

O que é etringita tardia (DEF) e qual a diferença com a etringita primária?

Meta Description: *A formação da etringita tardia se dá por conta da expansão e fissuração do concreto associado à formação retardada da etringita mineral. Ela pode ocorrer com maior frequência em peças pré-moldadas curadas a vapor, blocos de fundação de edificações, blocos de fundação de torres eólicas, lajes espessas, pilares e vigas de pontes e barragens.*

O que é etringita tardia (DEF)?

Para entender o que é etringita tardia, é preciso saber que a etringita é um produto normal da hidratação precoce do cimento. Trata-se de um composto químico mineral de sulfato de cálcio e alumínio hidratado, de incolor a amarelo, que cristaliza no sistema trigonal.

Sua formação se dá nos primeiros momentos da hidratação do cimento, pela combinação de sulfatos disponíveis em solução aquosa e o aluminato cálcico (C3A) ou ferroaluminato cálcico (C4AF). Sua reação de formação é uma das responsáveis pela pega e endurecimento do cimento.

A formação da etringita tardia (Delayed Ettringite Formation) se dá por conta da expansão e fissuração do concreto associado à formação retardada da etringita mineral. Também conhecida como etringita retardada ou secundária, a etringita tardia é o resultado de altas temperaturas iniciais (acima de 65°C e 70°C) no concreto que impede a formação normal de etringita.

Portanto, a formação de um etringita tardia é, em princípio, consequência da decomposição térmica da etringita forjada antes ou durante a configuração da pasta de cimento, por excesso de calor ou processo inadequado de cura térmica.

A sua expansão é heterogênea e num concreto já endurecido e muito rígido, o que pode causar fissuras e lascamentos, ou seja, a sua deterioração progressiva. A formação da etringita tardia está relacionada com a conversão do monossulfoaluminato novamente em etringita, em função do ingresso de íons SO_4^{2-} no meio cimentício.

Esta formação não ocorre de forma homogênea em todo o meio. Dessa maneira, pode ocasionar um aumento de volume localizado e gerar tensões que provocam fissuras nos concretos e argamassas endurecidos.

A tipologia da fissuração depende do estado de tensão em que o elemento está submetido, bem como a densidade e distribuição das armaduras. Ressalta-se que a etringita não é sistematicamente prejudicial ao concreto, visto que a mesma é produto da hidratação do cimento.

Esse cenário depende muito da composição química dos componentes do concreto e, principalmente, da presença de umidade elevada junto à peça quando esta já se encontra no estado endurecido.

