



Tecnologia de aditivos e adições para concreto



santos.geniclesio@br.sika.com



apoio:





Tecnologia de aditivos e
adições para concreto

Tecnologia de Aditivos e adições para concreto



Parte 01

Eng° Geniclesio Santos

Coordenador Técnico

Salvador, 15 de setembro de 2014



apoio:





1.1. Programa

Parte 1

- 1.1. Apresentação do programa, introdução e objetivos
- 1.2. Aditivos nas escolas de engenharia
- 1.3. Um breve histórico dos aditivos e adições para concreto
- 1.4. Normalização nacional e internacional sobre aditivos e adições
- 1.5. Tipos de aditivos e adições
- 1.6. Hidratação do cimento

Parte 2

- 2.1. Grupo I (retardadores, plastificantes e superplastificantes)
- 2.2. Grupo II (modificadores de viscosidade, incorporadores de ar e inibidores de corrosão, controladores de hidratação, anti wash-out, etc...)
- 2.3. Grupo III (“Não aditivos” – Agente de cura, desmoldantes, retardadores superficiais, etc...)



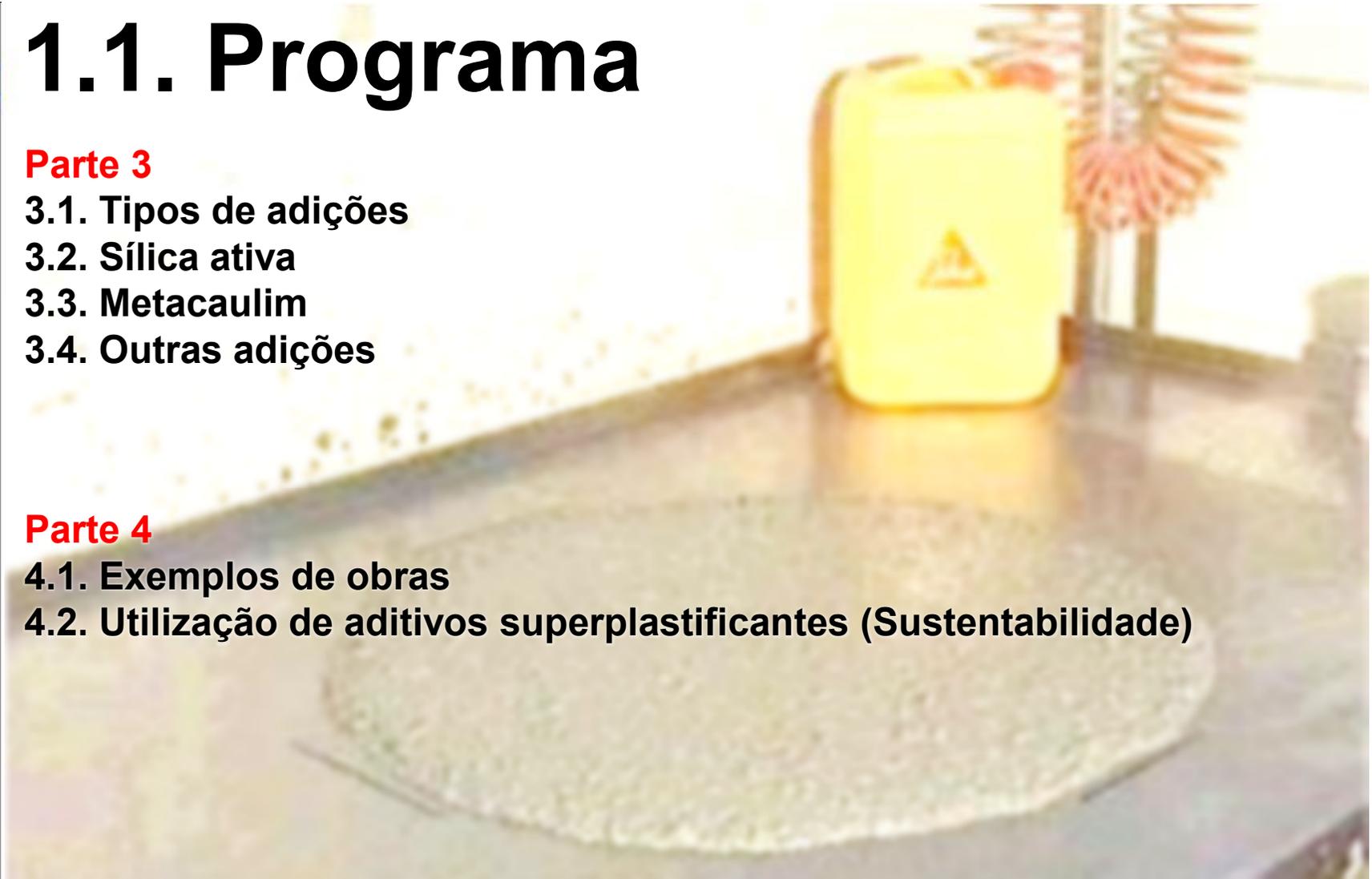
1.1. Programa

Parte 3

- 3.1. Tipos de adições
- 3.2. Sílica ativa
- 3.3. Metacaulim
- 3.4. Outras adições

Parte 4

- 4.1. Exemplos de obras
- 4.2. Utilização de aditivos superplastificantes (Sustentabilidade)





1.1. Introdução

- Quem somos;
- Horários:

Período	Duração (hh:mm)	Descrição
13:00 – 14:00	01:00	Parte 1
14:00 – 15:00	01:00	Parte 2
15:00 – 15:30	00:30	Coffee break
15:30 – 16:30	01:00	Parte 3
16:30 – 17:00	00:30	Parte 4

1.1. Objetivos

- Entender os aditivos e adições;
- Avaliar as limitações;
- Diferenciar as tecnologias.



1.2. Aditivos e adições nas escolas de engenharia

- Literatura ultrapassada;
- Falta de tempo hábil para se dedicar ao tema;
- Baixa utilização com os pequenos consumidores;
- Desconhecimento popular;
- “Jeitinho” brasileiro.



