográfica, foram realizados estudos de casos de diversas patologias de impermeabilização encontradas em edificações. O levantamento das patologias foi realizado nas cidades de Santa Maria e Santa Cruz do Sul, com vistorias realizadas nos locais, levantamento fotográfico das patologias e diagnóstico para identificar sintomas, mecanismos, causas e origens das manifestações patológicas.

Dentre os casos estudados encontra-se uma residência na cidade de Santa Maria, na qual foram constatados problemas diversos. A edificação apresenta infiltrações na laje de cobertura da garagem, problemas de umidade ascendente nos quartos e de infiltração em parede encostada no aterro, conforme os estudos de caso apresentados a seguir.



Em outro estudo encontra-se um condomínio de prédios em Santa Maria, com problemas avançados na laje do térreo, ocasionando sérias infiltrações no pavimento subsolo.

Em Santa Cruz do Sul encontrou-se apartamentos com problemas de impermeabilização em box do banheiro e, em outro caso, uma residência com fissuras em rodapés de impermeabilização de laje de cobertura. Na mesma cidade, em um prédio comercial no centro, havia um sério problema de falha na impermeabilização em um reservatório que estava afetando os revestimentos abaixo do mesmo.

Em cada caso estudado foi realizado um diagnóstico com a caracterização das patologias encontradas, indicando a solução mais adequada e como prevenir tal patologia, constituindo-se em uma análise do que realmente foi executado e onde ocorreram as falhas no processo. Com isso, depois de analisadas todas as informações levantadas durante o período do estudo, foram elaboradas as considerações finais.

## **4 ESTUDOS DE CASOS MÚLTIPLOS – ANÁLISE E SUGESTÕES DE IMPERMEABILIZAÇÕES**

A seguir serão descritos os principais locais que necessitam do processo de impermeabilização em uma obra para evitar problemas de infiltrações, assim como as principais características de aplicação e restrições. Citam-se também casos de problemas de impermeabilização que foram estudados, com indicações de causas e soluções, e o processo mais adequado para cada caso.

Dispondo de uma grande variedade de produtos com diferentes características, é pouco provável que apenas um tipo de produto possa ter desempenho satisfatório. As soluções de impermeabilização estudadas são apenas algumas das disponíveis, embora sejam as mais comuns e, por isso, as mais utilizadas e divulgadas.

### **4.1 Caso I - Estruturas enterradas**

Estruturas enterradas são todas as estruturas que estão em contato permanente com o solo fazendo a contenção deste. Como exemplo, pode-se citar os muros de arrimo.

As estruturas enterradas geralmente sofrem pela ausência de um tratamento eficaz contra a umidade, ocorrendo infiltrações e degradação do revestimento.

Gabrioli (2002) enfatiza que, como na maioria das vezes os sistemas impermeabilizantes ficarão enterrados, com sérios impeditivos técnicos e operacionais para correções de falhas, a impermeabilização deve ser projetada para perdurar durante o próprio período de vida útil previsto para a construção.

As paredes enterradas poderão, em certas situações, apresentar problemas provocados pela infiltração de água do solo, o que poderá ter como consequência, segundo Freitas (2003):

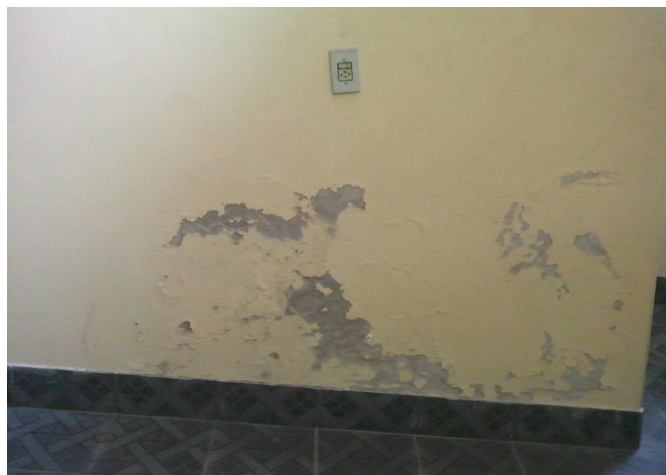
- A degradação do revestimento interior da parede;
- A formação de eflorescências ou criptoflorescências;

- Escorrências e acumulação de água;
- A corrosão de elementos metálicos;
- Desenvolvimento de microbiota;
- Deterioração dos materiais armazenados.

#### 4.1.1 Soluções a serem empregadas nos problemas de impermeabilização em paredes enterradas

É importante dizer que muitas vezes surge a impossibilidade de se realizarem as impermeabilizações pelo exterior da estrutura, sendo que esta é definitivamente a solução mais eficaz. Por outro lado existem produtos que, pelas suas propriedades e características, não devem ser aplicados no interior de habitações por não resistirem a pressões negativas, de fora para dentro, originando o destacamento do sistema de impermeabilização do suporte.

A figura 35 mostra uma parede enterrada de uma casa de alvenaria na cidade de Santa Maria. A foto mostra a garagem da casa, na qual a parede foi executada encostada no aterro e apresenta problemas no revestimento interior devido à má impermeabilização e a falta de um dreno eficaz no lado do aterro.



