



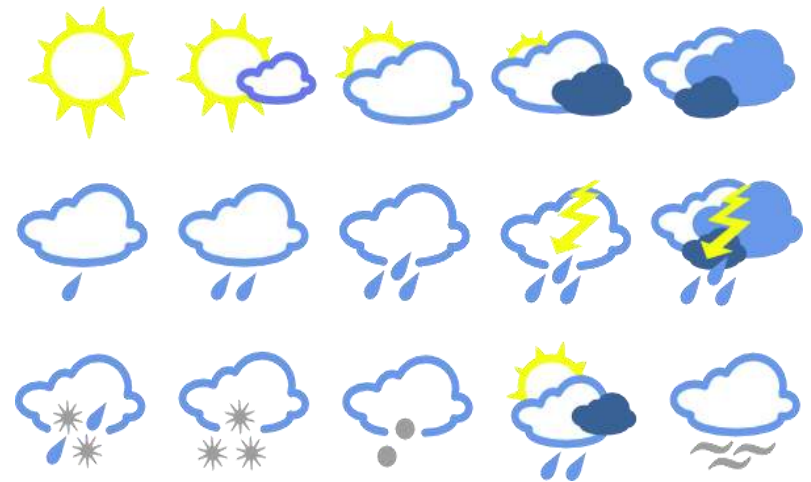
ADITIVOS

(função, particularidades, manuseio)

Concreto é tão imprevisível como o tempo



≡



Fatores de influência do desempenho para o concreto:

- Traço de concreto
- Água
- Cimento
- Areia
- Agregados
- Adições
- Retardadores
- Aceleradores
- Aditivos para concreto
- Contaminações
- Temperatura

Aditivos para Concreto

DEFINIÇÃO NBR 11768

“Produtos que adicionados em pequena quantidade a concretos de cimento Portland modificam algumas de suas propriedades, no sentido de melhor adequá-las a determinadas condições.”

Aditivos para Concreto

“O objetivo principal do aditivo é proporcionar ao concreto propriedades que, sem ele, não seriam possíveis de se alcançar”

Jaques Pinto - Diretor da MC Bauchemie – Brasil

Em entrevista a Revista Construção Mercado em 2006.

“O objetivo principal dos aditivos é alterar determinadas propriedades do concreto. Ampliar qualidades e minimizar pontos fracos(...) Aditivos devem ser introduzidos em concretos dosados adequadamente, ao passo que não transformam concretos ruins em concretos bons”.

Eng. Paulo Roberto de Castro

Em apresentação na Expoconstrução em 2008

Aditivos para Concreto

ABNT NBR 11768 – Aditivos para Concreto de Cimento Portland

- ➔ **Tipos de aditivos**
- ➔ **Condições gerais**
- ➔ **Critérios de inspeção**
- ➔ **Testes iniciais**
- ➔ **Ensaaios em concreto**



Tipos de aditivos usados no concreto



Tipos de aditivos usados no concreto

Aditivos não normalizados na ABNT NBR 11768

- Inibidores de corrosão
- Redutores de retração
- Expansores
- Redutores de ar incorporado
- Modificadores de viscosidade
- Redutores da reação álcali-agregado
- Modificadores de adesão
- Fungicidas, inseticidas e bactericidas
- Agentes de cura

Aditivos para Concreto

ABNT NBR 10908 - Aditivos para argamassa e concreto - Ensaio de caracterização

➔ Ensaio de caracterização e controle de aditivos

Propriedade	Método de ensaio	Requisito
Homogeneidade ^a	Exame visual	Homogêneo no momento de sua utilização. A presença de materiais insolúveis não pode ultrapassar os limites fixados pelo fabricante em sua especificação
Cor ^a	Exame visual	Uniforme e similar à descrição informada pelo fabricante
Massa específica ^a (d) (somente para líquidos)	ABNT NBR 10908	Se $d > 1,10$, a tolerância é $\pm 0,03 \text{ g/cm}^3$ Se $d \leq 1,10$, a tolerância é $\pm 0,02 \text{ g/cm}^3$ Onde d corresponde ao valor de massa específica fixado pelo fabricante
Teor de resíduos sólidos ^a (r)	ABNT NBR 10908	Se $r \geq 20 \%$, a tolerância é de $\pm 5 \%$ de r Se $r < 20 \%$, a tolerância é de $\pm 10 \%$ de r Onde r corresponde ao valor de resíduos sólidos fixado pelo fabricante, em porcentagem de massa
pH ^a	ABNT NBR 10908	Valor fixado pelo fabricante com tolerância de ± 1
Cloretos solúveis em água (Cl ⁻) ^a	ABNT NBR 10908	$\leq 0,15 \%$, em massa ^b , ou não maior que o valor fixado pelo fabricante no caso de aditivos para uso em concreto simples (não armado)

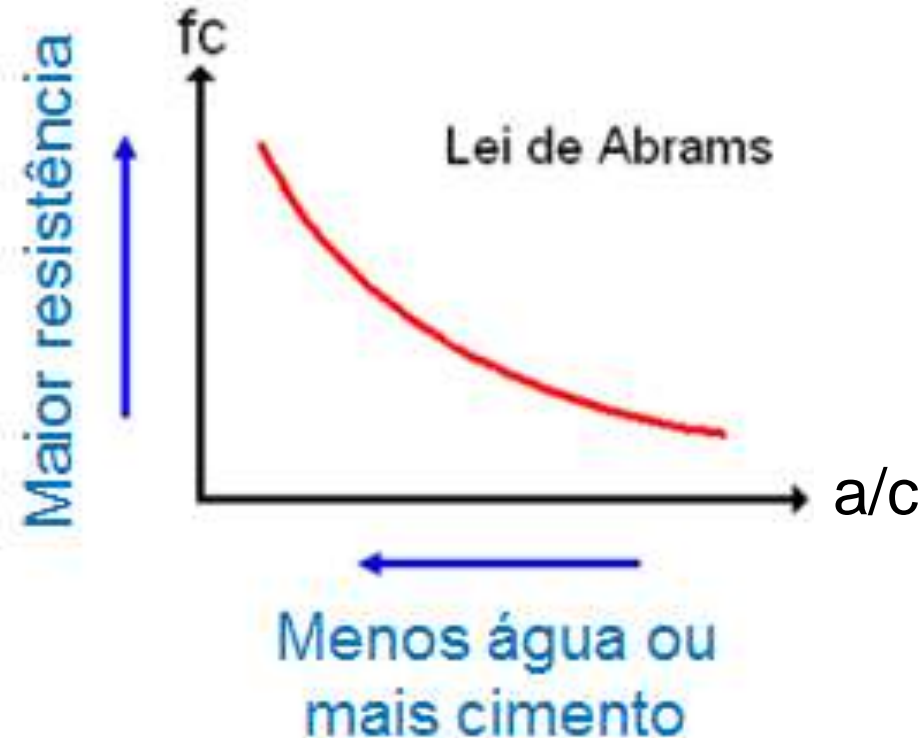
^a O valor declarado pelo fabricante deve ser informado por escrito.
^b Teor de cloretos menor ou igual a 0,15 %, em massa, corresponde a aditivo isento de íons cloretos.



