

# NOTAS DE AULAS

# TECNOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES

# IMPERMEABILIZAÇÃO

COLATINA-ES

2010

## **1.Introdução**

## **2.Classificação das impermeabilização**

## **3.Tipos de impermeabilização**

## **4.Materiais**

## **5.Projeto**

## **6. Execução**

## **7.Bibliografia Complementar**

### **1.Introdução**

Impermeabilização é definida como os procedimentos técnicos necessários para proteger as construções contra a infiltração da água. A umidade é considerada, atualmente, o principal responsável por muitas das patologias que aparecem nas edificações ao longo de seu uso, contribuindo de modo negativo para a saúde de seus usuários.

O ideal é que todas as condições que favoreçam o aparecimento e o acúmulo de água nas edificações sejam previstas e analisadas ainda na fase de projeto, possibilitando com isso adotar soluções adequadas segundo o tipo indesejado de umidade. A adoção de medidas não previstas em projeto, ou seja, posterior à execução da obra, acarreta custos adicionais e dificuldades operacionais (quebra de pisos e argamassas), obrigando a soluções paliativas e de pouca durabilidade. Uma impermeabilização só terá resultado satisfatório se todos os componentes que a compõe funcionarem interligados, pois a inexistência ou a falha de um deles poderá prejudicar o desempenho da impermeabilização. Estes componentes são:

- Projeto de impermeabilização
- Qualidade dos materiais e dos sistemas de impermeabilização
- Qualidade na execução da impermeabilização
- Qualidade na construção do edifício
- Controle da execução
- Preservação e manutenção da impermeabilização

A impermeabilização das edificações não é uma prática moderna. Os romanos empregavam clara de ovos, sangue, óleos, etc. para impermeabilizar saunas e aquedutos. Já no Brasil, nas cidades históricas, existem igrejas e pontes onde a argamassa das pedras foi aditivada com óleo de baleia. Atualmente, dispomos de produtos desenvolvidos especialmente para evitar a ação prejudicial da água.

### **1.1. Ações e consequências da umidade**

A água é o componente mais imprescindível para a vida, no entanto, é a principal causa de inconvenientes nas construções. Tanto a sua presença constante, como a sua ausência, tende a deteriorá-las pela intermitência cíclica. Essa situação torna-se ainda mais grave se substâncias nocivas como ácidos, básicos, iônicos, etc. estão presentes na água. A umidade presente em um edifício pode ser proveniente de um dos seguintes fatores (Figura 1):

**a) Umidade do solo** – é a água existente no solo, aderida ao mesmo e absorvida por suas partículas, que agem nos materiais da construção por contato lateral ou capilaridade. Essa água pode ser proveniente de lençol freático, vazamento de tubulações subterrâneas e umidade natural do solo;

**b) Umidade da atmosfera** – pode advir de chuvas e outras intempéries e da condensação (formação de água no estado líquido sobre uma superfície mais fria do que o ambiente);

**c) Umidade vinda de obra vizinha** – pode ser proveniente de desnível com o arruamento e outras obras, da falta de drenagem superficial e da proximidade com outras estruturas;

**d) Umidade vinda da construção** – pode ser advinda de vazamentos, infiltração, falta de ventilação, falta de insolação, capilaridade dos materiais e falhas de projeto.

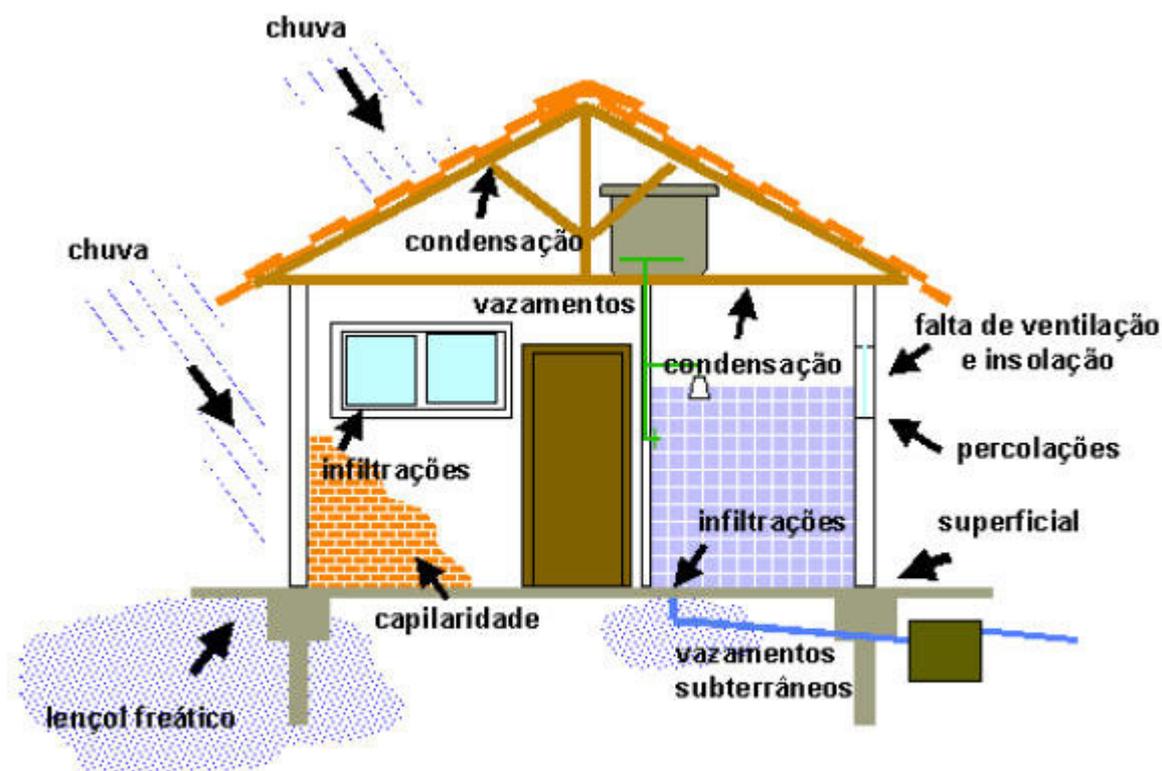


Figura 1. Características da umidade.

A água pode penetrar a edificação por uma das maneiras descritas a seguir:

**a) Pressão hidrostática** – a água confinada atravessa fissuras, trincas e rachaduras existentes nos materiais e nas estruturas;

**b) Percolação** – o escoamento da água se dá pela ação da força da gravidade em uma determinada direção, livre de qualquer outro tipo de pressão;

**c) Capilaridade** – o escoamento da água se dá pela ação da tensão superficial, que faz com esta seja transportada até acima do nível estático.

Como já foi dito, a presença dessa água pode ter graves conseqüências, sendo a principal delas é afetar a saúde de seus moradores. No entanto, outros problemas podem surgir que, por sua vez, podem acarretar patologias bem severas no edifício. Esses problemas são:

**a) Goteira** (Figura 2) – é o gotejamento da água proveniente de chuvas, vazamentos ou infiltrações em marquises, floreiras, terraços, etc.;

b) **Mancha** (Figura 3) – é a saturação da água em materiais úmidos;



Figura 2. Goteiras.



Figura 3. Manchas.

c) **Mofo** (Figura 4)– é o desenvolvimento de fungos que irão causar a deterioração dos materiais. Na madeira causa o apodrecimento e na alvenaria, a desagregação do revestimento;



Figura 4. Mofo.

d) **Oxidação** – é a reação química que ocorre nos metais sujeitos a umidade. No aço chama-se ferrugem (Figura 5), o que causa o aumento de volume das barras;



Figura 5. Ferrugem e manchas.

e) **Eflorescência** (Figura 6) – é a formação de sais solúveis, que se depositam na superfície dos materiais, trazidos do seu interior pela umidade que os atravessa, formando manchas brancas, ou aumentando de volume. Estes sais estão presentes nos tijolos, no cimento, na areia, etc.;



Figura 6. Eflorescência

**f) Criptoflorescência** – também são formações salinas, cujas causas e mecanismos são os mesmos que da eflorescência, porém formam grandes cristais que se fixam no interior da parede ou estrutura, aumentando de volume e desagregando o material;

**g) Gelividade** – é o fenômeno causado pelo congelamento da umidade existente nos poros dos materiais, em temperaturas entre 0°C a 6°C, aumentando de volume e desagregando a face do material;

**h) Deterioração** – é o efeito da ação constante da água sobre os materiais e estruturas, reduzindo a durabilidade destes.

## 2. Classificação das impermeabilizações

O sistema de impermeabilização possui diversas classificações, conceituadas segundo as diferenças de concepção, as técnicas de aplicação, os materiais empregados e os princípios que norteiam o funcionamento da impermeabilização. Estas diferentes classificações têm a finalidade de auxiliar na compreensão dos diversos sistemas existentes, bem como permite compará-los precisamente, possibilitando na escolha adequada do sistema.

As impermeabilizações podem ser classificadas em duas formas principais: de acordo com a atuação da água sobre o elemento da construção e de acordo com o comportamento físico do elemento da construção.

### 2.1. De acordo com a atuação da água

Sob este aspecto, têm-se as seguintes impermeabilizações:

- **Contra a água com pressão** (Figura 7) – é a água que atua em subsolos, caixas d'água e piscinas, exercendo a força hidrostática sobre a impermeabilização;

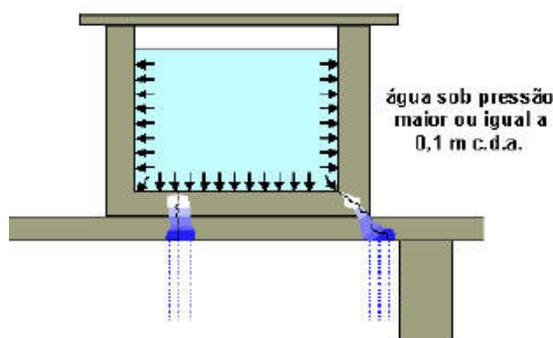


Figura 7. Água sob pressão hidrostática.

- **Contra água de percolação** (Figura 8) – é a que atua em terraços, coberturas, empenas e fachadas, não exercendo nenhum tipo de pressão sobre os elementos da construção;

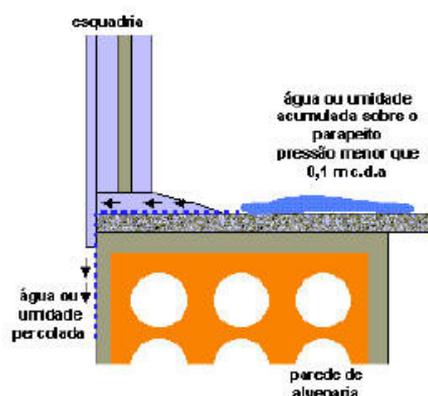


Figura 8. Água por percolação.

- **Contra a umidade por capilaridade** (Figura 9) – á ação da água sobre os elementos das construções que estão em contato com bases alagadas ou solo úmido.