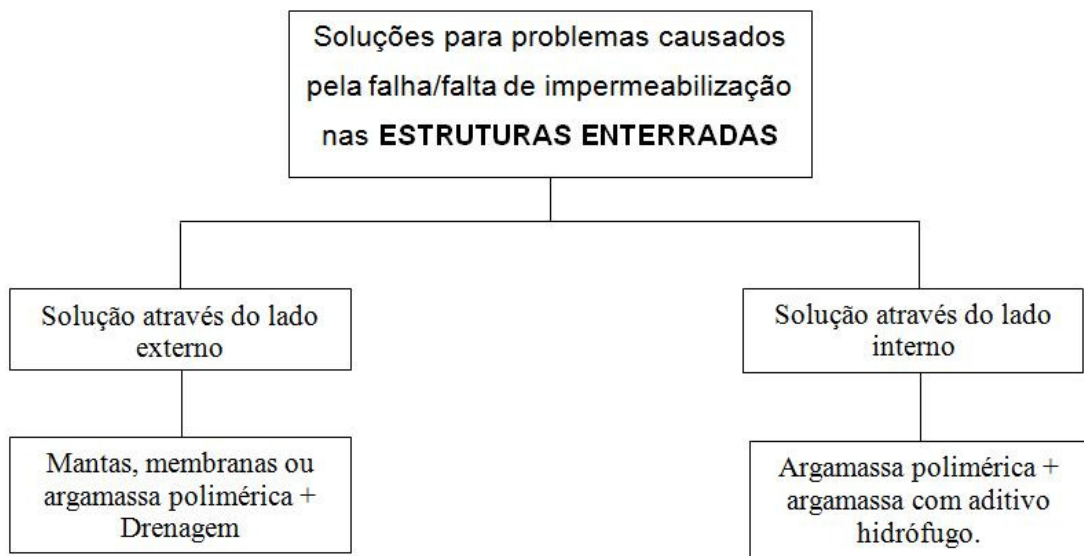
**Figura 35 – Parede enterrada com infiltração.**  
(ACERVO DO AUTOR, 2009).

A figura 36 mostra um esquema de patologia em estruturas enterradas.



**Figura 36 – Esquema de parede enterrada com infiltração.**  
(WEBER QUARTZOLIT, 2009).

A figura 37 apresenta um esquema das possíveis soluções para o problema.



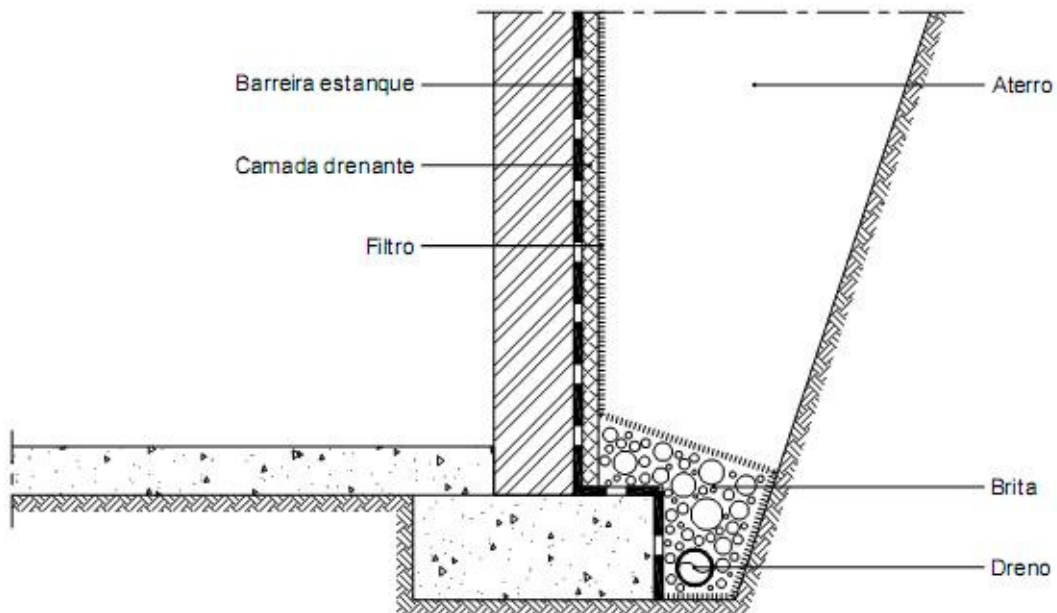
**Figura 37 – Esquema de soluções para problemas de impermeabilização em estruturas enterradas.**

#### 4.1.1.1 Solução através do lado externo da parede

Como geralmente há pouco espaço para a execução da impermeabilização, os melhores sistemas são as membranas acrílicas ou com argamassa modificada com polímeros, devendo ser aplicadas no mínimo três demãos do produto. Podem-se usar as mantas asfálticas, com o cuidado de executar uma proteção mecânica para que o aterro ou o dreno que for executado em contato com a parede não prejudique o sistema.

Associado ao sistema impermeabilizante deve-se executar um sistema de drenagem que esteja localizado entre o aterro e a impermeabilização.

A figura 38 demonstra um exemplo esquemático de impermeabilização executada pelo lado externo de parede em contato com o solo, com um dreno associado.



**Figura 38 – Exemplo esquemático de uma barreira estanque associada a um sistema drenante/filtrante.**

(FREITAS, 2003, p. 3).

#### 4.1.1.2 Solução através do lado interno da parede

No caso de solução pelo lado interno, segundo Gabrioli (2002), deve ser feito em conjunto o rebaixamento do lençol freático, por meio de ponteiros filtrantes, poços de drenagem, drenos horizontais ou outros recursos.

Para eliminar a infiltração, segundo a IBI (2009), devem ser executados os seguintes procedimentos:

- a) Delimitar a área a ser tratada, marcando uma faixa com um metro de altura acima do nível da terra acostada em toda a extensão de parede em que aparece a umidade;
- b) Nessa área demarcada deve-se remover todo o revestimento superficial da parede expondo a alvenaria;
- c) Fechar as irregularidades com uma argamassa bem desempenada;
- d) Com a parede molhada, aplicar uma demão de argamassa polimérica.
- e) Após um intervalo de seis horas entre cada demão, aplicar mais três demãos, totalizando quatro demãos.

Depois de impermeabilizada a parede, executa-se novamente o revestimento. Para um melhor desempenho deve-se usar nesse revestimento argamassa com aditivo hidrófugo.

Depois de solucionado o problema deve-se evitar perfurações no revestimento que foi tratado, como a colocação de rodapés no ambiente, pois poderá danificar a impermeabilização e possibilitar a volta do problema.

## 4.2 Caso II - Fundações

Um dos casos mais comuns de problemas relacionados à infiltração de água se dá por meio da capilaridade dos alicerces.

O tratamento somente é necessário em fundações diretas, como baldrame e radiers, para evitar transtornos futuros, principalmente de natureza estética.

