

Ponte da Arrábida

# REPARAÇÃO E PROTEÇÃO DE BETÃO

31-03-2021, PEDRO AZEVEDO

SIKA PORTUGAL, S.A. / TMM ENGINEER REFURBISHMENT

BUILDING TRUST



# AGENDA

- 1 NP EN 1504**
- 2 DETERIORAÇÃO DE ESTRUTURAS DE BETÃO**
- 3 AVALIAÇÃO DAS PATOLOGIAS E ERROS DE EXECUÇÃO SEGUNDO A NP EN 1504**
- 4 SISTEMA DE PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE SEGUNDO A NP EN 1504**
- 5 SISTEMAS DE REPARAÇÃO DE BETÃO ESTRUTURAL E NÃO ESTRUTURAL SEGUNDO A NP EN 1504**
- 6 SISTEMAS DE PROTEÇÃO DE BETÃO SEGUNDO A NP EN 1504**

# 1. PRINCÍPIOS DA NP EN 1504

## A norma europeia EN 1504

A norma europeia EN 1504 é composta por 10 partes.

Nestes documentos definem-se os requisitos dos produtos para reparação e protecção do betão. O controlo de qualidade na produção dos materiais e a execução dos trabalhos em obra fazem também parte desta norma.

EN 1504 – 1 Descreve os termos e definições contidos na norma

EN 1504 – 2 Fornece especificações para os produtos/sistemas de protecção superficial do betão

EN 1504 – 3 Fornece especificações para reparação estrutural e não estrutural

EN 1504 – 4 Fornece especificações para colagem estrutural

EN 1504 – 5 Fornece especificações para injecções em betão

EN 1504 – 6 Fornece especificações para ancoragem de armaduras

EN 1504 – 7 Fornece especificações para a protecção anticorrosiva de armaduras

EN 1504 – 8 Descreve o controlo de qualidade e a avaliação de conformidade das empresas produtoras

EN 1504 – 9 Define os princípios gerais para a utilização de produtos e sistemas na reparação e protecção de betão

EN 1504 – 10 Fornece informação sobre a aplicação dos produtos em obra e controlo de qualidade dos trabalhos