Aditivo Plastificante e Superplastificante

Concreto mais resistente

- **Menos água**
perda de trabalhabilidade
- **Mais cimento**
aumento do custo
maior calor de hidratação
maior retração



Aditivos: menos água SEM perda de trabalhabilidade

Aditivos para Concreto

Efeitos genéricos

- ✓ Aumento da trabalhabilidade ou plasticidade do concreto
- ✓ Redução do consumo de cimento (custo, calor liberado...)
- ✓ Aceleração ou retardo do tempo de pega
- ✓ Redução da retração do concreto
- ✓ Aumento da durabilidade

Trabalhabilidade do concreto fresco

Sem aditivo



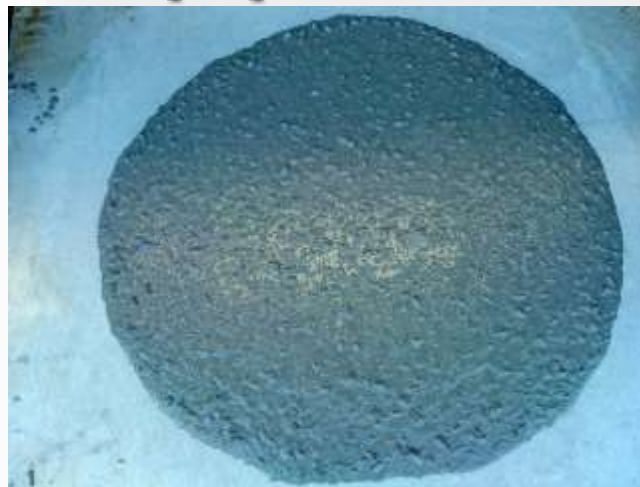
Plastificante



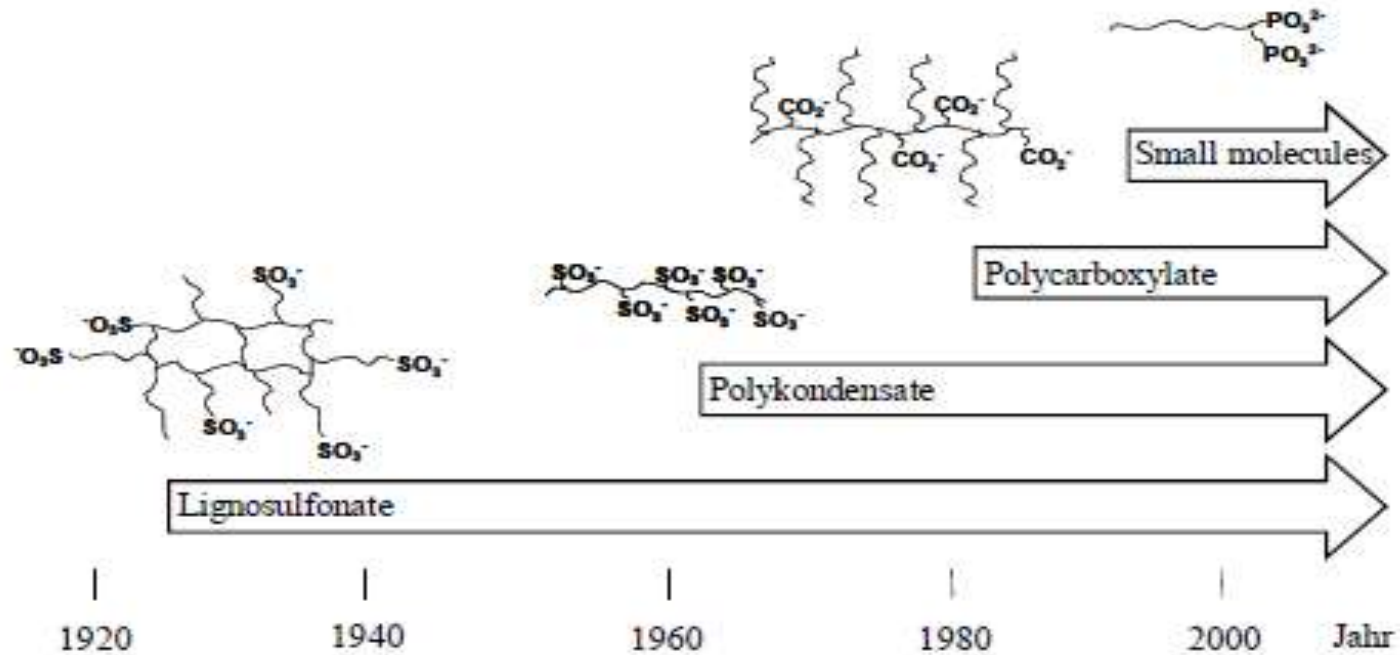
Mid-range



Superplastificante



Evolução dos aditivos para concreto



	1930	1970	1990	2000
	Lignosulfonatos	Melamina / Naftaleno	Polimeros Vinilicos	Policarboxilatos
Capacidade de redução de água	10%	20%	30%	40%