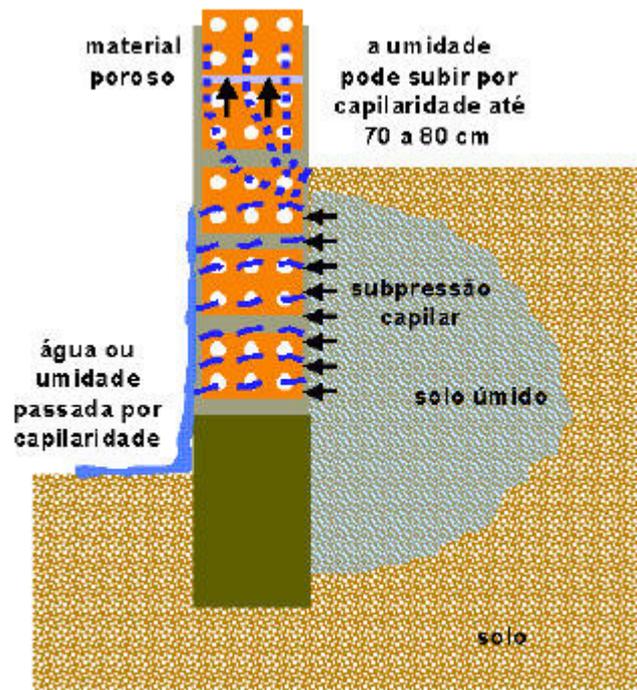


Figura 9. Água por capilaridade.

## 2.1. De acordo com o comportamento físico

Sob este aspecto, têm-se as seguintes impermeabilizações:

- **Elementos da construção sujeitos a trinca** – são as partes da obra sujeitas a variações de temperatura (aquecimento e resfriamento), ou a recalques e movimentos estruturais, tais como as lajes contínuas que passam sobre vigas, marquises em balanço, etc. e caixas d'água elevadas. Neste caso, não se pode esquecer que trincas e falhas também podem ocorrer no concreto durante o processo de cura e devido a deficiências na execução. Podem ser causadas por abalos provenientes de obras vizinhas, passagens de veículos pesados, acomodação do terreno e terremotos;
- **Elementos da construção não sujeitos a trinca** – são as partes da obra com carga estabilizada, em condições de temperatura relativamente constante.

## 3. Tipos de Impermeabilização

Em relação à forma e aos materiais usados na execução da impermeabilização, pode-se classificá-la em três tipos principais, que são: impermeabilização rígida, impermeabilização flexível e impermeabilização laminar.

### 3.1. Impermeabilização rígida

Este tipo de impermeabilização é de fácil execução e apresenta uma grande economia, porém, está suscetível a trincas como as estruturas com as quais estão solidárias. Deve ser empregada em locais não sujeitos a forte exposição solar, a expressiva variação térmica, vibração ou a trabalho eventual. Encontram-se, neste sistema, as argamassas e os concretos impermeáveis.

· **Argamassa impermeável** – é composta de areia e cimento (traço 3:1), aditivada com impermeabilizante. Pode ser usada como revestimento em pisos, baldrame, caixas de água, coberturas planas, marquises, paredes de alvenaria, etc. Os seguintes cuidados devem ser tomados na sua execução, quais sejam:

- a) Cimento – usa-se o cimento Portland comum de boa procedência, novo e isento de pelotas;
- b) Areia - deve ser de granulometria média, lavada de rio, totalmente isenta de impurezas e peneirada na obra com peneira de 2,4 a 4,2 mm para emboço e 1,2 mm para massa fina (areia fina);
- c) Água - potável e com baixa relação de água/cimento, tal que imprima a trabalhabilidade necessária (em geral, algo em torno de 0,5);
- d) Aditivo - deve ser incorporado na mistura dependendo do tipo, devendo-se sempre seguir as recomendações do fabricante;
- e) Aplicação – no caso de revestimentos, o ideal é fazer a superposição de três camadas de 1 cm com juntas desencontradas em intervalos de 18 horas entre elas (chapiscar se for necessário), sendo as duas primeiras com acabamento a feltro (desempenadeira de feltro) e a última com desempenadeira de aço;
- f) Proteção superficial - o reforço pode ser obtido com calda (cristalização com cimento), pintura betuminosa ou argamassa cimento e areia fina 1:1 alisada com espátula de aço; g) Cura – deve-se mantê-la úmida por 3 dias, no mínimo.

· **Concreto impermeável** – a adição de impermeabilizante ao concreto reforça sua impermeabilidade. É mais freqüentemente empregado em obras enterradas como galerias, subsolos, muros de arrimo, cisternas, etc. Os seguintes cuidados devem ser tomados na sua execução:

- a) Elaboração de traço adequado - (dosagem racional) com consumo de cimento deve ser no mínimo de 300 kg/m<sup>3</sup> e fator água/cimento menor de 0,55 e a granulometria dos agregados convenientemente controlada;
- b) Uso de cimento pozolânico CP IV ou de alto-forno, CP III também é recomendado; c) Uso de cimentos poliméricos (cimentos modificados com polímeros – látex) é uma novidade para a impermeabilização de elementos de concreto, principalmente, para reparos em caixas d'água, reservatórios, paredes em subsolos, poços de elevador, pisos de cozinhas, banheiros, etc.;
- d) Uso de aditivos - incorporadores de ar para diminuir a possibilidade de ascensão capilar em estruturas em contato com umidade;
- e) Escolha correta dos aditivos - plastificantes e superplastificantes devem ser usados, se for o caso, para reduzir a relação água/cimento;
- f) Lançamento – evitar a ocorrência de juntas frias e tratamento adequado às emendas; g) Adensamento – evitar falhas no adensamento com armaduras bem espaçadas e fôrmas estanques;
- h) Cura – executar cura úmida no mínimo por 14 dias;
- i) Desforma – atendimento dos prazos mínimos para desforma e cuidados especiais na retirada das fôrmas e escoras;
- j) Proteção superficial – pode-se proteger a superfície exposta do concreto impermeável com calda (cristalização com cimento), pintura betuminosa ou argamassa cimento e areia fina 1:1 alisada com espátula de aço.

### 3.2. Impermeabilização flexível

Também conhecida como impermeabilização elástica, é feita com manta pré-fabricada ou com elastômeros dissolvidos e aplicada no local em forma de pintura ou melação, em várias camadas que, ao evaporar o solvente, deixam uma membrana hipoteticamente elástica sobre a superfície.



Figura 10. Mantas pré-fabricadas.

Este tipo de sistema acompanha a movimentação da estrutura, sem que ocorram fissuras ou perda de eficiência, assegurando a impermeabilidade mesmo que a estrutura esteja trincada. O sistema é usado em elementos sujeitos a variações térmicas, vibrações, forte exposição ao sol, sobrecargas e eventuais movimentações, sendo indicado em lajes, terraços, calhas, etc. Os materiais que compõem este sistema são os betuminosos, resinas, elastômeros e os polímeros sintéticos. Os betuminosos são provenientes da destilação do petróleo; as resinas são substâncias de origem natural ou sintética (poliuretano, silicone, epóxi); os elastômeros são também de origem natural ou sintética (hypalon, neoprene, butil); e os polímeros são obtidos através de polimerização industrial (pvc – cloreto de polivinila, polietileno).

A Tabela 1 mostra as principais diferenças entre mantas e membranas.

### 3.3. Impermeabilização Laminar

Também é conhecida como pintura armada ou melação armada. Este sistema é executado com elastômeros ou asfaltos, armados ou estruturados pela intercalação de materiais rígidos, como feltros asfálticos, tecidos de nylon, lã de vidro, tecidos de juta e lâminas de alumínio. Como a impermeabilização flexível, a laminar também é capaz de absorver pequenos movimentos da base sem sofrer danos ou perder sua eficiência.

Tabela 1. Comparação de sistemas de impermeabilização.

MANTAS	MEMBRANAS
espessura constante	variação de espessura, podendo comprometer a eficiência da impermeabilização
fácil controle e fiscalização de impermeabilização	dificuldade de controle e fiscalização, quer pelo consumo, número de demãos, adulteração do produto, etc
aplicação do sistema em uma única vez	aplicação em várias camadas sujeitas às intempéries e interferência
não é necessário aguardar secagem	aguardar secagem entre as camadas, pois podem surgir bolhas, caso o tempo de secagem não seja cumprido
existência de armadura em toda a superfície uniformemente	possibilidade de haver desalinhamento na armadura, acarretando desempenho variável
menor tempo de aplicação (menor mão-de-obra)	sensível gasto de tempo e mão-de-obra, acarretando maior custo
menor suscetibilidade de erros de aplicação	maior ocorrência de erros de aplicação, devido às diversas variáveis e suas complexidades
adequa-se melhor ao cronograma de obras, gerando menos transtorno, liberação rápida da área para utilização	dificuldade na adaptação ao cronograma de obras, ficando a área por mais tempo interditada, podendo ocorrer danos por terceiros

#### 4. Materiais

O mercado oferece diversos sistemas que têm aplicações bastante definidas. Basicamente, existem os seguintes sistemas:

- a) **Tamponamento:** argamassas especiais aditivadas, com grande aderência e cura rápida;
- b) **Vedação:** uso de borracha de silicone mono-componente ou a base de poliuretano, para a colagem, vedação e selagem de materiais de construção como cerâmica, metal, vidro, plástico, madeira, concreto, gesso e outros;
- c) **Membranas flexíveis moldadas *in loco*:** emulsões asfálticas; soluções asfálticas; emulsões acrílicas; asfaltos oxidados + estrutura; asfaltos modificados + estrutura + elastômeros em solução (neoprene e hypalon);
- d) **Membranas flexíveis pré-fabricadas:** mantas asfálticas; mantas elastoméricas (butil/ EPDM); mantas poliméricas (PVC);
- e) **Membranas rígidas moldadas *in loco*:** cristalização; argamassa rígida aditivada.

## 5. Projeto

O principal objetivo de uma impermeabilização nas obras de construção civil é proporcionar estanqueidade aos elementos estruturais e eliminar os problemas de umidade de um ambiente. Sendo assim, a impermeabilização é aplicada em vários locais de um edifício, a fim de garantir sua integridade e aumentar sua vida útil, garantindo-lhe um bom desempenho e dando-lhe melhor conforto. Os elementos que estão sujeitos às variações climáticas, tais como, vento, chuva, variações de temperatura, e que devem ser tratadas por algum processo de impermeabilização são:

- Subsolos;
- Muros de arrimo;
- Reservatórios de água (piscinas, caixas d'água, cisternas, jardineiras, etc.);
- Telhados e coberturas planas;
- Terraços e áreas descobertas;
- Calhas;
- Marquises;
- Pisos molhados (cozinha, varanda, banheiro, área de serviço, lavanderia, etc.);
- Paredes externas sujeitas às intempéries;
- Junta de dilatação estrutural e lesões em estruturas;
- Esquadrias, peitoris de janelas e soleiras de portas externas.

O projeto de impermeabilização deve ser desenvolvido em conjunto com os demais projetos, devendo fazer parte integrante dos projetos complementares de uma construção. Este necessita ser estudado e compatibilizado com todos os outros elementos, prevendo-se interferências nos projetos de arquitetura, estrutura, fundações, instalações, etc.

A maior parte dos problemas de impermeabilização se dá nas bordas, nos encontros com ralos, juntas, mudanças de planos, tubulações que atravessam a cobertura, rodapés, etc. Assim, um projeto deve conter, no mínimo, os seguintes itens:

- É obrigatória: a existência de planta indicando a posição dos ralos, caimentos, níveis, detalhes específicos, etc.; a definição de cotas de regularização; a escolha do tipo de proteção mecânica ou térmica; a definição do piso final;
- É obrigatória a existência de plantas e cortes indicando a posição das camadas de proteção e impermeabilização, a posição e o tratamento das juntas de dilatação e demais detalhes, se o subsolo estiver sujeito a lençol freático; se este não estiver sujeito à ação de lençol freático e sem nenhuma outra particularidade especial, faz-se referência às normas específicas de projeto;
- Detalhar em plantas e cortes todos os elementos a serem impermeabilizados, referindo-se às normas específicas de projeto nos elementos onde a solução é padronizada.
- É fundamental e indispensável definir, em memorial descritivo, as soluções adotadas para aquela obra de todos os elementos, fazendo referência às normas de projeto, na sua íntegra ou em detalhes específicos, anexando as normas citadas.

