EFEITO DA REAÇÃO ÁLCALI-AGREGADO (RAA) ASSOCIADA AO ATAQUE INTERNO POR SULFATO NA ABSORÇÃO DE COMPÓSITO DE MATRIZ CIMENTÍCIA.

Marcelo Miranda Farias (PIBIC/Fundação Araucária/UEPG), Elias Pereira, Eduardo Pereira (Orientador), e-mail: eduardopereira@uepg.br.

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Engenharia Civil.

3.00.00.00-9 Engenharias, 3.01.01.01-8 – Materiais e Componentes de construção

Palavras-chave: sulfatos, argamassa, absorção.

Resumo

O ataque interno por sulfatos e reação álcali-agregado são deletérios quando ocorrem no concreto, o primeiro devido à oxidação de sulfetos e íon sulfatos na matriz cimentícia e o segundo devido ao ataque da sílica em agregados pelos álcalis do cimento. Esses ataques podem promover fissuração no concreto e perda de propriedades mecânicas. Nessa pesquisa foi avaliada a expansão em barras de argamassa, resistência a tração por compressão diametral, resistência a compressão e absorção de corpos de prova de argamassa, com quatro diferentes agregados, mas seguindo sempre a mesma proporção de constituintes. Verificou-se microfissurações devido as manifestações patológicas, assim como mudanças de propriedades como resistência e absorção de água.

Introdução

O concreto é empregado em larga escala em diversos tipos de obras de engenharia. Dentro desse contexto, existem alguns fatores que são agressivos à ele, como a reação álcali-agregado e o ataque interno por sulfatos.

A reação álcali-agregado (RAA) é uma reação química onde os reagentes são hidróxidos alcalinos (álcalis do cimento) e alguns minerais reativos que estejam no agregado, geralmente sendo esse mineral a sílica. Essa reação forma um gel que, em contato com a água, se torna expansivo, comprometendo a estrutura do concreto (HASPARYK, 2005).

A RAA parte de uma reação que ocorre durante a hidratação do cimento, onde são formados íons hidroxila (OH^-) à partir dos íons potássio e sódio que estão presentes dissolvidos no meio. O íon hidroxila reagirá com a sílica presente no agregado, deixando a estrutura do mineral negativa. Para contrabalancear as cargas negativas, os íons K^+ e Na^+ são atraídos para a molécula, formando assim o gel expansivo (NETTO; BARRETO, 2013).

Já o ataque interno por sulfatos (ISA), ocorre devido a formação de produtos expansivos que vêm da reação entre íons sulfatos (SO_4^{2-}) e compostos que vêm da hidratação do cimento. O processo de oxidação da pirita é complexo e não é consenso entre a comunidade científica, mas, em geral, a pirita quando em meio oxidante, tende à oxidar, produzindo íons sulfato (SO_4^{2-}) e íon ferroso (Fe^{2+}). O íon sulfato reagirá com compostos hidratados do cimento, como o aluminato e o

hidróxido de cálcio livre, produzindo diferentes compostos expansivos como a etringita ou gipsita, de acordo com o pH do sistema. (PEREIRA, 2015).
Baseado no exposto, o objetivo geral do trabalho foi a determinação da expansão de barras de argamassa para avaliar a reatividade álcali-agregado e ataque interno por sulfatos devido a presença de pirita buscando-se a obtenção de informações sobre as propriedades mecânicas e sobre a capacidade de absorção dos corpos de prova de argamassa.

Materiais e Métodos

Para o desenvolvimento do programa experimental foi utilizado um traço de proporção 1:3,2:0,6 para a confecção dos corpos de prova e barras de argamassa, variando-se o tipo de agregado miúdo, sendo eles: agregado inerte, agregado com adição de 5% de pirita, agregado potencialmente reativo com quartzo deformado (RAA) e um agregado de uma pedreira, potencialmente reativo e com pirita em sua composição.
Quanto à reatividade álcali-agregado seguiu-se a NBR 15577-5 (ABNT, 2008), as barras de argamassa foram totalmente e parcialmente submersas em água na temperatura 40ºC. Outra parcela de barras foi colocada em condições naturais, sendo feitas medições de suas expansões lineares semanalmente.
Para a caracterização das propriedades físicas e da absorção da argamassa, foram confeccionados corpos de prova com o mesmo traço e componentes descritos anteriormente. Os tempos de cura foram de 28 e 90 dias, sendo realizados ensaios de compressão, tração e absorção em imersão total e por capilaridade.