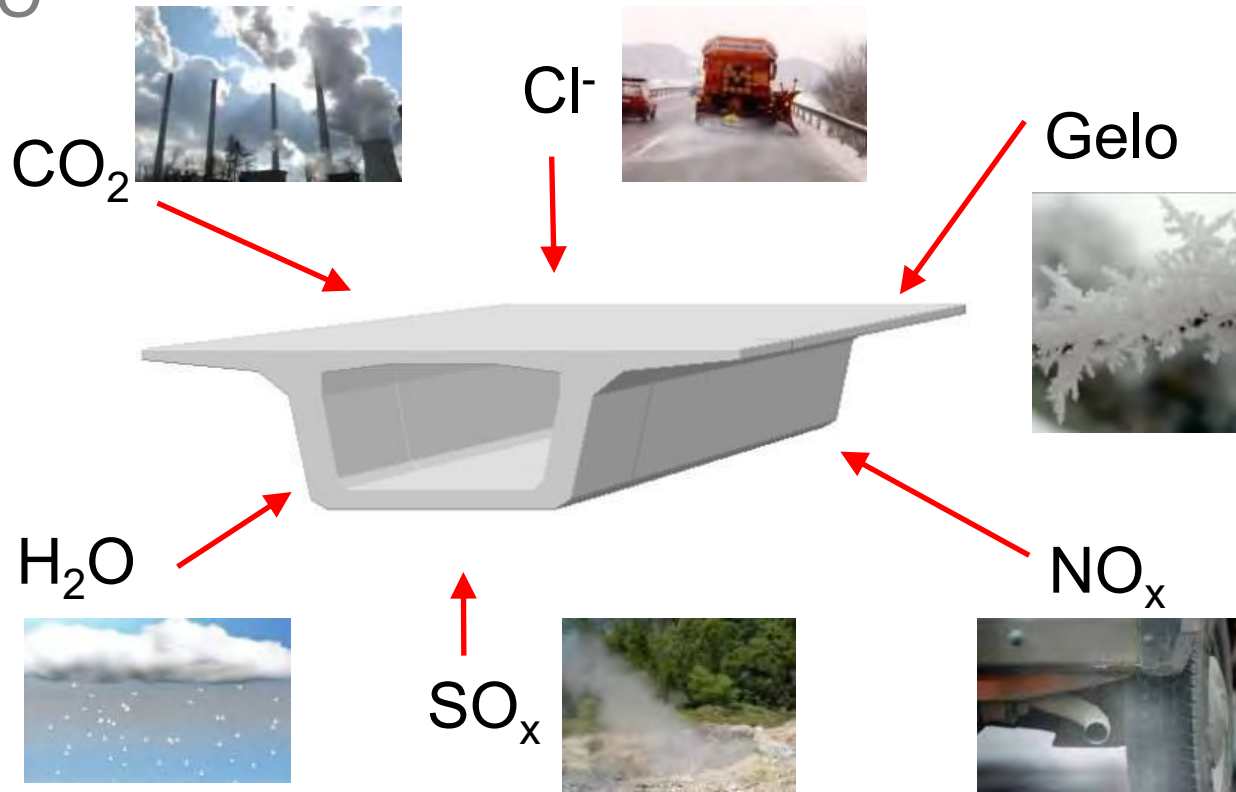


Esta norma será um auxiliar para donos de obra, projectistas e empreiteiros que pretendam intervenções de sucesso na reparação e protecção de todos os tipos de estruturas de betão.

## 2.ENVELHECIMENTO DE ESTRUTURAS DE BETÃO

# DETERIORAÇÃO DE ESTRUTURAS DE BETÃO

## EXPOSIÇÃO



### 3. AVALIAÇÃO DAS PATOLOGIAS E ERROS DE EXECUÇÃO SEGUNDO A NP EN 1504



# DETERIORAÇÃO DE ESTRUTURAS DE BETÃO

## CORROSÃO

Ataque químico

Carbonatação

Ácidos

Contaminantes corrosivos

Cloretos

Corrente elétrica





# DETERIORAÇÃO DE ESTRUTURAS DE BETÃO

## CONDIÇÕES PARA A CORROSÃO DO AÇO DO BETÃO

### FASE 1

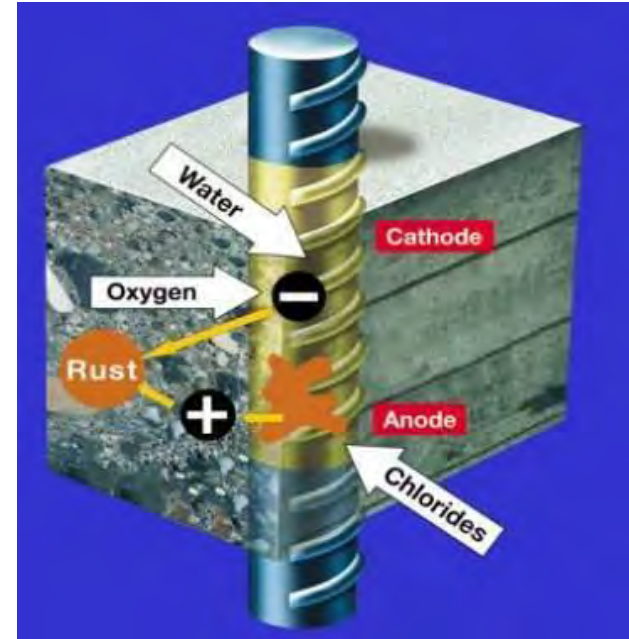
Decomposição da camada protetora

- Por carbonatação
- Por cloretos

### FASE 2

Início do processo electroquímico

- Eletrólito (matriz do betão húmido)
- Anódo
- Cátodo



# DETERIORAÇÃO DE ESTRUTURAS DE BETÃO

## O RESULTADO DA CORROSÃO DO AÇO NO BETÃO

O volume do produto da corrosão é de aprox. 2,5 vezes maior do que o aço inicial → fissuração na camada de recobrimento → delaminação !



### 3. AVALIAÇÃO DAS PATOLOGIAS E ERROS DE EXECUÇÃO SEGUNDO A NP EN 1504



# FATORES QUE PROVOCAM CORROSÃO NO AÇO



- **Camada de recobrimento**
- **Qualidade do betão**
- **As condições de serviço, ex. cloretos**
- **Húmidade (50-70%), salpicos de água**

# CORROSÃO DEVIDO À CARBONATAÇÃO DO BETÃO



**Destacamento  
do betão**

**Armaduras  
corroidas**

**Pouco  
Recobrimento**

**Redução de secção útil da armadura: prox. 0,02 a 0,2 mm por ano**

# CORROSÃO DEVIDO AOS CLORETOS



Corrosão localizada

Sal dissolvido (cloretos)