- Segundo a norma NBR 9574 – Execução de Impermeabilização, o projeto deve ainda conter: especificações dos materiais a serem empregados; a planilha de quantitativo de serviços a serem realizados; estimativa de custos destes serviços e indicação de como os serviços serão medidos.

## 5.1.Elaboração do projeto

Um bom projeto de impermeabilização deve solucionar todos os problemas possíveis de impermeabilização, seguindo as diretrizes contidas na norma NBR 9575 – Elaboração de Projetos de Impermeabilização. O executante da impermeabilização deve receber uma série de documentos técnicos, a saber: memorial descritivo e justificativo; desenhos e detalhes específicos; especificações dos materiais a serem empregados e dos serviços a serem executados; planilha de quantidade de serviços a serem realizados; estimativa de custos dos serviços a serem realizados; indicação da forma de medição dos serviços a serem realizados. A fim de se ter um bom resultado, os elementos básicos que deve conter um projeto de impermeabilização são: a solução de todos os problemas de impermeabilização possíveis; os materiais que serão utilizados; a técnica de aplicação desses materiais, em cada local; e os serviços complementares à impermeabilização. No entanto, algumas condições devem ser verificadas:

- **Estrutura e estágio de cálculo** – o tipo de estrutura a ser impermeabilizada deve ser conhecido (se em concreto pré-moldado ou monolítico; se bloco cerâmico ou metálico; se um reservatório elevado ou semi-enterrado, etc.);
- **Finalidade** – a utilização da estrutura deve ser do **conhecimento** do projetista de impermeabilização, tanto para prever cargas atuantes, como para dimensionar adequadamente o desempenho da impermeabilização (laje com trânsito pesado, laje sem trânsito pesado, reservatórios, etc.);
- **Deformações** – alguns elementos estruturais podem indicar uma **deformação** (desnívelamento por flecha ou recalque, empoçamentos que originam fissuras), devido às cargas atuantes, que exige maior flexibilidade, elasticidade e resistência do sistema impermeabilizante;
- **Juntas** – o posicionamento das juntas pode interferir na execução e nos arremates da impermeabilização. Por exemplo: evita-se executar uma junta de dilatação dentro de uma piscina engastada na laje. Porém, deve-se prever um número suficiente de juntas a fim de evitar a fissuração da estrutura, sob o risco de romper a impermeabilização.
- **Projetos que interferem com a impermeabilização** - onde são citadas algumas interferências de projetos com a impermeabilização que deverão ser estudados separadamente:
  - **Projeto estrutural** – o tipo de projeto estrutural pode determinar estruturas com maior trabalho, deformações e movimentações, indicando uma impermeabilização de melhor desempenho para suportar os efeitos mecânicos.
  - **Projeto hidráulico** – neste caso, tubulações de água quente deverão ser isoladas termicamente e embutidas em outro tubo para o adequado arremate da impermeabilização; devem ser previstos ralos em número suficiente para permitir o fácil e rápido escoamento d’ água; a instalação dos ralos deve sempre estar afastada no mínimo 50 cm das paredes ou outros parâmetros verticais; havendo tubulações passando horizontalmente nas lajes, prever sua execução a uma altura suficiente para permitir a aplicação da regularização, impermeabilização e proteção sob as mesmas; evitar a passagem de tubulações verticais ou horizontais junto à parede, que dificultam a execução da impermeabilização;
  - **Projeto elétrico** - todas as instalações devem ser embutidas nas estruturas ou pelo lado interno; as caixas de passagem e inspeção deverão ser previstas em cotas acima da altura de arremate da impermeabilização;
  - **Projeto de drenagem** – geralmente feitos em jardineiras ou em lajes de subsolo, deverão ser dimensionados e compatibilizados com a impermeabilização;

. **Projeto de acabamento** - os projetos de detalhamento e acabamento deverão ser estudados prevendo a execução da impermeabilização, tais como: não pode ser previsto concreto aparente a partir do piso acabado (pilaretes, muros) pois são necessários arremates nas verticais da impermeabilização; box do banheiro: a impermeabilização deverá subir no mínimo 1,0 m nas paredes do box do banheiro para evitar a penetração da água pelas alvenarias.

## 5.2. Escolha do sistema impermeabilizante

A escolha do sistema impermeabilizante deve ser determinada em função da dimensão da obra, tipo de elemento sujeito ao tratamento (estrutura, alvenaria comum, alvenaria autoportante, etc.), interferências existentes na área, custo, vida útil, forma de atuação da água sobre este elemento e o seu comportamento sob esta ação. Além disso, devem-se conhecer as solicitações impostas à impermeabilização, que são:

- . Cargas estáticas – peso da proteção e outros;
- . Cargas dinâmicas – passagem de veículos;
- . Pressão da água – comprime ou destaca a impermeabilização contra a estrutura;
- . Variação de temperatura – causa deformações;
- . Choque;
- . Abrasão;
- . Vibrações;
- . Agressividade do meio.

A Tabela 2 mostra alguns exemplos típicos com algumas soluções possíveis.

Tabela 2. Exemplos de impermeabilização com seus respectivos agentes.

Situação	Ação dos agentes	Exemplos típicos	Soluções
Atuação da água	Percolação	lajes terraços coberturas marquises parapeitos	argamassa impermeabilizada mantas asfálticas juntas
	Água sob pressão hidrostática	caixas d'água cisternas reservatórios piscinas	arg. imperm. concreto imperm. membranas
	Umidade do solo	muros de arrimo paredes em solos	arg. imperm. concreto imperm. pinturas asfálticas drenagem subt.
Comportamento dos elementos da edificação	sujeitos à fissuração e trincamento	estruturas com fissuras e trincas devidas à dilatação/retração, recalques, fadiga e movimentações estruturais	juntas membranas mantas reforços
	sujeitos a esforços externos	fissuras e trincas provocadas por falhas no lançamento, adensamento e cura do concreto, tráfego de veículos, obras vizinhas etc.	juntas membranas mantas

### 5.2.1. Qualidade dos materiais e sistema de impermeabilização

A ABNT possui 25 sistemas de impermeabilização normalizados, no entanto, existem mais de 100 produtos no mercado, com desempenhos variáveis, de diversas origens e métodos de aplicação, normalizados ou não. Estes produtos deverão ter suas características analisadas para se especificar como solução, devendo-se sempre procurar conhecer todos os parâmetros técnicos e esforços mecânicos envolvidos para a escolha do sistema.

### 5.2.2. Qualidade da execução da impermeabilização

Os materiais impermeabilizantes devem ser aplicados sempre por mão-de-obra especializada, pois mesmo que seja o melhor material ou o melhor sistema empregado, de nada adianta se o mesmo for mal aplicado.

Esta mão-de-obra deverá ter conhecimento do projeto de impermeabilização; ser recomendado pelo fabricante do material; que possua equipe técnica e suporte financeiro compatível com o porte da obra; que ofereça garantia dos serviços executados, etc.

### 5.2.3. Qualidade da construção

A impermeabilização deve ser executada sobre um substrato adequado, de forma a não sofrer interferência que comprometa seu desempenho, tais como: regularização mal executada, fissuração do substrato, falhas de concretagem, sujeiras, resíduos de desmoldantes, ralos e tubulações mal chumbadas, detalhes construtivos que dificultam a impermeabilização etc.

### 5.2.4. Fiscalização

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

Deve-se sempre obedecer ao detalhamento do projeto de impermeabilização e estudar os possíveis problemas durante o transcorrer da obra, verificando se a preparação da estrutura para receber a impermeabilização está sendo bem executada, se 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, etc.

### 5.2.5. Preservação da Impermeabilização

Deve-se impedir que a impermeabilização aplicada seja danificada por terceiros, ainda que involuntários, por ocasião da colocação de pregos, luminárias, pára-raios, antenas coletivas, playground, pisos, revestimentos, etc. Para tanto, deve-se antecipar a estas interferências na fase de projeto, ou caso não seja possível, compatibilizá-la evitando escolher soluções paliativas.

## 6. Execução

O engenheiro ou construtor deve exigir o projeto de impermeabilização, antes do início da obra. Contudo, em obras já iniciadas, onde não há este projeto, deve-se providenciar sua feitura o quanto antes, procedendo-se às adaptações necessárias nos demais projetos. Durante a obra, deve-se seguir os roteiros das normas de execução e fiscalização, tomando como base às normas de projeto. Nenhum elemento estrutural deve ser concretado antes de checar sua interferência e compatibilização com os serviços de impermeabilização.

Ao receber o material na obra, o engenheiro deve seguir os seguintes procedimentos:

- As condições gerais do material devem ser inspecionadas, tais como: tipo, condições da embalagem e do produto. Se este se apresentar dentro das condições de projeto, autorizar a entrega, identificando o lote, retirando amostras e providenciando ensaios de qualidade;
- Devem ser realizados os ensaios de controle de homogeneidade do material, sendo que aquele que não atender os parâmetros de projeto deve ter o lote rejeitado;
- Se o produto apresentar um documento técnico de qualificação e um histórico favorável, pode-se autorizar a sua utilização sem a realização de ensaios, mantendo-se uma amostra devidamente identificada e guardada em local adequado por, pelo menos, 30 dias após a utilização daquele lote;
- Fiscalizar a execução da impermeabilização, conforme norma de execução, e realizar teste de estanqueidade para recebimento do serviço;
- Acompanhar a execução da proteção e dos serviços complementares.

Para a execução de sistemas de impermeabilização, é quase sempre necessário preparar e regularizar as superfícies que irão receber o tratamento. Então, os seguintes cuidados são necessários:

a) **Limpeza** – retirar e eliminar restos soltos, manchas, incrustações, lavando-se energeticamente (o uso de solução de ácido muriático é possível, entretanto não é recomendável);

b) **Tubulação** - verificar se todos os embutidos (tubulações e caixas) já foram assentados e se estão no nível da regularização ou, preferencialmente, 1 cm abaixo;

c) **Retoques** – nichos e falhas devem ser corrigidos e partes não aderidas ou trincadas devem ser refeitas;

d) **Regularização** (Figura 11) – aplicar uma argamassa de 2 cm de espessura no traço 1:3 de cimento e areia média, desempenada a feltro, com os cantos arredondados (Figura 12) e de preferência seguindo a declividade de 0,5 a 2%, entre montante e jusante. Esta inclinação é considerada a ideal, pois ela não permite o empoçamento da água, podendo ser obtida na própria concretagem (ideal em coberturas planas), ou através de argamassas rígidas. Quanto maior for a inclinação, maior será a velocidade de escoamento da água. Conseqüentemente, menor será a possibilidade de infiltrações. Porém, este fato não pode ser levado em consideração no projeto de impermeabilização, pois o material da estrutura não é permeável. Se o projeto arquitetônico impõe declividades maiores que 2% para as superfícies, deve-se impermeabilizá-las com sistemas de multipinturas.