1.3. Um breve histórico

- Cimento Portland (1756 - 1824)
 - Smeaton – 1756 (calcários impuros)
 - Vicat – 1818 (calcário + argila)
 - Joseph Aspdin - 1824 (patente 5022)
- Concreto de cimento Portland
- Tecnologia do concreto (aditivos e adições)
 - » Aditivos (RP/ AP/ P) (1850/ 1885/ 1930)
 - » Adições (Escória e materiais pozolânicos)
 - » Aditivos (SP) (1970)
 - » Fibras metálicas (1970)
 - » Aditivos (SP – PCE) (1990)
 - » Fibras sintéticas (2000)
 - » Nanomateriais (2000 – 2012)

1.3. Um breve histórico

Aditivos

- O início é desconhecido;
- Uso em cales e argilas;
- Romanos:
 - Sangue, clara de ovos, óleos;
- Primeiro aditivo para cimento Portland (Gipsita);
- Aceleradores 1885;
- Estudo de Feret – 1926:
 - Caseína, potássio, sulfato de alumínio, carbonatos, silicatos, etc...
- Uso controlado em 1930's;



1.3. Um breve histórico

Adições

- Muito mais antigo que o cimento;
- Aplicações datadas de 1500 A.C.;
- Inicialmente adicionadas a mesclas de cales e argilas;
- Para o concreto passou-se utilizar resíduos;
- Adicionado ao cimento na fonte;
- Hoje é um material que visa sustentabilidade.



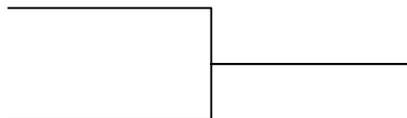
Tecnologia de aditivos e adições para concreto

1.4. Normalização

Aditivos

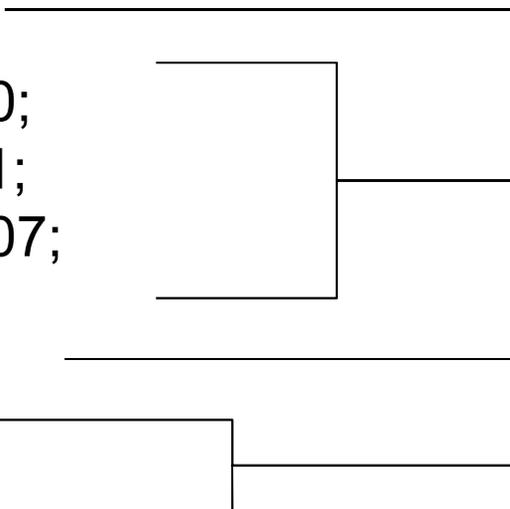
Brasil

NBR 11.768/ 2011;
NBR 10.908/ 2008.



Outras normas

EN 480/ 2006;
ASTM C 260/ 2010;
ASTM C 494/ 2011;
ASTM C 1017/ 2007;
ACI 212.3R;
NCh 2182/ 1995;
IRAM 1660;
IRAM 1663.



apoio:





1.4. Normalização

NBR 11.768/ 2011

Escopo

- Esta Norma estabelece os requisitos para os aditivos químicos destinados ao preparo de **concreto de cimento Portland**;
- Esta Norma se aplica aos aditivos na preparação de **concreto simples, armado e protendido**, preparado na obra, em empresa de serviços de concretagem ou em empresas produtoras de pré-moldados ou de pré-fabricados de concreto;
- Os requisitos estabelecidos nesta Norma **não são aplicáveis a concreto adensado por vibro-prensagem ou por extrusão, a concreto projetado e a concreto celular.**



apoio:





1.4. Normalização

Segundo a NBR 11.768/ 2011 (Aditivos químicos para concreto de cimento Portland – Requisitos)

Aditivo químico é um produto adicionado durante o processo de preparação do concreto, em quantidade não maior que 5% da massa de material cimentício contida no concreto, com o objetivo de modificar as propriedades do concreto no estado fresco e/ ou no estado endurecido, exceto pigmento inorgânicos para o preparo de concreto colorido.



apoio:





1.4. Normalização

NBR 10.908/ 2008 (Aditivos para argamassa e concreto - Ensaio de caracterização)

Escopo

- Esta Norma prescreve os métodos de ensaios de referência para determinação de pH, teor de sólidos, massa específica, teor de cloretos e análise por infravermelho.

1.4. Normalização

NBR 10.908/ 2008

Tabela 1 — Requisitos gerais

Propriedade	Método de ensaio	Requisito
Homogeneidade ^a	Exame visual	Homogêneo no momento de sua utilização. A presença de materiais insolúveis não deve ultrapassar os limites fixados pelo fabricante em sua especificação.
Cor ^a	Exame visual	Uniforme e similar à descrição informada pelo fabricante.
Massa específica ^a (<i>d</i>) (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 <i>d</i> corresponde ao valor de massa específica fixado pelo fabricante .
Teor de resíduos sólidos ^a (<i>r</i>)	ABNT NBR 10908	Se $r \geq 20 \%$, a tolerância é de $\pm 5 \%$ de <i>r</i> Se $r < 20 \%$, a tolerância é de $\pm 10 \%$ de <i>r</i> onde <i>r</i> corresponde ao valor de resíduos sólidos fixado pelo fabricante, em percentagem 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.		



1.4. Normalização

Adições

- O Brasil possui um grande número de normas;
- Por ser bastante avançado no uso de adições é referência;
- Normas:

NBR 12653 – Materiais pozolânicos

Esta Norma fixa as condições exigíveis para materiais pozolânicos para uso como adição, onde são desejadas ações aglomerantes, além de outras propriedades normalmente atribuídas às adições minerais finamente divididas.



apoio:





1.4. Normalização

NBR 5752 - Pozolanas - Determinação do índice de atividade pozolânica com cimento Portland pozolânico - Método de ensaio;

NBR 8801 - Materiais pozolânicos - Determinação do teor de umidade - Método de ensaio;

NBR 8952 - Coleta e preparação de amostras de materiais pozolânicos – Procedimento;

NBR 12650 - Materiais pozolânicos – Determinação da variação da retração por secagem devida à utilização de materiais pozolânicos - Método de ensaio.



apoio:





1.4. Normalização

NBR 12651 - Materiais pozolânicos – Determinação da eficiência de materiais pozolânicos em evitar a expansão do concreto devida à reação álcali-agregado - Método de ensaio;

NBR 12652 - Materiais pozolânicos – Determinação do teor de álcalis disponíveis - Método de ensaio.



apoio:





1.5. Tipos de aditivos

Definição:

Segundo a NBR 11.768, é um produto que adicionado em pequena quantidade a concretos de cimento Portland, modifica algumas de suas propriedades, no sentido de adequá-las a determinadas condições.