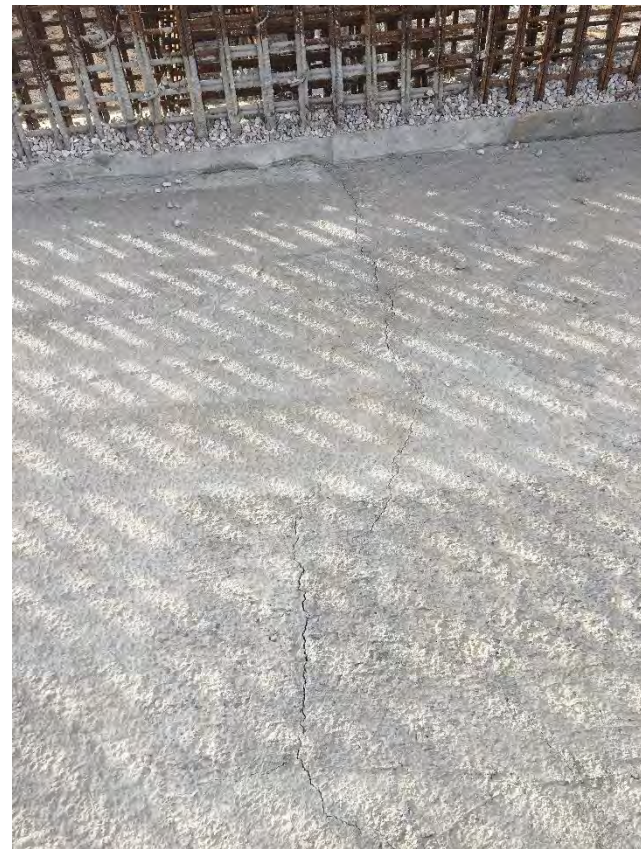
**Redução de secção da armadura: prox. 1 a 10 mm por ano!!**

# ERROS DE EXECUÇÃO





# ERROS DE EXECUÇÃO



# ERROS DE EXECUÇÃO



# ERROS DE EXECUÇÃO



# ERROS DE EXECUÇÃO



# 4. SISTEMA DE PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE SEGUNDO A NP EN 1504 MÉTODOS DE REPARAÇÃO DE BETÃO PREPARAÇÃO DA BASE E APLICAÇÃO

## EQUIPAMENTOS

SIKAGROUT® • SIKA® MONOTOP® • SIKAREP®



# EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA



- ✓ Usar equipamento de segurança apropriado.
- ✓ Cumprir as normas de segurança.

Trabalhe com  
Segurança!

# EQUIPAMENTOS DE MISTURA

Utilizar equipamento profissional para a mistura de SikaGrout®.



Misturador monocomando  
com pá para pequenas  
quantidades



Misturador duplo com pás  
para pequenas médias  
quantidades



Misturador de panela de  
ação forçada para grandes  
quantidades



# EQUIPAMENTOS PARA APLICAÇÃO

Utilizar equipamento sem circuito de projeção.



# MÉTODOS DE REPARAÇÃO DE BETÃO

PREPARAÇÃO DA BASE E APLICAÇÃO

# REPARAÇÃO DE BETÃO

## 8 ETAPAS PARA EXECUÇÃO DO SISTEMA

### 1. PREPARAÇÃO DA BASE



	Limpeza	Desgaste	Remoção
Martelo e ponteira			X
Martelo perfurador		X	X
Granalha de aço	X	X	
Jato de água com baixa pressão (máx. 180 bar)	X		
Jato de água com alta pressão (máx. 600 bar)		X	
Jato de água com muito alta pressão (máx. 1100 bar)			X

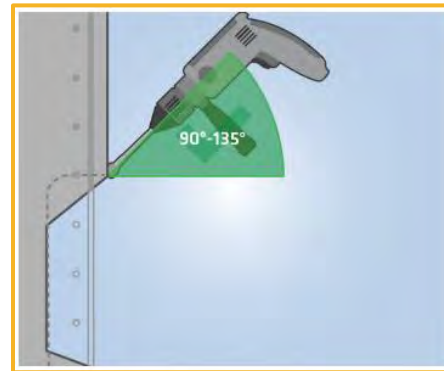
# REPARAÇÃO DE BETÃO

## 8 ETAPAS PARA EXECUÇÃO DO SISTEMA

### 1. PREPARAÇÃO DA BASE



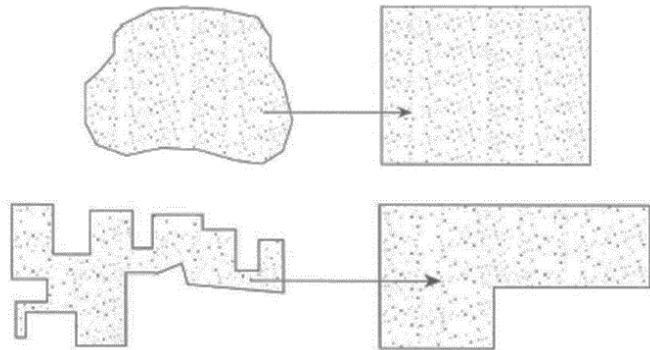
- ✓ Remoção >15 mm atrás das armaduras
- ✓ Superfície rugosa (min. 2 mm)
- ✓ Ângulos de corte > 90° a 135°