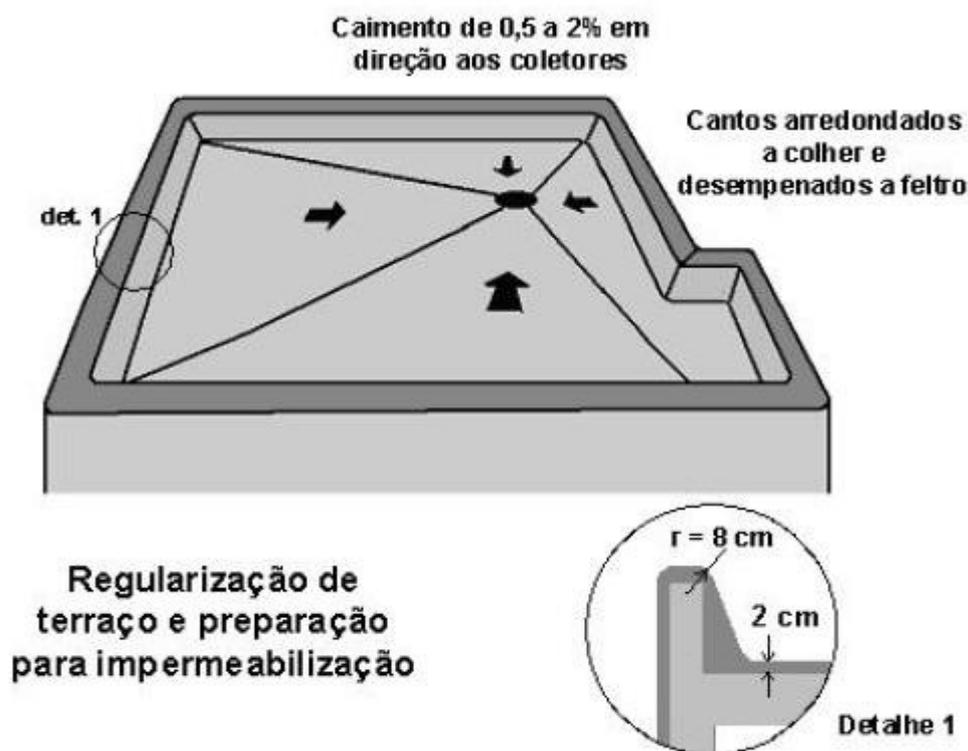
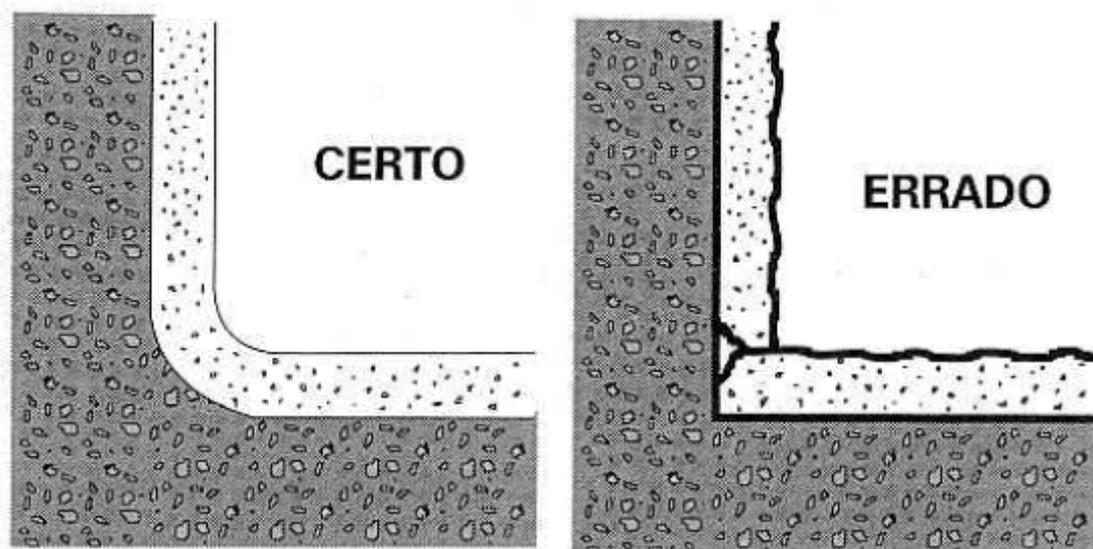


Figura 11. Regularização de superfície.

e) **Coletores**– as bolsas dos ralos devem ficar 1 cm acima do nível da regularização e vedados com mastique elástico;

f) **Secagem** – é importante deixar secar bem o substrato antes de iniciar qualquer camada impermeável;

g) **Enchimento em laje de cobertura** – são constituídos de materiais leves, porosos, com células intercomunicáveis, absorventes de água. Estes enchimentos devem ser construídos sobre uma barreira de vapor, para evitar a formação de bolhas na impermeabilização.



**Figura 12. Cantos arredondados**

h) **Lajes com caixões perdidos** – onde ocorre o mesmo fenômeno citado acima, com a agravante de que a madeira da fôrma é encharcada, desde a concretagem, permanecendo assim por longo tempo. Neste caso, o projetista deve conhecer este fato para quando do seu uso em coberturas prever uns cinco furos de mais de 8 mm cada, localizados no centro e nos cantos dos caixões perdidos, a fim de facilitar a secagem dos caixões e a troca de ar interno. Nas coberturas planas, o caixão perdido não deve ter a laje de forro, somente a superior, sendo que o forro será construído posteriormente.

i) Durante a execução da impermeabilização deve ser vedado o trânsito de pessoal, material e equipamentos que não forem os utilizados no processo de impermeabilização. Não se deve pisar sobre as camadas até a secagem completa das mesmas e, quando secas, deve-se evitar o trânsito durante as horas de sol quente.

### **6.1. Imprimação asfáltica**

A imprimação asfáltica (Figura 13) é o elemento de ligação entre o substrato e as mantas pré-fabricadas de asfalto, sendo composto por asfalto oxidado (pelas suas características adesivas) diluído em solventes orgânicos. É aplicada com rolo de lã de carneiro ou trincha, em temperatura ambiente entre 10 e 50°C, após a regularização da superfície. Manter o ambiente ventilado durante a aplicação e o tempo de secagem varia de 3 a 6 horas, dependendo das condições ambientais.



**Figura 13. Imprimação asfáltica.**

## 6.2. Impermeabilização com manta asfáltica

Este tipo de impermeabilização segue os seguintes passos:

1. Abrir o rolo totalmente para o alinhamento e, em seguida, rebobinar.
2. Queimar com o maçarico o polietileno protetor de alta densidade e também a tinta de imprimação para promover uma perfeita aderência (Figura 14). Recomenda-se que a manta seja totalmente aderida, para evitar futuros problemas. Se a manta for soldada somente nas juntas (manta flutuante) e tiver qualquer vazamento, é muito difícil achar este ponto exatamente, pois a água pode correr entre o concreto e a argamassa de regularização aparecendo o vazamento em outro ponto completamente diferente ao da infiltração na manta.

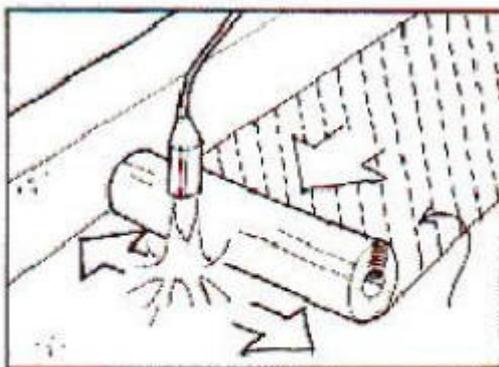


Figura 14. Queima da manta e da tinta de imprimação.

3. A manta deve ser colocada no sentido contrário ao caimento do piso, começando da parte mais baixa para a mais alta até cobrir toda a área, inclusive a platibanda, se for necessário.
4. Entre uma manta e outra deverá ter uma sobreposição de no mínimo 10 cm (Figura 15). Completar a aplicação até cobrir com a manta toda a área a impermeabilizar.

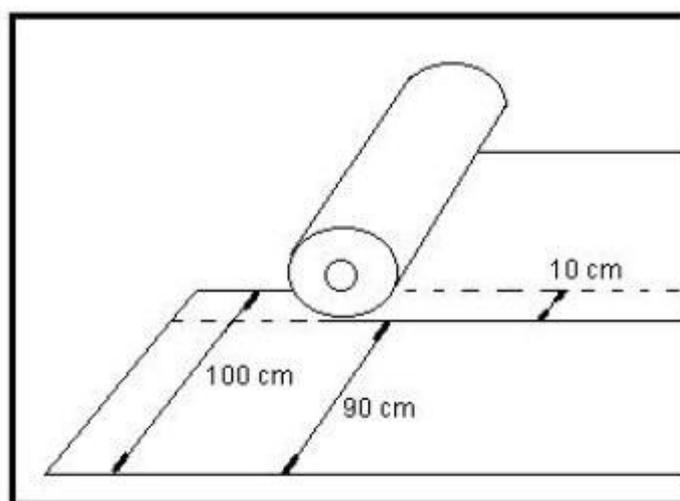


Figura 15. Sobreposição da manta.

5. Depois de coberta toda a superfície, deve-se fazer o arremate de todas as juntas aquecendo com o maçarico e passando uma colher de pedreiro (Figura 16). As juntas devem ser pintadas com tinta alumínio de base asfáltica para proteção do asfalto dos raios ultravioleta, dando um acabamento perfeito.



Figura 16. Pintura das juntas.

### 6.3. Teste de estanqueidade

Após o término da impermeabilização, iniciar os seguintes testes:

- Proceder na horizontal teste de lâmina da água de 72 horas, em etapas para observar eventuais falhas no sistema. Após conclusão dos testes na horizontal, realizar na vertical, se possível, teste para verificação da aderência da impermeabilização no substrato (jatear água com equipamento de pressão);
- A aderência do material à regularização evita a percolação da água sob a manta, facilitando, em caso de infiltração, uma eventual localização e reparo.

### 6.4. Proteção térmica

O planejamento do isolamento térmico (Figura 17) a ser utilizado após a execução da impermeabilização constitui uma etapa importante na construção, visto que ela atende a três funções básicas: o conforto, a economia de energia, e estabilidade da estrutura, com conseqüente aumento da vida útil dos componentes da edificação, ampliando sensivelmente a durabilidade da impermeabilização.

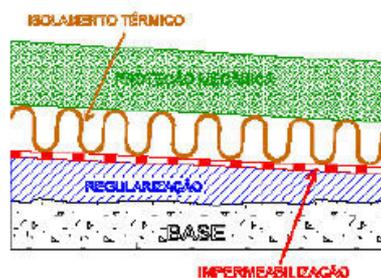


Figura 17. Proteção térmica.

A economia de energia dá-se em função da diminuição ou até eliminação da necessidade de meios mecânicos de refrigeração ou aquecimentos necessários à garantia das condições de conforto nos ambientes. A estabilização da estrutura é muito importante, pois a movimentação térmica excessiva da estrutura pode trazer, além de outros problemas, o comprometimento da impermeabilização da cobertura.

Os materiais normalmente usados como isolantes térmicos são: fibra de madeira, cortiça, lã de vidro, espuma rígida de poliuretano, concreto celular, dentre outros. Os isolantes térmicos apresentados sob a forma de placas são em geral colados com emulsão asfáltica. A camada do isolamento térmico deve ser colocada sobre a impermeabilização e essa disposição apresenta as seguintes vantagens:

- possibilitar um controle da impermeabilização, pois no caso de falha na impermeabilização, fica mais fácil desta falha ser localizada, pois o isolamento térmico não ficará encharcado;
- protege a impermeabilização termicamente, o que contribui sensivelmente para o aumento da sua durabilidade.

## 6.5. Proteção mecânica

A proteção mecânica é uma camada sobrejacente à impermeabilização (Figura 18), com a finalidade de protegê-la da ação de agentes atmosféricos e mecânicos (ação dos ventos e trânsito de pessoas ou veículos).

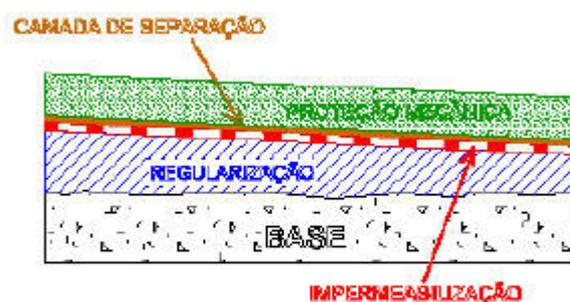


Figura 18. Proteção mecânica.

