



Universidade Católica de Pernambuco

Departamento de Engenharia Civil



Prof. Angelo Just da Costa e Silva (MSc.)

Recife, 2004

Índice

1. IMPERMEABILIZAÇÃO.....	3
1.1. Materiais betuminosos	3
1.1.1. Classificação dos materiais betuminosos.....	3
1.1.2. Propriedades básicas	4
1.2. Sistemas de impermeabilização	5
1.2.1. Impermeabilização rígida	6
1.2.2. Impermeabilização plástica ou elástica	6
1.2.3. Impermeabilização laminar	8
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9

1. IMPERMEABILIZAÇÃO

Pode-se entender a impermeabilização como uma camada cuja função é promover a estanqueidade do piso ou parede, impedindo a ascensão capilar da umidade do solo ou a infiltração de águas superficiais.

Para um melhor entendimento do assunto, o tópico será dividido em materiais betuminosos, que formam a família dos principais materiais utilizados para impermeabilização, e as classificações mais comuns deste sistema, onde são abordados os tipos, aplicações e considerações de execução importantes para a execução da atividade.

1.1. Materiais betuminosos

Os materiais betuminosos têm grande aplicabilidade na engenharia, com uso em pavimentação rodoviária, pintura industrial para proteção, isolamento elétrico e impermeabilização. Alguns dos exemplos destes materiais são o asfalto, os alcatrões, os óleos graxos, entre outros, todos compostos basicamente de betume.

Entende-se por betume um aglomerante orgânico, de consistência sólida, líquida ou gasosa, obtido por processo industrial (resíduo da destilação do petróleo) ou na própria natureza, completamente solúvel em bissulfeto de carbono (CS_2), e apresentando polímeros de variada composição química (CH_4 – gás metano – combustível para aquecimento; C_8H_8 – líquido octano – gasolina - combustível para motores; C_{100} – sólido – asfaltos para pavimentação e impermeabilização).

As características básicas mais importantes acerca dos betumes estão as seguir listadas:

- Ao contrário dos aglomerantes minerais da construção civil (cimento Portland, gesso, cal), são adesivos que dispensam o uso da água;
- São materiais termoplásticos, isto é, amolecem quando aquecidos, sendo então moldados e resfriados sem perda das propriedades, podendo passar novamente pelo mesmo processo. Além disso, não possuem ponto de fusão (temperatura de perda da estrutura cristalina) definido, amolecendo em temperaturas variadas. No caso dos materiais termofixos, ao contrário, a moldagem ocorre por reação química irreversível, tornando-o duro e quebradiço, não permitindo ser novamente moldado;
- Repelem a água, ou seja, são materiais hidrófugos;
- São inócuos, isto é, não reagem quimicamente com cargas ou agregados minerais eventualmente adicionados para efeito de enchimento;
- Por serem inócuos e termoplásticos podem ser reciclados, o que lhes proporciona um grande número de reutilizações;
- Apresentam ductilidade muito influenciada pela exposição ao calor e luz solar.

1.1.1. Classificação dos materiais betuminosos

Os materiais betuminosos podem ser classificados em dois grandes grupos: *os asfaltos ou cimentos asfálticos, e os alcatrões*, de acordo com a sua forma de obtenção.

Acerca dos asfaltos, ou cimentos asfálticos, de acordo com a NBR 7208 entende-se asfalto como o material sólido ou semi sólido, de cor preta ou pardo escura, que ocorre na natureza ou é obtido pela destilação do petróleo, e cujo constituinte predominante é o betume. Assim, os asfaltos são

misturas de betumes com solos de diferentes origens (argilas, siltes, areias, impurezas orgânicas, etc.).

Caso o asfalto seja encontrado naturalmente no solo é classificado como nativo (CAN – cimento asfáltico natural), e caso obtido pela destilação do petróleo é classificado como asfalto de petróleo, ou pirogenado (CAP – cimento asfáltico de petróleo).

Os CAP utilizados atualmente em impermeabilização apresentam dureza de 85-100, 50-60 e 30-40, todos com ponto de amolecimento na faixa de 40°C a 50°C (estas propriedades estão descritas no item 2.1.12).

Os CAP podem ainda sofrer um tratamento durante a fabricação, por meio da passagem de corrente de ar através de uma massa de asfalto destilado, de modo a torná-los mais sólidos e duros, menos sensíveis às variações de temperatura e às intempéries, porém com menor poder de adesividade e menos aglutinantes. São os chamados *asfaltos oxidados*, mais indicados à impermeabilização que os CAP comuns e classificados em quatro tipos (tabela 2.1), conforme normalização brasileira específica (NBR 9910). A sua aplicação ocorre com aquecimento a temperatura da ordem de 200°C.

