ESTUDO DO POTENCIAL DE DRENAGEM ÁCIDA DE AGREGADO MIÚDO CONTENDO A FASE MINERAL PIRITA: UMA ABORDAGEM DE MÉTODOS E INFLUÊNCIA DA FINURA

Fernanda Gonçalves da Rosa (PIBIC/UEPG), Eduardo Pereira (Orientador), e-mail: eduardopereira@uepg.br

Universidade Estadual de Ponta Grossa/ Departamento de Engenharia Civil/ Setor de ciências agrárias e de tecnologia.

Área de Conhecimento do CNPq: 3.00.00.00-9 Engenharias e Subárea de Conhecimento do CNPq: 3.01.01.01-8 – Materiais e Componentes de construção.

Palavras-chave: agregado, concreto, drenagem ácida, sulfatos, patologia.

Resumo

Estruturas feitas em concreto expostas a algum fator externo ou interno tem sua durabilidade afetada de maneira significativa. O presente trabalho trata de ataques por sulfato de origem interna na concepção de concretos, gerando reações de oxidação de sulfetos que devem ser evitados. Para isso é estudado o potencial de drenagem ácida de agregado miúdo com adições de diferentes porcentagens da pirita, com granulometrias fina e grossa. Foram executados ensaios estáticos e dinâmicos em que os resultados podem ser afetados dependendo da quantia de pirita que contém cada amostra e também das reações de oxidação que acontecem nas soluções. Os ensaios de teste de geração líquida de ácido (pH NAG) e pH em pasta, classificados como estáticos, apresentaram resultados com uma precisão menor em razão a um desvio padrão maior comparado com o ensaio do Extrator Soxhlet, nesse caso a metodologia aplicada deve ser ajustada para que a presença de componentes nos agregados não interfira de maneira significativa nos resultados da geração ácida.

Introdução

As construções em concreto estão submetidas aos ataques de sulfato de maneira externa e interna. Conforme Rodrigues et al. (2012) os sulfatos de origem interna são expressivos afetando a durabilidade das estruturas. Esses ataques são resultantes da oxidação da pirita que libera íons sulfatos e ferro que iniciam o processo de degradação do concreto. No trabalho foram utilizadas amostras de agregado miúdo com adições de pirita, então o agregado empregado estava contaminado por sulfetos, que são susceptíveis a oxidação quando expostos a um ambiente oxidante e úmido, gerando sulfatos e hidróxidos e assim promovendo a geração de efluentes ácidos (DUARTE,2011).

Para que a integridade do concreto seja mantida é essencial à análise do potencial de geração ácida dos sulfetos, através de ensaios em que as amostras são submetidas ao processo de oxidação por meio de diversas condições. O trabalho aborda como objetivo geral a avaliação da eficiência dos ensaios de drenagem ácida como ferramenta para caracterização de agregados na construção civil, visando

aprofundar estudos que já foram realizados juntamente com a análise do comportamento da pirita na granulometria fina e grossa.

Materiais e Métodos

As amostras estudadas foram geradas das combinações de agregados miúdos de origem quartzosa com diferentes adições de teores de pirita nas porcentagens: 0%, 1%, 5% e 10%. A pirita foi analisada na granulometria grossa e também em forma de pó (material passante na peneira de abertura 0,075 mm).

Iniciou-se com os ensaios estáticos que determinam a drenagem ácida dos agregados através de ponderações entre o potencial de geração de soluções ácidas e a capacidade de neutralização do material em análise. Primeiro ensaio foi a determinação do pH em pasta, método proposto por Sobek et al. (1978), procedimento consiste em fornecer o grau de alcalinidade da amostra pela medição direta do valor de pH de uma pasta contendo o agregado estudado e água destilada, em que os valores indicam o caráter ácido do material analisado em diferentes tempos. Essa metodologia proposta por Sobek indica as medições a cada 15 min após o preparo da mistura até completar 1 h de ensaio, totalizando quatro medições. Além disso, nesse trabalho foram realizadas medições a cada hora, após a primeira hora até a estabilização dos valores de pH. E em seguida o teste de pH NAG, método proposto por Miller et al. (1997), que determina o potencial de geração de acidez das amostras usando o peróxido de hidrogênio (H_2O_2 a 15%) em que as soluções foram aquecidas em uma chapa aquecedora para acelerar as reações e decompor completamente o peróxido de hidrogênio, depois do processo de oxidação foram analisadas o pH das amostras.

Após o término dos dois ensaios citados realizou-se um dos ensaios dinâmicos, que avalia o potencial de drenagem ácida dos materiais em longo prazo através da simulação de processos de intemperismo natural, expondo as amostras à lixiviação, sob as condições controladas de um laboratório (DOBOS, 2000). O ensaio que se realizou foi do Extrator Soxhlet, proposto por Hornberger e Brandy (1998), onde é simulada sobre as amostras a ação da chuva por meio de lixiviação contínua. No ensaio a solução atinge o nível de curva do extrator e retorna ao balão volumétrico formando um ciclo, que se repetiu para todas as amostras. O tempo de ciclo foi de aproximadamente 8 h. Após o ciclo finalizado, com líquido lixiviado obtido foram medidos a condutividade elétrica e o pH.

Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta um resumo dos resultados dos ensaios de drenagem ácida quanto ao pH e, na Tabela 2, foi resumido os resultados de condutividade elétrica.

