

PCC-2436 – Tecnologia da Construção de Edifícios II  
Outubro 2003 – Aula 24 – Impermeabilização – Sistemas e Execução

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
Departamento de Engenharia de Construção Civil  
PCC-2436 – Tecnologia da Construção de Edifícios II

## **Aula 24: IMPERMEABILIZAÇÃO**

### **Conceituação e Classificação**

**Profs. Fernando H. Sabbatini, Mercia Maria  
Bottura de Barros, Luiz Sergio Franco, Silvio  
Burrattino Melhado, Vitor Levy Castex Aly**

**Outubro/2006**

## **CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO**

- **RÍGIDOS:** baixa capacidade de absorver deformações da base
  - **CONCRETO "IMPERMEÁVEL"**
    - Com aditivos "impermeabilizantes"
    - Sem aditivos
  - **ARGAMASSA "IMPERMEÁVEL"**
    - Argamassa com hidrofugantes
    - Argamassas poliméricas (aditivadas com polímeros)
  - **CIMENTOS POLIMÉRICOS E CRISTALIZANTES**
    - Cimentos impermeabilizantes e polímeros
    - Cimentos impermeabilizantes e líquidos seladores
    - Bloqueadores hidráulicos

## **CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO**

- **FLEXÍVEIS:** suportam deformações da base com amplitudes variáveis
  - MEMBRANAS (moldadas no local)
  - MANTAS (pré-fabricadas)

## **CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO**

- **FLEXÍVEIS:** suportam deformações da base com amplitudes variáveis
  - MEMBRANAS (moldadas no local)
    - asfálticas
    - poliméricas
      - elastoméricas (ex: neoprene; hypalon)
      - acrílicas

### CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

- **FLEXÍVEIS:** suportam deformações da base com amplitudes variáveis
- **MEMBRANAS** (*moldadas no local*)
  - **Asfálticas**
    - a quente (com asfalto oxidado)
    - a frio (emulsão asfáltica)
    - solução asfáltica modificada com polímeros (geralmente a frio)

### Membrana asfáltica a quente, reforçada com feltro asfáltico



### Membrana asfáltica a frio, reforçada com véu de fibra de vidro



### CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

- **FLEXÍVEIS:** suportam deformações da base com amplitudes variáveis
- **MEMBRANAS** (*moldadas no local*)
  - **Acrílicas**
    - sem adição de cimento
    - com adição de cimento (MAI)

Membrana acrílica com adição de cimento  
(reforçada com tela de poliéster) →  
MAI (membrana acrílica impermeável)



MAI - membrana acrílica impermeável



### CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

- **FLEXÍVEIS:** suportam deformações da base com amplitudes variáveis
  - MANTAS (pré-formadas)
    - asfálticas
    - poliméricas
      - elastoméricas (ex: butílicas; EPDM)
      - plásticas (ex: PVC; PEAD)

Manta asfáltica (4 mm, com maçarico)

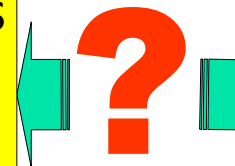


### CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

- De acordo com a aderência ao substrato
  - aderido ao substrato
  - parcialmente aderido
  - não aderido

### COMO ESCOLHER O SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO ?

REQUISITOS  
E  
CONDIÇÕES  
DE  
EXPOSIÇÃO



CARACTE-  
RÍSTICAS  
DOS  
SISTEMAS

### REQUISITOS E CONDIÇÕES DE EXPOSIÇÃO

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>•PRESSÃO HIDROSTÁTICA</li><li>•FREQÜÊNCIA DA UMIDADE</li><li>•EXPOSIÇÃO AO SOL</li><li>•EXPOSIÇÃO A CARGAS</li><li>•MOVIMENTAÇÃO DA BASE</li><li>•FISSURAÇÃO DA BASE</li><li>•EXTENSÃO DA APLICAÇÃO</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>•COMPLEXIDADE DA SUP.</li><li>•INCLINAÇÃO DA SUP.</li><li>•INTERF. COM INSTALAÇÕES</li><li>•CUSTOS</li><li>•DURABILIDADE</li><li>•ESPESSURA</li><li>•CONFIABILIDADE</li></ul> |
|---|---|

### CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS

- CUSTO INICIAL
- VIDA ÚTIL E GARANTIAS
- RESISTÊNCIA MECÂNICA
- RESISTÊNCIA À INTEMPÉRIES
- FLEXIBILIDADE (capacidade de absorver deformações)
- FORMA DE APLICAÇÃO
- POSSIBILIDADE DE REPARO

### CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS

- CUSTO INICIAL
- VIDA ÚTIL E GARANTIAS
- RESISTÊNCIA MECÂNICA
- RESISTÊNCIA QUÍMICA
- ELASTICIDADE (capacidade de absorver deformações)
- FACILIDADE DE APLICAÇÃO
- POSSIBILIDADE DE REPARO

Necessidade de se conhecer os sistemas disponíveis

### PRINCIPAIS SITUAÇÕES QUE EXIGEM IMPERMEABILIZAÇÃO EM EDIFICAÇÕES

### PRINCIPAIS APLICAÇÕES

- FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES
  - Membranas e mantas asfálticas
  - Membranas poliméricas
  - Impermeabilizações rígidas

### PRINCIPAIS APLICAÇÕES

- CAIXAS D'ÁGUA E PISCINAS
  - Impermeabilizações rígidas (exceto caixas d'água elevadas)
  - Membranas poliméricas
  - Mantas poliméricas
  - Mantas asfálticas (exceto para caixas d'água potáveis)

### PRINCIPAIS APLICAÇÕES

- COBERTURAS E ÁREAS EXTERNAS
  - Mantas e membranas asfálticas
  - Mantas e membranas poliméricas

### PRINCIPAIS APLICAÇÕES

- ÁREAS INTERNAS DE EDIFÍCIOS
  - Membranas poliméricas e asfálticas
  - Mantas asfálticas
  - Argamassas poliméricas

### PRINCIPAIS SISTEMAS EMPREGADOS EM EDIFICAÇÕES

### PRINCIPAIS SISTEMAS EMPREGADOS EM EDIFICAÇÕES

- Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo (rígida)
- Argamassa ou cimento modificados com polímeros (rígida)
- Membranas asfálticas (flexíveis)
- Membranas acrílicas (flexíveis)
- Manta asfáltica (flexíveis)
- Mantas poliméricas (EPDM; PVC) (flexíveis)

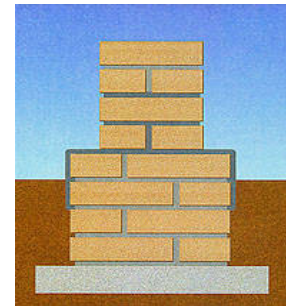


PCC-2436 – Tecnologia da Construção de Edifícios II  
Outubro 2003 – Aula 24 – Impermeabilização – Sistemas e Execução

ARGAMASSA IMPERMEÁVEL COM ADITIVO  
HIDRÓFUGO

- Aditivos – estearatos (**agentes hidrófugos**) e silicatos+cloretos (formam géis de tamponamento)
- Principais marcas comerciais: Vedacit (Otto Baumgart) e SIKA 1 (Sika), Masterseal® 302 (Degussa)
- Duas a três camadas de argamassa aditivada (2 litros por saco de cimento)

ARGAMASSA IMPERMEÁVEL COM  
ADITIVO HIDRÓFUGO



Impermeabilização de alicerces  
Em tijolos maciços → CUIDADO!

ARGAMASSA IMPERMEÁVEL COM ADITIVO  
HIDRÓFUGO

- **Impermeabilização rígida - não admite movimentações da base - trincas e fissuras**
- Uso – revestimentos estanques para paredes e reservatórios.
- Uso em fundações e muros de arrimo (pressão positiva) é **totalmente questionável devido à durabilidade limitada (perde o efeito hidrófugo após alguns anos)**

ARGAMASSA IMPERMEÁVEL COM  
ADITIVO HIDRÓFUGO



Além da argamassa com hidrofugante, a aplicação de emulsão asfáltica é essencial para o adequado desempenho em alicerces

### ARGAMASSAS E CIMENTOS POLIMÉRICOS

- Material - argamassas e pastas cimentícias com adição de resinas poliméricas (acrílicas e SBR – estireno butadieno) e aditivos diversos
- **Dois tipos:**
  - **Pré-dosada** (cimento modificado com polímero e argamassa polimérica segundo a NBR 9575) - Principais marcas comerciais – K11(pó)+KZ(resina) da Viapol e Denvertec 100 da Denver
  - **Dosada em canteiro** – argamassa modificada com polímero (NBR 9575) – mistura com resinas adequadas. Principal marca comercial – Baucryl da Quimicryl (sistema AP20)

### ARGAMASSAS E CIMENTOS POLIMÉRICOS

- Alguns fabricantes as classificam erroneamente como semi-flexíveis (flexibilidade depende do teor de polímeros e é um conceito muito relativo para matrizes cimentícias). Alguns as denominam “cimentos cristalizantes” também indevidamente.