Segundo Marques (2005) o cuidado no tratamento das fundações não exige grandes investimentos ou mesmo execuções muito complexas, sendo que existe no

mercado uma diversidade de materiais que tornam as opções acessíveis a todos os tipos de fundação.

A aplicação do sistema impermeabilizante deve ser prevista com alguma antecedência, evitando imprevistos e garantindo um serviço bem feito.

Para execução de impermeabilização em fundações, dois tipos de sistemas são mais utilizados: as argamassas poliméricas, demonstrado na figura 39, e as emulsões asfálticas (Figura 40).



**Figura 39 – Impermeabilização dos baldrames com argamassa polimérica.**  
(MARQUES, 2005, p. 49).



**Figura 40 – Impermeabilização dos baldrames com membrana asfáltica.**  
(MARQUES, 2005, p. 49).



#### 4.2.1 Soluções a serem empregadas nos problemas de impermeabilização em fundações.

No caso de não ocorrer uma boa impermeabilização, o custo de executar um reparo é muito maior. Segundo Marques (2005) as intervenções mais comuns são feitas com injeções de produtos impermeabilizantes ou com argamassa polimérica, dependendo do material que foi utilizado na execução das paredes, tijolos maciços ou furados.

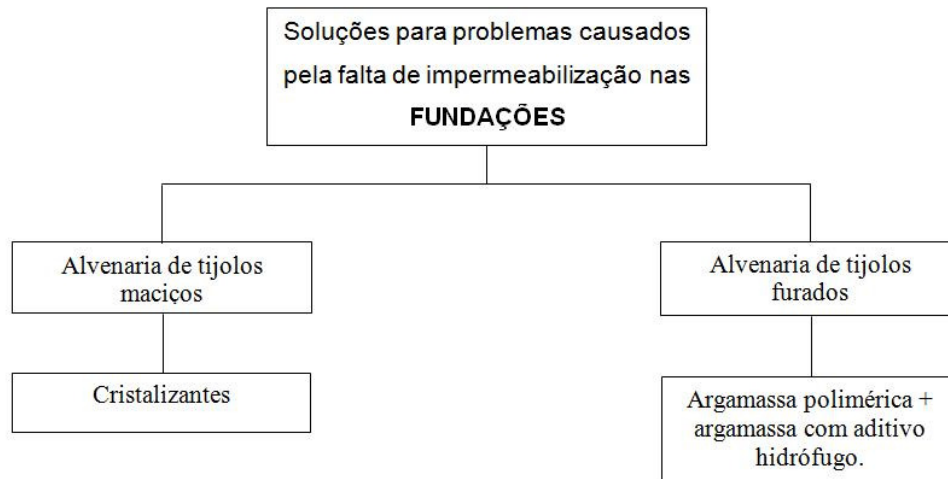


**Figura 41 – Patologia em revestimento devido à umidade ascendente**  
(ACERVO DO AUTOR, 2009).

A figura 41 mostra a foto da parede de uma casa de alvenaria em Santa Maria. A parede é de um dormitório com suíte, sendo que nesse caso, apesar da parede ser de divisa com o banheiro, não há tubulações na mesma, resultando que a patologia existente é decorrente de falha na impermeabilização das vigas baldrame, acarretando na degradação da argamassa de revestimento.



A figura 42 apresenta um esquema das possíveis soluções para o problema.



**Figura 42 – Esquema de soluções para problemas de impermeabilização em fundações.**

#### 4.2.1.1 Solução para paredes de tijolos maciços.

A solução a ser utilizada é a de aplicação de cristalizantes na alvenaria, demonstrado na figura 43, pois os cristalizantes fecham os poros do substrato, cessando a umidade ascensional.

Para solucionar o problema devem ser executados os seguintes procedimentos: (Abatte. 2003).

- a) Primeiramente deve-se delimitar a área a ser tratada, marcando uma faixa desde o piso até a altura de 1 m;
- b) Retirar todo o reboco da área a tratar;
- c) Executam-se duas linhas de furos intercaladas entre si, a primeira a 10 cm do piso e a segunda a 20 cm. Os furos devem ser com uma inclinação de 45°;
- d) Saturar os furos com água para a aplicação do produto;
- e) Aplica-se o produto por gravidade, sem necessidade de pressão e, sim, de saturação;

f) Executa-se novamente o revestimento. Para um melhor desempenho deve-se usar argamassa com aditivo hidrófugo no mesmo.

A figura 43 mostra a execução de impermeabilização com aplicação de cristalizantes em parede de alvenaria de tijolos maciços.



**Figura 43 – Aplicação de cristalizante em alvenaria de tijolos maciços.**  
(ACERVO DO AUTOR, 2007).

#### 4.2.1.2 Solução para paredes de tijolos furados.

Para eliminar esse tipo de infiltração, a solução é a mesma para o caso de estruturas enterradas, pois há a impossibilidade de executar o processo pelo lado externo. As etapas indicadas são:

a) Primeiramente deve-se delimitar a área a ser tratada, marcando uma faixa com pelo menos 30 cm acima da patologia, em toda a extensão de parede em que aparece a umidade ascendente;

b) Nessa área demarcada deve-se remover todo o revestimento da parede expondo a alvenaria;

c) Fechar as irregularidades com uma argamassa bem desempenada e, com a parede molhada, aplicar uma demão de argamassa polimérica;

d) Após um intervalo de seis horas entre cada demão, aplicar mais três demãos, totalizando quatro demãos;

e) Executa-se novamente o revestimento. Para um melhor desempenho deve-se usar argamassa com aditivo hidrófugo no mesmo.

Depois de solucionado o problema deve-se evitar perfurações no revestimento que foi tratado, como a colocação de rodapés no ambiente, pois poderá danificar a impermeabilização e possibilitar a volta do problema.

### **4.3 Caso III - Boxes de banheiros**

Os boxes não são expostos a grande variação de temperatura. Na maioria das vezes as únicas providências tomadas são na execução da laje, com cuidados para uma boa cura e a sua impermeabilização sendo feita apenas através da cerâmica e um bom arremate com silicone na borda do tubo do ralo. Esse tipo de execução não deve ser considerado um sistema impermeabilizante, pois como é considerada uma área molhável deve ser estanque.