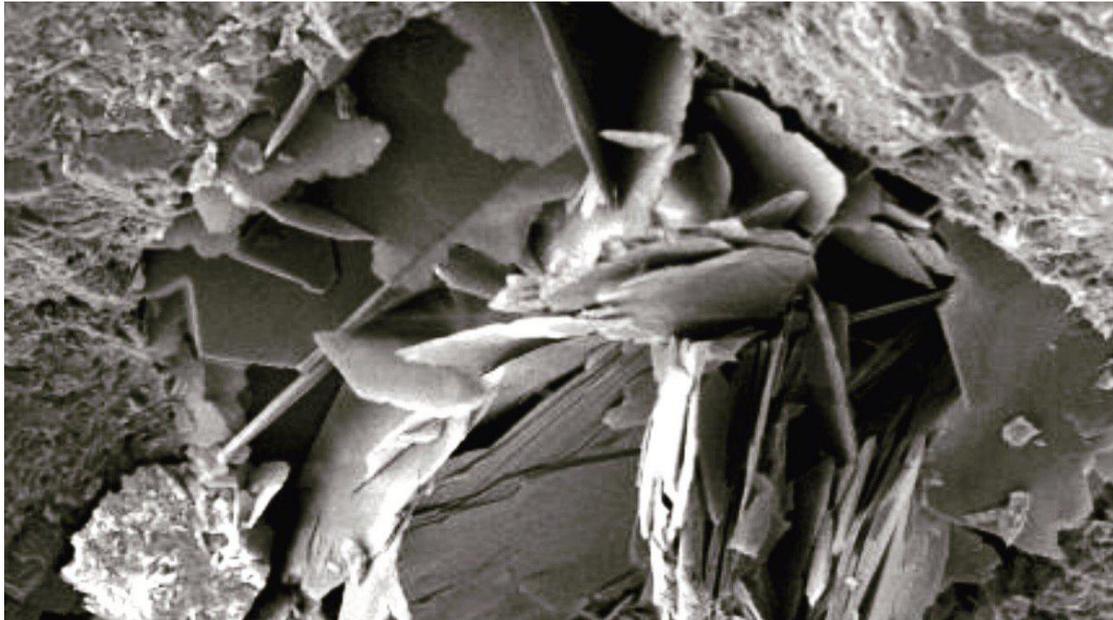


Imagem feita a partir de um microscópio eletrônico mostrando a formação da etringita. Foto: Pixabay

<h2>Qual a diferença entre a etringita tardia e a primária?</h2>

A etringita pode ser sintética, quando é um dos produtos cristalinos resultantes da hidratação do cimento Portland. Normalmente ela se forma nas primeiras idades. Essa situação é a que chamamos de etringita primária.

Ou seja, a formação da etringita primária inicia-se dentro dos primeiros minutos após o contato do cimento com a água, ainda no período de pré-indução.

Sob condições adequadas, os sulfatos solúveis, tanto os alcalinos presentes no clínquer quanto os de cálcio, adicionados nas formas de gesso na etapa final de fabricação do cimento, dissolvem-se rapidamente e reagem com o aluminato tricálcico (C3A) e se precipitam na forma de etringita.

Para a maioria dos cimentos Portland, se a hidratação ocorre em temperaturas que variam entre 15°C e 25°C, com a relação água-cimento entre 0,45 e 0,65, os picos de etringita na difração de Raios X (DRX) são detectados em poucas horas após o seu início e atinge o seu máximo após 24 horas.

Eventualmente, a etringita poderá vir a se formar ou recrystalizar em materiais cimentícios endurecidos. Justamente o que é conhecido como etringita tardia ou secundária. É quando, sob condições propícias de temperatura, umidade e alcalinidade, são disponibilizados sulfatos, aluminatos e água em concentrações adequadas para promover as reações.

Neste caso, ela pode causar deterioração da matriz cimentícia se a quantidade ou tamanho dos cristais formados forem suficientes para provocar pressão local e expansão. Por isso a sua formação em pastas, argamassa ou concretos endurecidos poderá ter efeito deletério.

<h2>Em que tipo de estrutura é mais comum a ocorrência de etringita secundária?</h2>