### ARGAMASSAS E CIMENTOS POLIMÉRICOS

#### USO:

- **para solicitações de água de percolação e condensação**
  - Pisos não sujeitos a movimentações excessivas da base (p.ex.: pisos internos) e
  - Paredes expostas (p.ex.: proteção do concreto)
  - Uso difundido em banheiros, cozinhas e varandas de edificações residenciais.
- **para solicitações de água sob pressão**
  - Reservatórios de água potável – algumas resinas não são recomendáveis (avaliar garantias dos fabricantes)







**ARGAMASSAS E CIMENTOS POLIMÉRICOS**

- Nas impermeabilizações **RÍGIDAS** a camada estanque é aplicada diretamente sobre a base e geralmente sem outras camadas complementares

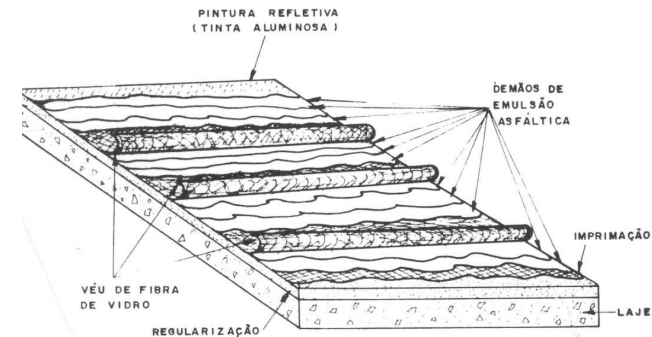




## ARGAMASSAS E CIMENTOS POLIMÉRICOS



## MEMBRANAS ASFÁLTICAS EMULSÕES E SOLUÇÕES A FRIO



emulsão ou solução asfáltica + 3 a 4  
estruturantes com mínimo 3mm espessura

## MEMBRANAS ASFÁLTICAS EMULSÕES E SOLUÇÕES A FRIO

### ■ **Utilização:**

- Áreas sujeitas a água de percolação.
- Pisos de banheiro, cozinhas e outras áreas frias. Floeiras. Lajes em geral (soluções asfálticas)
- Importante o caimento mínimo de 1 %.

### ■ **Restrições:**

- Restrição para uso em áreas de grande solicitação ou grandes vãos, áreas muito fissuráveis, etc.
- Não utilizar em áreas permanentemente imersas em água ou com empoçamentos.
- Aplicação de soluções em ambientes confinados, exige máscaras de proteção individual. Produto inflamável.

## MEMBRANAS ASFÁLTICAS

- **Técnica básica:** moldagem no local de películas (membranas) asfálticas estruturadas (reforçadas)
- **Materiais asfálticos:**
  - Para aplicação a frio: **emulsões asfálticas**
    - sem carga (NBR 9685)
    - com carga (NBR 9687)
    - modificadas com polímeros (com e sem solvente)
  - Para aplicação a quente:
    - asfaltos oxidados (NBR 9910)
    - asfaltos modificados com elastômeros (NBR 13121)



### MEMBRANAS ASFÁLTICAS: A FRIO



#### **Aplicação:**

**Imprimação** – ou com próprio produto (diluído, a frio) ou com produtos especiais

### MEMBRANAS ASFÁLTICAS EMULSÕES E SOLUÇÕES A FRIO



Aplicação de várias demãos (rolo, trincha, vassoura de pelo), intercaladas com os estruturantes, normalmente aplicados a partir da segunda demão

### Membrana Asfáltica com Vêu



Aplicação de várias demãos – 3 a 4, intercaladas com os estruturantes, normalmente aplicados a partir da segunda demão

### MEMBRANAS ASFÁLTICAS

- **Estruturantes**
  - véu de fibra de vidro (NBR 9227)
  - tela de fibra de vidro
  - véu e tela de poliéster
  - tela de poliamida (nylon)
  - **feltro asfáltico (NBR 9228)**

