POTENCIAL POZOLÂNICO DO PÓ DE CONCRETO DE RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO E SEU EFEITO MITIGADOR DO ATAQUE POR SULFATOS DE SÓDIO EM BARRAS DE ARGAMASSA

Fernanda Brekailo (BIC/Fundação Araucária/UEPG), Eduardo Pereira (Orientador), e-mail: eduardopereira@uepg.br.

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Engenharia Civil

Engenharias – Engenharia Civil.

Palavras-chave: Adições pozolânicas, Pó de concreto de RCD, Ataque por sulfatos.

Resumo

O concreto pode estar sujeito ao ataque por sulfatos. O uso adições minerais junto ao material ligante provoca alterações na porosidade do material, podendo mitigar a degradação ocasionada neste tipo de ataque. No presente trabalho realizou-se o estudo de uma alternativa de aproveitamento para pó de concreto de resíduo de construção e demolição (RCD). Os resultados indicam que o pó de concreto de RCD atende a classe E de material pozolânico e apresentou boa capacidade de fixar hidróxido de cálcio pelo método de Chapelle modificado, porém também apresentou resistência abaixo da mínima no ensaio de índice de atividade pozolânica com cal e índice de desempenho com cimento, e ainda, não apresentou resultados que indiquem reatividade por difração de raios – X (DRX). Na determinação da variação dimensional de barras de argamassa, as diferentes porcentagens de substituição estudadas apresentaram expansões maiores que a argamassa de referência, não possuindo, portanto, capacidade de mitigar o ataque por sulfatos.

Introdução

O ataque por sulfatos é um fenômeno que pode ocasionar a degradação do concreto, podendo gerar expansão, ruptura, perda de massa e diminuição progressiva da resistência do concreto. Reduzindo a permeabilidade do concreto pode-se diminuir a degradação ocasionada pelo ataque por sulfatos (MEHTA e MONTEIRO, 2008). O uso adições minerais junto ao material ligante provoca alterações na microestrutura do concreto, o que altera a porosidade da matriz hidratada devido às reações pozolânicas unido à presença de pequenas partículas que podem ocupar os vazios (HOPPE FILHO et al., 2015). Além disso, a incorporação de adições minerais na composição do material ligante traz benefícios econômicos e ambientais que são muito importantes no ramo da indústria da construção civil que possui elevado impacto ambiental (MEDEIROS et al., 2016). O objetivo do presente trabalho foi realizar o estudo de uma alternativa de aproveitamento de resíduo de concreto proveniente de resíduo de construção e demolição (RCD), avaliando sua potencialidade pozolânica e capacidade de mitigação do ataque por sulfatos de origem externa.

Materiais e Métodos

Para avaliar o efeito da incorporação de resíduo de concreto em compósito de cimento Portland utilizou-se um material oriundo de RCD. O material passou por um pré-beneficiamento em equipamento de abrasão Los Angeles e o resultante

peneirado para obtenção de pulverulento. O material final é o passante na peneira 200 (abertura de 0,075 mm).

A caracterização físico-química do resíduo de concreto iniciou-se pela determinação da sua massa específica conforme NM 23 (ABNT, 2000) e análise química por fluorescência de raios X (FRX).

A caracterização quanto à reatividade pozolânica foi feita por difratometria de raios-X (DRX) para identificação das fases cristalinas e, também, do halo amorfo que sinaliza a reatividade das adições. Procedeu-se a determinação do teor de hidróxido fixado pelo método Chapelle modificado conforme NBR 15895 (ABNT, 2010). Avaliou-se ainda o potencial pozolânico seguindo procedimento da NBR 5751 (ABNT, 2012) – índice de atividade pozolânica (IAP) com cal e NBR 5752 (ABNT, 2014) – índice de desempenho (ID) com cimento.

O resíduo de concreto foi também utilizado como substituição parcial ao cimento em argamassas e avaliadas quanto ao potencial de mitigação ao ataque por sulfatos em solução de sulfato de sódio. A metodologia utilizada foi a proposta pela NBR 13583 (ABNT, 2014). Neste caso, foram estudados 5 traços, cada um com diferentes porcentagens de substituição: referência (sem adição), 3%, 5%, 12% e 20%.