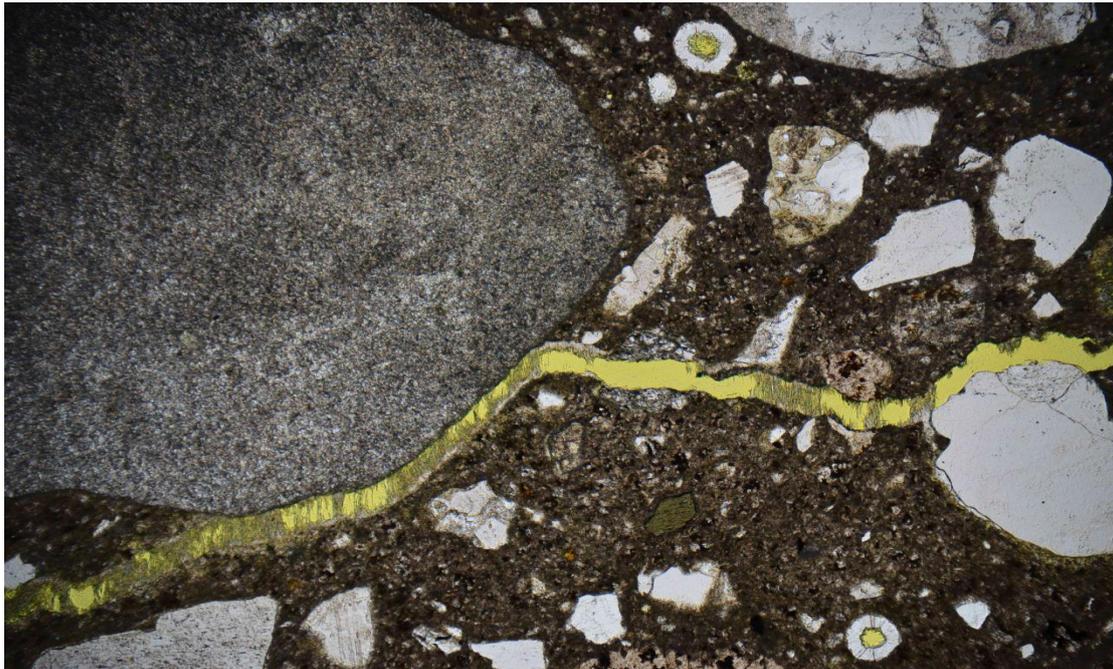
A etringita tardia ou secundária pode ocorrer com maior frequência em peças pré-moldadas curadas a vapor, blocos de fundação de edificações, blocos de fundação de torres eólicas, lajes espessas, pilares e vigas de pontes e barragens.

Mas os blocos de menor dimensão também não estão totalmente livres desse tipo de problema.

“Em geral, no que depende das restrições de movimentação impostas às peças de concreto, as espessuras superiores a um metro já podem ser consideradas como potenciais candidatas ao resfriamento.” É o que explica o engenheiro Selmo Kuperman, conselheiro do Instituto Brasileiro do Concreto (Ibracon).

Também são mais suscetíveis às fissuras térmicas as estruturas que utilizam concretos de alto desempenho com elevado consumo de cimento. E também as que ficam expostas às variações térmicas decorrentes das condições climáticas do local onde foram construídas.

Afinal, a temperatura, a umidade relativa do ar e a direção e a intensidade do vento podem favorecer ou dificultar a dissipação do calor.



Exemplo clássico de formação da etringita tardia. Foto: Pixabay

<h2>Como evitar a etringita tardia?</h2>

Para que não haja o perigo da incidência da etringita tardia, além do conhecimento técnico que os profissionais envolvidos devem possuir, é também necessário definir o tipo de cimento a ser utilizado, seus agregados e aditivos.

Assim como é de fundamental importância avaliar o abatimento e escolher a melhor forma de lançamento, desenforma e cura.

Uma maneira de se evitar a incidência da etringita secundária é adicionar a sílica ativa no concreto, a fim de diminuir a porosidade e evitar a penetração de sulfatos de origem externa. Além de diminuir o consumo de cimento e adicionar a sílica ativa para diminuir o calor de hidratação.

Algumas estratégias de controle do calor de hidratação durante a concretagem podem ser utilizadas. Uma delas é substituir parte da água de amassamento por água gelada, gelo ou nitrogênio líquido na cura do concreto.

Outra dica é diminuir a temperatura dos agregados graúdos. Seja com proteção contra a insolação por meio de mantas geotérmicas ou com umidificação ou refrigeração. Ou ainda utilizar serpentinas embutidas no concreto, pelas quais circulará água gelada.

E caso você ainda tenha dúvidas sobre a etringita tardia, sua diferença com a etringita primária e como evitá-la, ou queira nos ajudar com outros conhecimentos, compartilhe com a gente seus comentários.

E continue a seguir nossas publicações para ficar ainda mais por dentro dos assuntos relacionados à construção civil.