**MEMBRANAS ASFÁLTICAS  
EMULSÕES E SOLUÇÕES A FRIO**



**MEMBRANAS ASFÁLTICAS  
EMULSÕES E SOLUÇÕES A FRIO**



**MEMBRANAS ASFÁLTICAS  
EMULSÕES E SOLUÇÕES A FRIO**



Membrana Asfáltica com Véu



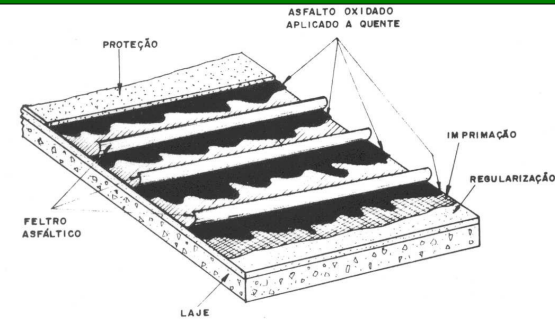
Cuidado no reforço dos Ralos

## MEMBRANAS ASFÁLTICAS



- Recobrimento com camada de proteção mecânica, geralmente de argamassa.

## MEMBRANAS ASFÁLTICAS ASFALTO A QUENTE



4 camadas de asfalto oxidado (6 A 8 kg/m<sup>2</sup>+ 3 camadas feltro asfáltico 250/15 ou 500/30 (melhor desempenho)

## MEMBRANAS ASFÁLTICAS ASFALTO A QUENTE

- **Utilização**
  - superfícies horizontais sujeitas a água de percolação como lajes em geral
  - água sob pressão como tanques, piscinas, etc. Não é adequado para água potável
- **Recomendações**
  - Sistema 3+1 ainda é muito empregado devido a alta confiabilidade.
  - Exige proteção térmica para aumentar a vida útil do sistema

## MEMBRANAS ASFÁLTICAS ASFALTO A QUENTE



Deve-se utilizar caldeiras especiais para evitar sobre-temperaturas que degradam o asfalto



### MEMBRANAS ASFÁLTICAS ASFALTO A QUENTE



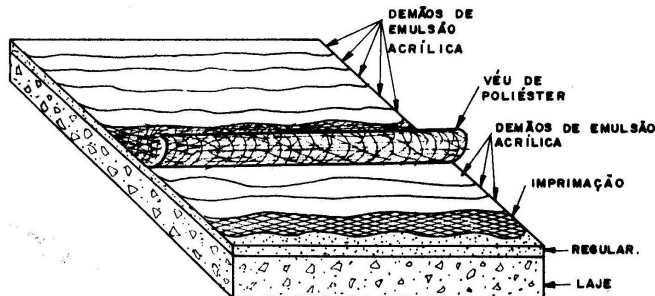
Sistema 3 demãos+1 estruturante (feltro) ainda é muito empregado devido a alta confiabilidade.

### MEMBRANAS ASFÁLTICAS ASFALTO A QUENTE



Feltro asfáltico - estruturante

### MEMBRANAS ACRÍICAS NBR 13.321



### MEMBRANAS ACRÍICAS

#### ■ **Materiais:**

- emulsões acrílicas puras ou estirenadas
- estruturante: tela de poliéster ou de poliamida.

#### ■ **Tipos:**

- Sem adição de cimento (NBR 13321)
- Com adição de cimentos (MAI)
  - Principais marcas comerciais – Industrializados - LP 54 da Denver e Viaplus 1000 e 5000 da Viapol. Resina - Baucryl 5000 e Baucryl 1000 da Quimicryl

## MEMBRANAS ACRÍLICAS

### ■ Aplicação

- Semelhante às emulsões asfálticas.

### ■ Espessura e consumo

- NBR 13.321 espessura - 1,5 mm (>7 demãos). Consumo mínimo de resina - 2,5 kg/m<sup>2</sup>.
- MAI – espessura 1,0 mm (3 demãos). Consumo de resina – 0,8 a 1,0 kg/m<sup>2</sup>.

### ■ Utilização

- NBR 13.321 – lajes e abóbadas expostas a intempéries, reservatórios e lajes de térreo
- MAI – áreas internas e (reservatórios – dependem resina)

## MEMBRANAS ACRÍLICAS MAI



## MEMBRANAS ACRÍLICAS MAI



## Membrana Polimérica - Ralo



Membrana Polimérica - Ralo



MEMBRANAS ACRÍLICAS  
MAI



MEMBRANAS POLIMÉRICAS  
Neoprene e Haypalon

Aplicável a grandes áreas

Indicada para áreas SEM acesso. NÃO requer proteção mecânica

Sem restrições quanto à aplicação em superfícies verticais ou inclinadas

Elevada durabilidade se corretamente especificada e aplicada

Elevado custo

MANTAS ASFÁLTICAS

■ Material:

- Mantas pré-fabricadas com asfalto oxidado ou modificado com polímeros (APP, SBS, EPDM, etc.) (NBR 9952), com reforço.