Tabela 2.1. Classificação dos asfaltos oxidados para impermeabilização (NBR 9910)

TIPO	APLICAÇÕES	Ponto de amolecimento (°C)	Penetração (mm/10)	Ductilidade (cm)	Perda por aquecimento
I	Estruturas enterradas	60 – 75	25 - 40	5	1%
II	Sistemas de impermeabilização moldados no local e colagens em sistemas pré fabricados (mantas asfálticas)	75 - 95	20 - 35	-	1%
III		95 - 105	15 - 25	-	1%
IV	Câmaras frigoríficas e isolamento térmica	85 - 105	40 - 55	10	1%

Obs.: Fazem parte ainda da especificação técnica deste produto o ponto de fulgor, a solubilidade em CS₂ e a penetração de resíduo.

Por se apresentarem sólidos ou praticamente sólidos à temperatura ambiente normal, os asfaltos puros são de difícil aplicabilidade. Neste sentido, são normalmente dissolvidos para torná-los líquidos nas temperaturas normais, formando os asfaltos diluídos (ou solução asfáltica), nos quais são utilizados solventes orgânicos, ou as emulsões asfálticas (ou hidrasfalto), onde o asfalto é dissolvido em água. As emulsões para impermeabilização são classificadas quanto ao teor de inerte presente.

Os alcatrões são materiais resultantes da destilação de materiais orgânicos (hulha, turfa, madeira) normalmente utilizados para a fabricação de mastiques ou material para enchimento de juntas, especialmente devido ao seu bom desempenho quanto à ação de agentes agressivos. Em comparação com os asfaltos, os alcatrões destilados apresentam maior sensibilidade à temperatura (mais moles quando aquecidos e mais duros quando resfriados), menor resistência às intempéries e maior poder aglomerante.

1.1.2. Propriedades básicas

Para um adequado conhecimento do comportamento dos materiais betuminosos, é fundamental o entendimento das propriedades básicas que norteiam estes materiais, cujos métodos de avaliação são determinados pela normalização brasileira:

- *Dureza:* Está relacionada com a capacidade de deformação do material, representada (NBR 6576) pelo índice de penetração (em décimos de mm ou cm) de uma agulha padrão de diâmetro de 1mm a 1,2mm, aplicada durante 5 segundos sobre uma amostra padronizada a 25°C. Um material muito duro pode trincar sob baixas temperaturas, devido à sua provável pouca ductilidade e, caso apresente baixa dureza, poderá escorrer em altas temperaturas;
- *Ponto de amolecimento:* Refere-se à temperatura de referência para a aplicação do material, a partir da qual o material se torna mole. Em geral, quanto mais alto o ponto de amolecimento, melhores as condições de uso do material, uma vez que não amolecerá em dias quentes, sendo necessário, por outro lado, maior calor para os trabalhos de aplicação (maior risco de explosão). Está diretamente relacionado com a dureza. A determinação (NBR 6560) é realizada a partir da fundição e moldagem do material em anel vazado padronizado, sobre o qual é assentada uma bola de aço também padronizada, sendo o conjunto aquecido de modo que a bola desça de nível gradativamente até que, a uma dada temperatura (ponto de amolecimento), atinja uma placa de referência;
- *Viscosidade:* Trata-se da resistência oposta por um fluido à deformação sob a ação de uma força. O ensaio brasileiro normalizado (NBR 5847) é o de viscosidade absoluta, com base no tempo de escoamento do material em vasos especiais calibrados com óleos de referência a uma dada temperatura;
- *Ductilidade:* É a capacidade do material se deformar sem romper ou apresentar fissuras. É de fundamental importância para a escolha do material a ser utilizado na impermeabilização, uma vez que avalia a plasticidade do material, necessária quando a base está sujeita a dilatações volumétricas diferenciadas (concreto, madeira, metal). A avaliação é realizada (NBR 6293) por meio da medida da extensão da amostra padrão (em formato de “gravata borboleta” sob tração controlada);
- *Massa específica:* Refere-se à densidade do material, de grande importância para avaliação da uniformidade e do teor de impurezas, podendo ser determinada a partir do processo de balanças hidrostáticas;
- *Ponto de fulgor:* Representa a temperatura na qual os gases despreendidos do material se inflamam (rápida explosão), mesmo que temporariamente, acima da qual se encontra o ponto de combustão (ou ponto de incêndio, em cuja temperatura a amostra continua a queimar por, no mínimo, 5 segundos). Estão relacionados com a segurança do aplicador, de modo que a temperatura de aplicação deve-se situar, pelo menos, 20°C abaixo do ponto de fulgor. A determinação (NBR 13341) é efetuada pelo método de Cleveland, no qual ocorre uma passagem de chama sobre amostra padrão até a ocorrência de lampejos inflamados;
- *Betume total:* Muito utilizada para betuminosos utilizados em pavimentação, na qual se avalia a solubilidade do material em bissulfeto ou tetracloreto de carbono.