# REPARAÇÃO DE BETÃO

## 8 ETAPAS PARA EXECUÇÃO DO SISTEMA

### 1. PREPARAÇÃO DA BASE



- ✓ Formas retangulares
- ✓ Minimizar os cantos reentrantes

# REPARAÇÃO DE BETÃO

## 8 ETAPAS PARA EXECUÇÃO DO SISTEMA

### 2. LIMPEZA DAS ARMADURAS

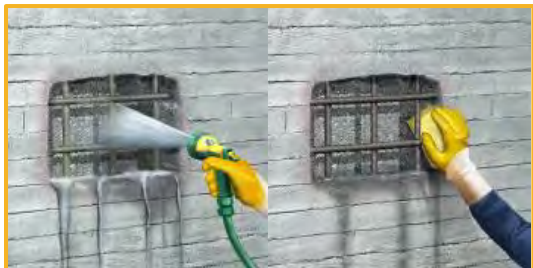


- ✓ As armaduras devem estar completamente limpas e isentas de ferrugem, camadas de descasque
- ✓ Toda a circunferência da barra deve ser uniformemente limpa

# REPARAÇÃO DE BETÃO

## 8 ETAPAS PARA EXECUÇÃO DO SISTEMA

### 3. SATURAÇÃO PRÉVIA DA BASE



- ✓ A base de betão deverá ser saturada com água limpa e baixa pressão no mínimo 2 horas antes da aplicação
- ✓ A superfície não deverá estar seca antes da aplicação
- ✓ Imediatamente antes da aplicação, remover o excesso de água
- ✓ A superfície deve ter um aspeto mate sem água empoçada

# REPARAÇÃO DE BETÃO

## 8 ETAPAS PARA EXECUÇÃO DO SISTEMA

### 4. APLICAÇÃO REVESTIMENTO ANTICORROSIVO E COMO AGENTE DE ADERÊNCIA

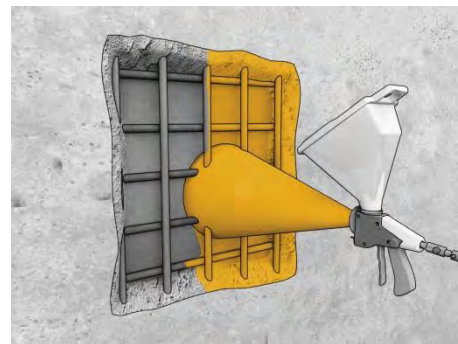
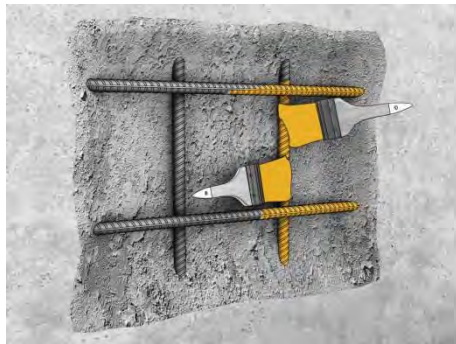


- ✓ Aplicar o produto em toda a superfície da barra em duas camadas
- ✓ Aguardar que a primeira camada esteja seca antes de aplicar a segunda camada
- ✓ Utilizar, se necessário, um espelho para verificar a zona posterior da armadura e garantir o revestimento na sua totalidade



# REPARAÇÃO DE BETÃO

## PROTEÇÃO ANTICORROSIVA E PROMOTOR DE ADERÊNCIA



### SikaTop® Armatec®-110 EpoCem®

- ✓ Cimento e resina de epoxi modificada
- ✓ Fornecido em três componentes
- ✓ Agente de aderência e como proteção anticorrosiva



### Sika® Monotop®-910 S

- ✓ À base de cimento
- ✓ Monocomponente
- ✓ Agente de aderência e como proteção anticorrosiva

**Como promotores de aderência estrutural para todo tipo de argamassas!**

# REPARAÇÃO DE BETÃO

## 8 ETAPAS PARA EXECUÇÃO DO SISTEMA

### 5. REPERFILAMENTO DO BETÃO



- ✓ A argamassa de reparação deve ser pressionada firmemente na área de reparação
- ✓ Quando a espessura de reparação exceder o máximo permitido por camada da argamassa de reparação, deverão ser realizadas várias camadas
- ✓ A primeira camada deverá estar endurecida
- ✓ Garantir que a argamassa de reparação cobre todo o perímetro da armadura

# REPARAÇÃO DE BETÃO

## 8 ETAPAS PARA EXECUÇÃO DO SISTEMA

### 5. REPERFILAMENTO DO BETÃO - APLICAÇÃO POR PROJEÇÃO



- ✓ As argamassas projetadas são geralmente aplicadas através de bico de projeção
- ✓ As mesmas recomendações de dosagem, camadas intermédias, etc, seguem de acordo com a aplicação manual