Para um melhor desempenho, deve-se aplicar algum tipo de sistema impermeabilizante no box. Não há necessidade de se impermeabilizar o restante do banheiro, exceto no caso de existência de banheiras de hidromassagem, que por ser uma área mais úmida que o box, exige uma atenção maior quanto à impermeabilização.

Pousa (2002) recomenda que antes do início da execução da impermeabilização do banheiro deve-se averiguar o projeto de arquitetura para a marcação das paredes e, em seguida, o projeto de instalações hidráulicas e elétricas para as marcações e chumbamento de tubulações.

Caso o banheiro tenha fechamento com gesso acartonado, os pontos críticos da impermeabilização são as juntas entre os painéis e no encontro do piso com a parede.

Segundo Pousa (2002) nos banheiros podem ser utilizados diversos tipos de materiais impermeabilizantes, como as argamassas poliméricas, membranas asfálticas ou acrílicas e mantas asfálticas. No caso de argamassas poliméricas e membranas acrílicas deve-se utilizar uma tela de poliéster na aplicação do produto.

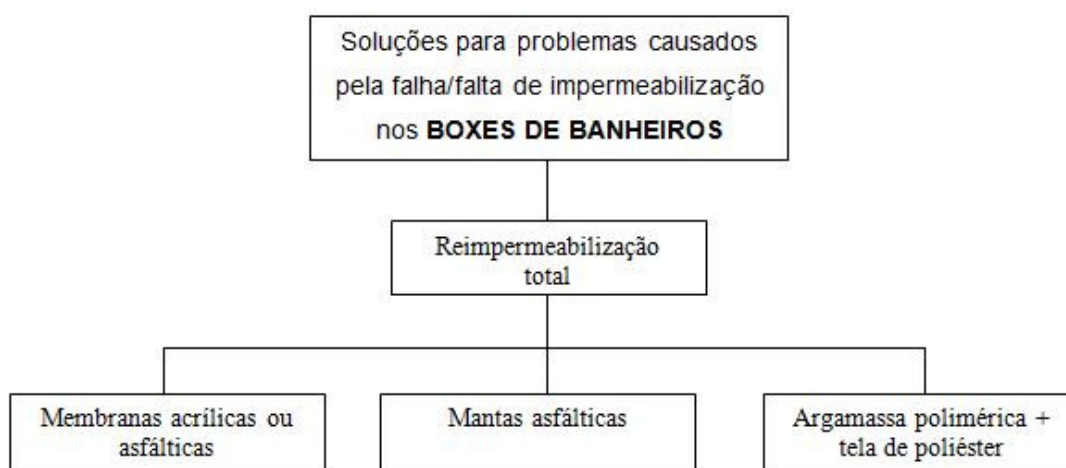
4.3.1 Soluções a serem empregadas nos problemas de impermeabilização em boxes de banheiros.

A figura 44 mostra um apartamento em um prédio residencial na cidade de Santa Cruz do Sul, em que o box do banheiro do pavimento superior está com falha na impermeabilização e conseqüentemente acaba afetando o forro de gesso do pavimento inferior.



**Figura 44 – Patologia em forro de banheiro.**  
(ACERVO DO AUTOR, 2008).

A figura 45 apresenta um esquema das possíveis soluções para o problema.



**Figura 45 – Esquema de soluções para problemas de impermeabilização em boxes de banheiros.**

Para qualquer tipo de sistema impermeabilizante escolhido devem-se seguir as etapas:

- a) Remover o revestimento cerâmico do box;
- b) Remoção da impermeabilização antiga;
- c) Regularização e arremates necessários, principalmente no ralo;
- d) Execução de nova impermeabilização;
- e) Execução de teste de estanqueidade;
- f) Execução de proteção mecânica;
- g) Execução de novo revestimento cerâmico;
- h) Recuperar o revestimento interno e externo danificado.

Alguns cuidados devem ser tomados na aplicação, independente do sistema escolhido. O rodapé nas paredes deve ter uma altura mínima de 50 cm, e a impermeabilização deve sair 50 cm para fora do box, com caimento para o ralo, que deve ter um cuidado especial conforme já descrito anteriormente.

Depois de executar a solução do problema devem-se tomar alguns cuidados na utilização e manutenção da impermeabilização. Por exemplo, na fixação do box no piso do banheiro deve-se cuidar para não perfurar a impermeabilização. Além disso, não se deve deixar a cerâmica sem rejuntas e ter uma atenção especial ao ralo, evitando quebras ou entupimentos.

#### 4.4 Caso IV - Reservatórios

Consideram-se como reservatórios todas as estruturas construídas pelo homem com o objetivo de reservar líquidos no seu interior. Desde logo se constata que para este tipo de construção são necessários cuidados especiais, uma vez que se encontra em permanente contato com água.

Têm-se, assim, vários produtos impermeabilizantes de reservatórios que no geral dependem do tipo de líquido armazenado em seu interior. Pode-se citar as argamassas aditivadas, argamassas poliméricas, membranas de cimento modificado com polímeros e membranas de PVC.

As argamassas aditivadas e as argamassas poliméricas só devem ser usadas em reservatórios enterrados. Já nos reservatórios elevados, devem ser utilizadas membranas de cimento modificado com polímeros ou mantas de PVC, pois nesses a parte externa fica em contato com as variações térmicas do ambiente, exigindo uma impermeabilização flexível.

Deve-se ter um cuidado especial com o chumbamento das tubulações no reservatório, pois esses pontos são mais propícios a um vazamento.

##### 4.4.1 Soluções a serem empregadas nos problemas de impermeabilização em reservatórios.

A solução para os casos de vazamentos em reservatórios é refazer toda a impermeabilização, pois somente assim garante-se o sucesso do processo. Deve-se, primeiramente, analisar qual o tipo de reservatório, se elevado ou enterrado, pois os reservatórios elevados sofrem com as movimentações térmicas da estrutura. Assim, os mesmos devem ter um sistema impermeabilizante flexível, enquanto que nos reservatórios enterrados pode-se optar por um sistema rígido de impermeabilização, mas com a aplicação de uma tela de poliéster agregada, para prevenir problemas acarretados por pequenas movimentações que a estrutura possa ter.