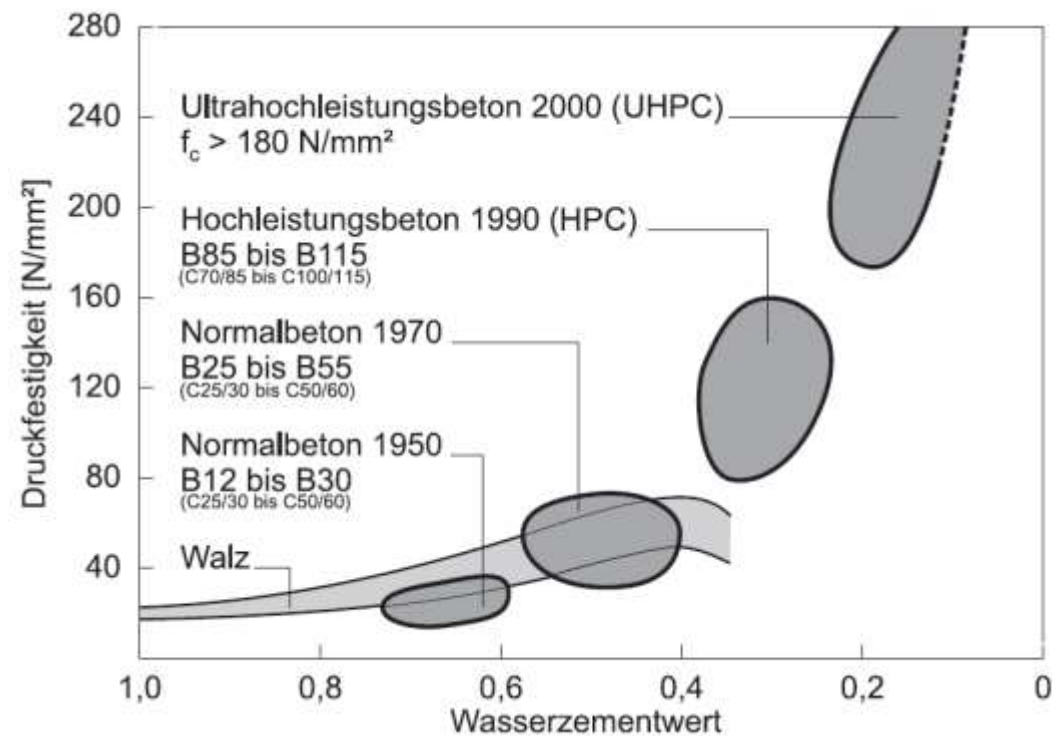
Aditivos para Concreto

História



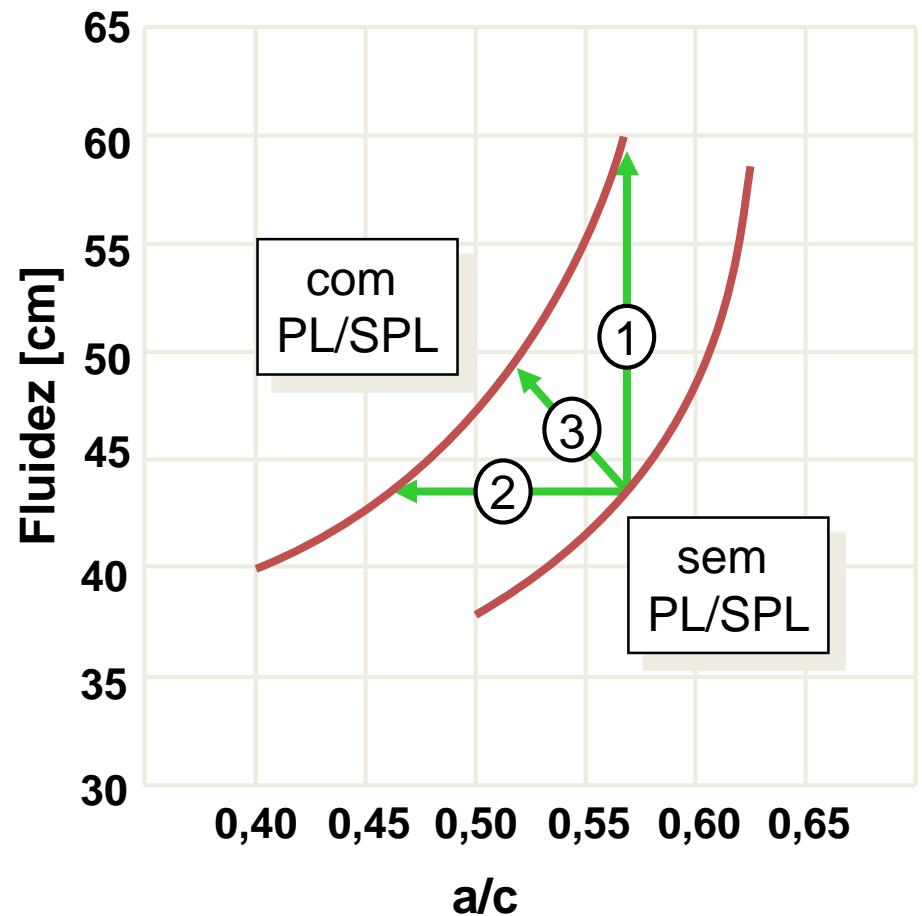
Pantheon (200 B.C.)

Opus Caementitium



Aditivo Plastificante e Superplastificante

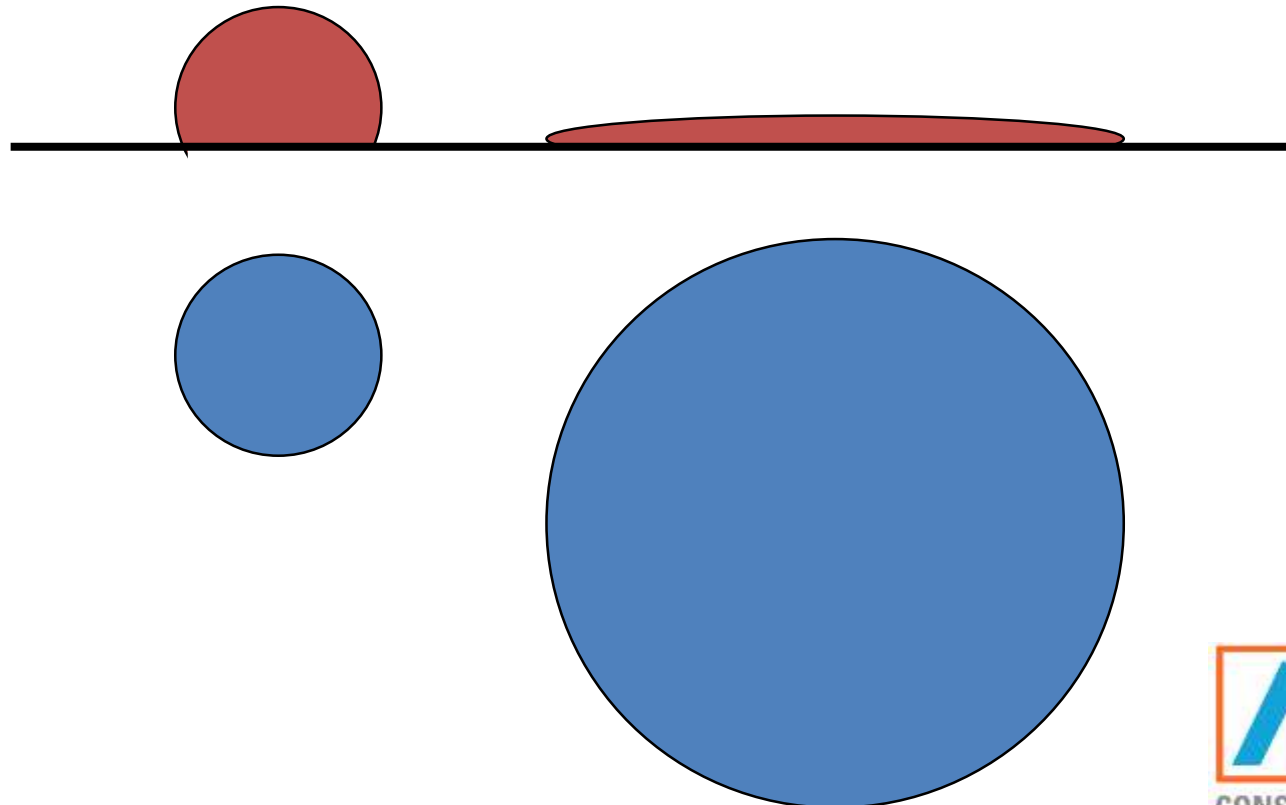
1. Aumento da consistência (constante a/c)
2. Redução do fator a/c (consistência constante)
3. Combinações