# REPARAÇÃO DE BETÃO

## 8 ETAPAS PARA EXECUÇÃO DO SISTEMA

### 5. REPERFILAMENTO DO BETÃO - APLICAÇÃO POR VAZAMENTO



- ✓ As argamassas fluidas devem ser aplicadas o mais rapidamente possível na área preparada após a mistura
- ✓ As argamassas fluidas devem ser vazadas no período de 15 minutos para otimizar as propriedades de expansão do material
- ✓ Vazar o material **só** a partir de um lado da cofragem

# REPARAÇÃO DE BETÃO

## REPERAÇÃO ESTRUTURAL– MÉTODO DE APLICAÇÃO

### TIXOTRÓPICAS



### Fluidas



# REPARAÇÃO ESTRUTURAL – APLICAÇÃO MANUAL OU PROJEÇÃO

Class e	Produto	Espessuras (mín/máx)	Resistências à compressão		Reparação EN 1504-3	Proteção EN 1504-2	Anticorrosã o EN 1504-7
			24 horas	28 dias			
R1	SikaRep-111	2 / 10 mm	----	15 MPa	✓	✗	✗
R2	SikaRep-2200 (2h pintar)	5 / 50 mm	8 MPa	17 MPa	✓	✗	✗
R3	SikaRep-2300	5 / 50 mm	12 MPa	25 MPa	✓	✗	✗
	Sika Monotop 612	5 / 30 mm	----	40 MPa	✓	✗	✗
	Sika Monotop 620	1,5 / 5 mm	9,5 MPa	43 MPa	✓	✗	✗
R4	SikaRep-2400	5 / 60 mm	20 MPa	50 MPa	✓	✗	✗
	Sika Monotop 412 S	6 / 50 mm	20 MPa	50 MPa	✓	✗	✗
	Sika Monotop-3130 Ultra Rapid	5 / 50 mm	20 MPa	50 MPa	✓	✗	✗
	Sika Monotop-4200 Multiflow	5 / 80 mm	20 MPa	50 MPa	✓	✗	✗
	Sika Monotop-4100 Protect	4 / 60 mm	15 MPa	50 MPa	✓	✓	✓

# REPARAÇÃO ESTRUTURAL – APLICAÇÃO MANUAL OU PROJEÇÃO

Class e	Produto	Espessuras (mín/máx)	Resistências à compressão		Reparação EN 1504-3	Proteção EN 1504-2	Anticorrosão EN 1504-7
			24 horas	28 dias			
R4	SikaRep 434*	6 / 150 mm	6,5 MPa	60 MPa	✓	✗	✗
	SikaGrout-340	10/ 300 mm	50 MPa	> 95 N MPa	✓	✗	✗

\* O SikaRep-434, quando adicionado com o SikaRep 512, pode ser aplicado até 150 mm por camada (2:1).



# REPARAÇÃO DE BETÃO

## 8 ETAPAS PARA EXECUÇÃO DO SISTEMA

### 6. BARRAMENTO DE REGULARIZAÇÃO



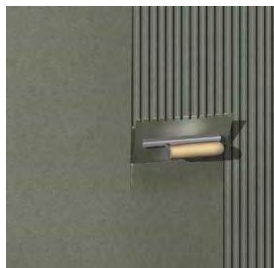
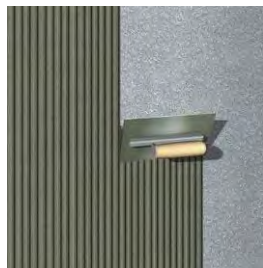
- ✓ Selar toda porosidade e regularizar
- ✓ Restaurar durabilidade
- ✓ Controlo da humidade
- ✓ Aumento da resistência física
- ✓ Preservação ou Aumento da resistividade



# REPARAÇÃO DE BETÃO

## ARGAMASSAS DE REGULARIZAÇÃO – MÉTODO DE APLICAÇÃO

### TIXOTRÓPICAS



# REPARAÇÃO DE BETÃO

## ARGAMASSAS DE REGULARIZAÇÃO - TIXOTRÓPICAS

Classe [EN 1504-3]	Produto	Espessuras (mín/máx)	Inibidores corrosão	Nº de comp.	Tipo de ligante	Rapidez endur.	Aplicação
R1	SikaRep-111	2 – 10 mm	Não	1	Cimento Portland	Não	Manual / Projeção
R3	Sika Monotop-620	2 - 5 mm	Não	1	Cimento Portland	Não	Manual / Projeção
R4	Sikagard-720 EpoCem	0,5 - 3 mm	Não	3	Epoxi + Cimento Portland	Não	Manual / Projeção

