

Paulo/SP

Mexichem.

ESTRUTURAS CRISTALINAS MINERALIZADAS

Efeito de agentes mineralizadores na formação dos cristais

Realização



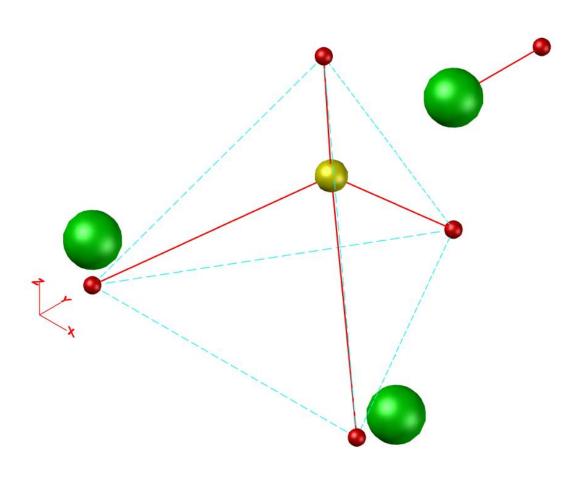


















- Introdução
- Desenvolvimento Experimental
- Resultados e discussões









Introducción

A Alita e a Belita estão presentes no cimento em formas impuras. No entanto apesar da palavra impureza ter uma conotação negativa, neste caso as impurezas são tipicamente um beneficio, uma vez que a estabilização das diferentes fases cristalinas na formação do clinquer se dão em menor temperatura, reduzindo a quantidade de energia necessária no forno, reduzindo a emissão de CO₂, e ajudando com que as fases do cimento sejam mais reativas durante a etapa de hidratação.









DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL

- Para observar e estudar os efeitos das estruturas cristalinas em um clinquer mineralizado, preparou-se amostras mineralizadas utilizando dois tipos de compostos diferentes.
- ☐ A primeira foi adicionado o mineral fluorita e a segunda uma mescla de fluorita e anidrido.
- □ As amostras são expostas a três diferentes temperaturas: 1300°C, 1400°C e 1500°C, e são analisadas em um microscópio ótico eletronico.









Preparação das amostras para o estudo presente.

Dose / Temperatura	0% FC	0.25 % FC-A	1.25% FC-B	Cal livre	Clinquer
900 °C	1	1 A	1 B	$\sqrt{}$	
1000 °C	2	2 A	2 B	$\sqrt{}$	
1100 °C	3	3 A	3 B	$\sqrt{}$	
1200 °C	4	4 A	4 B	$\sqrt{}$	
1300 °C	5	5 A	5 B	$\sqrt{}$	$\sqrt{}$
1400 °C	6	6 A	6 B	$\sqrt{}$	$\sqrt{}$
1500 °C	7	7 A	7 B	$\sqrt{}$	$\sqrt{}$