Resultados e Discussão

A tabela 1 mostra que há pouca variação na resistência nos corpos de prova feitos com agregado Referência, já que esse não sofre RAA e ISA. Para os de agregado Pedreira e Pirita houve um decréscimo da resistência à compressão devido à microfissuração causada pela formação de compostos expansivos. Para o agregado com RAA não houve variação significativa nos valores, devido à não formação de gel expansivo.

Tabela 1 – resistência à compressão dos corpos de prova de argamassa.

Média da resistência à compressão aos 28 e 90 dias em MPa								
Agregados	Referência		Pedreira		RAA		Pirita	
Forma de Cura	28 dias	90 dias	28 dias	90 dias	28 dias	90 dias	28 dias	90 dias
Ambiente	25,99	26,20	41,43	32,83	33,21	30,82	33,90	29,32
Totalmente imerso H_2O	24,05	25,11	36,96	33,36	28,22	27,63	25,74	22,92
Parcialmente imerso H_2O	23,39	21,42	34,93	29,33	31,77	33,19	34,01	25,14

A tabela 2 mostra a absorção de água obtidos por fluorescência de raio X. Pode-se perceber com a tabela 2 que os corpos de prova Referência e RAA não tiveram

grande alteração nos ensaios de absorção, devido à baixa formação de cristais nos poros do concreto. Já os corpos de prova com os agregados da Pedreira e Pirita tiveram diminuição dos valores de absorção nos dois casos, devido à formação de etringita e gipsita no interior dos poros, diminuindo a absorção.

Tabela 2 – absorção da argamassa por imersão e capilaridade.

Absorção de corpos de prova cilindros por imersão (%)								
Agregados	Referência		Pedreira		RAA		Pirita	
Forma de Cura	28 dias	90 dias	28 dias	90 dias	28 dias	90 dias	28 dias	90 dias
Ambiente	9,88	10,01	10,62	9,65	9,80	9,66	10,96	9,23
Totalmente imerso H_2O	9,26	9,15	10,87	10,11	11,27	11,30	10,83	9,15
Parcialmente imerso H_2O	9,15	9,03	5,02	4,32	5,64	5,72	7,58	6,53
Absorção de corpos de prova cilíndricos por capilaridade (%)								
Agregados	Referência		Pedreira		RAA		Pirita	
Forma de Cura	28 dias	90 dias	28 dias	90 dias	28 dias	90 dias	28 dias	90 dias
Ambiente	2,87	2,79	4,36	4,12	1,42	1,48	0,70	0,36
Totalmente imerso H_2O	3,30	2,24	4,83	3,24	2,69	2,59	4,01	2,71
Parcialmente imerso H_2O	3,22	3,13	1,14	0,68	2,28	2,20	2,96	2,11

Pode-se observar na figura 1 que as expansões das barras de todos os diferentes tipos de agregados em contato com a água foram favorecidas, visto que houve intensificação das reações de hidratação da pasta e formação de cristais do cimento. Já a maior expansão no agregado Pirita e RAA se deve ao fato da presença de umidade e calor, que aceleram o processo de RAA e ISA, favorecendo a formação de produtos expansivos. (PEREIRA, 2015).