# REPARAÇÃO DE BETÃO

## 8 ETAPAS PARA EXECUÇÃO DO SISTEMA

### 7. REVESTIMENTO DE PROTEÇÃO - PRIMÁRIO

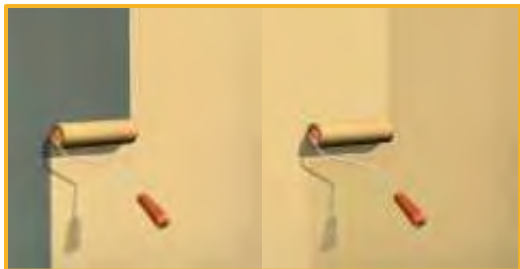


- ✓ Como primário promotor de aderência:
  - Sobre betão poroso ou muito denso (GRC)
  - Sobre bases minerais absorventes.

# REPARAÇÃO DE BETÃO

## 8 ETAPAS PARA EXECUÇÃO DO SISTEMA

### 8. REVESTIMENTO DE PROTEÇÃO - REVESTIMENTO



- ✓ Protege o betão das influências atmosféricas agressivas, que penetram no betão em forma de sais ou gases.
- ✓ Elevada resistência à difusão de CO<sub>2</sub>, reduzindo o efeito da carbonatação.
- ✓ A permeabilidade ao vapor de água não é afetada.
- ✓ O revestimento reduz a deposição de sujidade e favorece o efeito de autolimpeza das superfícies

# 5. PROTEÇÃO DE BETÃO



Centro Comercial  
Colombo - Lisboa



Ponte Arrábida - Porto

Centro Comercial  
Mar Shopping  
- Matosinhos



Viaduto Avenida 25  
de Abril - Porto

# PROTEÇÃO DE BETÃO

## CLASSIFICAÇÃO



### **Impregnação hidrofóbica**

Repelentes de água

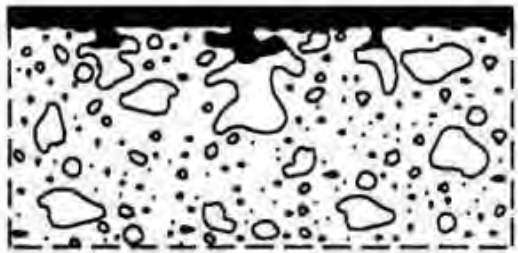
Poros revestidos internamente, mas não preenchidos



### **Impregnação**

Reduzir a porosidade da superfície

Poros parcialmente ou totalmente preenchido



### **Revestimentos**

Camada contínua protetora da superfície

# PROTEÇÃO DE BETÃO

## IMPREGNAÇÕES HIDROFÓBICAS



**Aumenta a durabilidade!**

- ✓ Superfície invisível repelente de água
- ✓ Mantém a água para fora da estrutura
- ✓ Protege contra geadas
- ✓ Protege os sias de degelo
- ✓ Protege a entrada de cloretos