Aditivo Plastificante e Superplastificante

Principal mecanismo de ação - Tensoatividade

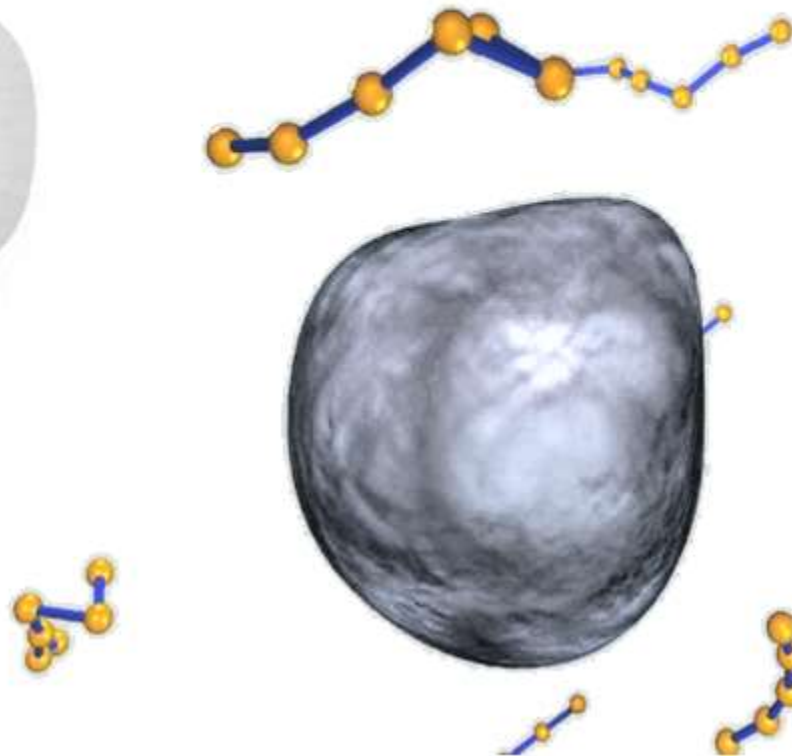
- Redução de tensão da superfície da água