Tipos cobertos pela norma:

- Plastificante de pega normal (PN)
- Plastificante retardador (PR)
- Plastificante acelerador (PA)
- Superplastificante de pega normal tipo I (SPI-N)
- Superplastificante retardador tipo I (SPI-R)
- Superplastificante acelerador tipo I (SPI-A)



1.5. Tipos de aditivos

Tipos cobertos pela norma:

- Superplastificante de pega normal tipo II (SPII-N)
- Superplastificante retardador tipo II (SPII-R)
- Superplastificante acelerador tipo II (SPII-A)
- Incorporador de ar (IA)
- Acelerador de pega (AP)
- Acelerador de resistência (AR)
- Retardador de pega (RP)



apoio:





1.5. Tipos de aditivos

Tipos **NÃO** cobertos pela norma brasileira:

- Inibidor de corrosão;
- Controlador de hidratação;
- Acelerador de pega para concreto projetado;
- Modificador de viscosidade;
- Expansor para calda;
- Inibidor de hidratação;
- Redutor de hidratação.



1.5. Tipos de adições

Definição:

Material geralmente em pó que adicionado ao concreto modifica algumas propriedades reológicas e de resistência.

Tipos:

Pozolânicas;
Cimentícias;
Fíllers.



apoio:



1.6. Hidratação do cimento

Componentes do clínquer:

C_3S	Silicato tricálcico (Alita)
C_2S	Silicato dicálcico (Belita)
C_3A	Aluminato tricálcico
C_4AF	(Ferrita)

Componentes do cimento:

Clínquer
Gipsita
Adição mineral
Aditivos (agente de moagem)

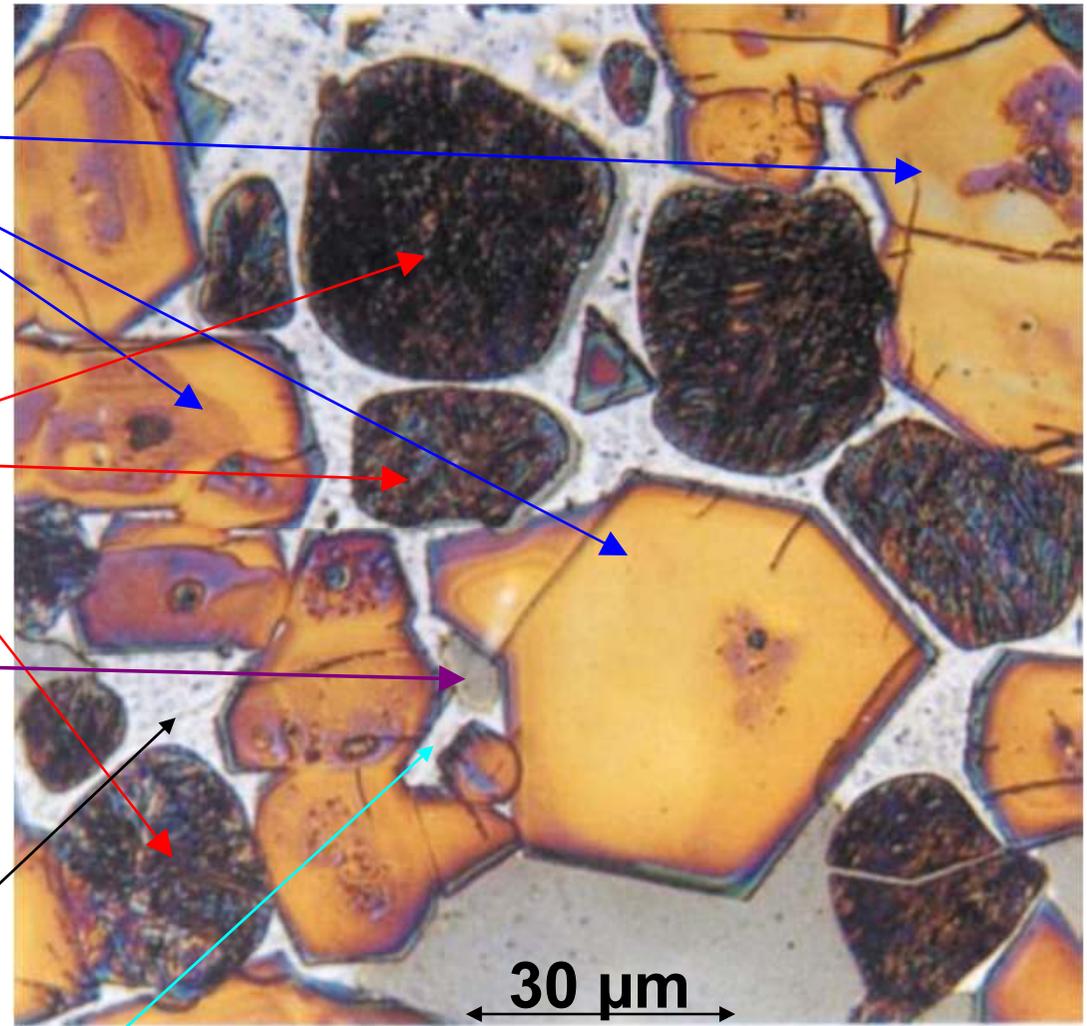
Alita (C_3S)
63%

Belita (C_2S)
13%

**Aluminato
tricálcico
(C_3A)** **9.5%**

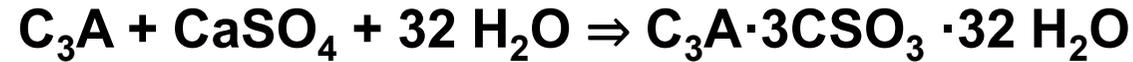
Ferrita (C_4AF)
7.5%

Gipsita ($CaSO_4$)
5%



1.6. Hidratação do cimento

Reação com a água:



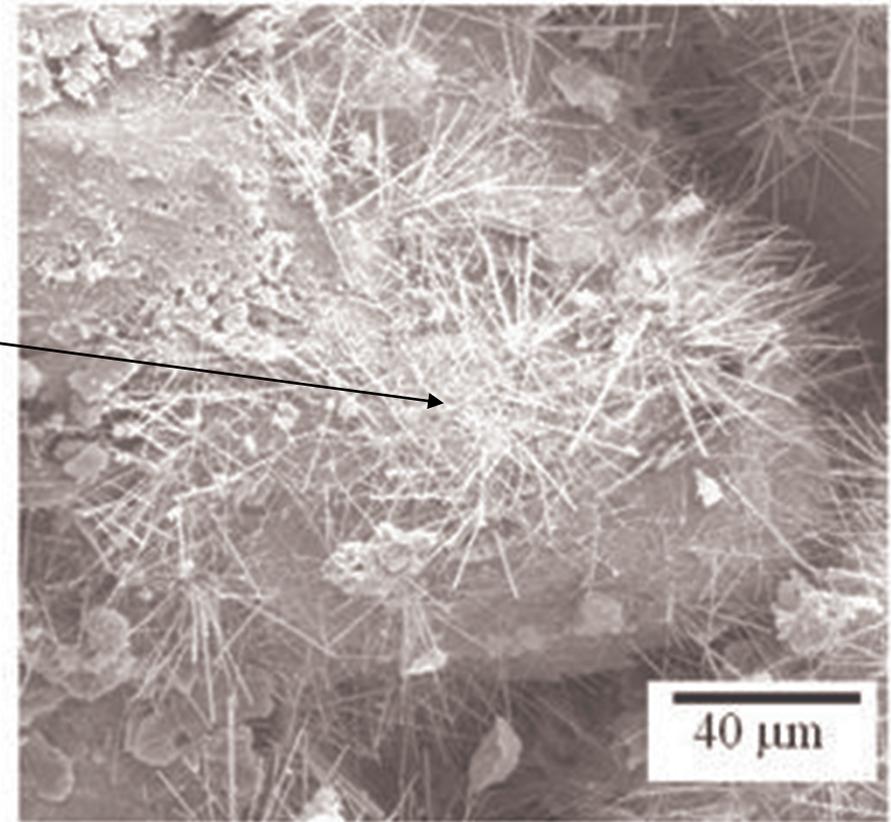
C_3A + Calcio disuelto (Ca^{2+}) + sulfato disuelto (SO_4)²⁻ + Agua \Rightarrow etringita



Silicato tricálcico + água \Rightarrow Tobermorita + Portlandita



Silicato dicálcico + água \Rightarrow Tobermorita + Portlandita

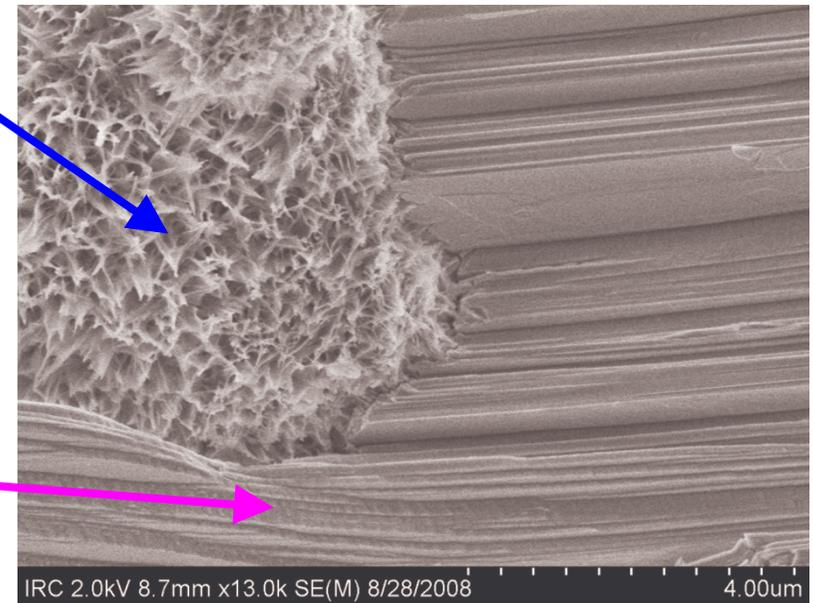
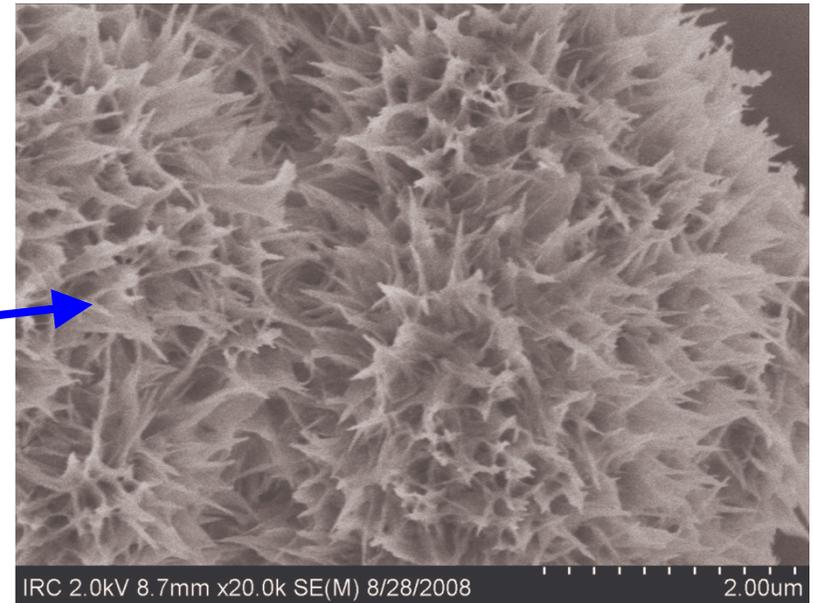