A maioria das impermeabilizações é de cor negra, por isso não podem ficar expostas aos raios solares, pois nesta situação chega a atingir temperaturas muito elevadas, devido ao efeito da radiação. Além disso, muitos materiais utilizados em impermeabilização e em isolamento térmico são rapidamente degradados pela ação da luz solar.

A proteção mecânica não é aplicada diretamente sobre a impermeabilização, aplicando-se, inicialmente, uma camada separadora (feltro asfáltico, papel kraft). Antes da execução da proteção mecânica ou do piso acabado definitivo, recomenda-se uma proteção primária com argamassa, funcionando como uma proteção provisória, evitando assim danos devido ao trânsito de terceiros e às tarefas de execução da impermeabilização final. Em coberturas acessíveis a veículos, esta camada é substituída por uma camada de emulsão asfáltica e areia, conhecida como “camada de antiproteção”.

### 6.5.1. Tipos de proteção mecânica

Os tipos de proteção podem ser :

1. **Pinturas refletivas** – são proteções somente contra a radiação solar, sendo utilizados apenas em situação em que a proteção mecânica possa ser dispensada, como em coberturas inacessíveis, ou onde haja trânsito ocasional de manutenção, por exemplo. Estas pinturas são aplicadas sobre as mantas ou membranas e, geralmente, são utilizadas à base de alumínio.

2. **Proteção mecânica simples** – constitui-se o piso final, sendo utilizadas em áreas acessíveis, podendo ser constituídas de argamassa, concreto armado ou piso (cerâmica, pedra natural).

3. **Proteção mecânica do tipo material solto** – constitui na colocação de materiais granulares soltos (brita, argila expandida), podendo ser utilizada em coberturas inacessíveis e de pequena inclinação.

4. **Proteção mecânica do tipo sombreamento** – utilizada em coberturas acessíveis aos pedestres, é constituída de placas, sobre pilaretes, de forma a obter colchão de ar entre as placas e cobertura. Trata-se também de um isolamento térmico.

## 6.6. Detalhes do sistema de impermeabilização

São apresentados a seguir, detalhes e especificações de sistemas e procedimentos de impermeabilização em situações freqüentes nas edificações.

### 6.6.1. Subsolo, baldrame, Poços de elevador

Toda e qualquer impermeabilização só é válida como proteção estrutural e de estanqueidade, se for aplicada na face da água. Assim, os VXEVRORV podem ser impermeabilizados de duas maneiras:

· **Impermeabilização pelo lado externo** – este é o caso mais indicado, porque permite a execução de uma impermeabilização mais segura e flexível, independente da estrutura, que atende às solicitações da mesma sem se romper ou rasgar. Neste caso, forma-se um invólucro impermeável que envolve toda a estrutura submersa pelo lado de fora, isto é, pelo lado de onde vem à água (ninguém veste uma capa por baixo do paletó). O uso de mantas asfálticas é o mais indicado.

É construído um molde dentro do terreno para receber a camada impermeabilizante e a obra é executada dentro do molde. Depois de feita a impermeabilização e aplicada a proteção mecânica, constrói-se a parede e o piso propriamente ditos. Deve-se lembrar de deixar os arranques dos blocos ou sapatas e fazer seus respectivos arremates de impermeabilização. Na Figura 19 é mostrado a impermeabilização de um subsolo.

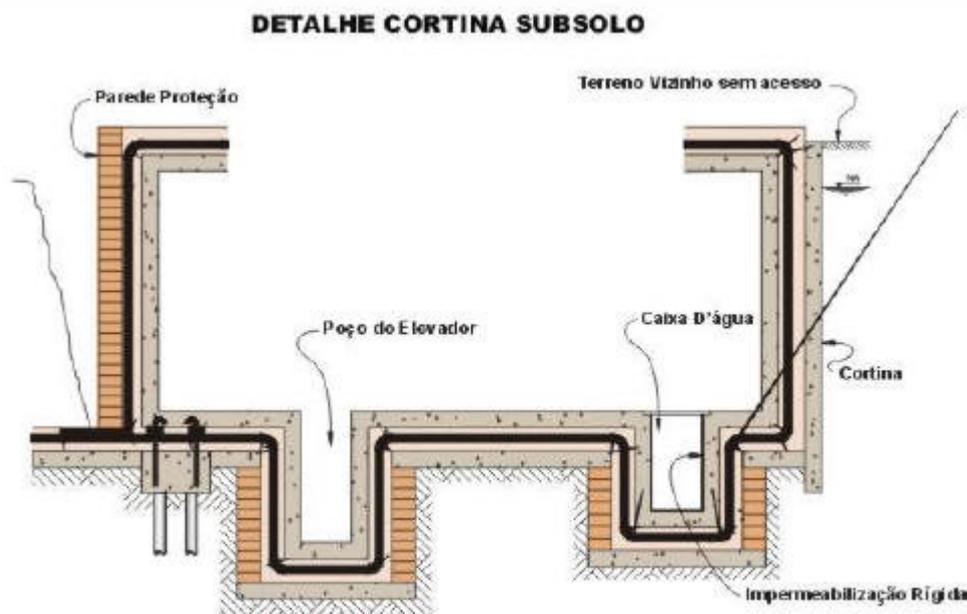


Figura 19. Impermeabilização do subsolo pelo lado externo

#### DETALHE DE BALDRAME COM LAJE DE SUPRESSÃO INCORPORADA

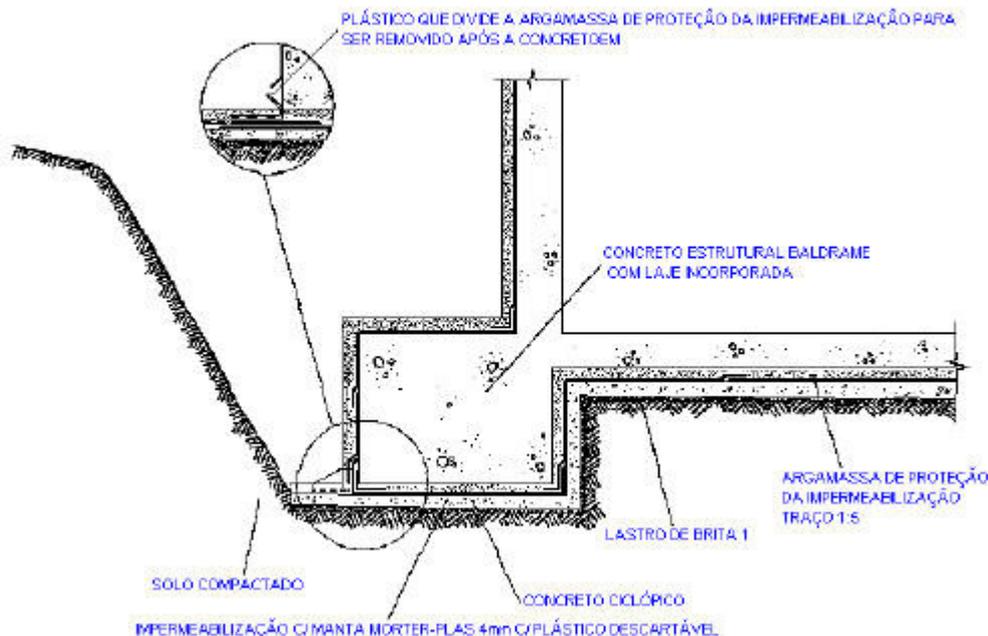


Figura 20. Impermeabilização de baldrame pelo lado externo.

· **Impermeabilização do subsolo pelo lado interno** – é usada quando não se faz a previsão de se executar a impermeabilização pelo sistema de invólucro externo. Neste caso, a melhor solução é a adoção de um sistema semi-rígido pelo lado interno dos elementos estruturais que compõem o subsolo, após desligar as bombas do rebaixamento do lençol freático. O sistema semi-rígido é normalmente composto por uma argamassa impermeável aditivada com um plastificante que lhe confere certa flexibilidade e plasticidade, permitindo, assim, que a mesma seja capaz de vedar as micro-fissuras da estrutura.

As mesmas considerações servem para baldrame (Figura 20, Figura 21), poços de elevador, etc.

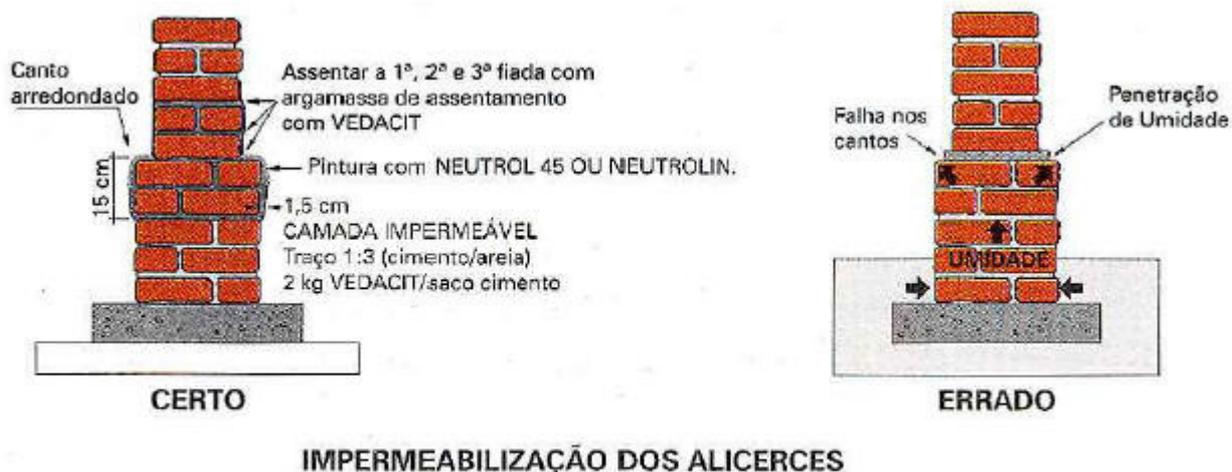


Figura 21. Impermeabilização de alicerces.

### 6.6.2. Muros de arrimo

A principal função da impermeabilização dos muros de arrimo é impedir que a água natural da terra encostada no muro ultrapasse a espessura do mesmo, vindo a aparecer do outro lado, em forma de umidade, bolor, mofo, etc. Para que esta função seja perfeitamente desempenhada, é necessário que a previsão da impermeabilização

seja feita e, em alguns casos, do isolamento térmico, durante a execução do muro. Essa impermeabilização pode ser constituída apenas de uma pintura de emulsão asfáltica e o isolamento com placas de isopor e outras. Caso não tenha sido feita esta previsão, existem soluções para o problema (estudadas conforme a situação local), mas a um custo relativamente elevado.

### 6.6.3. Caixa d'água, reservatório e piscina

Todos os reservatórios de água são áreas onde a impermeabilização não pode falhar, devido aos custos e transtornos gerados por infiltrações, bem como ao fato de a água estar sob pressão.

Como são áreas onde a impermeabilização é muito solicitada, devido à estrutura estar sujeita a trincas e fissuras, provenientes de dilatações e contrações térmicas, e da carga a que está submetida, o sistema flexível, executado com mantas asfálticas termoplásticas de 4 mm de espessura, é o mais indicado.

Na execução da impermeabilização e no projeto de execução de piscinas, especial cuidado deve ser tomado no detalhamento e execução dos nichos de holofote (quando existentes) e tubulações, de forma a permitir um perfeito acabamento e arremate da impermeabilização, uma vez que os mesmos não podem passar para o interior da piscina, como é feito nos reservatórios de água.