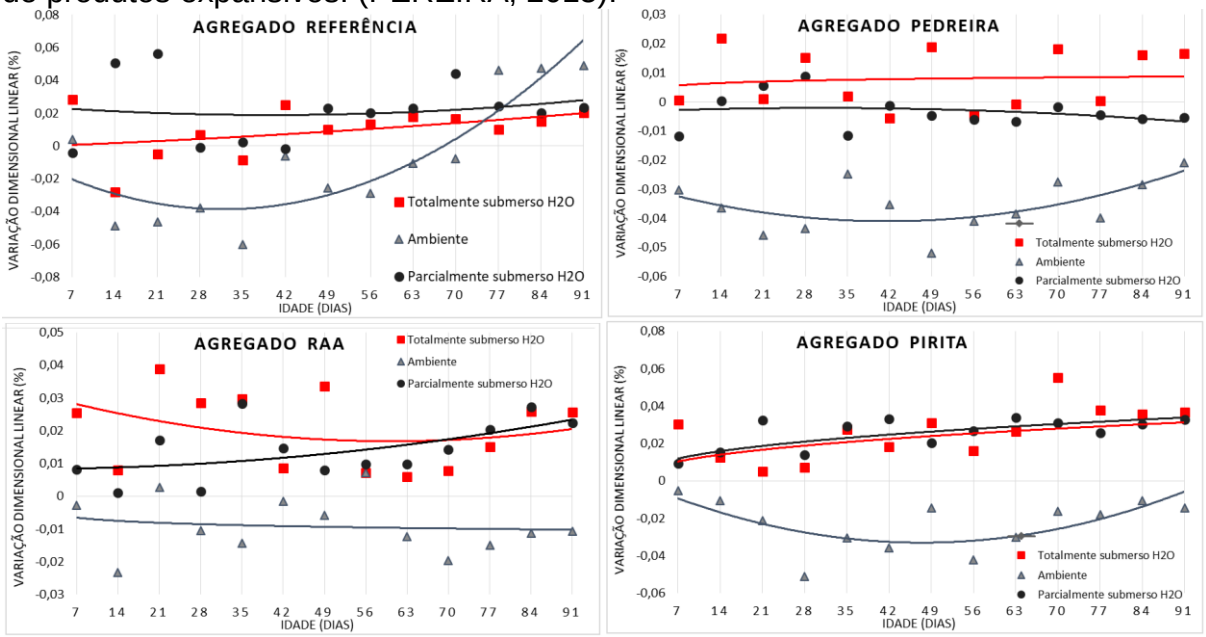


Figura 1 – expansão das barras de argamassa feitas com os diferentes agregados em diferentes modos de exposição.

Conclusões

Com o exposto, pode-se concluir que houve influência independentemente de como as barras foram expostas, comprovando que umidade e temperatura podem influenciar o RAA e ISA. Quanto à resistência dos corpos de prova, os com agregados Referência e RAA não tiveram grandes alterações em seus valores, sendo no caso da RAA devido à possível falta de tempo para que a reação ocorresse, ao contrário da Pirita e Pedreira, que tiveram diferenças significativas de resistência devido à formação dos produtos expansivos como etringita e gipsita. Já na absorção pode-se notar que houve diminuição dos valores nas argamassas com Pirita e Pedreira, isso se deve à formação de compostos expansivos nos poros da argamassa, diminuindo a porosidade e consequentemente a absorção. Em resumo, argamassas de Referência, como esperado, e RAA, devido ao curto prazo de cura, não tiveram grandes alterações em sua microestrutura. Já a Pirita e Pedreira tiveram mudanças na sua microestrutura devido ao surgimento de cristais advindos de sulfetos nos agregados.

Agradecimentos

Um agradecimento à Fundação Araucária, pela concessão da bolsa e financiamento do projeto. À Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), pela infraestrutura oferecida. Ao Instituto LACTEC, Universidade Federal do Paraná, pelo material e apoio concedidos.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15577-5 **Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 1: Guia para avaliação da reatividade potencial e medidas preventivas para uso de agregados em concreto**. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

HASPARYK, N. P. **Investigação de concretos afetados pela reação álcali-agregado e caracterização avançada do gel exsudado**. Porto Alegre, 2005.

NETTO, D.P.G.; BARRETO, L.S. Uma discussão sobre a reação álcali-agregado (RAA), seu mecanismo e os fatores que a influenciam. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON PATHOLOGY AND REPAIR OF STRUCTURES, 9., 2013, João Pessoa. Anais do IX Congresso Internacional sobre Patologia e Recuperação de Estruturas, João Pessoa: CINPAR, 2013. Disponível em: <http://www.casadagua.com/wp-content/uploads/2014/02/A1_037.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2017.

PEREIRA, E. **Investigação de concretos afetados pela reação álcali-agregado e caracterização avançada do gel exsudado**. 2015, 139 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência dos Materiais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.