Tabela 1 – pH das amostras nos ensaios de drenagem ácida

	Granulometria Fina			Granulometria Grossa		
Amostra	pH NAG	pH em pasta*	Soxhlet	pH NAG	pH em pasta*	Soxhlet
Referência	9,2	5,62-5,78	8,27			
1% de pirita	8,58	5,18-4,62	3,27	6,01	4,58-4,24	3,20
5% de pirita	8,53	5,39-5,00	2,49	8,71	5,28-5,11	2,89
10% de pirita	6,21	5,42-5,42	2,47	6,45	5,29-5,04	2,37

*entre 120 e 240 min

Tabela 2 – Condutividade elétrica das amostras nos ensaios de drenagem ácida

Amostra	Extrator Soxhlet
Referência	67,01
1% de pirita*	476
5% de pirita*	1446
10% de pirita*	2001
1% de pirita**	721,2
5% de pirita**	1359
10% de pirita**	1539

*granulometria fina
**granulometria grossa

Segundo a classificação sugerida pelo Consejo Minero do Chile (2002), amostras que possuem valores de pH no intervalo de 5 < pH < 8 são classificadas como não ácidas com base nessa classificação as amostras do ensaio de pH em pasta são consideradas não ácidas.

No ensaio de pH NAG de acordo com Mend (2009), amostras são classificadas como não geradoras de ácido se o pH>4,5, o que foi observado nos valores encontrados sendo assim denominados.

Conforme Mend (2009), quando os valores de pH estão abaixo de 5,5 esses resultados indicam potencial de geração ácida, isso pode ser observado nas amostras de 1%,5% e 10% de pirita em ambas as granulometrias no ensaio de Extrator Soxhlet.

Com relação a utilização da granulometria fina e grossa do elemento pirita, observou-se que no ensaio de pH em pasta os valores de pH com a pirita fina ficaram mais constantes na faixa entre 4 a 7, se comparado com a grossa que os valores variaram mais. Nos demais ensaios não obteve-se uma diferença significativa com a mudança da finura.

O parâmetro condutividade elétrica pode ser mais preciso do que o do pH para os ensaios de drenagem ácida e em relação ao comportamento de argamassas e concretos quando submetidos ao ataque interno por sulfatos. Visto que existe uma variabilidade menor entre nos resultados nas metodologias analisadas e também apresentam desvios padrão inferiores.

Conclusões

Nos ensaios de pH em pasta e pH NAG as amostras de agregados são classificadas como não geradores de acidez, porém no ensaio do Extrator Soxhlet as amostras são classificadas com um potencial de geração de acidez. Confrontando os ensaios estáticos e o dinâmico observou-se que no dinâmico apresentou uma menor variação em ambas às granulometrias analisadas e também que os desvios padrões desse ensaio foram inferiores aos ensaios de pH em pasta e pH NAG, o que resultou em valores mais estáveis e apropriados para as diversas porcentagens de pirita nas amostras do agregado miúdo.

Agradecimentos

Ao orientador Professor Eduardo Pereira pela disponibilidade, orientação e assessoria deste trabalho. A Universidade Estadual de Ponta Grossa por ter cedido

o laboratório para realização dos ensaios. A Tassiane Apolinário de Oliveira pela explicação dos ensaios e qualquer auxílio relacionado a eles. Ao CNPq pelo subsídio com a bolsa de estudos. Ao PIBIC pela oportunidade da realização dessa pesquisa científica.

Referências

Consejo Minero do Chile**. Guía Metodológica sobre Drenaje Ácido en la Industria Minera.** Acuerdo marco produccíon limpia sector gran minería buenas practices y gestion ambiental. Chile, 2002.

DOBOS, S. **Management of sulfidic Mine Wastes – Current Australian practice available knowledge and techniques.** Australian Centre for Mining Environmental Research. Austrália, 2000.

DUARTE, M. G. **Ensaios Laboratoriais para avaliação da drenagem ácida na barragem da UHE Irapé.** Dissertação de Mestrado. Núcleo de Geotecnia, Universidade Federal de Ouro Preto. Minas Gerais, 2011.

HORNBERGER, R. J.; BRADY, K.B.C. **Kinetic (leaching) tests for the prediction of mine drainage quality.** Pennsylvania Department of Environmental Protection, 1998.

MEND. **Prediction manual for drainage chemistry from sulphide geologic material.** Prepared by PRICE, W. A. MEND Report 1.20.1. Canadá, 2009.

MILLER, S.; ROBERTSON, A.; DONAHUE, T. **Advances in Acid Drainage Prediction using Net Acid Generation (NAG) Test**, 4th International Conference on Acid Rock Drainage, Vancouver, BC, 1997.

RODRIGUES, A.; DUCHESNE, J.; FOURNIER, B.; DURANT, B.; RIVARD, P.; SHEHATA, M. **Mineralogical and chemical assessment of concrete damaged by the oxidation of sulfide-bearing aggregates:** Importance of thaumasite formation on reaction mechanisms. Cement and Concrete Research. vol. 42, pp. 1336-1347, 2012.

SOBEK, A. A.; SCHULLET, W. A.; FREEMAN, J. R.; SMITH, R. M. **Field and laboratory methods applicable to overburden and minesoils.** US National Technical Information. Report EPA 600/2-78-054, Ohio, 1978.