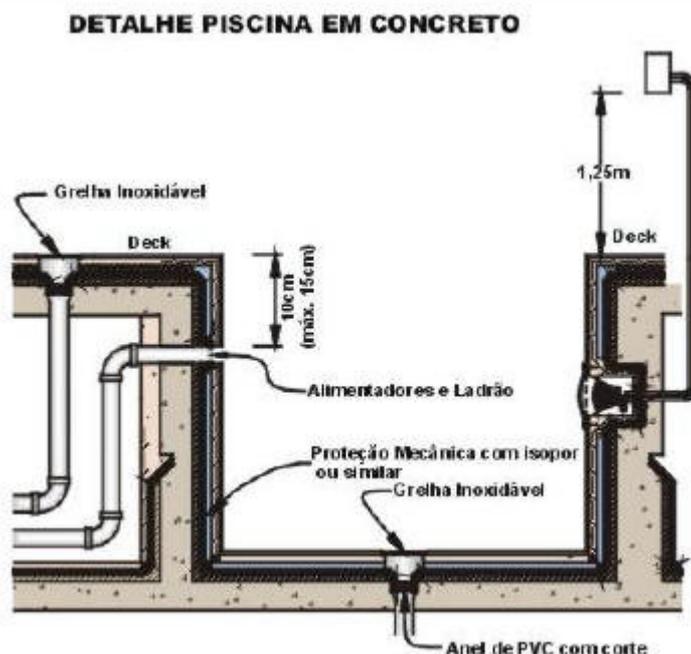
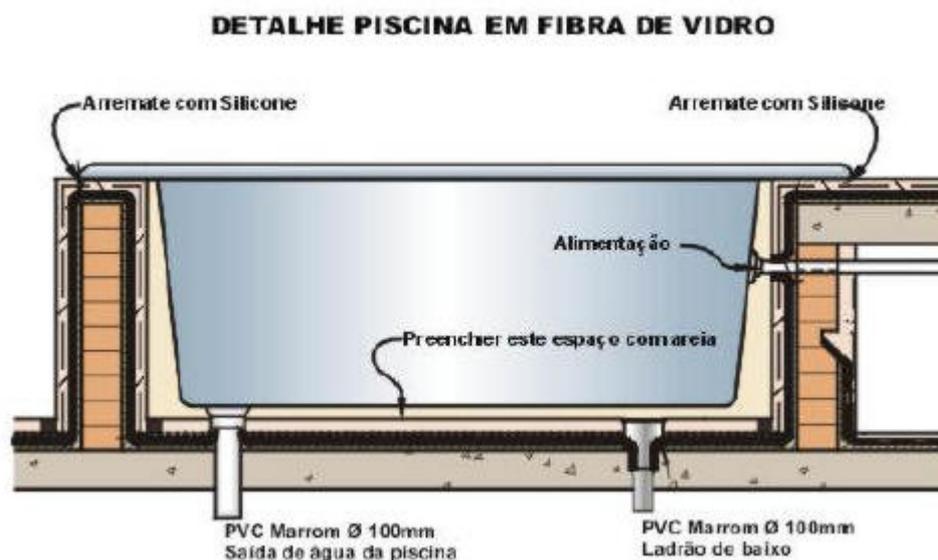


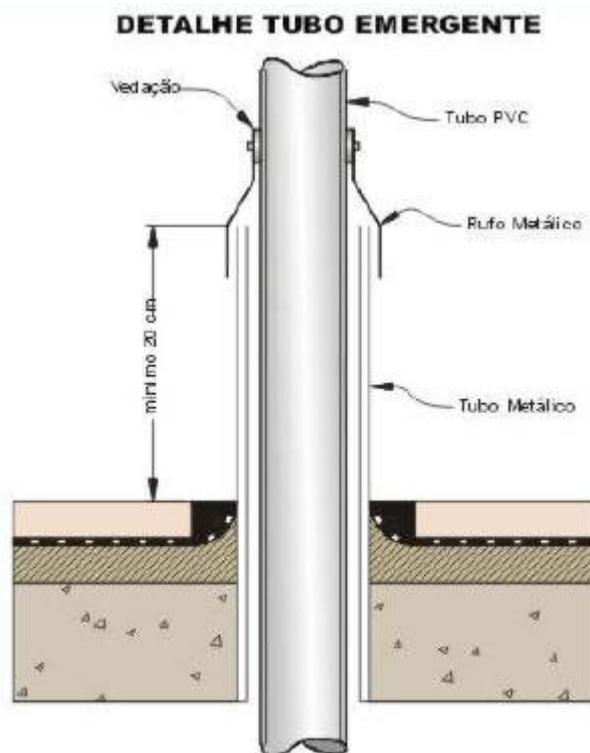
Figura 22. Impermeabilização de piscinas em concreto

Em piscinas de concreto (Figura 22) ou fibra de vidro (Figura 23), construídas no pavimento térreo ou em apartamentos de cobertura, não se pode abrir mão da mísula nos cantos horizontais e verticais, que serão reforços importantes. Os elementos como entrada de água, ladrão, ralo de fundo, deverão também receber redobrada atenção quanto à sua rigidez com a laje de fundo ou paredes laterais. O fundo receberá tratamento igual ao da área transitável por pedestres; as paredes deverão ter, como proteção mecânica sobre a manta, placas de poliestireno expandido (isofan, isopor) para proteção no momento crítico onde uma ou mais pessoas saltam na piscina. Após a colocação das placas de poliestireno expandido na vertical, aplica-se uma camada de argamassa de cimento e areia no traço 1:3, armada com tela galinheiro. Esta camada de argamassa receberá o assentamento dos azulejos. Para não interferir no teto do pavimento inferior, constrói-se estas piscinas em um nível mais elevado, fazendo com que se crie uma segunda laje para o GHFN, surgindo daí um caixão perdido. Este caixão perdido não pode ser preenchido com entulhos, argila expandida ou qualquer outro material, pois no caso de uma infiltração, o armazenamento de água neste material será motivo de incômodo por muito tempo. Neste caso, deve-se aplicar uma impermeabilização dupla, sendo uma camada no fundo do caixão perdido e a outra sobre o GHFN, que será a continuação da manta que passa dentro da piscina.

Em um espaço de ar confinado, acontece o fenômeno da condensação, que é a liquefação do vapor de água proveniente da cura do concreto, vapor presente no ar ou numa eventual infiltração na laje superior. Este problema é evitado deixando-se pelo menos dois tubos de diâmetro mínimo de 75 mm para a respiração do caixão, dispostos em pontos opostos. Estes tubos (Figura 24) devem ter uma altura mínima de 20 cm dentro do caixão e sua ponta inferior rente com o teto do pavimento inferior.



**Figura 23. Impermeabilização de piscinas em fibra de vidro**



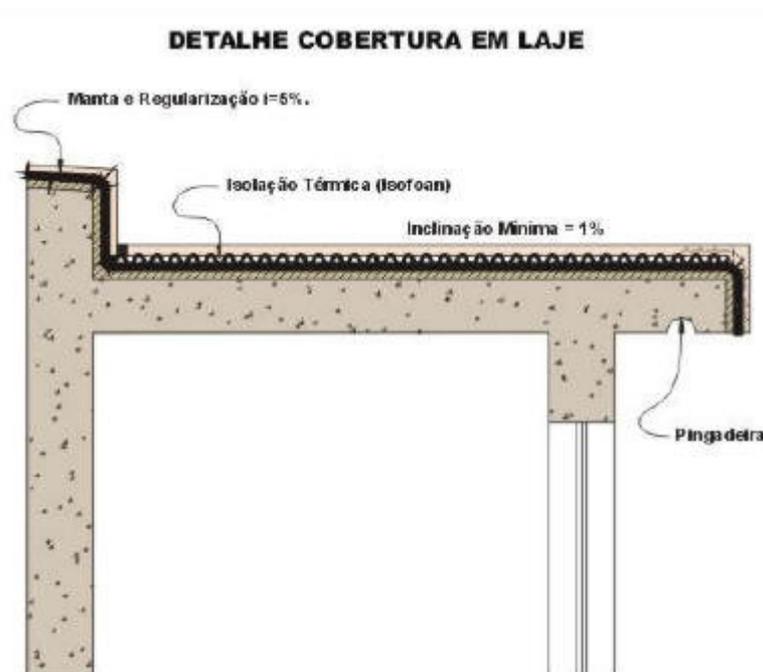
**Figura 24. Tubos emergentes**

Nas caixas d'água (reservatórios elevados) em concreto, o piso interno do reservatório recebe uma camada de cimento e areia, traço 1:3, como proteção mecânica; já as paredes, não necessitam de serem protegidas, ficando a manta exposta. Isso faz com que a manta tenda a cair por seu próprio peso, o qual pode ser evitado aplicando-se uma malha de 50 x 50 cm de fita de caldeação mais solução adesiva. Outra forma é, após a aplicação da manta, fixar uma fita de alumínio a cada metro vertical, em toda a volta. Esta fita é fixada com buchas S10 e com parafusos latonados de cabeça boleada. Sobre a fita aplica-se um manchão de material igual ao usado para

a impermeabilização. Os flanges do fundo do reservatório são de fundamental importância para que o sistema funcione.

#### 6.6.4. Lajes

As lajes (Figura 25) expostas são estruturas que estão submetidas a grandes variações térmicas e que, em decorrência disso, estão em constante movimento (dilatação, contração e vibração) que ocasionam trincas e fissuras. Além disso, o avanço da tecnologia na construção civil permite hoje a execução de lajes delgadas e flexíveis que são constantemente submetidas a flexões causadas pelas cargas estáticas sobre elas.



**Figura 25. Impermeabilização de laje de cobertura**

Em face destas considerações, o sistema de impermeabilização a ser especificado deve atender a todos os momentos a que os elementos estruturais estarão sujeitos. O sistema mais adequado e que oferece o desempenho necessário é o de mantas asfálticas termoplásticas não aderidas, pois permite que os elementos trabalhem independentemente, sem afetar as mantas do sistema de impermeabilização.

Em coberturas transitáveis por pedestres, a impermeabilização rígida não é recomendada, pois estas lajes são susceptíveis de fissuras provenientes de oscilação térmica. Recomendam-se mantas asfálticas ou elastoméricas.

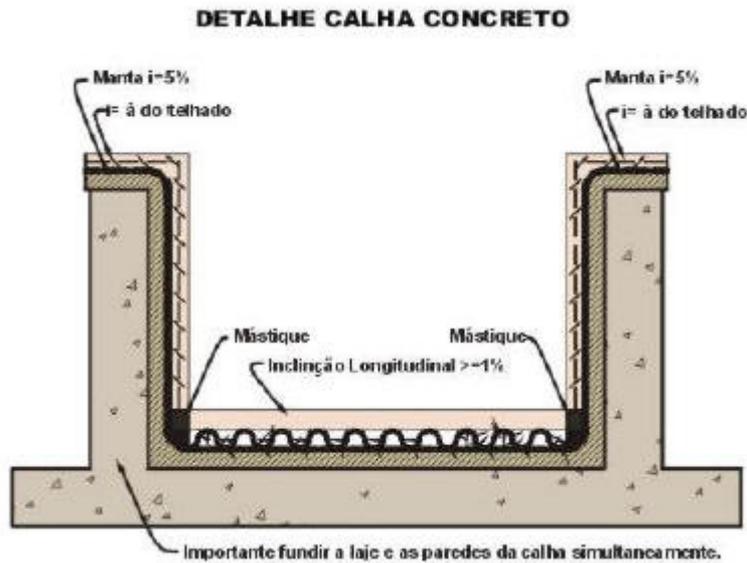
Já em coberturas transitáveis por veículos (estacionamentos sobre laje), a impermeabilização não é muito diferente daquela adotada para áreas transitáveis por pedestres, exceto que o piso sobre a manta deve ter resistência adequada. Uma das formas de aumentar essa resistência é aplicando uma camada de 4 cm de argamassa armada com tela soldada com malha de 15 x 15 cm (tela Telcon L47).