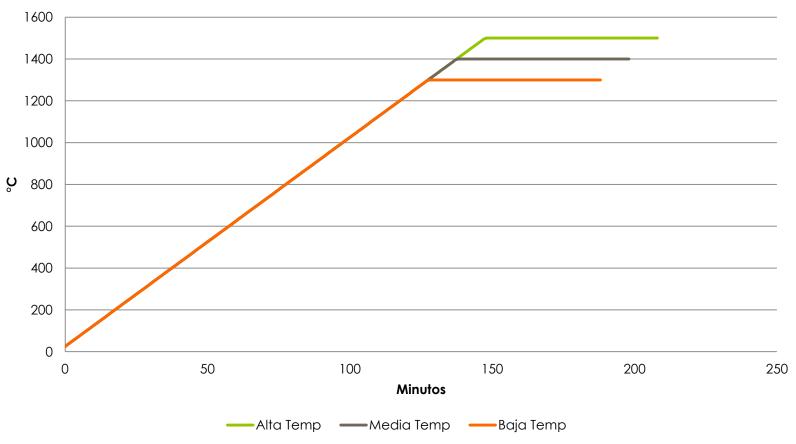








Curva de Aquecimento











Discussão

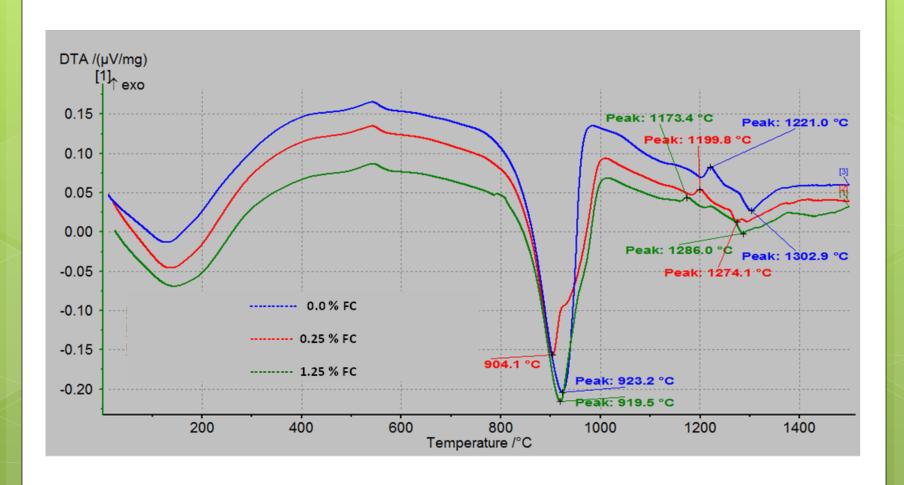
- □ As amostras foram submetidas a análise de termogravimetria onde se pode observar que as temperaturas de descarbonetação diminuiram ao utilizar os mineralizantes.
- ☐ As temperaturas de formação de alita e belita diminuiram com a utilização dos mineralizantes.
- Abaixo os gráficos com os resultados.









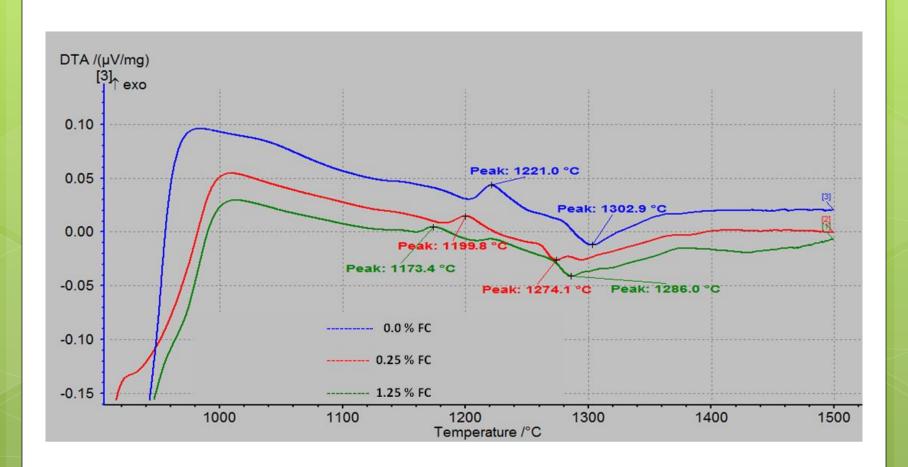




















Cal Livre

□ Foram realizadas análises para determinar a quantidade de cal livre remanescente em cada uma das amostras que continham diferentes mineralizantes, mantendo o seu aquecimento em diferentes temperaturas, com o objetivo de observar a evolução dos parametros durante a clinquerização. Resultados no slide seguinte.

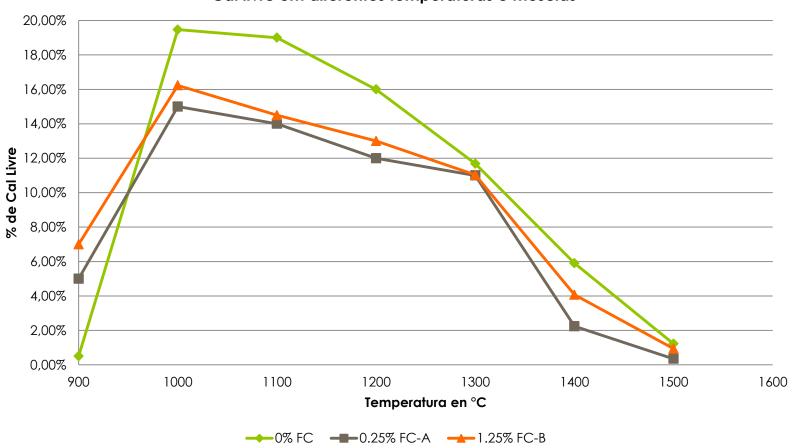








Cal livre em diferentes temperaturas e mesclas











Discussão sobre Cal livre

Pode-se observar o seguinte:

- □ As amostras que continham mineralizantes foi feita a descarbonização com menores temperaturas e isto se comprova pelo o conteúdo de cal livre encontrado à 900°C
- A partir dos 1000°C a diante, as amostras que continham mineralizantes mostraram um menor conteúdo de cal livre, o que significa que a cinética das reações foi modificada.
- □ A mais importante referencia e beneficio do mineralizante ocorre entre 1400 e 1500°C, onde as amostras mineralizadas alcançaram menos de 1%, de cal livre, em menor temperatura que a amostra não mineralizada.