# PROTEÇÃO DE BETÃO

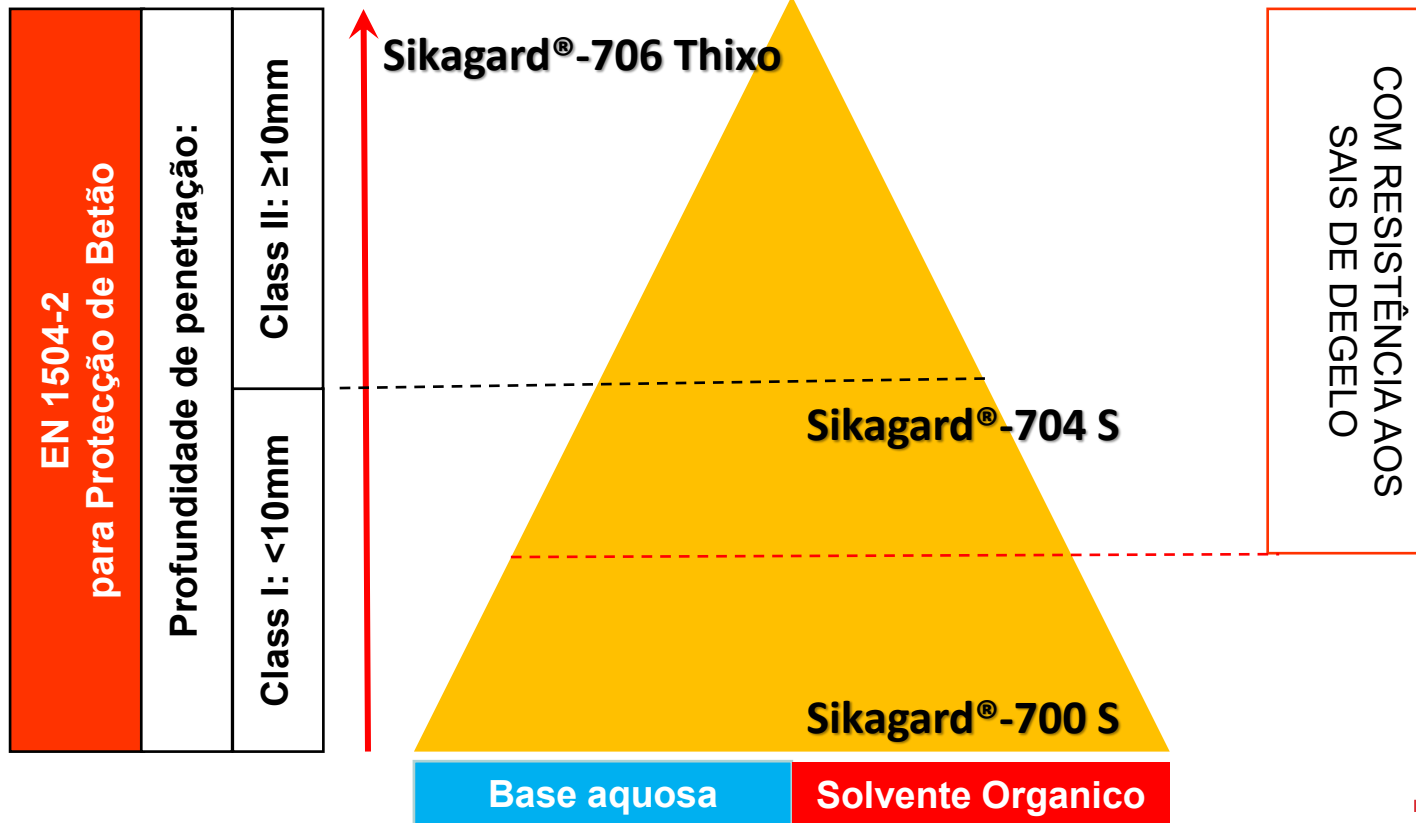
## IMPREGNAÇÕES HIDROFÓBICAS

Tipo de produto (Conteúdo ativo)	Profundidade de penetração em mm	Preferências de uso
Silano líquido (>99%) ou silano em gel (80%)	> 5mm	Máxima proteção em ambientes marítimos Proteção à corrosão e reação álcali-silica
Silanos/siloxanos (20 to 40%)	3-4 mm	Usos gerais em engenharia civil
Emulsão de silanos (20 to 40%)	2- 3 mm	Usos gerais em edifícios o como primários para revestimentos de proteção
Siloxanos base solvente ou aquosa (<10%)	< 1 mm (em betão) > 5mm alvenarias	Para alvenarias o substratos no alcalinos Para betão, usado como primário para revestimentos de proteção



# PROTEÇÃO DE BETÃO

## IMPREGNAÇÕES HIDROFÓBICAS



# PROTEÇÃO DE BETÃO

## IMPREGNAÇÕES E REVESTIMENTOS

### Ponte de fissuras (para sistemas flexíveis ou elásticos)

<sup>c</sup> Revestimentos rígidos são revestimentos com Shore D  $\geq 60$  de acordo com a EN ISO 868.

Quadro 6 – Condições de ensaio de acordo com a EN 1062-7 (Método A, abertura contínua da fissura)

Classe	Largura da fissura, mm	Velocidade de abertura da fissura, mm/min
A1	> 0,100	-
A2	> 0,250	0,05
A3	> 0,500	0,05
A4	> 1,250	0,5
A5	> 2,500	0,5

**NOTA 1:** Temperatura de ensaio recomendada para as classes A2 a A5: -10 °C (para a A1: 21°C).

Podem ser escolhidas outras temperaturas de ensaio por comum acordo entre as partes interessadas, como por exemplo, 10 °C, 0 °C, -20 °C, -30 °C, -40 °C

A temperatura de ensaio deve ser indicada entre parêntesis após a classe (por exemplo, A4 (-20 °C)).