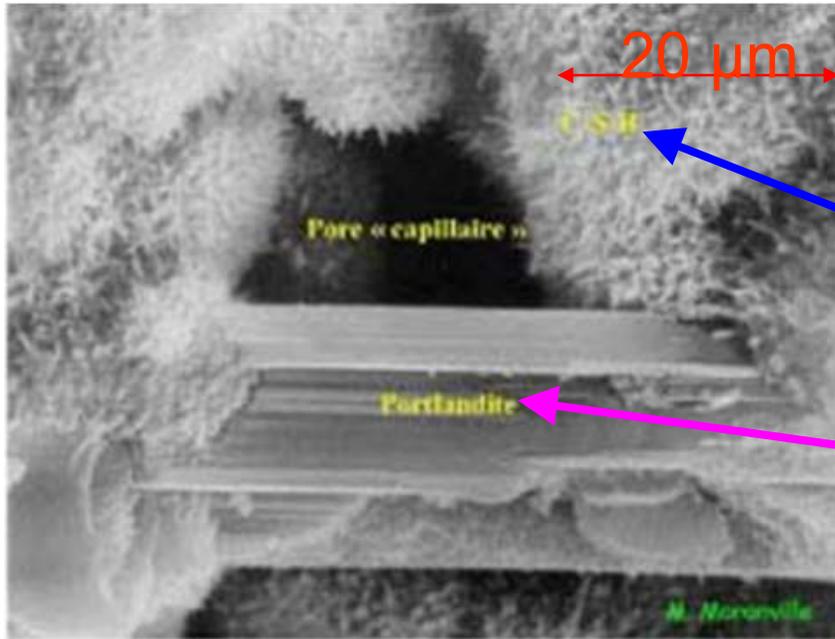
Este hidrato é o responsável pela pega



C-S-H

Ca(OH)₂





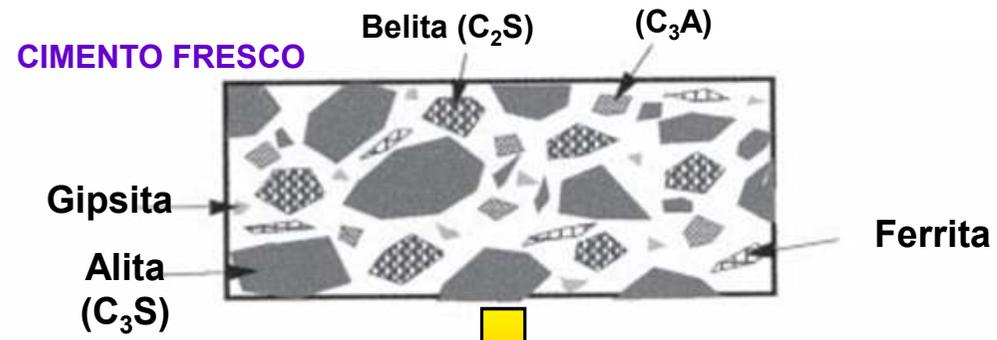
C-S-H

Ca(OH)₂

O gel de CSH se chama Tobermorita e representa entre 60 à 70% de volume do sólido da pasta de cimento hidratada. É o responsável pela resistência do material.



