



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

Aula 23: IMPERMEABILIZAÇÃO

Conceituação e Classificação

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



SISTEMAS DE PROTEÇÃO DO EDIFÍCIO

"Sistemas que englobam os elementos destinados a garantir as funções do edifício ao longo do tempo, frente à ação dos agentes agressivos"



SISTEMAS DE PROTEÇÃO DO EDIFÍCIO

- De proteção contra a ação da água (impermeabilização)
- De proteção contra a ação da temperatura e de ruídos (isolamento térmico e acústico)
- De proteção contra intrusão
- De proteção contra incêndio
- De proteção contra descargas atmosféricas



SISTEMAS DE PROTEÇÃO DO EDIFÍCIO

- **De proteção contra a ação da água (impermeabilização)**
- De proteção contra a ação da temperatura e de ruídos (isolamento térmico e acústico)
- De proteção contra intrusão
- De proteção contra incêndio
- De proteção contra descargas atmosféricas

SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Conjunto de produtos e serviços destinados a **conferir estanqueidade** a partes de uma construção.

NBR 9575:2003

Impermeabilização - seleção e projeto

ESTANQUEIDADE

Propriedade de um elemento (ou de um conjunto de componentes) de impedir a penetração ou passagem de fluídos através de si.

A sua determinação está associada a uma **pressão limite de utilização** (a que se relaciona com as condições de exposição do elemento).

NBR 9575:2003

IMPERMEABILIDADE

Propriedade de um produto de ser impermeável. A sua determinação está associada a uma **pressão limite convencional** em ensaios específicos.

IMPERMEÁVEL – Produto (material ou componente) **impenetrável** por fluídos.

NBR 9575:2003

IMPERMEABILIZAÇÃO

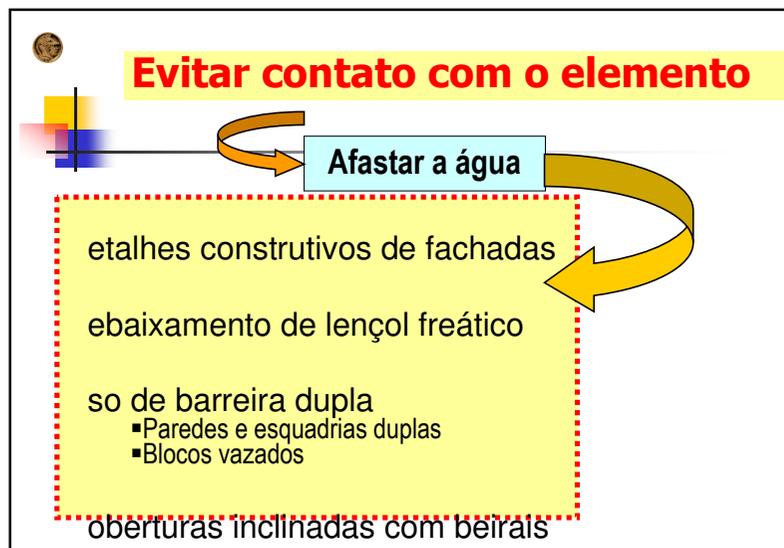
- Conjunto de **operações e técnicas construtivas** (**serviços**) que objetivam proteger as construções **contra a ação deletéria de fluídos, vapores e umidade**;
- **O produto (conjunto de componentes ou o elemento) resultante destes serviços**;
- Geralmente a impermeabilização é composta de um conjunto de camadas com funções específicas.