Fonte: NP EN 1504-2 : 2006

# SIKAGARD SERIE 500 E 600

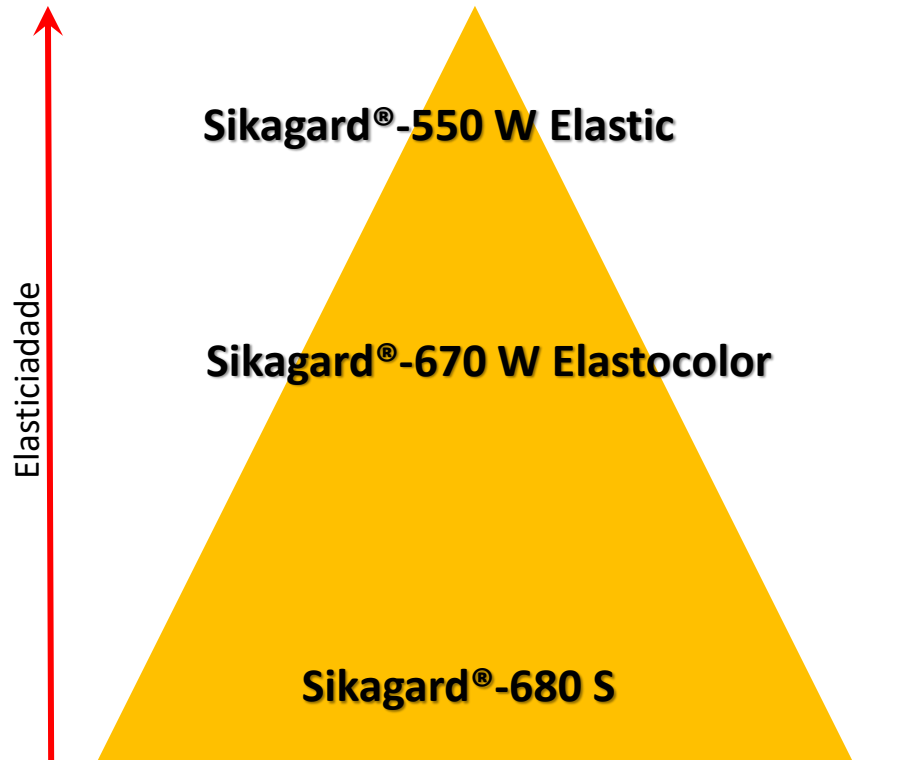
EXTERIOR | PROTEÇÃO

BUILDING TRUST



# PROTEÇÃO DE BETÃO

## IMPREGNAÇÃO



# PROTEÇÃO DE BETÃO

## SISTEMAS

### ■ Proteção da Pele:

✓ Creme de proteção solar  
(→reflexão de radiação UV)



✓ Guarda-sol  
(→para criar sombra)



✓ Roupas de protecção  
(→ para cobrir a pele)



### ■ Protecção de Betão:

✓ Inibidores de Corrosão  
(protecção das armaduras)



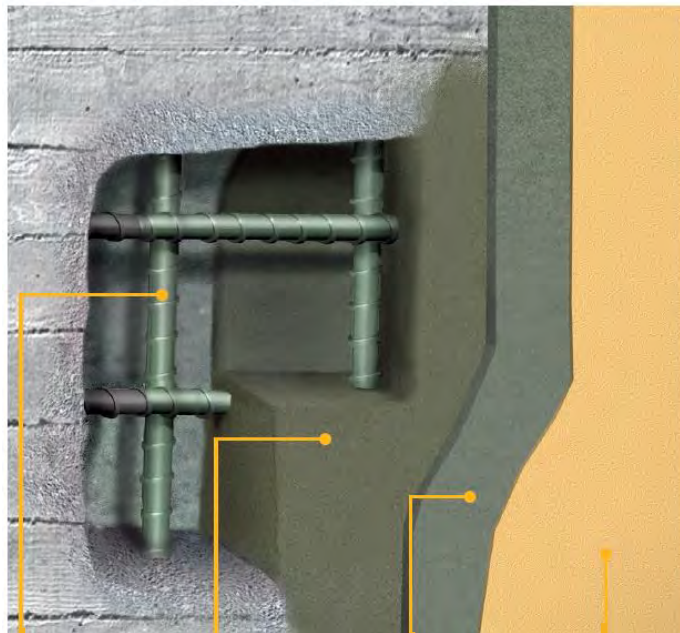
✓ A impregnação hidrofóbica  
(repelente de água)



✓ Revestimento  
(película de protecção)

# REPARAÇÃO E PROTEÇÃO DE BETÃO

## SISTEMA



### Proteção anticorrosiva

Sika® Monotop®-910 S  
SikaTop® Armatec® 110  
EpoCem®

### Argamassa de reparação

Sika® Monotop®-612, 412 S ou  
4200 MultiFlow  
SikaRep®-414 ou 434

### Argamassa de reparação

Sika® Monotop®-620  
SikaRep®-111  
Sikagard®-720 EpoCem®

### Revestimento de proteção

Sikagard® (pinturas ou impregnações)

# DOCUMENTOS DISPONÍVEIS

- ✓ Fichas de produtos
- ✓ Fichas de dados de segurança
- ✓ Declarações de desempenho
- ✓ Certificado e Controlo de Produção em fábrica
- ✓ Métodos de aplicação/Propostas Técnicas
- ✓ Brochuras



OBRIGADO PELA ATENÇÃO