■ Reforço estruturante (incorporados à manta):

- véu de poliéster, véu de fibra de vidro, filme de polietileno, filme de poliéster, etc.

■ Aplicação:

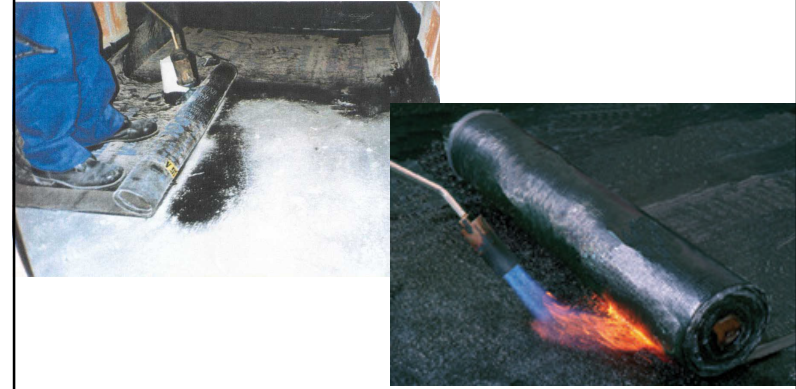
- Após imprimação com o primer, aplicação e soldagem das sobreposições com: maçarico de gás; com asfalto oxidado, modificado a quente ou asfalto adesivo; por auto adesividade



**MANTAS ASFÁLTICAS**



**MANTAS ASFÁLTICAS**



**MANTAS ASFÁLTICAS**



Impermeabilização - Mureta



**MANTAS ASFÁLTICAS**



**MANTAS ASFÁLTICAS**



Proteção Mecânica



Proteção Mecânica



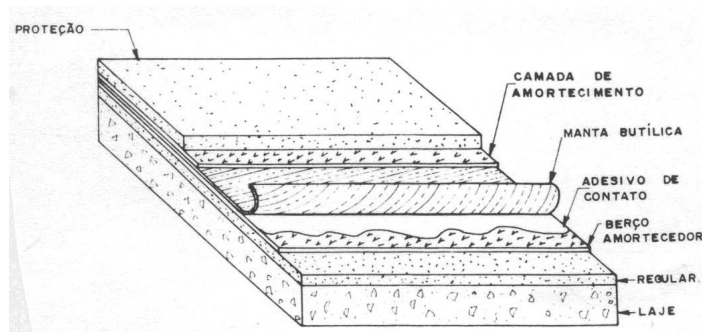
## MANTAS ASFÁLTICAS

- **Espessura variável em função do local de aplicação (normalmente 4 mm).**
- **Consumo médio de 1,15 m<sup>2</sup>/ m<sup>2</sup> de área impermeabilizada.**
- **Utilização:**
  - Todas as situações, dependendo do tipo de manta
- **Recomendação:**
  - Grande variação de tipos de asfaltos, armaduras, espessuras, acabamentos, forma de aplicação.
  - Seleção técnica (projeto) é essencial para a definição dos tipos mais adequados, em função das necessidades

## MANTAS POLIMÉRICAS

- **Materiais:**
  - Mantas elastoméricas pré-fabricadas
    - Butílica (Poli isso butileno isopreno -NBR 9229) ou de EPDM (etileno-propileno-dieno-monômero -NBR 11797)
  - Mantas plásticas
    - De PVC (policloreto de vinila NBR 9690) e de PEAD (polietileno de alta densidade)
- **Aplicação:**
  - Aderidas – imprimação, aplicação de adesivo, distribuição das mantas e soldagem com adesivos, fitas de caldeação ou auto-fusão (por ar quente e equipamentos elétricos)
  - Não aderidas - berço amortecedor, distribuição das mantas, soldagem e camada de amortecimento

## MANTAS POLIMÉRICAS



## MANTAS POLIMÉRICAS: de Butil e EPDM

- **Espessura e consumo:**
  - Espessura a partir de 0,8 mm, sendo recomendado a utilização de espessuras de no mínimo de 1 a 1,2 mm. Consumo médio de 1,10 m<sup>2</sup> / m<sup>2</sup> de área impermeabilizada.
- **Utilização:**
  - Impermeabilização para água de percolação, de solo ou pressão hidrostática positiva. Lajes com trânsito de pedestres ou tráfego de veículos.
- **Recomendações:**
  - cuidado com perfurações provocadas por ausência de limpeza prévia, trânsito ou queda de objetos antes de sua proteção

Normalmente **não são aderidas** ao substrato