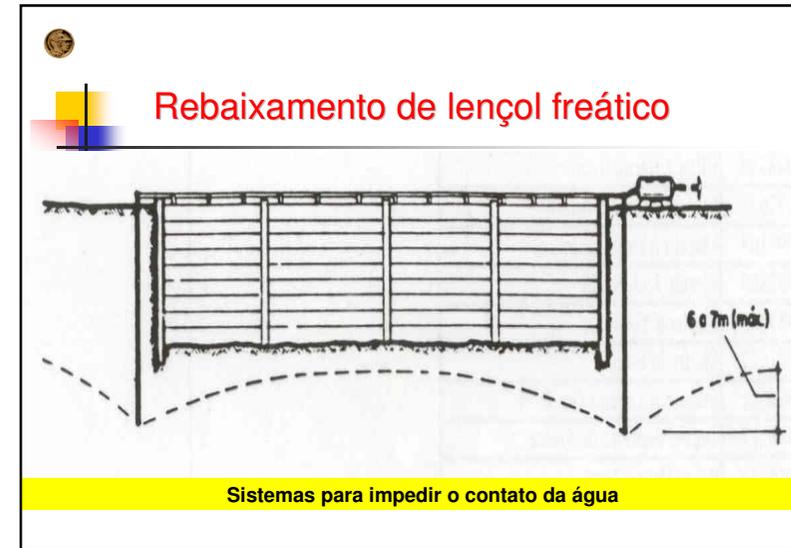
NBR 9575:2003



COMO PROTEGER????

- Evitar contato com o elemento
- Permitir o contato, impedindo a penetração da água





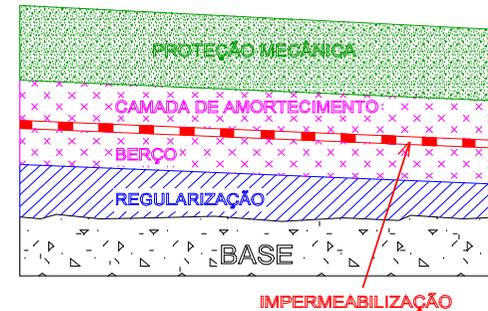




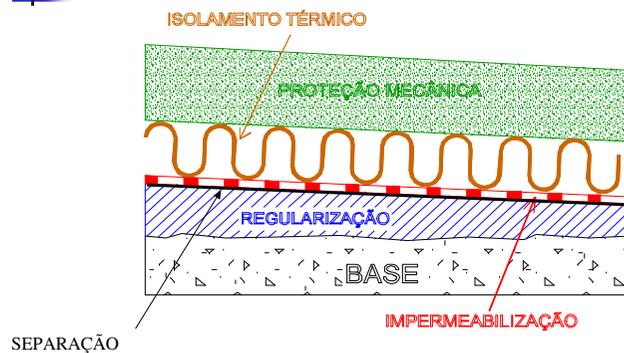
GESTÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO

- **Na etapa de coordenação de projetos** - escolher os sistemas mais adequados para as diversas situações
- **Na etapa de projeto executivo** – elaborar ou contratar projeto de impermeabilização
- **Na etapa de obra** –
 - contratar a empresa fornecedora dos materiais e serviços com base no projeto e
 - controlar a execução ou contratar empresa de controle

SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO GENÉRICO



CAMADAS DE UM SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO



SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO GENÉRICO → conjunto de camadas funcionais aplicados sobre uma base



Condiciona algumas das *exigências* do sistema de impermeabilização

SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO GENÉRICO

- **BASE:** responsabilidade na definição de algumas das *exigências* do sistema de impermeabilização, em função de:
 - **Grau de fissuração**
 - **Deformabilidade em função das cargas**
 - **Movimentação térmica**
 - **Geometria**

(NBR 9575/2003)



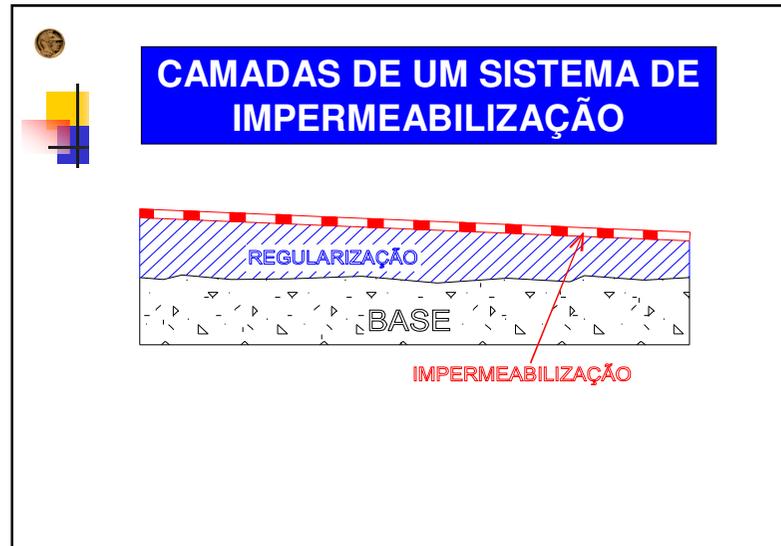
CAMADAS DE UM SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO



CAMADAS DE UM SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO

- **REGULARIZAÇÃO:** camada com funções de:
 - proporcionar uma superfície uniforme de apoio, adequada à camada impermeável;
 - proporcionar a declividade necessária (**mínimo 1%**)

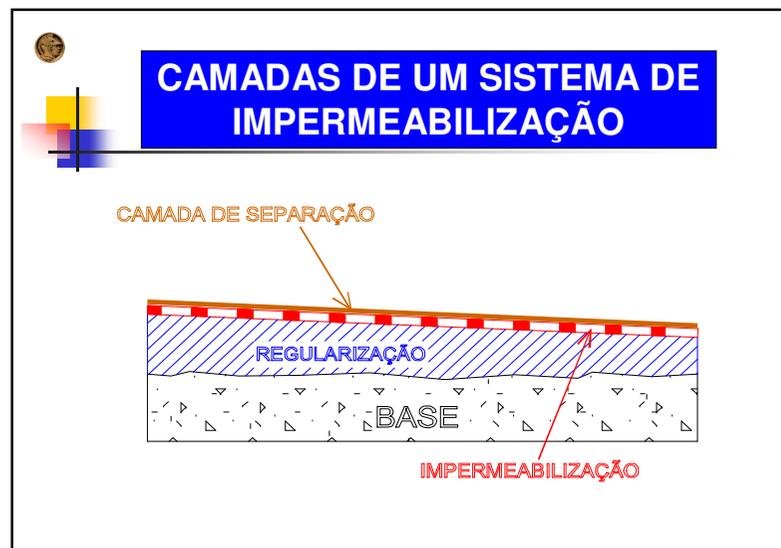
(NBR 9575/2003)



CAMADAS DE UM SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO

- **CAMADA IMPERMEÁVEL**
 - Função: proporcionar uma barreira **CONTRA A PASSAGEM DE FLUÍDOS**.

(NBR 9575/2003)



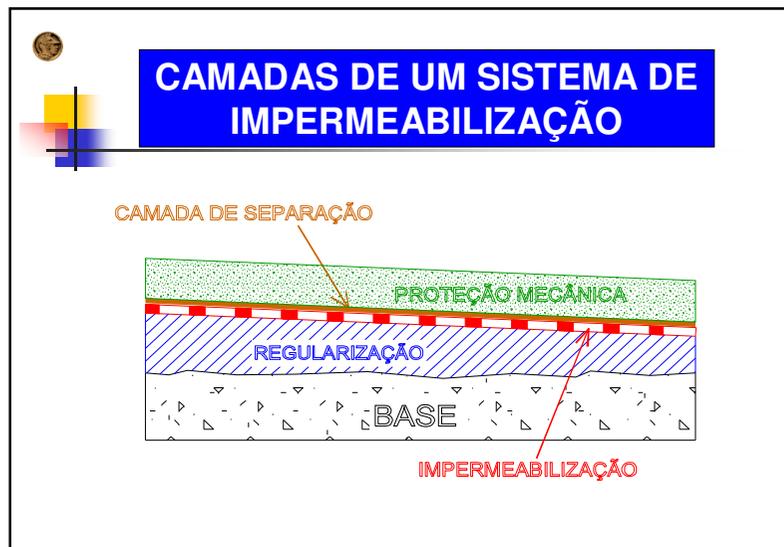
CAMADAS DE UM SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO

- **CAMADA SEPARADORA:** Função: evitar a aderência de outros materiais sobre a camada impermeável

Geralmente:

- Papel Kraft betumado
- Lâmina plástica pré-formada

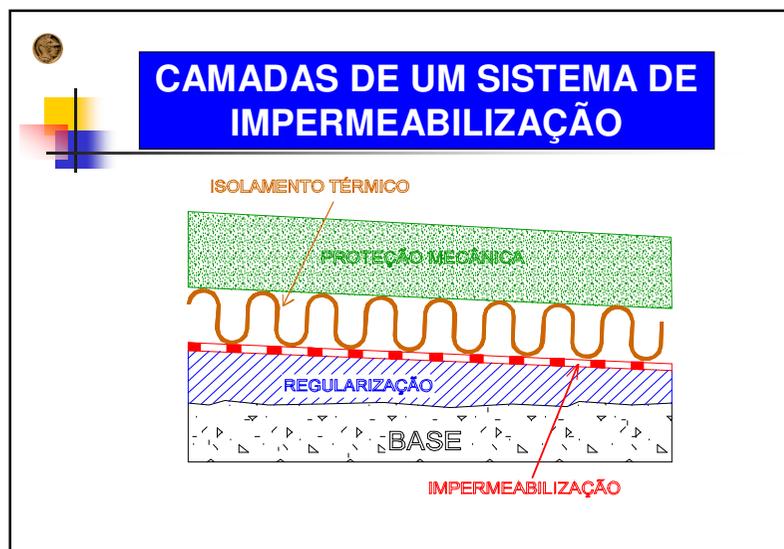
(NBR 9575/2003)



CAMADAS DE UM SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO

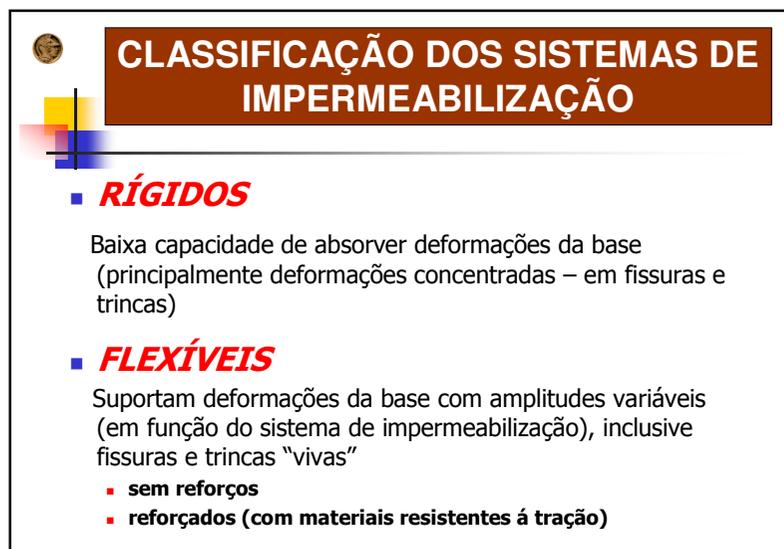
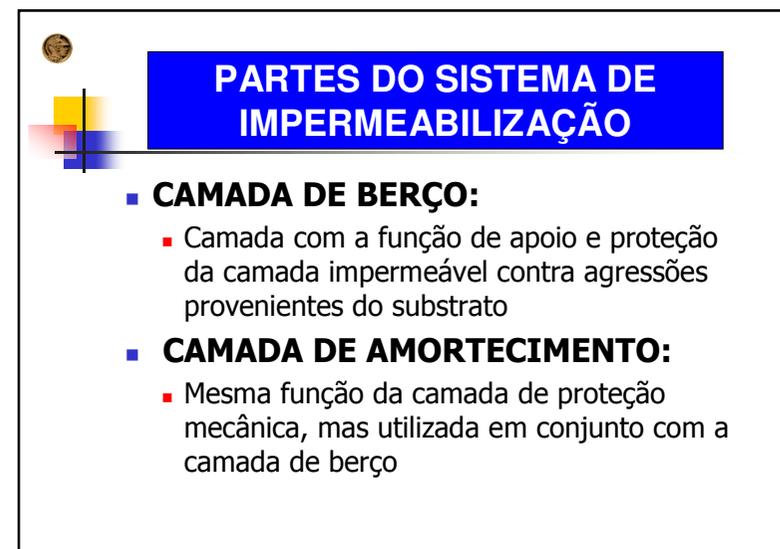
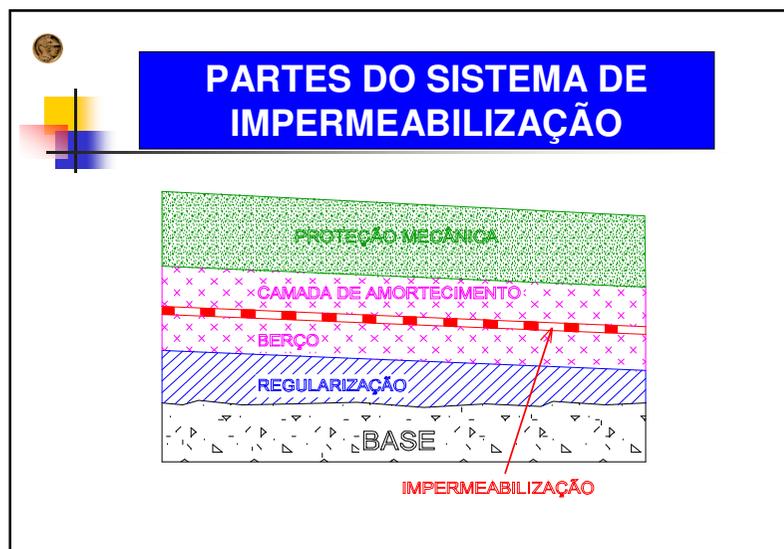
- **PROTEÇÃO MECÂNICA:**
 - Função:
 - *absorver e dissipar os esforços atuantes* sobre a camada impermeável
 - protegê-la contra a ação deletéria destes esforços mecânicos.

