

0785264
DETERIORAÇÃO DE UM CONCRETO PELA REAÇÃO ALCALI-AGREGADO: ASPECTOS MICROESTRUTURAIS POR MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

Y. Kihara - Associação Brasileira de Cimento Portland e Instituto de Geociências da USP e V.A. Zampieri - Associação Brasileira de Cimento Portland

A durabilidade do concreto frente à reação álcali-agregado tem sido motivo de preocupação crescente entre os tecnologistas de concreto. É uma reação lenta e complexa entre os álcalis disponíveis (ativos) do concreto e alguns tipos de agregados. O seu desenvolvimento pode promover tensões significativas no interior do concreto que, por vezes, podem superar a resistência à tração do mesmo, possibilitando a instauração de fissuras.

No Brasil, a ocorrência desse tipo de reação é pouco conhecida e também pouco documentada. Valendo-se dos recursos proporcionados pela microscopia eletrônica de varredura apresenta-se neste trabalho as feições microscópicas características dessa reação, observadas em uma pequena barragem brasileira, concluída em 1971, construída sobre o Rio Joanes, próximo a Camaçari no Estado da Bahia.

O concreto de referida barragem apresenta-se compacto, constituído de agregados miúdos subarredondados quartzosos e britas angulosas de rochas metamórficas pouco alteradas, de alto grau metamórfico. O cimento utilizado é do tipo Portland comum, não sendo utilizado qualquer material pozolânico para prevenção da reação álcali-agregado. São observados, em regiões localizadas, padrões de fissuramento no concreto, sendo estes mais intensos nas porções sujeitas a oscilações de temperatura e umidade. Efetivamente, essas reações parecem ocorrer com maior intensidade na parte frontal da barragem (muros do canal de acesso) e nos pilares do vertedouro, regiões essas sujeitas a condições de umidade elevada e a maiores gradientes de temperatura.

Um exame acurado dos agregados reativos, por microscopia eletrônica de varredura, revela na borda dos mesmos um gel compacto ("Figura 01"), de coloração mais escura, que representa a tran-

sa de cimento. Adentrando-se em direção ao agregado, reconhece-se uma região intensamente microfraturada ("Figura 02"), que se acredita seja constituída essencialmente por um gel de características expansivas. Além de uma fase supostamente amorfa, observam-se nessa região fases cristalinas de aspecto prismático, fibroso ou esponjoso ("Figura 03") relacionadas a produtos de hidratação do cimento (silicatos de cálcio hidratado, etringita, portlandita) e produtos da reação álcali-agregado. Avançando-se ainda mais em direção ao centro do agregado, constata-se uma fase cristalizada frequente, de forma plácida e que forma arranjo de hábito "rosáceo" ("Figura 04"), a qual parece desenvolver-se nos planos de fraqueza do agregado ou nas interfaces dos cristais.

A morfologia e a cristalinidade dos produtos de reação observados junto à borda dos agregados reativos são morfologicamente similares àqueles descritos na literatura.

O principal responsável pela reatividade do agregado utilizado é o quartzo tensionado, deformado por fenômenos metamórficos de alto grau, que levaram a um aumento de sua entropia e de sua instabilidade físico-química. Muito embora tenha sido constatada a participação de feldspatos alcalinos na reação, não se conhece o mecanismo de sua atuação na intensidade e na cinética da reação álcali-silicato.

A presença de agregados reativos, as condições climáticas regionais caracterizadas por altas temperaturas, a alta umidade do concreto (concreto de barragem) e o conteúdo de álcalis disponíveis do mesmo foram os fatores que interagindo simultaneamente proporcionaram o desenvolvimento de referida reação.

A associação paragenética dos produtos de reação observados com o auxílio do microscópio eletrônico sugerem que o processo de expansão e fissuração esteja associado ao gel inicial (gel expansivo) formado na interface do agregado, com menor ou nenhuma participação do gel macio, mais estável e das fases cristalizadas, possivelmente fases secundárias diferenciadas do gel.

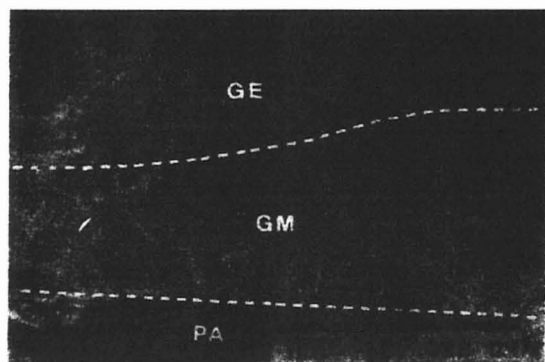


FIGURA 01 - Aspecto da borda de reação de um agregado onde se caracterizou as seguintes regiões: gel gretado (GE), gel maciço (GM) e pasta de cimento (PA)

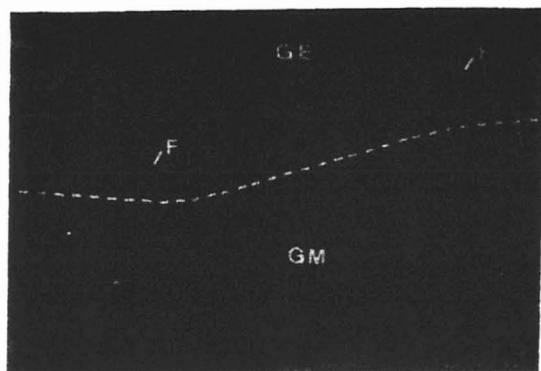


FIGURA 02 - Detalhe da interface entre o gel maciço (GM) e o gel gretado (GE). Nota-se o fissuramento do gel, bem como algumas fases cristalinas (F) que parecem decorrer da cristalização do mesmo

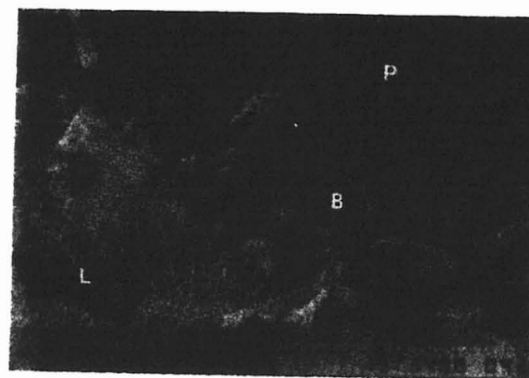


FIGURA 03 - Detalhe do gel gretado (GE) onde se observa a sua cristalização diferenciada, com fases prismáticas (P), lamelares (L) e botrioidais (B)

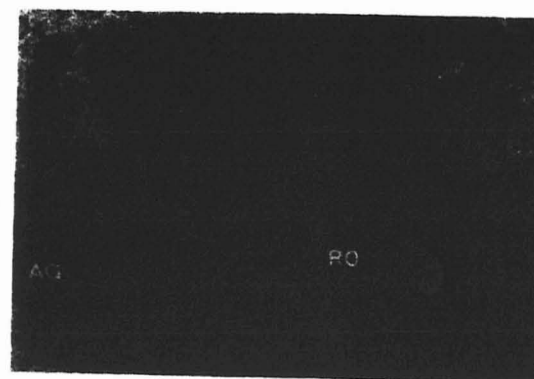


FIGURA 04 - Aspecto do interior do agregado reativo (AG) onde se observa o desenvolvimento de fases cristalizadas de aspecto rosáceo (RO), preferencialmente junto a regiões de fissuras do agregado