1.2. Sistemas de impermeabilização

A escolha quanto ao sistema de impermeabilização a ser utilizado deve ser realizada a partir da avaliação dos seguintes aspectos:

- Comportamento físico do elemento

Representa a susceptibilidade do componente da base à ocorrência de fissuras e trincas. A depender da distribuição dos elementos estruturais de suporte presentes na base, pode-se prever o surgimento de trincas, tais como peças sujeitas a alterações dimensionais provenientes de aquecimento e resfriamento, recalques, lajes passando sobre vigas, marquises em balanço,

reservatórios superiores de água (devido a diferencial térmico), influências do entorno (edificações vizinhas, tráfego intenso), entre outros. Partes da obra com carga estabilizada, em condições de temperatura constante, como subsolos ou locais onde o concreto permaneça em compressão, são menos sujeitas ao surgimento de trincas.

- Atuação da água sobre o elemento:

Sobre este aspecto, as situações mais comumente encontradas são: água de percolação, na qual ocorre livre escoamento do líquido, atuante em terraços, coberturas, empenas e fachadas; água com pressão, quando ocorre força hidrostática sobre a impermeabilização, tal como em piscinas, caixas d'água, subsolos; e umidade por capilaridade, na qual a água ascende do solo por capilaridade de materiais porosos até acima do nível estático, ou seja, trata dos elementos das construções que estão em contato com bases alagadas ou solo úmido.

Com isso, com base na avaliação do comportamento físico do elemento base utilizado, bem como na forma de atuação da água a ser estancada, é possível se escolher o tipo de impermeabilização mais indicado para cada caso, cuja classificação pode ser apresentada como se segue:

1.2.1. Impermeabilização rígida

É aquela em que o componente, concreto ou argamassa, torna-se impermeável pela inclusão de aditivos químicos, aliado à correta granulometria dos agregados, baixa relação água/cimento, e consequente redução da porosidade do elemento, cuidados durante o lançamento, entre outros.

Este tipo de impermeabilização é especialmente indicado para elementos não sujeitos a trincas ou fissuras, podendo-se citar como exemplos:

- Carga estrutural estabilizada: poço de elevador, reservatório inferior de água;
- Áreas não expostas ao sol: banheiro, cozinha, área de serviço;
- Condições de temperatura constante: subsolos, pequenos terraços, varandas.

1.2.2. Impermeabilização plástica ou elástica

Neste caso são utilizados mantas pré fabricadas, ou elastômeros dissolvidos e aplicados no local em forma de pintura, a qual forma uma película com certa elasticidade após a evaporação do solvente.

A utilização dos elastômeros apresenta um comportamento inferior quanto à deformabilidade do que as mantas, de modo que o seu uso se deve restringir a peças cujas fissuras ocorram com magnitude muito pequena, insuficiente para a ruptura da membrana formada.

As mantas utilizadas em impermeabilizações podem ser feitas de asfalto com armadura (manta asfáltica), de borracha butílica, ou de PVC plastificado.

As mantas asfálticas são compostas por uma matriz de asfalto armada para reforço com materiais de diferentes propriedades (filme de polietileno, filme de poliéster, véu de fibra de vidro, feltro de poliéster, filme de PVC etc.), a depender das necessidades de cada caso, muito utilizadas em áreas sujeitas a variações dimensionais, movimentos estruturais, balanços, floreiras, entre outros. Além disso, apresentam-se atualmente no mercado mantas com acabamento para proteção solar (escamas de ardósia ou lâminas de alumínio, utilizadas em áreas não transitáveis).

IMPERMEABILIZAÇÃO

A NBR 9952 classifica as mantas asfálticas com armadura para impermeabilização de acordo com a relação entre a capacidade de carga do material e o seu respectivo alongamento, conforme apresentado na tabela 2.2.