#### 6.6.5. Calhas

O principal detalhe a ser observado, em relação à impermeabilização dessas estruturas, é que, normalmente, a mesma ficará exposta, devendo, portanto, ser resistente à ação dos raios solares e do ozônio. Para tanto, o material impermeável necessita ser protegido com argamassa ou folha de alumínio. O problema é que, muitas vezes, a seção das calhas não é dimensionada para receber uma impermeabilização com proteção de argamassa, o que leva à necessidade de se usar uma proteção bem delgada.

As calhas moldadas sobre a laje de cobertura (Figura 26), em concreto armado, devem ser impermeabilizadas com o sistema de mantas, devendo subir pela parede da calha até a sua borda externa. As paredes da calha devem ter a sua superfície superior na mesma inclinação do telhado. Recomenda-se que a telha entre pelo

menos 10 cm dentro da calha, formando um pequeno beiral a fim de evitar entrada de água causada por chuvas de vento. Para efeito de manutenção da calha, recomenda-se uma largura livre de no mínimo 30 cm, prevendo-se na camada de regularização da superfície do fundo da calha um caimento mínimo de 1% para ralos e sua espessura mínima de 3 cm. Invariavelmente, uma calha deverá receber um tratamento de isolamento térmica.



**Figura 26. Impermeabilização de calha de concreto**

#### 6.6.6. Rufos

Os rufos aqui tratados são em concreto armado (Figura 27), cujas superfícies têm pequena largura, aproximadamente 30 cm. Nestes casos, a camada impermeabilizante não se faz necessária com mantas, sendo suficiente uma impermeabilização com membranas. No momento da concretagem o carpinteiro deve ser instruído a deixar na fôrma um bagueete de 2,5 x 2,5 cm, no sentido longitudinal do rufo, próximo da borda 3 cm. Isso fará com que a peça de concreto fique com um sulco na face inferior, que servirá como pingadeira, evitando o refluxo da água. A superfície superior e lateral do rufo deve receber uma camada de regularização (cimento e areia no traço 1:3) com espessura mínima de 3 cm. Todos os cantos devem ser arredondados e a membrana deve revestir toda a face lateral e superior do rufo, assim como a parede de onde emerge o rufo e sua face superior. A face superior da parede deve ter uma inclinação de 5 % para o lado interno a fim de evitar manchas precoces na fachada. A camada impermeabilizante é feita por uma demão de primer, 3 demãos de emulsão asfáltica entremeadas com lã de vidro e protegida com pintura refletiva (alumínio).

### DETALHE RUFO

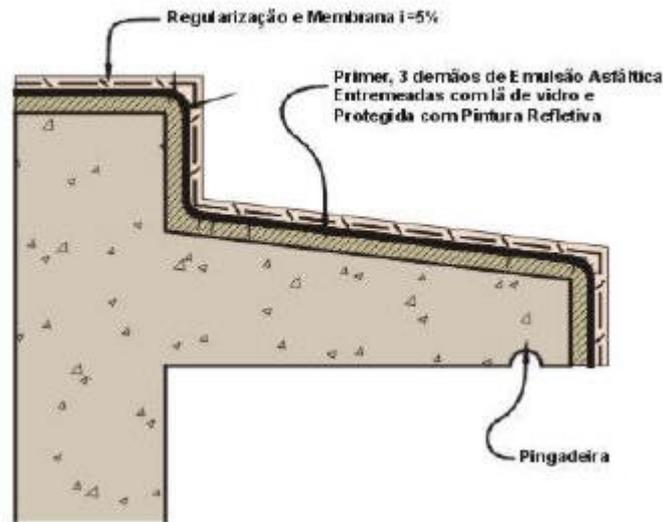


Figura 27. Impermeabilização de rufo

#### 6.6.7. Juntas de dilatação estrutural

Por estarem sujeitas a grandes movimentações e solicitações, essas juntas de dilatação estrutural (Figura 28) são pontos críticos que merecem especial cuidado em sua impermeabilização. O sistema mais indicado é o de mantas asfálticas que atendam aos movimentos de contração e dilatação (abrir e fechar) das juntas, sem rompimento. No entanto, deve-se observar que, nessas áreas, a impermeabilização seja reforçada, que as mantas sejam apoiadas entre si, e que o adentramento seja de, no mínimo, 6 mm e, no máximo, 12 mm, para o interior da junta, de forma a impedir que “caia” em seu interior e seja cortada quando a junta fechar.

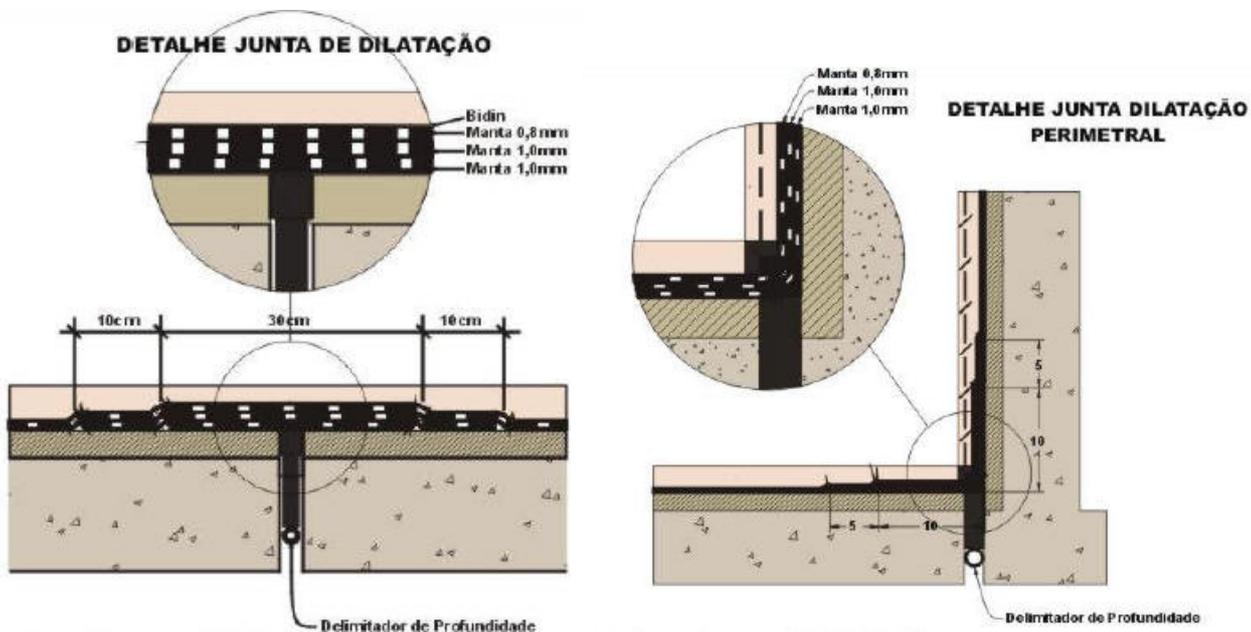


Figura 28. Impermeabilização de juntas de dilatação

#### 6.6.8. Paredes cegas e parâmetros e externos (Figura 29)

As principais propriedades dos revestimentos das alvenarias devem ser de impermeabilidade às águas projetadas e permeabilidade aos gases dos materiais confinados, isto é, os que revestem as alvenarias. Cuidados especiais devem ser observados nas especificações dos revestimentos. A argamassa de emboço deve ser

inorgânica e de traço fraco (1:8) de cimento e areia lavada com granulometria fina, média e grossa, ser aplicada com uma única espessura constante de, no máximo, 2,0 cm, e ter o acabamento feito com desempenadeira de chapa de aço, fina, deixando-a em condições de receber uma pintura de impermeabilizante que controle a cura da argamassa. Em seguida, receber uma pintura com tinta impermeável de longa duração, que deve ter um peso mínimo, por m<sup>2</sup>, de 350 gramas, para se obter adequada espessura e ser impermeável às águas projetadas, permitindo que a parede respire.

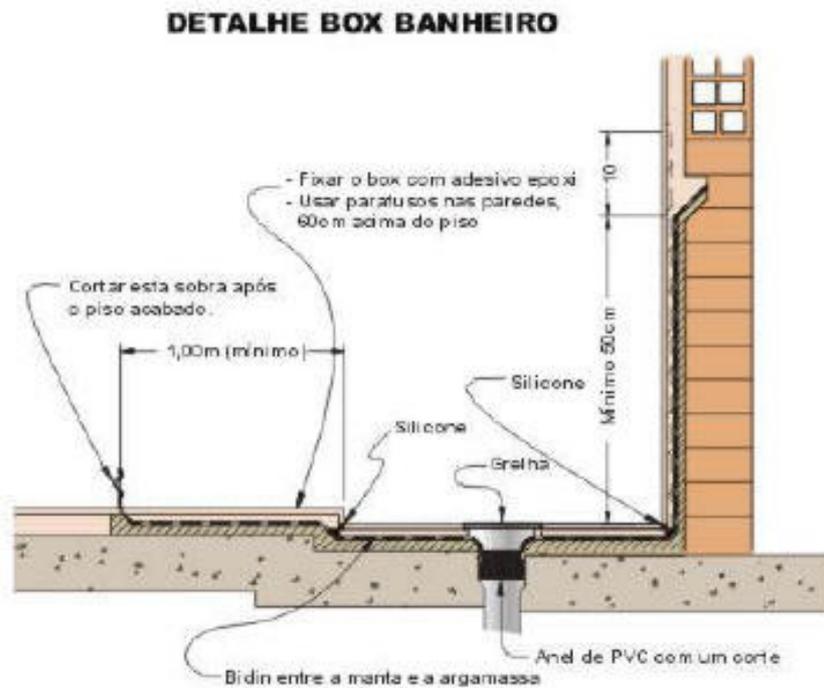


**Figura 29. Impermeabilização de paredes em contato com o solo**

### 6.6.9. Áreas frias

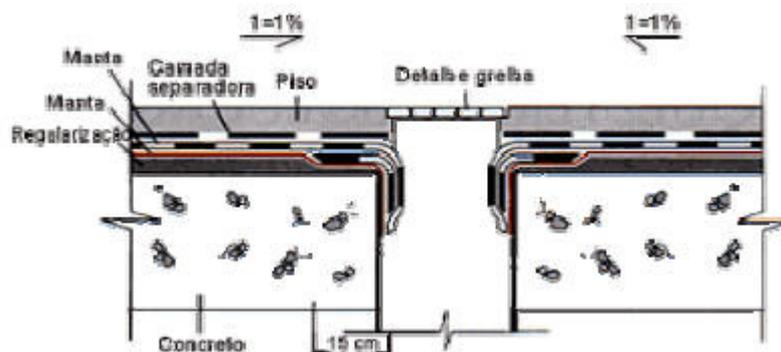
São áreas cobertas, não estando sujeitas a grandes movimentações provenientes de variações térmicas (daí o nome áreas frias), onde não há fissuramento que ocasione infiltrações, e a presença da água é ocasional, normalmente para sua lavagem, e onde o escoamento é rápido. Exemplo: pisos de banheiros, cozinhas, áreas de serviço, pequenas varandas, etc. Nestas áreas, deve-se prever uma impermeabilização delgada feita por processo de pintura, ou a aplicação de manta com espessura de 1,5 mm aderida à base com um produto à base de cola. Desse modo, impedem-se as infiltrações eventuais que ocorreriam durante o curto período entre o início da lavagem e o escoamento total da água.