As figuras 46 e 47 mostram um caso de patologia em reservatórios, localizado em um prédio comercial na cidade de Santa Cruz do Sul. O reservatório apresentava avançados problemas de infiltração em sua laje de base, acarretando a degradação da argamassa do forro do pavimento inferior.



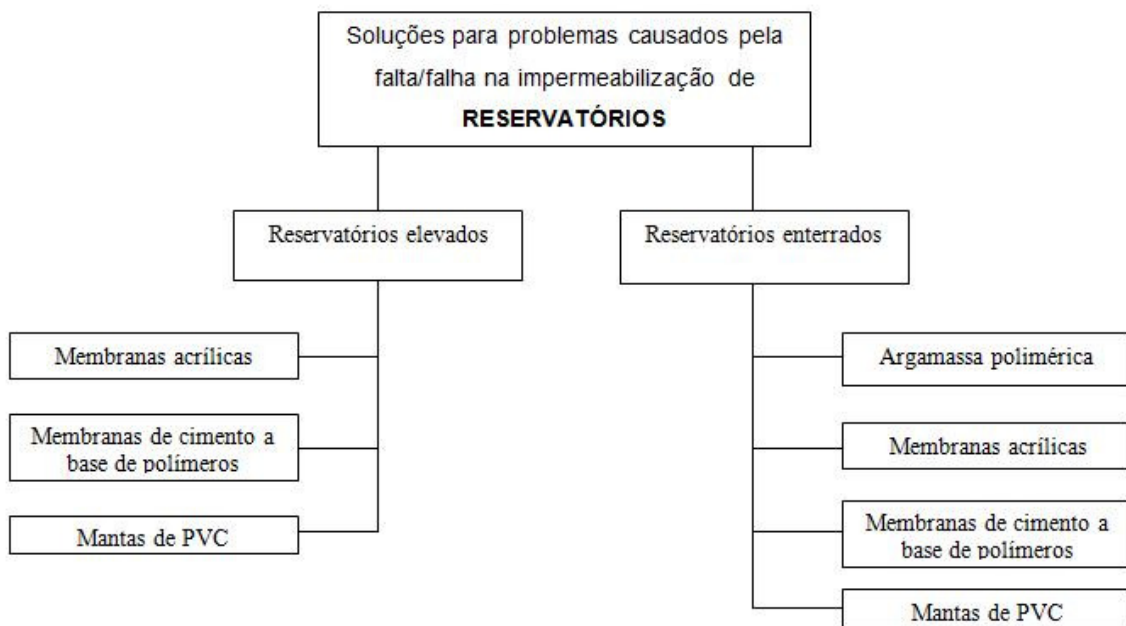
**Figura 46 – Patologia em reservatório.**  
(ACERVO DO AUTOR, 2007).



**Figura 47 – Vista do reservatório do lado externo.**  
(ACERVO DO AUTOR, 2007).

A figura 46 mostra a parte inferior da laje de base do reservatório e na figura 47 o mesmo reservatório, com o revestimento externo danificado pela infiltração.

A figura 48 apresenta um esquema das possíveis soluções para o problema.



**Figura 48 – Esquema de soluções para problemas de impermeabilização em reservatórios.**

Para qualquer tipo de sistema impermeabilizante escolhido as seguintes etapas devem ser seguidas:

- a) Remoção da impermeabilização antiga;
- b) Limpeza total do reservatório;
- c) Regularização e arremates necessários;
- d) Execução de nova impermeabilização;
- e) Recuperação do revestimento danificado.

Não é indicado o uso de produtos a base de asfalto, pois o trabalho é realizado em ambientes fechados. O sistema de impermeabilização deve seguir a norma NBR 12170/1992, "Potabilidade da água aplicável em sistemas de impermeabilização".

Solucionado o problema devem-se fazer inspeções e limpezas periódicas para verificar a estanqueidade do sistema e manter o reservatório limpo.



#### 4.5 Caso V - Lajes de cobertura

Numa edificação uma das principais preocupações é pela eficaz estanqueidade da cobertura, que de todos os elementos do edifício é o que se encontra mais exposto à intempéries. É necessário impermeabilizar todas as regiões que entrarão em contato com a água. Caso contrário poderá haver vazamentos.

Existe uma infinidade de soluções para diferentes tipos de coberturas que, de acordo com o tipo de utilização dado à mesma, se tornam mais ou menos eficientes.

Segundo Perdigão (2007) os tipos de coberturas existentes são:

- Coberturas não acessíveis: são as que não serão usadas para qualquer tipo de circulação, à exceção de eventuais trabalhos de manutenção.
- Coberturas acessíveis, em que é permitida a livre circulação de pessoas ou veículos sobre a cobertura, o que implica uma proteção mecânica da camada de impermeabilização.
- Coberturas ajardinadas, onde se colocam jardins com todo o tipo de vegetação. Apresentam características especiais, desde a necessidade de regar, que aumenta a quantidade de água existente, até a erosão causada pelas próprias raízes da vegetação.

Tanto nas coberturas acessíveis quanto nas não acessíveis o recomendável é o uso de mantas asfálticas, pois por serem pré-fabricadas, têm espessura constante e eliminam a etapa da secagem, acelerando o processo. Nas coberturas não acessíveis podem-se utilizar as mantas com a face exposta revestida por uma lâmina de alumínio. Nas coberturas acessíveis devem-se utilizar mantas de um tipo mais resistente e com proteção mecânica.

Para as áreas ajardinadas é recomendável à utilização de mantas modificadas com polímeros anti-raiz. Assim não ocorrerão problemas com raízes da vegetação. Morgado (1998) observa que, caso a impermeabilização não possua aditivo herbicida, deve ser executada uma proteção anti-raiz, que poderá ser uma pintura à base de alcatrão com polímero (executada após a proteção mecânica) ou a aplicação de camada de laminado (folhas de cobre).