(NBR 9575/2003)



CAMADAS DE UM SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO

- **DE PROTEÇÃO TÉRMICA:**
 - Camada com a função de **reduzir o gradiente de temperatura** atuante sobre a camada impermeável, de modo a protegê-la contra os efeitos danosos da temperatura.



CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

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



Argamassa polimérica de base acrílica



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)

CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

- **FLEXÍVEIS:** suportam deformações da base com amplitudes variáveis
 - MANTAS (pré-moldadas)
 - Asfálticas

Manta asfáltica (4 mm, com maçarico)



CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

- **FLEXÍVEIS:** suportam deformações da base com amplitudes variáveis
 - **MANTAS (pré-moldadas)**
 - Poliméricas
 - EPDM (borracha de)



Pré-fabricadas	Moldados no local
Espessura definida e controlada pelo processo industrial.	Espessura variável, com pontos de menor espessura mais frágeis.

Pré-fabricadas	Moldados no local
Espessura definida e controlada pelo processo industrial.	Espessura variável, com pontos de menor espessura mais frágeis.
Conhecimento prévio das características do sistema.	Conhecimento das características dos materiais componentes.

Pré-fabricadas	Moldados no local
Espessura definida e controlada pelo processo industrial.	Espessura variável, com pontos de menor espessura mais frágeis.
Conhecimento prévio das características do sistema.	Conhecimento das características dos materiais componentes.
Aplicação normalmente em única camada; podem ocorrer mais camadas	Aplicação em camadas superpostas; sujeitas a interferências.



Pré-fabricadas	Moldados no local
Maior velocidade de aplicação, com maior rendimento de mão de obra.	Menor velocidade de aplicação, com maiores custos de mão de obra.



Pré-fabricadas	Moldados no local
Maior velocidade de aplicação, com maior rendimento de mão de obra.	Menor velocidade de aplicação, com maiores custos de mão de obra.
Maior facilidade de controle de aplicação.	Maior dificuldade, como número de camadas, consumo/m ² , tempo de secagem, etc.



Pré-fabricadas	Moldados no local
Maior velocidade de aplicação, com maior rendimento de mão de obra.	Menor velocidade de aplicação, com maiores custos de mão de obra.
Maior facilidade de controle de aplicação.	Maior dificuldade, como número de camadas, consumo/m ² , tempo de secagem, etc.
Maior dificuldade em áreas c/ muitas interferências.	Maior facilidade de aplicação em áreas com muitas interferências.



CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO
<ul style="list-style-type: none">■ De acordo com a aderência ao substrato<ul style="list-style-type: none">■ aderido ao substrato■ parcialmente aderido■ não aderido

Resistência à fissuração

Sistemas aderidos

$$\lim_{L_i \rightarrow 0} \frac{\Delta L}{L_i} \rightarrow \infty$$

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_i} = \frac{L_2 - L_1}{L_1} = \frac{0,3 - 0}{0} \cdot 100 \rightarrow \infty$$

Ocorrendo um descolamento do sistema

$$\epsilon = \frac{0,3 - 0}{10} \cdot 100 = 3\%$$

$$\sigma = E\epsilon$$

PRINCIPAIS APLICAÇÕES

- FUNDAÇÕES E CORTINAS
 - 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

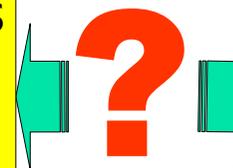
- COBERTURAS E ÁREAS EXTERNAS
 - Mantas e membranas asfálticas
 - Mantas e membranas poliméricas

PRINCIPAIS APLICAÇÕES

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

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)
- APLICABILIDADE
- POSSIBILIDADE DE REPARO

Necessidade de se conhecer os sistemas disponíveis



**EXERCÍCIO:
CONDIÇÕES DE EXPOSIÇÃO DA
IMPERMEABILIZAÇÃO**

No mercado de construção existem vários sistemas de impermeabilização com características bastante distintas. Para a escolha adequada do melhor sistema para cada situação, devemos analisar as condições nas quais estes sistemas poderão ser aplicados, para então escolher o sistema que permitirá atender a estas exigências.

**EXERCÍCIO:
CONDIÇÕES DE EXPOSIÇÃO DA
IMPERMEABILIZAÇÃO**

Assim, estabeleça uma classificação e dê notas quantitativas (de 1 a 3) segundo os critérios apresentados na tabela no verso da folha

EXEMPLO DE CRITÉRIO

1. Frequência de ocorrência e pressão de água

Acesso de água com baixa frequência e sem pressão (p. ex.: cozinha, varanda)	1
Acesso de água com frequência e baixa pressão (p. ex. box do banheiro, cobertura plana)	2
Acesso de água contínuo e alta pressão (estrutura enterrada abaixo do nível do lençol, reservatórios, piscinas)	3

Para as seguintes situações

1. Caixa d'água, em concreto armado, de edifício residencial enterrada;
2. Piscina de edifício residencial, sobre laje em concreto armado;
3. Cobertura de edifício industrial, no qual funciona uma fábrica de componentes eletrônicos, em estrutura pré-fabricada de concreto protendido com vigas "W";

Para as seguintes situações

4. Piso do 3º subsolo de edifício comercial, com lençol freático alto;
5. Laje "em balanço" das varandas de um edifício de alto padrão no Morumbi;
6. Banheiro de 3 m² sobre laje, de um edifício em alvenaria estrutural, de padrão médio;

Para as seguintes situações

7. Laje mista de cobertura de um edifício habitacional de 6 pavimentos em cidade da região metropolitana de São Paulo;
8. Cozinha de edifício em edifício habitacional de padrão médio, com estrutura convencional (laje de 10 cm);
9. Laje da periferia de edifício habitacional de padrão médio, com acesso a veículos;

PCC-2436 – Tecnologia da Construção de Edifícios II
 Outubro 2003 – Aula 23 – Impermeabilização – Conceitos e Classificação



Para as seguintes situações

- 10. Floreiras nas varandas de edifício habitacional de alto padrão;
- 11. Paredes do embasamento de um edifício em alvenaria estrutura de blocos de concreto construído no litoral
- 12. Cobertura do edifício da Engenharia Civil- Parabolóide e grelha invertida;

SITUAÇÃO	Caixa d'água
	1
CARACTERÍSTICA	
a) Freqüência de ocorrência e pressão da água	3
b) confiabilidade requerida	3
c) solicitação mecânica sobre o sistema	1
d) deformabilidade da base	1
e) possibilidade de fissuração da base	1
f) facilidade de acesso para execução e manutenção	1
g) interferência com estrutura	1
h) interferência com instalações	2
i) durabilidade requerida	3
j) espessura total possível do sistema	1
k) inclinação da superfície	3

SITUAÇÃO	Caixa d'água	piscina
	1	2
CARACTERÍSTICA		
a) Freqüência de ocorrência e pressão da água	3	3
b) confiabilidade requerida	3	2
c) solicitação mecânica sobre o sistema	1	1
d) deformabilidade da base	1	2
e) possibilidade de fissuração da base	1	2
f) facilidade de acesso para execução e manutenção	1	2
g) interferência com estrutura	1	1
h) interferência com instalações	2	2
i) durabilidade requerida	3	3
j) espessura total possível do sistema	1	1
k) inclinação da superfície	3	3

