

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)

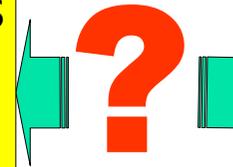


CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

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

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

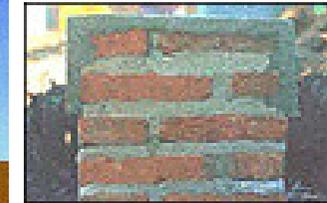
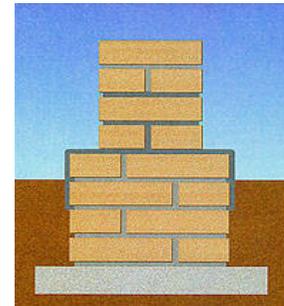
- Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo (rígida)
- Argamassa ou cimento modificados com polímeros (rígida)
- Membranas asfálticas (flexíveis)
- Membranas acrílicas (flexíveis)
- Manta asfáltica (flexíveis)
- Mantas poliméricas (EPDM; PVC) (flexíveis)

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







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



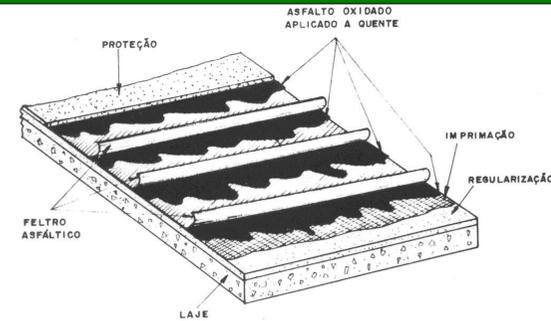
Cuidado no reforço dos Ralos

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/m²+ 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



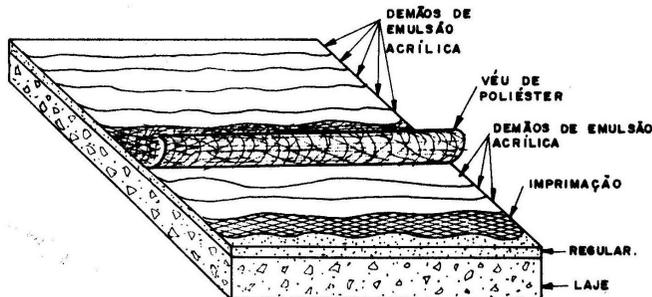
Sistema 3 demãos+1 estruturante (feltro) ainda é muito empregado devido a alta confiabilidade.

MEMBRANAS ASFÁLTICAS ASFALTO A QUENTE



Feltro asfáltico - estruturante

MEMBRANAS ACRÍLICAS NBR 13.321



MEMBRANAS ACRÍLICAS

■ **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/m².
- MAI – espessura 1,0 mm (3 demãos). Consumo de resina – 0,8 a 1,0 kg/m².

■ 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.

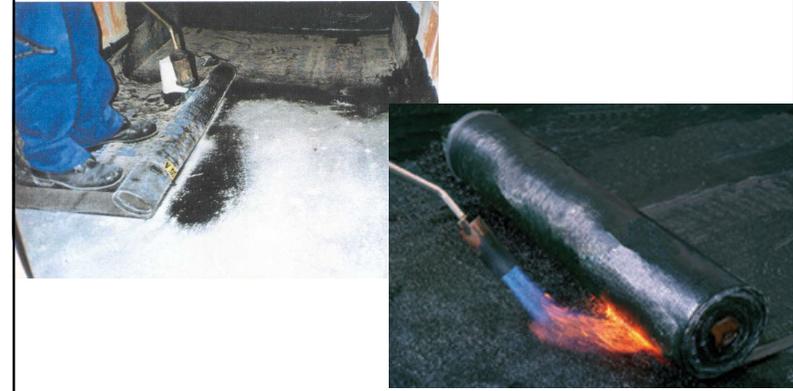
■ **Aplicação:**

- 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



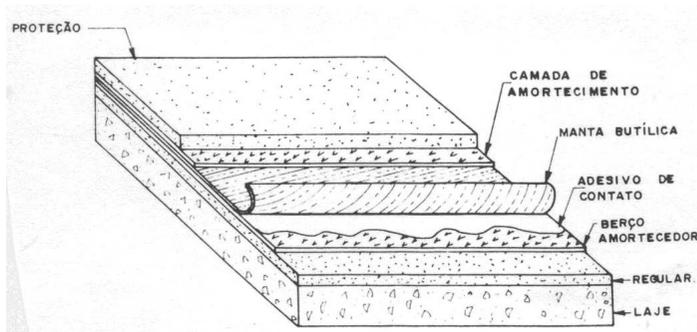
MANTAS ASFÁLTICAS

- **Espessura variável em função do local de aplicação (normalmente 4 mm).**
- **Consumo médio de 1,15 m²/ m² 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 m² / m² 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