Outro fator que deve ser considerado na escolha do sistema impermeabilizante é o fato de haver ou não muitas interferências na área a ser impermeabilizada.

#### 4.5.1 Soluções a serem empregadas nos problemas de impermeabilização em Lajes de cobertura.

Para resolver o problema de impermeabilização em lajes de cobertura, deve-se analisar se a falha é localizada, como por exemplo uma fissura de rodapé, ou se houve a degradação total do sistema existente.

Quando o caso é localizado, pode-se fazer um reparo somente no local em que a falha foi detectada, utilizando o mesmo material impermeabilizante do existente e tornando assim a execução mais rápida.

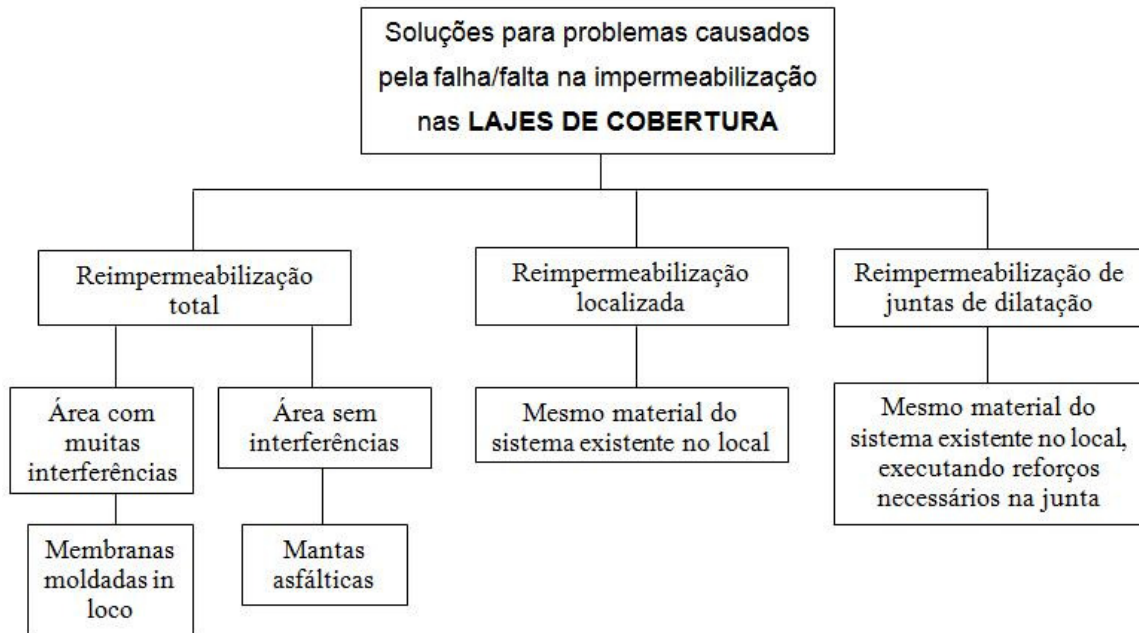
Quando o caso for generalizado na laje, não resta alternativa que não seja a reimpermeabilização total da mesma, devendo ser utilizado algum sistema flexível de impermeabilização. Neste caso, tanto as membranas asfálticas ou acrílicas quanto as mantas asfálticas resolvem o problema.

Se a cobertura em questão for de áreas relativamente grandes e sem muitos recortes ou intervenções, a manta é a melhor solução, pois a execução é mais rápida e o produto oferece a maior garantia de qualidade e confiabilidade.

Se, caso contrário, no local existirem muitos recortes e detalhes, a solução mais adequada é o uso de membranas moldadas in loco, pois esses sistemas facilitam a execução da impermeabilização e seus detalhes.

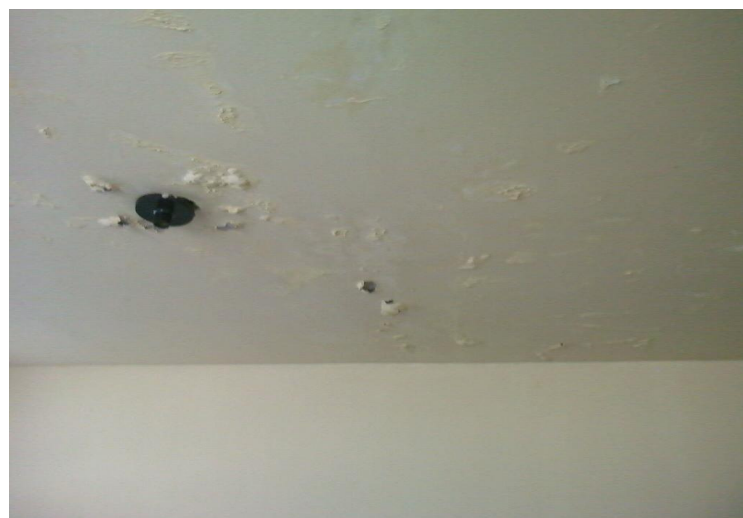
Uma solução alternativa é a aplicação de membrana acrílica sobre o revestimento cerâmico existente, ficando a laje com uma aparência de um piso cimentado. O inconveniente desta alternativa é que não haverá uma camada de proteção na membrana, ficando a mesma vulnerável a choques mecânicos, além da necessidade de realizar este procedimento periodicamente para manter estanque a laje.

A figura 49 mostra um esquema das possíveis soluções para o problema.



**Figura 49 – Esquema de soluções para problemas de impermeabilização em lajes de cobertura.**

A figura 50 mostra uma laje de garagem em uma casa de alvenaria na cidade de Santa Maria, na qual, segundo informações do proprietário, foi executada apenas uma demão de asfalto oxidado diluído, sem executar regularização ou qualquer outro arremate necessário para uma boa impermeabilização, acarretando nos problemas de infiltração generalizados apresentados.



**Figura 50 – Infiltração em laje.**  
(ACERVO DO AUTOR, 2009).

A figura 51 mostra que a água infiltra pelo rejunte e em fissuras existentes no piso, e como a impermeabilização é falha acabam ocorrendo patologias, conforme apresentado na figura 50.