SITUAÇÃO	Caixa d'água	piscina	ed. Ind. - vigas W
	1	2	3
CARACTERÍSTICA			
a) Freqüência de ocorrência e pressão da água	3	3	2
b) confiabilidade requerida	3	2	3
c) solicitação mecânica sobre o sistema	1	1	1
d) deformabilidade da base	1	2	3
e) possibilidade de fissuração da base	1	2	1
f) facilidade de acesso para execução e manutenção	1	2	1
g) interferência com estrutura	1	1	2
h) interferência com instalações	2	2	1
i) durabilidade requerida	3	3	2
j) espessura total possível do sistema	1	1	2
k) inclinação da superfície	3	3	2

PCC-2436 – Tecnologia da Construção de Edifícios II
 Outubro 2003 – Aula 23 – Impermeabilização – Conceitos e Classificação

SITUAÇÃO	Caixa d' água	piscina	ed. Ind. - vigas W	Piso 3o. Subsolo
	1	2	3	4
CARACTERÍSTICA				
a) Freqüência de ocorrência e pressão da água	3	3	2	3
b) confiabilidade requerida	3	2	3	1
c) solicitação mecânica sobre o sistema	1	1	1	2
d) deformabilidade da base	1	2	3	1
e) possibilidade de fissuração da base	1	2	1	1
f) facilidade de acesso para execução e manutenção	1	2	1	2
g) interferência com estrutura	1	1	2	1
h) interferência com instalações	2	2	1	1
i) durabilidade requerida	3	3	2	2
j) espessura total possível do sistema	1	1	2	2
k) inclinação da superfície	3	3	2	1

SITUAÇÃO	Caixa d' água	piscina	ed. Ind. - vigas W	Piso 3o. Subsolo	varanda em balanço	banheiro - Alv. Est.
	1	2	3	4	5	6
CARACTERÍSTICA						
a) Freqüência de ocorrência e pressão da água	3	3	2	3	2	
b) confiabilidade requerida	3	2	3	1	2	
c) solicitação mecânica sobre o sistema	1	1	1	2	1	
d) deformabilidade da base	1	2	3	1	3	
e) possibilidade de fissuração da base	1	2	1	1	3	
f) facilidade de acesso para execução e manutenção	1	2	1	2	2	
g) interferência com estrutura	1	1	2	1	1	
h) interferência com instalações	2	2	1	1	1	
i) durabilidade requerida	3	3	2	2	3	
j) espessura total possível do sistema	1	1	2	2	2	
k) inclinação da superfície	3	3	2	1	1	

SITUAÇÃO	Caixa d' água	piscina	ed. Ind. - vigas W	Piso 3o. Subsolo	varanda em balanço	banheiro - Alv. Est.
	1	2	3	4	5	6
CARACTERÍSTICA						
a) Freqüência de ocorrência e pressão da água	3	3	2	3	2	1
b) confiabilidade requerida	3	2	3	1	2	1
c) solicitação mecânica sobre o sistema	1	1	1	2	1	1
d) deformabilidade da base	1	2	3	1	3	1
e) possibilidade de fissuração da base	1	2	1	1	3	2
f) facilidade de acesso para execução e manutenção	1	2	1	2	2	2
g) interferência com estrutura	1	1	2	1	1	1
h) interferência com instalações	2	2	1	1	1	2
i) durabilidade requerida	3	3	2	2	3	1
j) espessura total possível do sistema	1	1	2	2	2	3
k) inclinação da superfície	3	3	2	1	1	1

SITUAÇÃO	Laje mista de cobertura
	7
CARACTERÍSTICA	
a) Freqüência de ocorrência e pressão da água	2
b) confiabilidade requerida	1
c) solicitação mecânica sobre o sistema	1
d) deformabilidade da base	2
e) possibilidade de fissuração da base	3
f) facilidade de acesso para execução e manutenção	1
g) interferência com estrutura	1
h) interferência com instalações	2
i) durabilidade requerida	2
j) espessura total possível do sistema	1
k) inclinação da superfície	1