Fases Cristalinas

Usando um esquema similar, sinterizou-se 9 amostras:

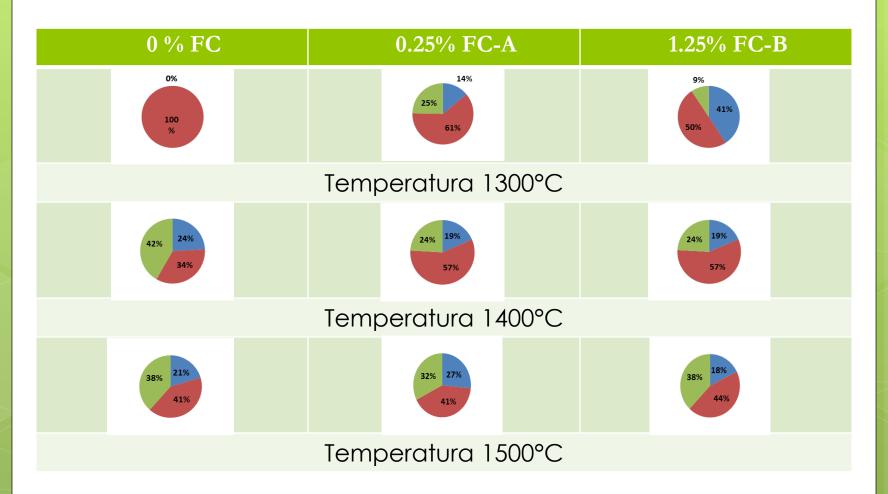
- 3 amostras sem adicionar mineralizante, sinterizados a três temperaturas diferentes: 1300°C, 1400°C y 1500°C
- □ 3 amostras com 0,25% de mineralizantes FC-A, sinterizadas com a mesma temperatura indicada
- □ 3 amostras com 1,25% de mineralizante FC-B, sinterizadas com as mesmas temperaturas indicadas
- □ Usando a técnica de Difração de Rayos X e refinando os resultados usando a técnica Rietveld, encontrou-se três diferentes fases cristralinas nas quais podemos observar no slide seguinte.



















Fases Cristalinas Discussão de Resultados

- Pode se observar que uma amostra não mineralizada exposta a baixa temperatura (1300°C), mantém estável somente um tipo de fase cristalina, no entanto, as amostras mineralizadas mantiveram estaveis nas tres fases cristalinas apresentadas, mesmo quando expostas apenas a esta temperatura.
- □ Falando sobre o conteúdo de alita hexagonal, obeservamos que o uso de fluorocompostos FC-B mantem estável uma maior proporção desta fase em baixa temperatura, no entanto, quando a temperatura aumenta as proporções cristalinas tem um perfil similar aos demais resultados.
- □ O Fluorcomposto FC-A gera uma maior proporção de alita hexagonal em temperaturas de 1500°C, comparando-as com as demais amostras.









Microscopia

As mesmas amostras utilizadas para o estudo de difração de rayos X, foram observadas em microscópio.

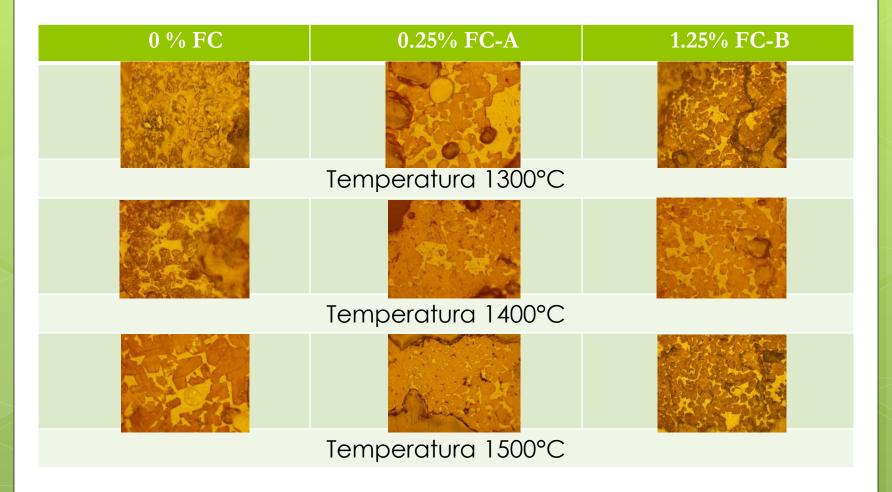
☐ Os resultados no slide seguinte.



