**Figura 51 – Face superior da mesma laje, apresentando fissuras.**  
(ACERVO DO AUTOR, 2009).

A figura 52 apresenta outro caso de patologia em lajes de um condomínio de prédios em Santa Maria. As vigas do subsolo apresentam problemas avançados de carbonatação devido a problemas na impermeabilização executada na junta de dilatação do prédio. Como a obra foi realizada há muitos anos não se tem informações de que tipo de sistema foi o executado.



**Figura 52 — Junta de dilatação**  
(ACERVO DO AUTOR, 2007).

A figura 53 mostra que a infiltração já está se manifestando há algum tempo no local, como podem ser observadas pelas calhas que foram colocadas nas lajes e vigas para o escoamento da água de infiltração.



**Figura 53 – Infiltração em viga situada abaixo da junta de dilatação.**  
(ACERVO DO AUTOR, 2007).

A figura 54 mostra uma casa de alvenaria na cidade de Santa Cruz do Sul, onde não foi executada a devida ancoragem da manta na alvenaria e nem do



revestimento argamassado. Devido a isso, ocorreram fissuras no rodapé, deixando assim um ponto vulnerável no processo de impermeabilização.



**Figura 54 – Patologia em rodapé.**  
(ACERVO DO AUTOR, 2007).

#### 4.5.1.1 Solução para reimpermeabilização total da laje.

Para qualquer tipo de sistema impermeabilizante escolhido devem-se seguir as etapas abaixo. Soluciona-se assim o problema apresentado nas figuras 50 e 51.

- a) Remoção do piso da laje;
- b) Remoção da impermeabilização antiga até atingir a laje;
- c) Regularização e arremates necessários;
- d) Execução de juntas necessárias;
- e) Execução de nova impermeabilização;
- f) Execução de teste de estanqueidade;
- g) Execução da proteção mecânica;
- h) Execução de novo piso;
- i) Recuperação os revestimentos danificados.

#### 4.5.1.2 Solução para reimpermeabilização localizada da laje.

Para qualquer tipo de sistema impermeabilizante devem-se seguir as seguintes etapas:

- a) Remoção do piso da laje até atingir a impermeabilização existente;
- b) Execução de testes para localizar a falha na impermeabilização;
- c) Execução do reparo na impermeabilização;
- d) Execução de teste de estanqueidade;
- e) Execução da proteção mecânica;
- f) Execução de reparo no piso;
- g) Recuperação dos revestimentos danificados.

No caso da figura 54, para resolver essa patologia deve-se remover o revestimento e fazer o encaixe da manta na alvenaria, reforçando o local com mais de uma camada de manta e, também, fixar o revestimento argamassado com tela galvanizada para não ocorrer novamente o problema.

#### 4.5.1.3 Solução para reimpermeabilização de juntas de dilatação.

Para qualquer tipo de sistema impermeabilizante escolhido devem-se seguir as etapas abaixo. Soluciona-se assim o problema apresentado nas figuras 52 e 53.

- a) Remoção do piso da laje até atingir a laje;
- b) Execução de rebaixo no entorno da junta para o reforço da impermeabilização;
- c) Execução da impermeabilização conforme item 2.5.7 deste estudo;
- d) Execução de teste de estanqueidade;
- e) Execução de reparo no piso;

Sobre a utilização e manutenção do sistema devem-se tomar alguns cuidados para evitar futuros problemas. São eles:

- Cuidar com o entupimento ou quebras de ralos;
- Se for necessária a troca de pisos, cuidar para não danificar a impermeabilização;

- Evitar perfurações com instalações de grades e/ou antenas;
- Fazer inspeções periódicas para verificar a estanqueidade do sistema.

Neste capítulo, as análises realizadas, baseadas na pesquisa bibliográfica e nos produtos existentes no mercado, apresentando os diversos problemas ocasionados pela falta ou deficiência na impermeabilização de edificações e as possíveis soluções destes problemas, visam proporcionar aos leitores uma solução tecnicamente adequada para os diferentes problemas encontrados.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentou-se nesse trabalho um panorama da impermeabilização na construção civil, relatando-se desde a fase de projeto até a correção dos problemas que poderão surgir, caso seja executada uma má impermeabilização.

Constatou-se que a grande maioria dos problemas é causada nos pequenos detalhes, seja na fase de projeto, execução ou manutenção da impermeabilização.

Os problemas referentes à ação da umidade estão presentes em todas as fases de uma edificação, desde o projeto até a manutenção, sendo a prevenção a melhor solução. Ou seja, antecipar problemas na fase de projeto é essencial.

As manifestações patológicas ocasionadas pela umidade são comuns no mundo da construção e estas podem ocasionar vários danos, gerando gastos elevados em recuperação e reparo, que poderiam ser evitados com medidas preventivas.

O processo de impermeabilização, para ser executado com sucesso, depende de muitos fatores, desde a fase da concepção do projeto até a manutenção do imóvel em toda sua vida útil. Qualquer desatenção pode representar uma falha, e dependendo da fase em que tenha ocorrido, poderá prejudicar o projetista, o construtor ou mesmo o usuário final, ou a todos, se a solução projetada não for a mais adequada para a situação.

É necessário que os engenheiros entendam os mecanismos de infiltração da água em uma edificação, para que possam indicar a melhor solução e executar corretamente a impermeabilização, a fim de evitar o surgimento de patologias.

Importante também é que o usuário final da edificação tenha ciência de que nas áreas molháveis deve-se ter um sistema impermeabilizante aplicado e que verifique isto na hora da compra do imóvel. Observa-se que esse ato, que deveria ser prática comum, é pouco realizado.

As correções das patologias de impermeabilização ainda são de pouco conhecimento para os usuários finais dos imóveis e até entre profissionais da construção civil. Este estudo apresenta as mais comuns situações de patologias e sugere correções para as mesmas. Abaixo um quadro resumo do que foi apresentado no estudo.