Aditivo Plastificante e Superplastificante



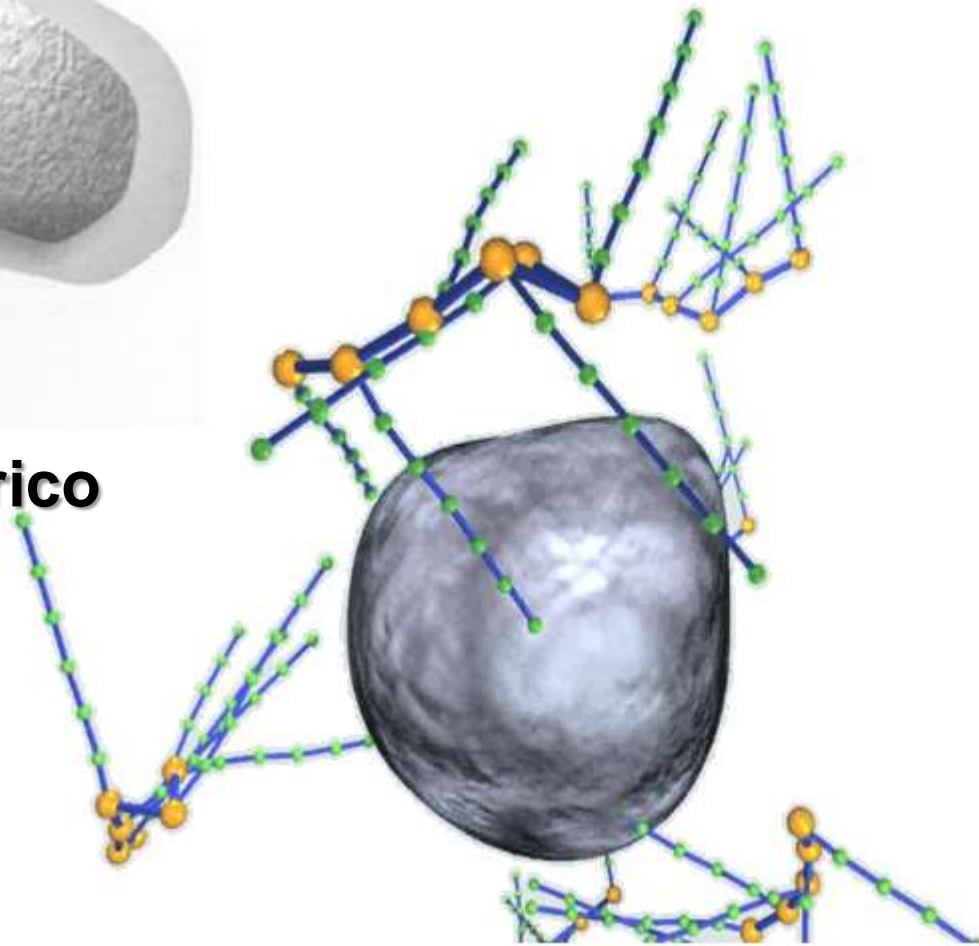
Repulsão elétrica



Aditivo Superplastificante - PCE

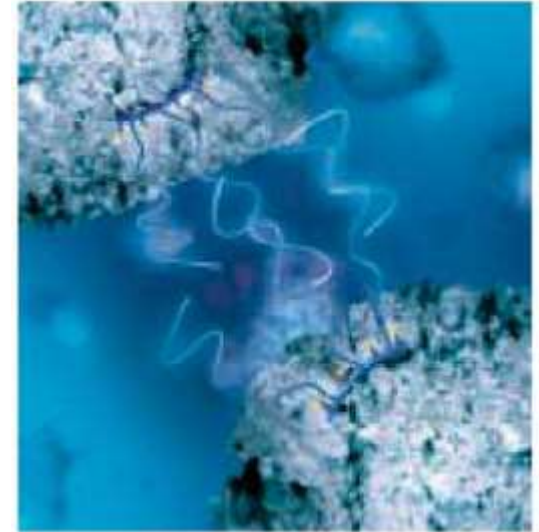
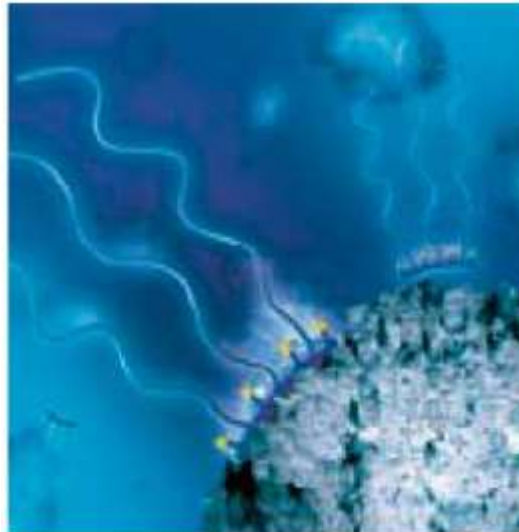
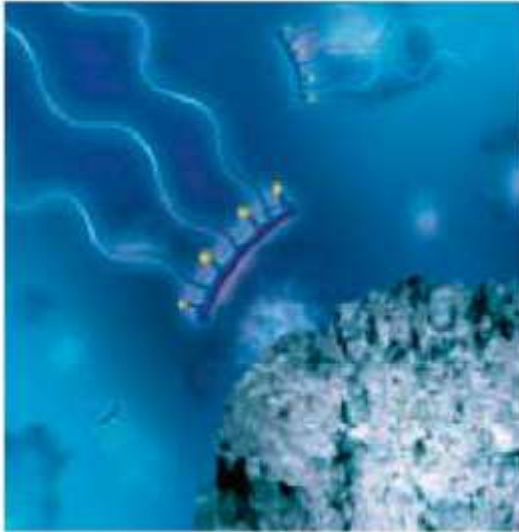


Impedimento estérico



Aditivo Superplastificante - PCE

Funcionalidade

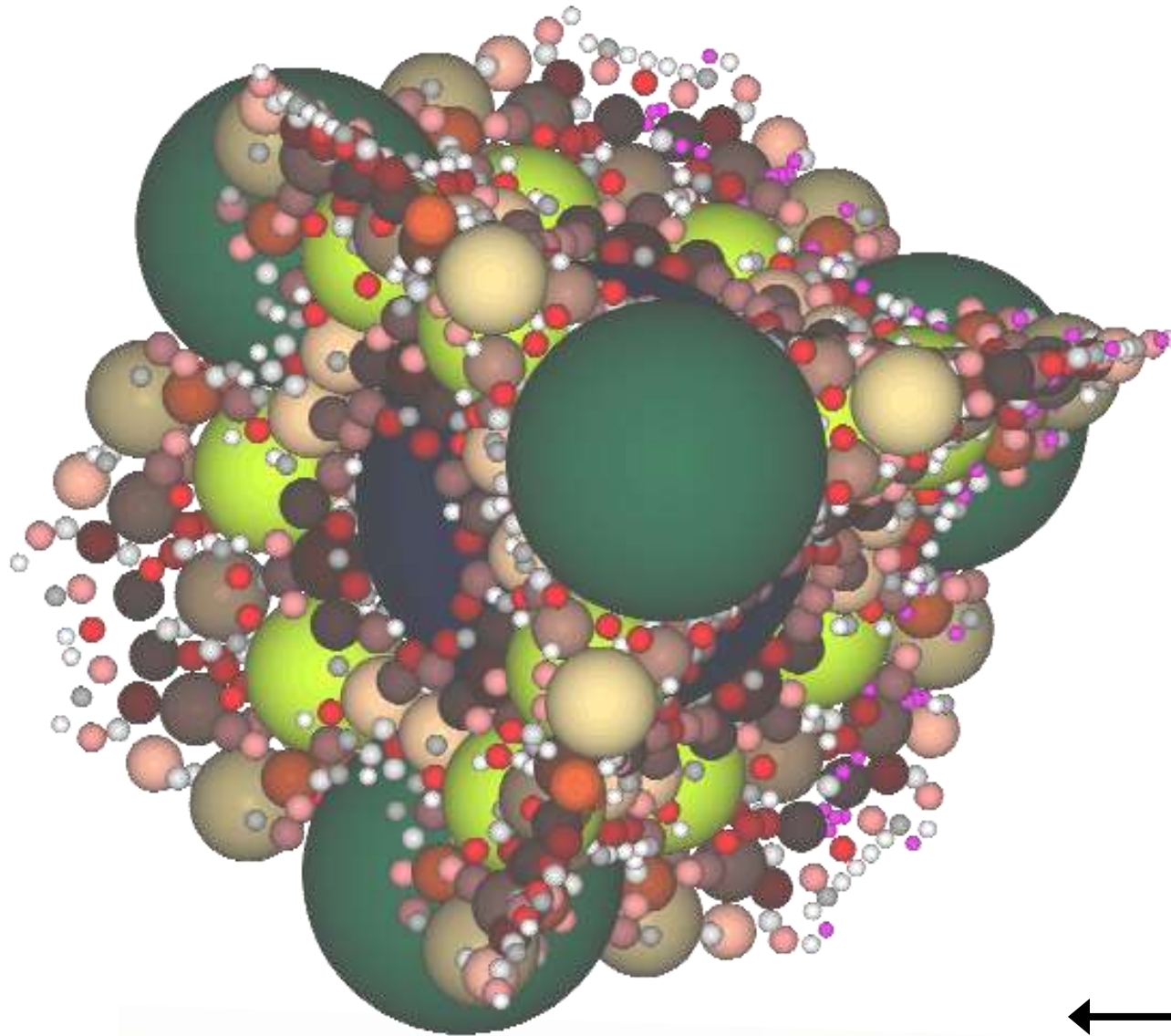


Aproximação da molécula PCE

Adsorção da molécula PCE

Impedimento estérico

Interação das partículas



50 μm



Comparação de tamanho

Areia

Pó de quartzo

Cimento

Sílica ativa

PCE



100 μm



Aditivo Modificador de Viscosidade

- **Combater exsudação**
- **Combater segregação**
- **Melhorar bombeamento**
- **Concretagem submersa**
- **Combater perda de água do concreto fresco (fundações / estaca hélice contínua)**