Microscopia. Discussão de resultados

- □ Como pode ser observado, o uso dos fluorcompostos tipo FC-A e FC-B geraram um tamanho de particula menor do que as amostras observadas que não utilizaram nenhum fluorcomposto.
- ☐ Também pode se observar que, desde as temperaturas baixas existem formas hexagonais ao utilizar fluorcompostos. Esta obeservação é suportada pelas análises de difração previamente descritos.









Polimorfismo da alita

Temperatura	Forma Cristalina		
>1070 °C	Trigonal (R)		
1060-1070 °C	Monoclínico (M3)		
990-1060 °C	Monoclínico (M2)		
980-990°C	Monoclínico (M1)		
920-980 °C	Triclínico (T3)		
620-920 °C	Triclínico (T2)		
<620 °C	Triclínico (T1)		

- ☐ A Alita pura exibe polimorfismos quando aquecida: Triclínica (T1, T2 O T3), Monoclínica (M1, M2 M3 O), Trigonal (R)
- ☐ A Alita Pura somente existe na forma T1 em temperatura ambiente
- ☐ As formas criadas em alta temperatura não são estáveis, ainda sim se esfriam rapidamente.
- □ Uma forma prática de estabilizar as poliformas de alta temperatura é dosificar ions adicionais, além disto pode melhorar a reatividade hidráulica da Alita.

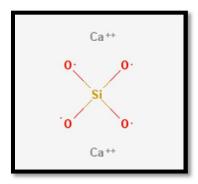




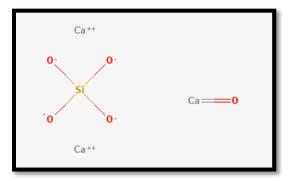




Representações plana de Belita e Alita



Belita



Alita

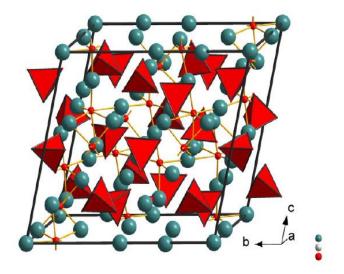








Representação Tri dimensional de Alita Pura



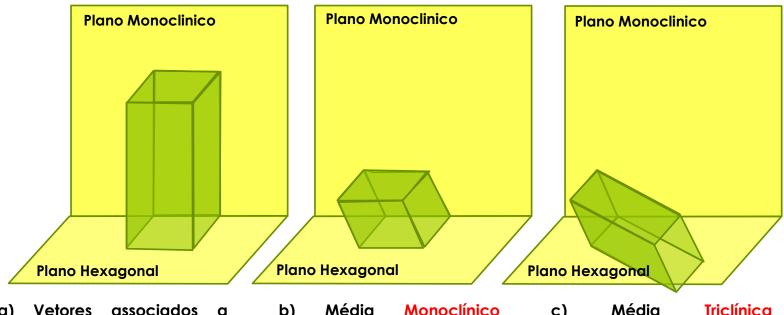








 Cristais de Alita associados a planos Monoclínicos e Hexagonais



- a) Vetores associados a simetría pseudo romboédrica: Romboédrico, hexagonal y orto-hexagonal
- b) Média Monoclínico relacionada com os vetores orto-hexagonales e romboédricos
- c) Média Triclínica relacionado com os vetores romboédricos

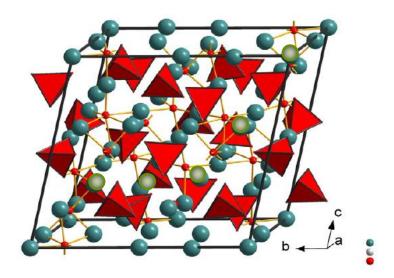








Ação de Mineralizantes



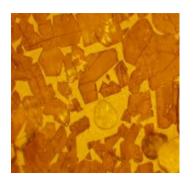
Durante a clinquerização, os ions F- deslocam os oxigênios temporariamente, e graças a sua reatividade migram para continuar substituindo outros oxigênios, gerando ocos e modificando a estrutura e o tamanho do cristal.



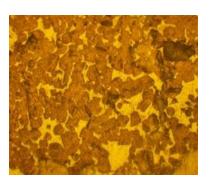




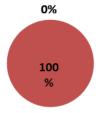


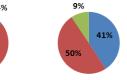






Menor tamanho do cristal





Formação de cristais em menor temperatura









Muito obrigado