No caso de boxes (Figura 30), os desníveis em direção aos ralos devem ser bem executados, com superfície lisa, para facilitar a boa aderência do material impermeabilizante. Um cuidado especial deve ser tomado com relação às paredes, onde se deve prever uma barreira de vapor.



**Figura 30. Impermeabilização de box de banheiro**

Como os boxes de banheiros não são expostos a grande variação de temperatura, costumeiramente procura-se executar a laje com cuidados para boa cura e a sua impermeabilização é feita apenas através da cerâmica e um bom arremate com silicone na borda do tubo do ralo. Por uma maior segurança pode-se aplicar manta asfáltica ou elastomérica, não havendo necessidade de se impermeabilizar o restante do banheiro, exceto no caso de existência de banheiras de hidromassagem, que por ser área mais úmida que o box, exige uma atenção maior quanto à impermeabilização. No caso de se optar pela aplicação de manta na região do box, alguns cuidados devem ser tomados: as paredes devem ser de tijolo maciço pelo menos 20 cm acima do barrado de manta; o barrado de manta nas paredes deve ter uma altura mínima de 50 cm e sua ancoragem feita na parede por um sulco de 4 x 4 cm com inclinação de 45 graus; a manta deve sair 50 cm para fora do box e deve-se deixar uma sobra de 20 cm para ser cortada após o piso acabado. Antes da aplicação da manta, devem-se fazer os arremates de impermeabilização no ralo (Figura 31), ancoragem da esquadria do box (quando necessário). O ideal é se evitar o máximo possível, chumbamentos e intervenções no piso a ser impermeabilizado.



**Figura 31. Impermeabilização de ralo**

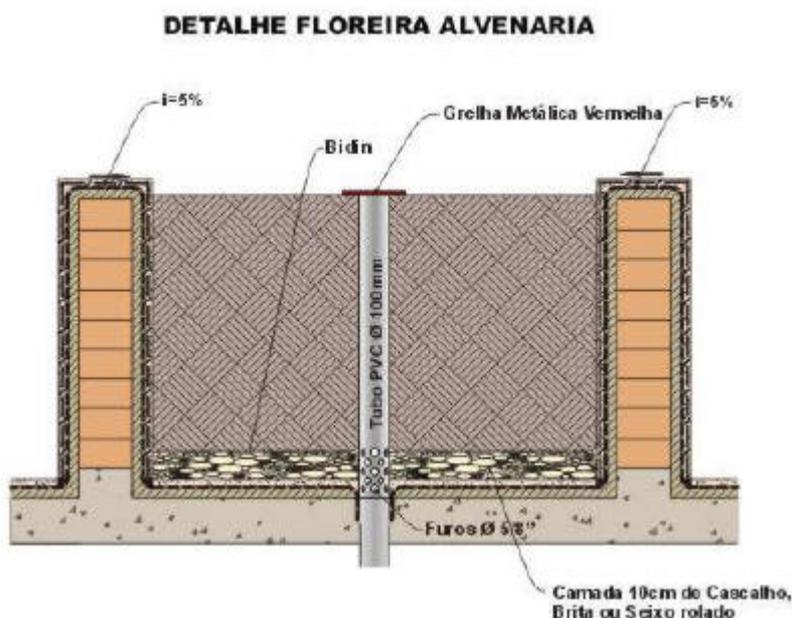
### 6.6.10. Jardineiras

Quando se especificar a impermeabilização de jardineiras, atenção deve ser dada para que a impermeabilização ultrapasse o nível da terra em, pelo menos, 20 cm, a fim de evitar que, durante a rega da jardineira ou possível subida do nível da terra, a água não passe por detrás da manta de impermeabilização.

Quando as jardineiras estão localizadas junto a paredes elevadas, o nível da impermeabilização deve subir, acima do nível da terra, no mínimo 80 cm.

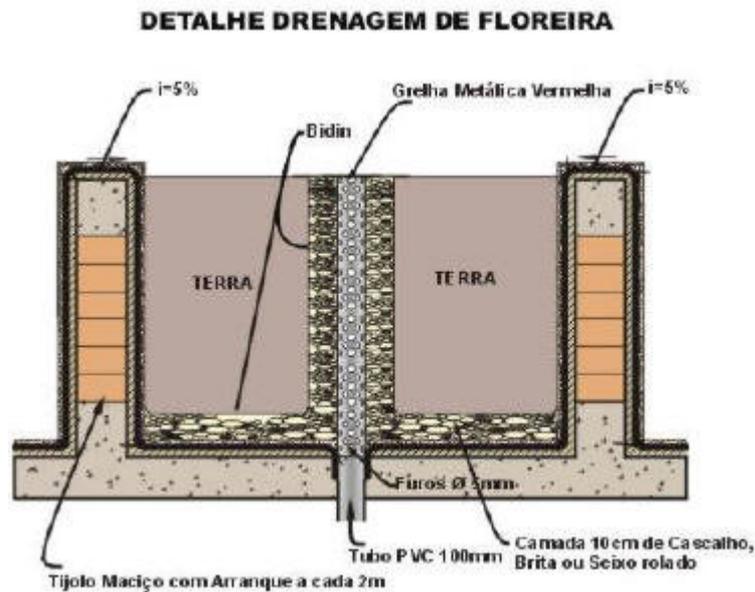
Outro ponto importante a se observar é quanto à estrutura central da manta impermeabilizante, que deve ser de boa resistência às raízes das plantas, para que não sofra perfuração com facilidade. O revestimento do fundo deve ser de cimento e areia, traço 1:3, com espessura mínima de 3 cm, evitando assim que a impermeabilização seja atacada pelas pequenas e médias raízes das plantas.

Em jardineiras construídas sobre uma laje, cujas paredes são em alvenaria (Figura 32), existe a necessidade destas paredes serem construídas sobre uma mureta de concreto com altura mínima de 15 cm monolítica com a laje. Esta medida é fundamental para evitar o destacamento da parede e conseqüente ruptura da manta. A drenagem (Figura 33) é feita por tubos de PVC Ø 100 mm, instalados no meio da vegetação, tantos quantos forem necessários para a drenagem da área. Esses tubos deverão ter em sua extremidade superior uma grelha metálica, preferencialmente pintada na cor vermelha para uma fácil localização em meio à vegetação, para eventuais manutenções e desobstrução. No fundo do canteiro deverá se deixar uma camada de 10 cm de cascalho, brita ou seixo rolado para a drenagem da água capilarizada. Essa camada deverá estar separada da camada de terra por uma camada de poliéster não tecido (geotêxtil). O escoamento da água capilarizada será feito pelo mesmo tubo captador da água da superfície da jardineira, através de furos Ø 5/8" feitos neste tubo dentro da camada de cascalho, ou seja, estes furos devem estar abaixo da camada do geotêxtil.



**Figura 32. Impermeabilização de floreiras com paredes em alvenaria**

Por questões estruturais, independentes da altura externa da floreira, poder-se-á criar internamente lajes falsas na intenção de se reduzir o volume de terra. Mesmo que essas lajes sejam criadas, por se tratar de elementos pré-moldados soltos, a impermeabilização deverá ser aplicada como se todo o espaço fosse preenchido com terra. A camada de cascalho e os furos no tubo de drenagem deverão subir de acordo com esta laje falsa. A profundidade de terra da floreira deve ser dimensionada de acordo com o potencial de raízes da vegetação a ser usada, assim como se deve evitar a utilização de espécies vegetais de raízes vigorosas ou que possam oferecer riscos ao sistema de impermeabilização.

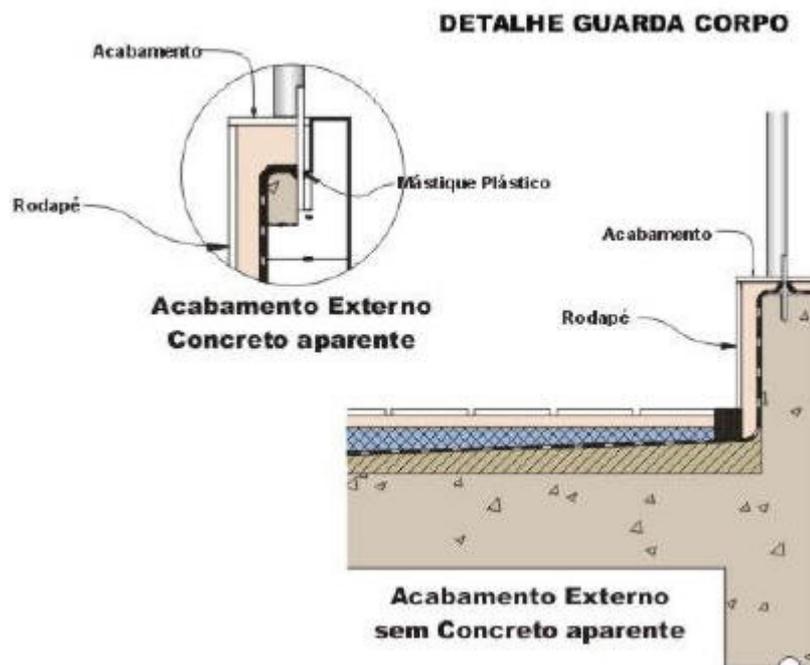


**Figura 33. Drenagem de floreiras**

### 6.6.11. Varandas

Varandas e sacadas são, em geral, construídas em local que terá uma finalidade de uso embaixo. Estes locais são considerados transitáveis por pedestres, cabendo então as recomendações para tal. Cuidados extras serão colocados e alguns deles se aplicam não só a regiões com estes fins.

Considerando que nem todas as sacadas têm seu guarda-corpo em total alvenaria ou concreto, há que se tomar os cuidados com os arremates de impermeabilização junto aos tubos ou outros metais que ancorarão os elementos do guarda-corpo (Figura 34). Toda região impermeabilizada que tiver em sua periferia uma porta que dê ligação com a área interna da edificação deverá ter a camada impermeabilizante adentrando no mínimo 1,00 metro para o fundo e laterais. Ao final desse 1,00 metro, deve-se deixar uma sobra de manta de 20 cm, que será cortada somente depois do piso acabado. Esta medida evita que a água percole pela argamassa de assentamento do piso, infiltrando no ambiente interno. Nas paredes periféricas da área impermeabilizada deve ter um barrado mínimo de 50 cm de altura, e sua parede deve ser constituída de elemento não poroso e maciço a pelo menos 20 cm acima da borda do barrado.



**Figura 34. Impermeabilização de guarda corpo**

## 7. Bibliografia complementar

BORGES, Alberto de Campos. Prática das Pequenas Construções. São Paulo: Edgard Blücher, 1996.

JUNGINGER, Max, Medeiros, Jonas S. Ação da Eflorescência de Carbonato de Cálcio Sobre o Vidrado de Placas Cerâmicas. 2001.

PIRONDI, Zeno. Manual Prático de Impermeabilização e de Isolação Térmica. São Paulo: IBI/Pini, 1992.

RIPPER, Ernesto. Como evitar erros na construção. São Paulo: Pini, 1986.

VEDACIT, Impermeabilizantes. Impermeabilização de Estruturas, 2000.

ZULIAN, Carlan S., DONÁ, Elton C., VARGAS, Carlos L. Construção Civil. Notas de aula – Impermeabilização. UEPG - <http://www.uepg.br/denge/civil/> , 2002.

Sites:

<http://www.geocities.com/impermea/>

[http://www.alicerceimpermeavel.hpg.ig.com.br/sociedade/30/index\\_pri\\_1.html](http://www.alicerceimpermeavel.hpg.ig.com.br/sociedade/30/index_pri_1.html)

<http://www.texsa.com.br/Livro%2001.htm>

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