Aditivo Modificador de Viscosidade



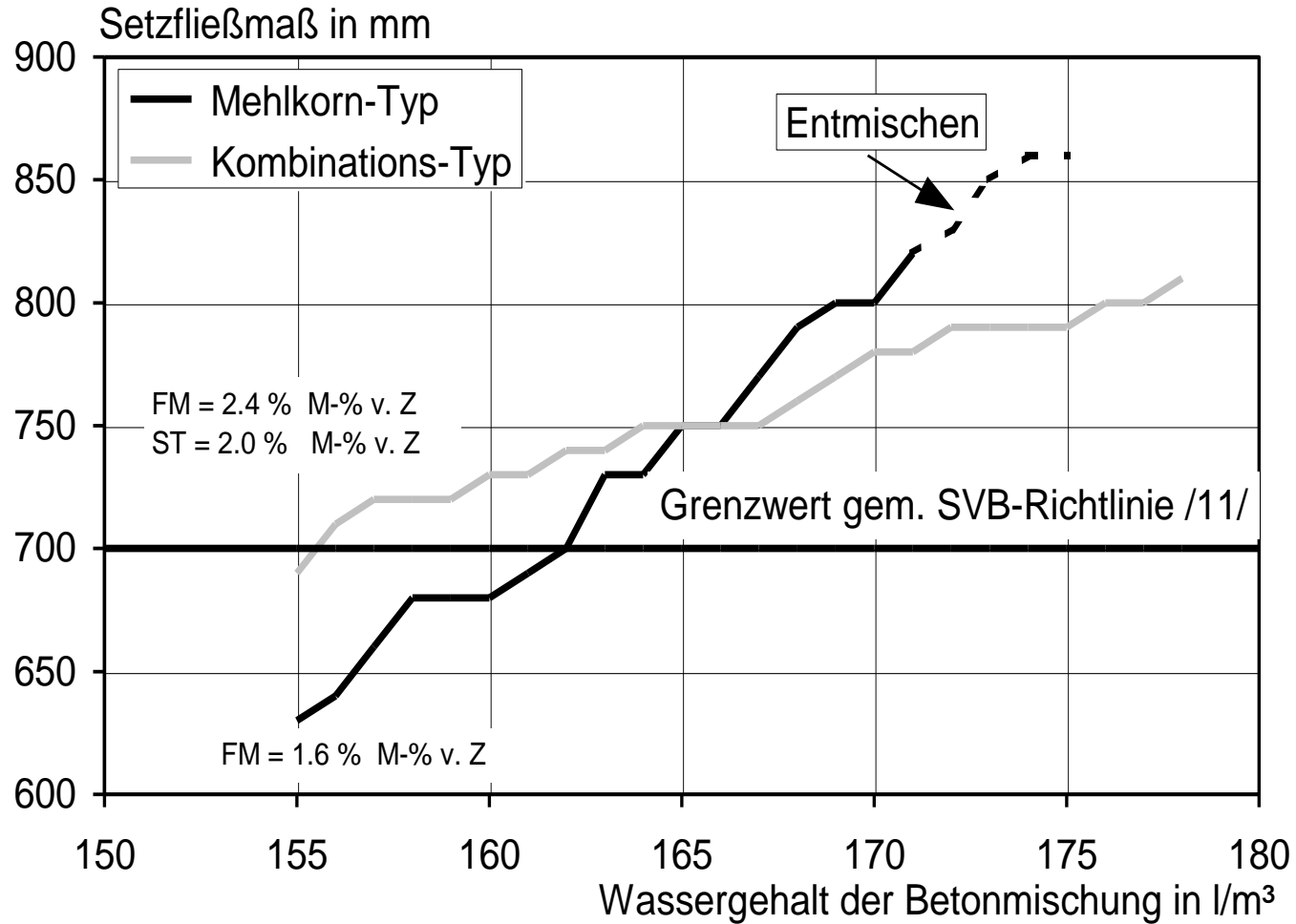
Concreto sem estabilizador

Aditivo Modificador de Viscosidade



Concreto com Centrament Stabi

Concreto auto-adensável



Aditivos Modificadores de Tempo de Pega

- Afetam o tempo de pega e desenvolvimento do endurecimento do concreto
- Interferem na facilidade de dissolução das fases do clínquer presente no cimento
 - Aceleradores facilitam a dissolução
 - Retardadores dificultam a dissolução
- A composição química e finura do cimento influencia na atuação do modificador de tempo de pega
- O mesmo composto pode acelerar ou retardar, conforme a concentração

Aditivos Aceleradores

- Possibilidade de moldagem em temperaturas mais baixas do concreto
- Redução do tempo de trabalhabilidade e acabamento do concreto
- Aumento da resistência inicial (desforma rápida)
- Concretagens em clima frio
- Redução do tempo de aplicação de procedimento de cura
- Redução da exsudação
- Concentração do calor de hidratação
Mais retração

Aditivos Aceleradores

Aceleradores de Pega:

- **Concreto Projetado**



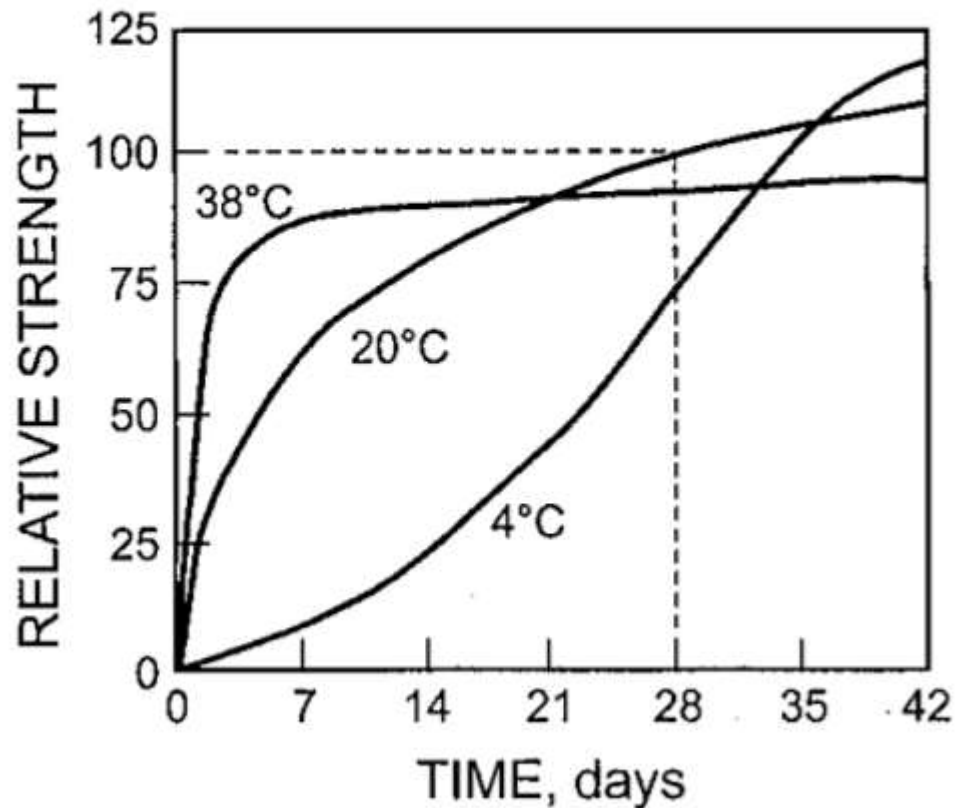
Aceleradores de Resistência:

- **Concretos para pré-moldados**
- **Concretos com desforma rápida**
- **Concretagens em clima frio**



Influência da temperatura

Effect of curing temperature on (OPC) compressive strength development.



Influência da temperatura

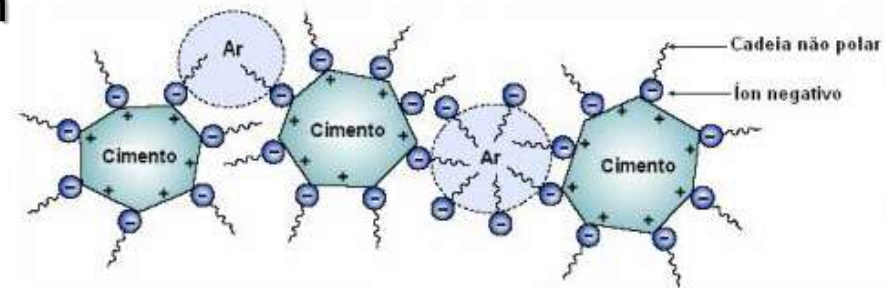
Temperatura (°C)	Relação a/c					
	0,45		0,60		0,75	
	início	fim	início	fim	início	fim
5	11:35	15:10	15:05	20:00	17:50	23:20
15	08:05	10:40	08:25	11:45	11:30	16:10
25	05:35	07:25	07:00	09:10	07:25	09:50
35	04:25	05:30	04:55	06:10	05:20	06:35

Fonte: Intercement

Aditivos Incorporadores de Ar

Funcionalidade:

- Redução da tensão superficial da água e introdução de microbolhas (incorporação de ar) distribuídos uniformemente com diâmetros de 0,1 a 0,5 mm



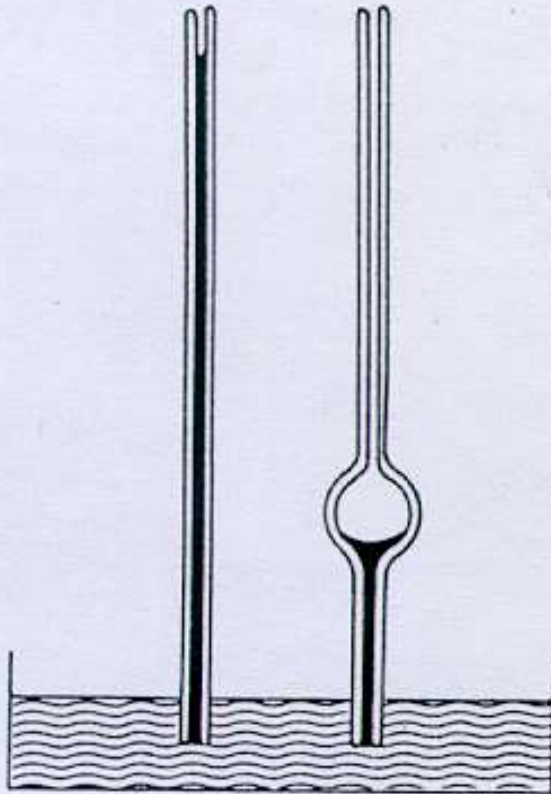
(Mehta e Monteiro, 2006)

- O grau de eficiência depende da quantidade de finos
Quanto mais finos na composição do concreto (por ex. concretos com alto teor de cimento), menos ar é incorporado
- Redução da sucção por capilaridade
- “Espaços” para cristalização
- Redução da pressão em situação de gelo

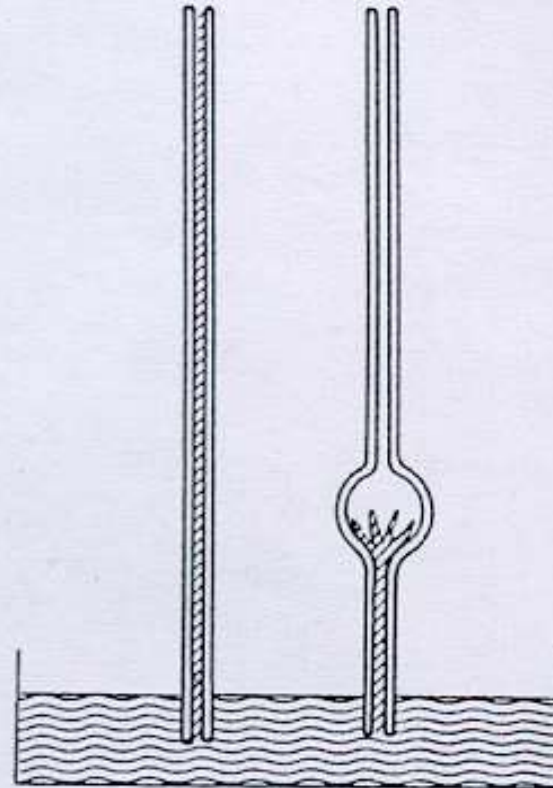
Aditivos Incorporadores de Ar

Wirkung von Kugelporen in Kapillaren

bei Wasser



bei Eis



Aditivos Incorporadores de Ar

Principais aplicações:

- **Concretos com menor massa específica**
- **Melhoria da trabalhabilidade / plasticidade por diminuir o atrito entre os sólidos**
- **Substituição de finos**
- **Concretos sob solicitação gelo-degelo**
- **Produção de concreto celular**
- **Redução do teor de água**
- **Redução da segregação e exsudação**
- **Redução da sucção por capilaridade**

Aditivos Incorporadores de Ar

Efeitos Colaterais:

- Redução da resistência
- Redução do módulo de elasticidade
- Redução da fluidez



Aditivos Incorporadores de Ar

Efeitos Colaterais:



Fonte: Neville 1997



Desmoldantes

Porquê utilizar desmoldantes?