PCC-2436 – Tecnologia da Construção de Edifícios II
 Outubro 2003 – Aula 23 – Impermeabilização – Conceitos e Classificação

SITUAÇÃO	Laje mista de cobertura	cozinha
	7	8
CARACTERÍSTICA		
a) Frequência de ocorrência e pressão da água	2	1
b) confiabilidade requerida	1	1
c) solicitação mecânica sobre o sistema	1	1
d) deformabilidade da base	2	1
e) possibilidade de fissuração da base	3	2
f) facilidade de acesso para execução e manutenção	1	2
g) interferência com estrutura	1	1
h) interferência com instalações	2	2
i) durabilidade requerida	2	1
j) espessura total possível do sistema	1	3
k) inclinação da superfície	1	1

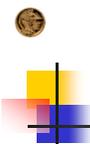
SITUAÇÃO	Laje mista de cobertura	cozinha	laje de periferia
	7	8	9
CARACTERÍSTICA			
a) Frequência de ocorrência e pressão da água	2	1	2
b) confiabilidade requerida	1	1	1
c) solicitação mecânica sobre o sistema	1	1	3
d) deformabilidade da base	2	1	3
e) possibilidade de fissuração da base	3	2	2
f) facilidade de acesso para execução e manutenção	1	2	2
g) interferência com estrutura	1	1	1
h) interferência com instalações	2	2	1
i) durabilidade requerida	2	1	2
j) espessura total possível do sistema	1	3	2
k) inclinação da superfície	1	1	1

SITUAÇÃO	Laje mista de cobertura	cozinha	laje de periferia	floreira
	7	8	9	10
CARACTERÍSTICA				
a) Frequência de ocorrência e pressão da água	2	1	2	2
b) confiabilidade requerida	1	1	1	1
c) solicitação mecânica sobre o sistema	1	1	3	2
d) deformabilidade da base	2	1	3	1
e) possibilidade de fissuração da base	3	2	2	1
f) facilidade de acesso para execução e manutenção	1	2	2	1
g) interferência com estrutura	1	1	1	3
h) interferência com instalações	2	2	1	1
i) durabilidade requerida	2	1	2	1
j) espessura total possível do sistema	1	3	2	2
k) inclinação da superfície	1	1	1	3

SITUAÇÃO	Laje mista de cobertura	cozinha	laje de periferia	floreira	embasamento
	7	8	9	10	11
CARACTERÍSTICA					
a) Frequência de ocorrência e pressão da água	2	1	2	2	2
b) confiabilidade requerida	1	1	1	1	3
c) solicitação mecânica sobre o sistema	1	1	3	2	1
d) deformabilidade da base	2	1	3	1	1
e) possibilidade de fissuração da base	3	2	2	1	1
f) facilidade de acesso para execução e manutenção	1	2	2	1	3
g) interferência com estrutura	1	1	1	3	2
h) interferência com instalações	2	2	1	1	1
i) durabilidade requerida	2	1	2	1	3
j) espessura total possível do sistema	1	3	2	2	1
k) inclinação da superfície	1	1	1	3	3

PCC-2436 – Tecnologia da Construção de Edifícios II
 Outubro 2003 – Aula 23 – Impermeabilização – Conceitos e Classificação

SITUAÇÃO	Laje mista de cobertura	cozinha	laje de periferia	floreira	embasamento	cobertura - Civil
	7	8	9	10	11	12
CARACTERÍSTICA						
a) Frequência de ocorrência e pressão da água	2	1	2	2	2	2
b) confiabilidade requerida	1	1	1	1	3	1
c) solicitação mecânica sobre o sistema	1	1	3	2	1	1
d) deformabilidade da base	2	1	3	1	1	3
e) possibilidade de fissuração da base	3	2	2	1	1	2
f) facilidade de acesso para execução e manutenção	1	2	2	1	3	1
g) interferência com estrutura	1	1	1	3	2	3
h) interferência com instalações	2	2	1	1	1	1
i) durabilidade requerida	2	1	2	1	3	2
j) espessura total possível do sistema	1	3	2	2	1	1
k) inclinação da superfície	1	1	1	3	3	2



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