<b>Resumo das Soluções de Patologias de Impermeabilização</b>		
<b>Local do problema</b>	<b>Tipo de solução</b>	<b>Materiais</b>
<b>Estruturas enterradas</b>	Através do lado interno	Argamassa polimérica + argamassa com aditivo hidrófugo
	Através do lado externo	Mantas asfálticas + Dreno
		Membranas acrílicas ou asfálticas + Dreno
		Membranas de cimento a base de polímeros + Dreno
<b>Fundações</b>	Alvenaria de tijolos maciços	Cristalizantes
	Alvenaria de tijolos furados	Argamassa polimérica + argamassa com aditivo hidrófugo
<b>Boxes de banheiro</b>	Reimpermeabilização total	Membranas acrílicas ou asfálticas
		Mantas asfálticas
		Argamassa polimérica com tela de poliéster
<b>Lajes de cobertura</b>	Reimpermeabilização total	Áreas com muitas interferências - Membranas
		Áreas sem interferências - Mantas asfálticas
	Reimpermeabilização localizada	Utilização do mesmo sistema do existente no local
<b>Reservatórios</b>	Reservatórios elevados	Membranas acrílicas
		Membranas de cimento a base de polímeros
		Mantas de PVC
	Reservatórios enterrados	Argamassa polimérica
		Membranas acrílicas
		Membranas de cimento a base de polímeros
		Mantas de PVC

**Quadro 2 – Resumo das soluções de patologias de impermeabilização.**

O usuário final também tem importância na fase de manutenção da impermeabilização, evitando qualquer tipo de utilização que possa danificar a mesma e realizando inspeções periódicas para verificar a estanqueidade do sistema com o passar do tempo. A não realização de manutenções caracteriza-se em uma falha no processo e patologias poderão surgir.

Concluindo, a impermeabilização é uma importante etapa de uma obra e não pode ser relegada, devendo ser prevista em projeto e por um profissional com o conhecimento técnico para poder indicar a melhor solução, executar corretamente e supervisionar o serviço. Se isso não acontecer, será mais oneroso executar a impermeabilização e os possíveis reparos que serão necessários, além de trazer transtornos aos usuários da edificação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

\_\_\_\_\_. **Umidade na base de paredes**. Técnica, São Paulo, n. 72, p. 52-53, mar. 2003.

ALMEIDA, R. **Manifestações patológicas em prédio escolar: Uma análise qualitativa e quantitativa**. 2008. 203f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – UFSM, Santa Maria, 2008.

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

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.

\_\_\_\_\_. **NBR 12170** – Potabilidade da água aplicável em sistema de impermeabilização. São Paulo, 1992.

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

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

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

ARAÚJO, M.A.C.S. **Materiais impermeabilizantes: Como diminuir perdas.** in: Anais do 8º Simpósio Brasileiro de Impermeabilização. São Paulo, SP. set. 1993 p. 293-302.

AZEVEDO, S.L.; GUERRA, F.L. **Considerações sobre patologias e restaurações de edifícios.** Técnica, São Paulo, n. 144, p. 42-45, mar. 2009.

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

BÉRTOLO, T. **A prova d`água.** Técnica, São Paulo, n. 51, p. 20-23, mar/abr. 2001.

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

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

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

CORREIA, N.C.; SILVA, C.G.V.; MONTEIRO, E.C.B. et al. **Caracterização das manifestações patológicas em serviços de impermeabilização.** Brasil - Florianópolis, SC. 1998. v.1 p. 305-312. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 7º, Florianópolis, 1998. Artigo técnico.

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 10/9/2008).

FARIA, R. **Tecnologia estanque.** Técnica, São Paulo, n. 141, p. 46-48, dez. 2008.

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

GABRIOLI, J.; THOMAZ, E. **Impermeabilização de fundações e subsolos.** Técnica, São Paulo, n. 67, p. 77-80, out. 2002.

IBI - Instituto Brasileiro de Impermeabilização - <http://www.ibisp.org.br/> (Acessado em 23/2/2009).

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

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

LWART - **Manual técnico de impermeabilização.** Disponível em: <http://www.lwart.com.br/> (Acessado em 20/3/2009).

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

MARQUES, R. **Proteção subterrânea.** Técnica, São Paulo, n. 96, p. 48-49, mar. 2005.

MARTINS, J.G. **Impermeabilizações: Condições técnicas de Execução.** Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2006.

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

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

MORGADO, J.M.F. **Coberturas verdes**. Revista Impermeabilizar, São Paulo, Palanca, n.125, out.1998, 16p.

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

PERDIGÃO, R.C.C. **Impermeabilização de construções: Soluções tecnológicas e critérios de seleção**. 2007. 82f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2007.

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

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.

PINTO, J.A.N. **Patologias de impermeabilização**. Santa Maria: Multipress, 1996. 270 p.

POUSA, S.C. **Impermeabilização de banheiros**. Técnica, São Paulo, n. 61, p. 69-71, abr. 2002.

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

SABBATINI F. et al. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica da USP. **Impermeabilização – Sistemas e execução**. São Paulo, [2006]. 20p. Disponível em <http://pcc2436.pcc.usp.br> (Acessado em 06/09/2009)

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

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

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

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

\_\_\_\_\_. **Parâmetros para seleção e projeto de impermeabilização de pisos do pavimento tipo de edifícios**. In: XVII ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1997, Gramado - RS.

SOUZA, M.F. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. 2008. 64f. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SIKA - <http://www.sika.com.br> (Acessado em 24/6/2008).

THOMAZ E. **Trincas em edifícios**. São Paulo, Editora Pini, 1996. 194p.

TRAUZZOLA, N.M. **A patologia nas edificações ocasionadas por infiltrações - estudo de caso**. 1998. 81p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) - Instituto Mackenzie, São Paulo, 1998.

VEDACIT – **Manual técnico de impermeabilização de estruturas**. 4º Edição. Disponível em: <http://www.vedacit.com.br> (Acessado em 20/9/2009).

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

VIAPOL - <http://www.viapol.com.br> (Acessado em 12/9/2008).

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

WEBER QUARTZOLIT – **Guia Weber**. Disponível em: <http://www.weberquartzolit.com.br> (Acessado em 20/10/2009).