Tabela 2.2. Classificação das mantas asfálticas para impermeabilização (NBR 9952)

VALORES MÍNIMOS			
CLASSE	Carga de ruptura (N) / 50mm de largura	Alongamento na ruptura (%)	Produto N x %
Classe 1	290	4	2.940
Classe 2	780	8	14.700
Classe 1 especial	-	-	19.400

A depender das características encontradas em cada caso, deve-se optar pelo tipo de armadura mais indicado, cujas características básicas comparativas estão a seguir apresentadas:

- *Filme de polietileno*: Apresentam, em condições normais de utilização, a melhor relação custo benefício, em função do desempenho e o seu valor comercial;
- *Filme de poliéster*: Maior resistência à perfuração (efeito de puncionamento), importante para os casos de brotos de capim, raízes de plantas (floreiras em geral);
- *Feltro de poliéster*: Bom comportamento também quanto ao puncionamento, e resistência a altas temperaturas sem apresentar escorrimento;
- *Filme de PVC*: Boa resistência mecânica, exige tipo especial de PVC associado ao asfalto, podendo ocorrer perda de flexibilidade caso utilizado componente inadequado, custo elevado;
- *Véu de fibra de vidro*: utilizado em situações extremas devido ao alto custo envolvido.

As mantas asfálticas devem atender a exigências normativas específicas, avaliadas de acordo com metodologias de ensaio normalizadas, dentre as quais: espessura mínima nominal de 3mm; massa por metro quadrado indicada pelo fabricante; estanqueidade, medida em corpos de prova submetidos a uma coluna de água de 500mm durante 16 horas; carga de ruptura e alongamento, de acordo com a tabela 2.2; absorção de água máxima de 3% (imersão em banho a 50°C por 5 dias); flexibilidade a baixa temperatura (-5°C), por meio de ensaios de dobramento seguidos da verificação da ocorrência de fissuras; resistência ao impacto, devendo a amostra não apresentar moissas ou cortes após a aplicação de peso sobre base padronizada; resistência ao puncionamento, por meio da aplicação de peso de 25kg durante 1 hora a 23°C de temperatura, devendo a amostra permanecer estanque; resistência ao envelhecimento acelerado, com ensaio em 168 horas em estufa a 70°C com ventilação forçada.

Conforme anteriormente comentado, existem ainda as mantas pré fabricadas de borracha butílica (poli-isobutileno-isopreno) e as de PVC, cujas principais características estão apresentadas na tabela 2.3.

Tabela 2.3. Requisitos de desempenho de mantas de borracha e de PVC

VALORES MÍNIMOS PARA MANTAS COM 1MM DE ESPESSURA			
Armadura	Carga de ruptura (N) / 50mm de largura	Alongamento na ruptura (%)	Produto N x %
Borracha	210	300	63.000
PVC	400	250	100.000

As mantas de PVC e de borracha são geralmente utilizadas com espessura muito delgada, em torno de 1mm, de modo que se tornam facilmente perfuradas quando aplicadas sobre bases com

protuberâncias formadas por grãos de areia, por exemplo, devido ao atrito originado pela movimentação entre as camadas. Por este motivo recomenda-se a preparação da base com uma camada de regularização e outra também de proteção, na camada superior, as quais recebem a denominação de camada de berço (inferior) e camada de amortecimento (superior).

Esta camada protetora é recomendada em todos os casos, podendo-se empregar argamassa de cimento e areia com dosagem de 1:6 (cimento : areia úmida) e mínimo de 15mm de espessura. A camada de berço pode ser feita também com betume asfáltico, mastiques, feltros, etc.

As mantas asfálticas, por apresentarem asfalto dúctil na sua composição, em geral não se opõem à penetração de grãos de areia cuja altura das pontas não seja excessiva. Quanto menor a espessura da manta, maiores os cuidados a serem tomados no tocante a este aspecto.

A execução da impermeabilização com mantas pode ser efetuada por três tipologias diferentes, em função da aderência à base:

- *Totalmente aderidas à base:* Indicadas em planos verticais, fundo de caixas d'água e piscinas, mantas auto protegidas, que não apresentam lastro pesado sobre as mesmas, a fim de evitar o seu carreamento pelo vento, entre outras.
- *Não aderidas à base:* Trata-se do sistema mais indicado, uma vez que as deformações da base se diluem na extensão da manta, evitando a ocorrência de pontos concentrados de esforço. Os críticos deste sistema alegam que uma falha na manta é de difícil identificação, uma vez que a água se distribui por entre a base e a manta até encontrar local adequado para infiltração.

1.2.3. Impermeabilização laminar

Utilizadas em casos extremos de necessidade de elasticidade e deformação da base, sendo executadas com asfaltos ou elastômeros intercalados de materiais rígidos, com feltros, tecidos de nylon ou lâminas de alumínio.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CUNHA, A.G.; NEUMAN, W. **Manual de impermeabilização e isolamento térmico**. Rio de Janeiro, Texsa Brasileira, 4.ed, 1979.

FALCÃO BAUER, L.A. **Materiais de construção**. São Paulo, LTC, v.2, 1979.

PIRONDI, Z. **Manual prático da impermeabilização e de isolação térmica**. São Paulo, Pini/IBI, 2.ed, 1988.