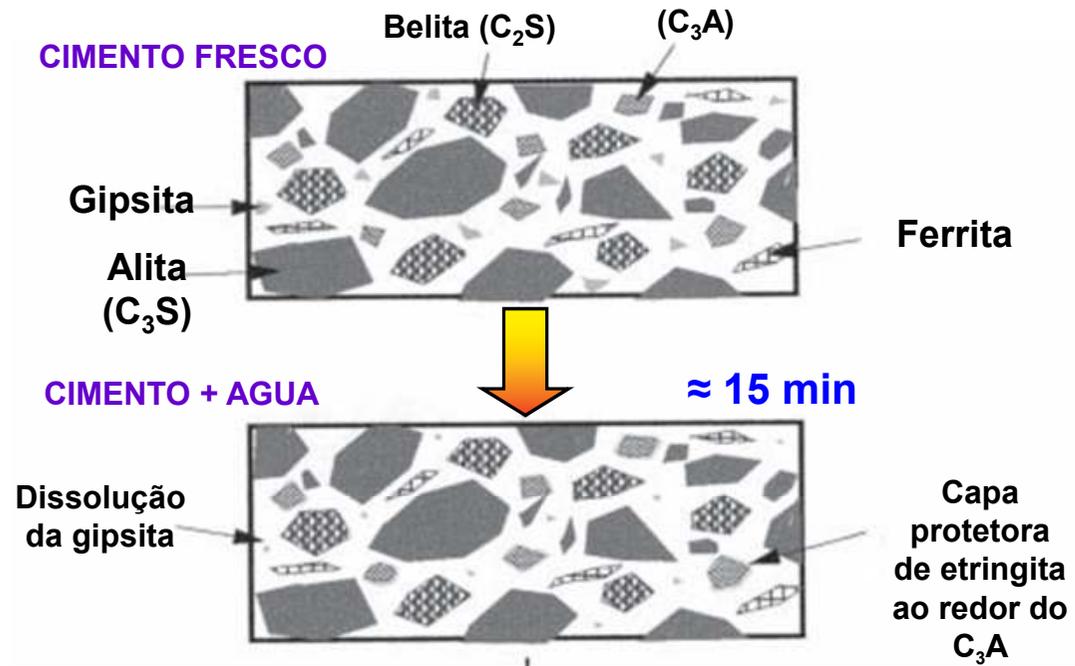
Hidratação do cimento





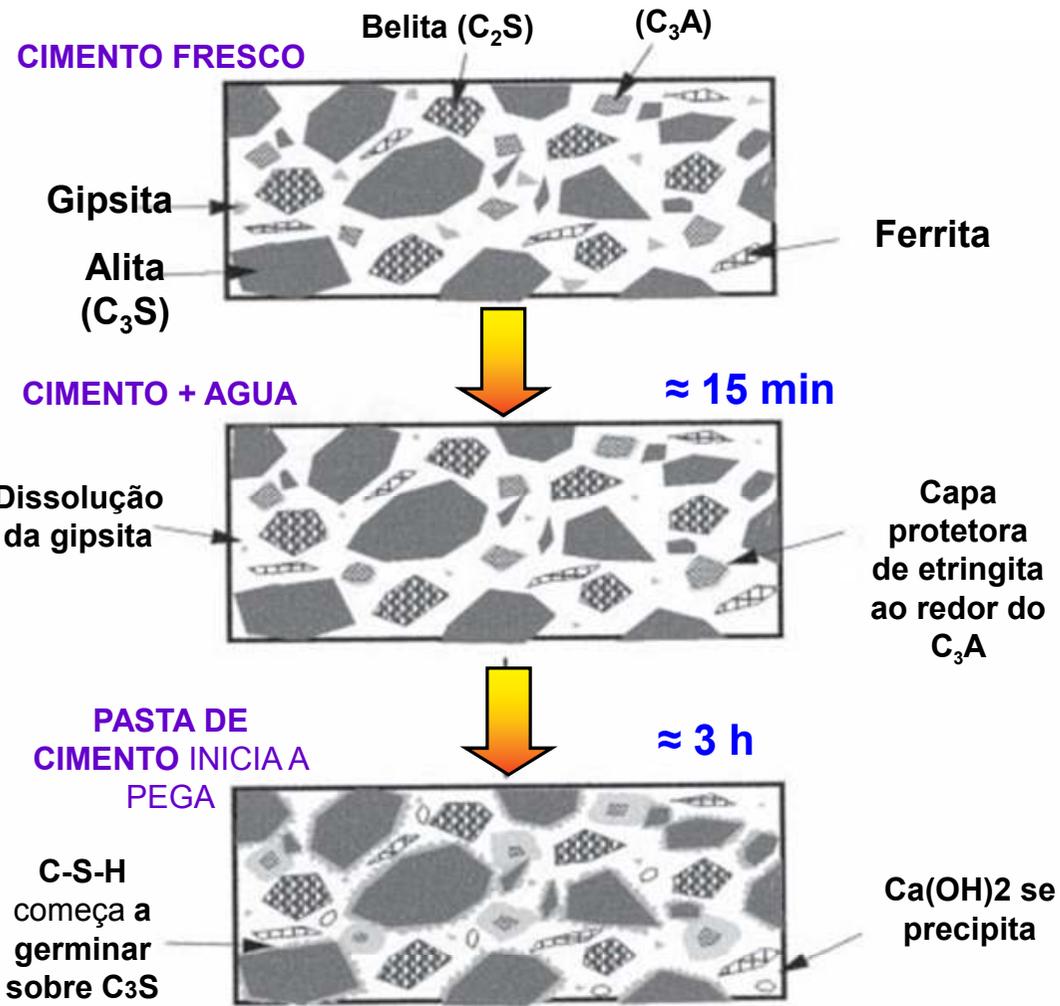
Tecnologia de aditivos e
adições para concreto