PROBLEMAS

- Aplicação errada
- Produto de baixa qualidade

Porquê utilizar desmoldantes?



PROBLEMAS

- Aplicação errada
- Produto de baixa qualidade



Porquê utilizar desmoldantes?



PROBLEMAS

- Aplicação errada
- Produto de baixa qualidade



Porquê utilizar desmoldantes?

- Aplicação correta com produtos de elevada qualidade



Porquê utilizar desmoldantes?

- Aplicação correta com produtos de elevada qualidade



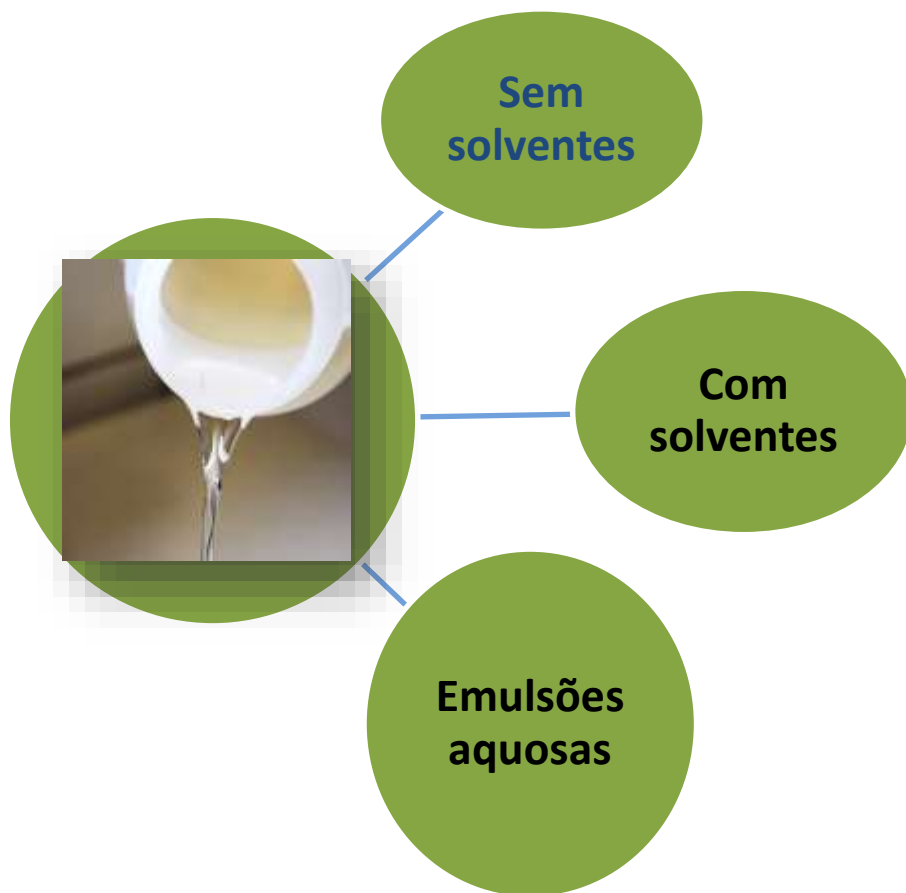
Propósito de um desmoldante

- Facilitar o processo de separação entre peça de concreto e fôrma
- Não deverá ter uma influência negativa sobre a superfície do concreto (sanding, etc...)
- Não deverá dificultar a aderência de tintas ou outros revestimentos posteriores
- Não deverá ter uma influência negativa sobre a cor do concreto
- Deverá prevenir a formação de poros
- Proteção da fôrma contra ferrugem, resíduos incrustados, desgaste por uso...



Matérias-primas

- Desmoldantes à base de óleo mineral



- Desmoldantes à base de matérias primas sustentáveis



Manifestações Patológicas



Poros e cavidades:

- Causas para o aparecimento destas manifestações patológicas:
 - Consistência do concreto fresco
 - Composição do concreto
 - Energia de compactação
- O desmoldante não desempenha um papel significativo nestes casos

Manifestações Patológicas



Poros esféricos:

- Dimensão: $\sim 0,1-1$ mm diferente das cavidades
- Causa: quantidades elevadas de desmoldante que não permitem a libertação do ar



Manifestações Patológicas



Sanding:

- Enfraquecimento superficial do concreto / Retardo superficial
- Causa: aplicação excessiva de desmoldante e/ou concretagem demasiado cedo para emulsões aquosas

Manifestações Patológicas



Estrias/Marcas:

- Causas: aplicação não uniforme do desmoldante
- Diferenças de espessura do desmoldante aplicado
- Compactação insuficiente

Manifestações Patológicas



Manchas de ferrugem:

- Causas:
 - ✓ Formação de ferrugem na fôrma devido à condensação da água
 - ✓ Aplicação de desmoldantes sem aditivos que promovam uma proteção anti-corrosiva

Manifestações Patológicas



Manchas escuras:

- Causas:
 - ✓ Absorção irregular da própria fôrma
 - ✓ Aplicação de uma quantidade excessiva de desmoldante



Manifestações Patológicas



Bicheiras:

- Causas: Segregação do concreto ou falhas de concretagem
- Manifestações patológicas semelhantes a nuvens
- Não são imputadas à aplicação do desmoldante

Formação de bolhas



Formação de bolhas

- Solução à base de óleo mineral com elevada viscosidade e aplicada em excesso para agravar o fenómeno de aprisionamento de ar na superfície do concreto. Este fenómeno pode ser diminuído ou até evitado com a aplicação de uma película fina de desmoldante.



Formação de bolhas

- Aplicação de desmoldante base óleo mineral emulsionado em água. A baixa viscosidade do produto aliada à correta aplicação do mesmo reduz consideravelmente o fenômeno de aprisionamento de ar na superfície do concreto.



Formação de bolhas

- Aplicação de desmoldante base óleo ecológico emulsionado em água. Redução significativa da tensão superficial, facilitando a expulsão do ar aprisionado no concreto e melhorando o acabamento final.



Preparação da fôrma



Preparação da fôrma



MC – CONSTRUIR É CUIDAR



“Obrigado
pela atenção”



MC – CONSTRUIR É CUIDAR

“Quem não é curioso, não aprende nada.”

Johann Wolfgang von Goethe, 1749-1832

Holger.Schmidt@MC-Bauchemie.com.br

(011) 9.8263.1562