Hidratação do cimento



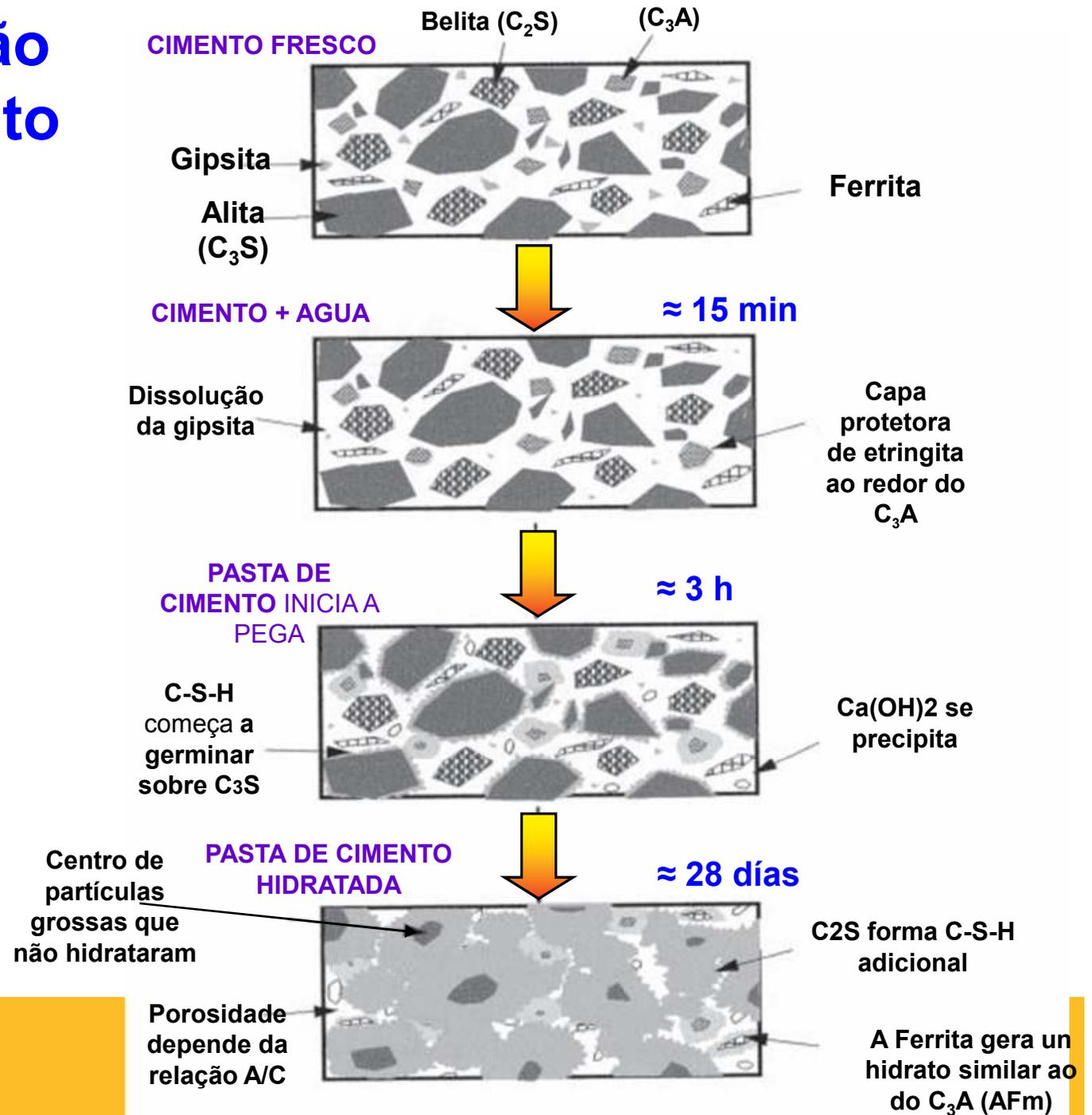
Hidratação do cimento

Tecnologia de aditivos e
adições para concreto

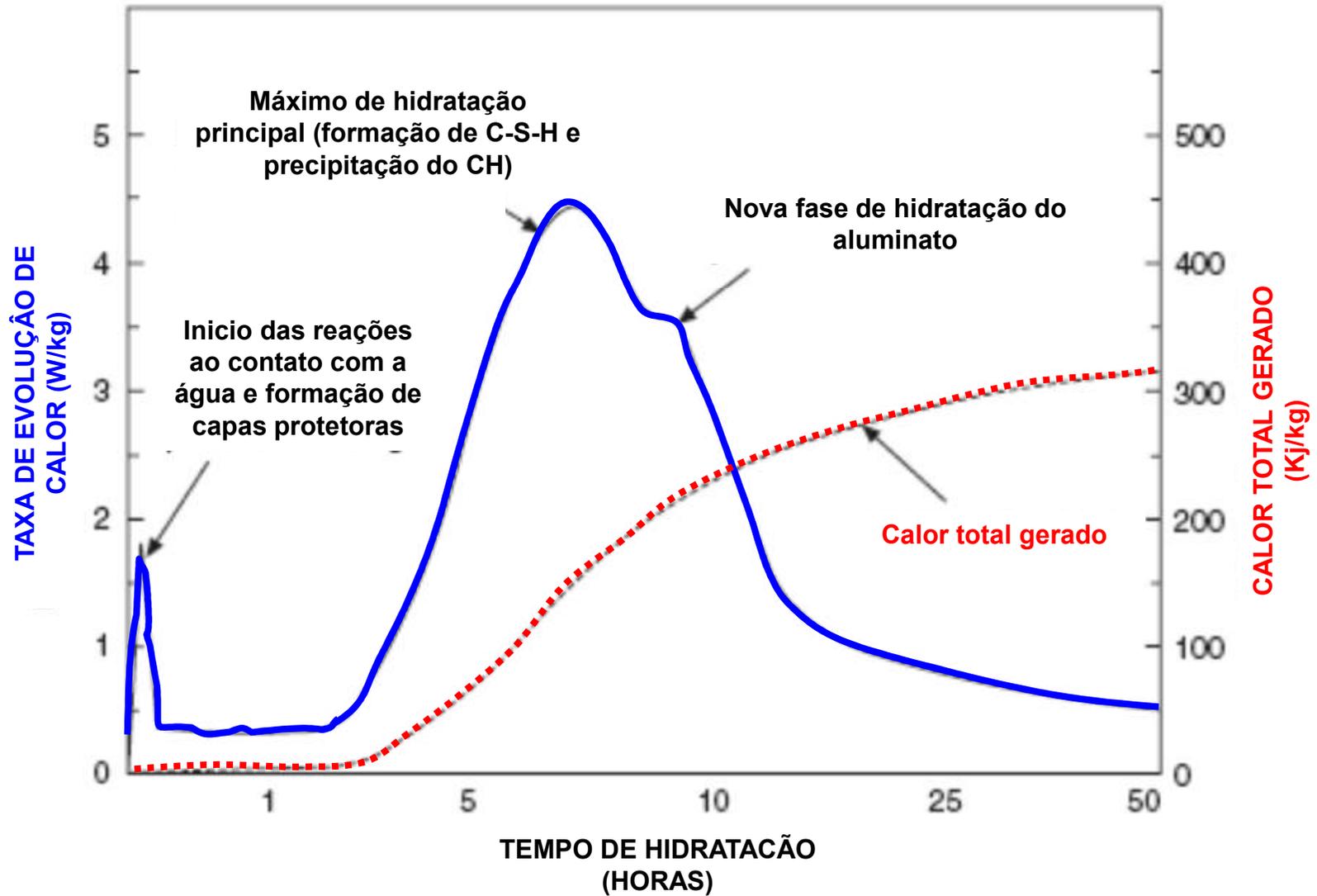


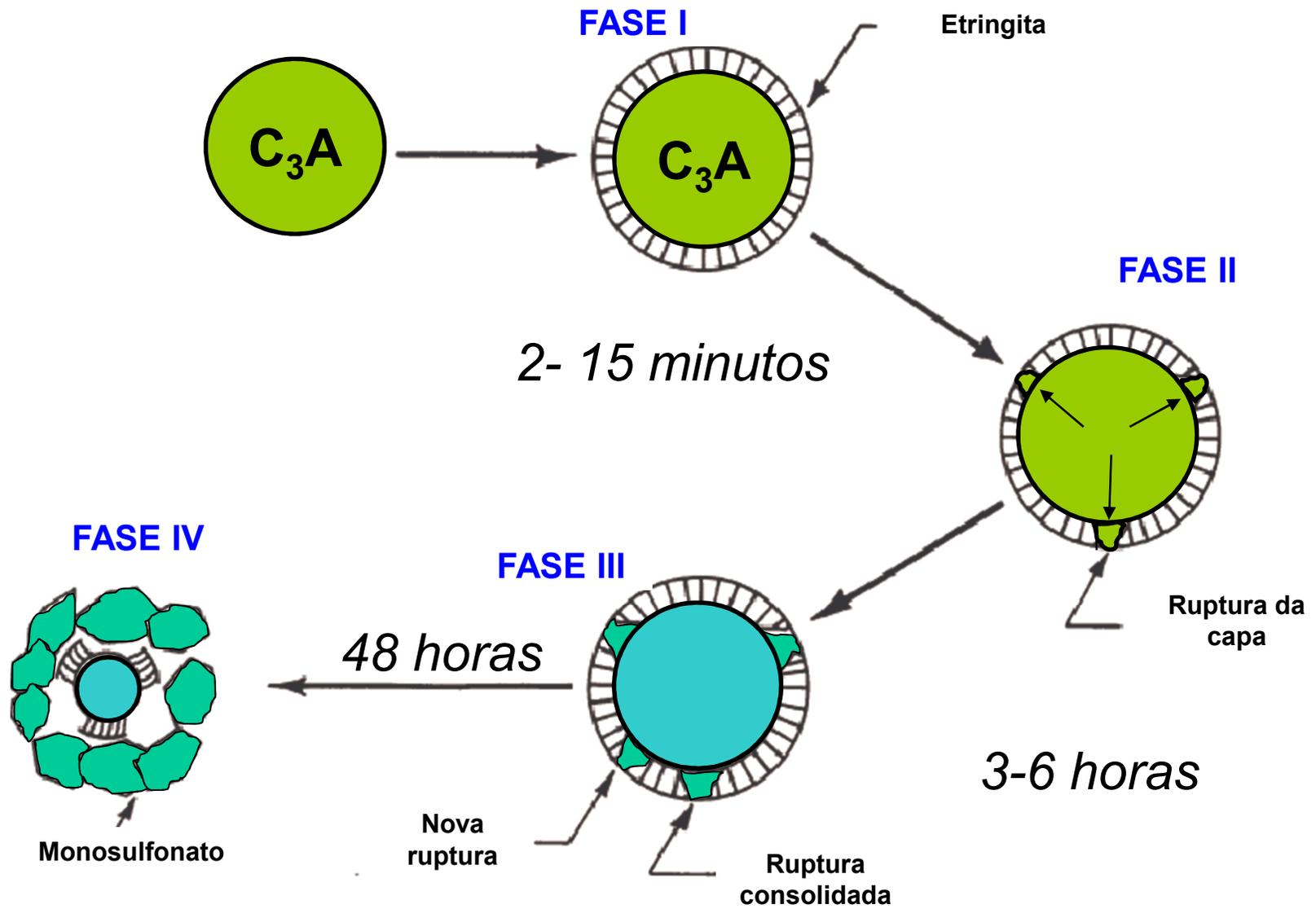
Hidratação do cimento

Tecnologia de aditivos e adições para concreto

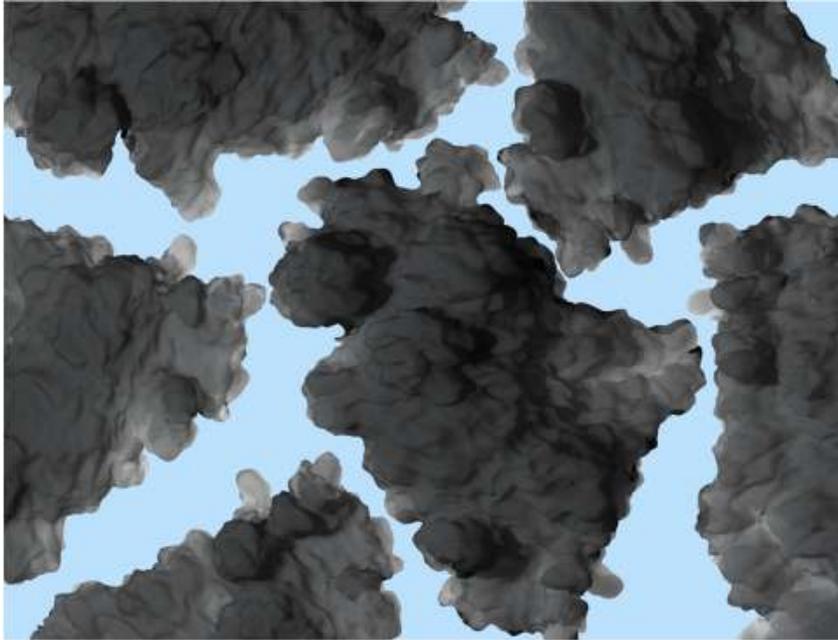


Tecnologia de aditivos e adições para concreto



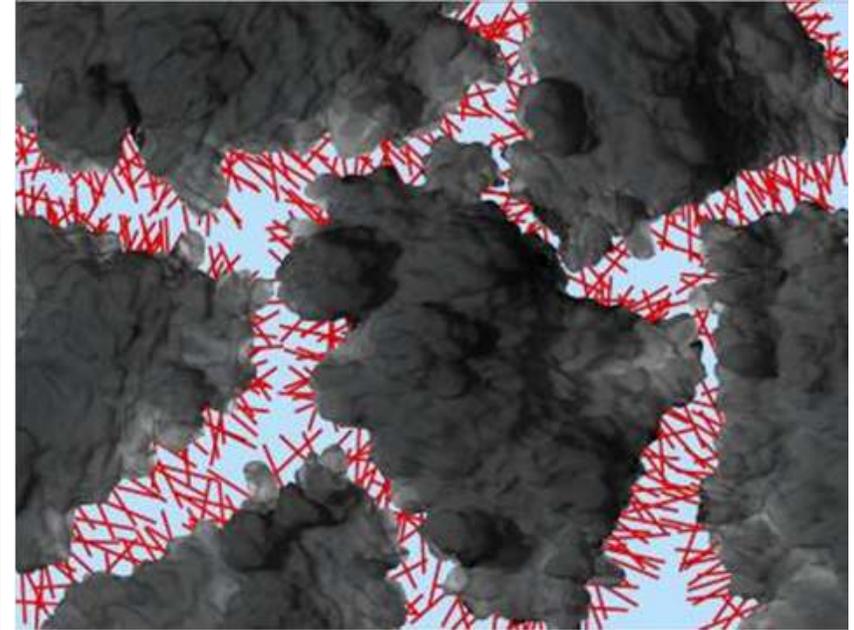


Tempo = 0 min



15 μm

Tempo \approx 80 min





**Tecnologia de aditivos e
adições para concreto**

**Por enquanto é só!
Obrigado!**



apoio:



santos.geniclesio@br.sika.com