Para os ensaios de IAP com cal, ID com cimento e variação dimensional de barras de argamassa foi utilizado areia normal, cimento Portland do tipo CPIIF-40, hidróxido de cálcio PA do fabricante Dinâmica® Química Contemporânea Ltda. e o sulfato de sódio PA do Fmaia® e Biotec®. O aditivo plastificante utilizado foi o Eucon PL 310, do fabricante Viapol®.

Resultados e Discussão

A massa específica do pó de concreto de RCD empregado neste estudo é 2,39 g/cm^3. A composição química do material está apresentada na Tabela 1. O material atendeu aos requisitos químicos especificados pela NBR 12653 (ABNT, 2014) para classe E de material pozolânico.

Tabela 1 - Resultados da composição química do resíduo de concreto.

Composição química, em %										
CaO	SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	TiO_2	K_2O	SO_3	MnO	SrO	ZnO	Álcalis totais
32.55	30,85	20,79	8,25	3,37	1,88	1,53	0,56	0,17	0,06	-

Na DRX foram encontrados picos predominantes de quartzo (SiO_2), calcita ($CaCO_3$), portlandita ($Ca(OH)_2$) e periclásio (MgO). O resíduo de concreto não apresenta halo amorfo, não podendo neste caso ser, por este ensaio, atribuído potencialidade pozolânica ao material. Pelo método de Chapelle modificado foi encontrado um teor de $Ca(OH)_2$ fixado de 1058 mg $Ca(OH)_2$/g amostra. O valor mínimo atribuído a materiais pozolânicos é consumo de 436 mg $Ca(OH)_2$/g pozolana (RAVERDY et al., 1980). O resíduo de concreto apresentou valor superior ao mínimo.

No ensaio de IAP com cal, a argamassa apresentou resistência a compressão de 1,05 MPa, valor abaixo do limite da norma de 6,0 MPa determinado pela NBR 12653 (ABNT, 2014), indicando que o material não é classificado como adição mineral pozolânica. No ensaio de ID com cimento, para que a adição seja considerada pozolana, a argamassa com 25% de adição deve apresentar 90% da resistência obtida pela argamassa de referência. No presente estudo a média

apresentada pela referência foi de 43,81 MPa. A argamassa com adição de resíduo de concreto obteve resistência média de 33,96 MPa, que corresponde a 77,50% da resistência à compressão em relação a referência, não sendo classificado, portanto, como adição pozolânica.

A expansão resultante das barras da argamassa padrão e das argamassas com diferentes porcentagens de substituição por pó de concreto expostas à solução de sulfato de sódio até a idade de 42 dias está apresentada na Figura 1, conforme NBR 13583 (ABNT, 2014). Os resultados mostram que com as substituições a expansão resultante aumentou, evidenciando que a adição de pó de concreto não possui potencial em mitigar o ataque por íons sulfato.

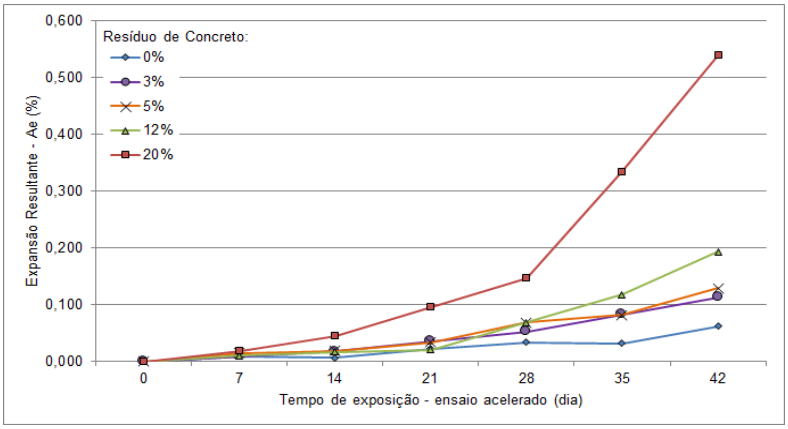


Figura 1 - Expansão das argamassas contendo diferentes porcentagens da adição mineral na composição do material ligante, até a idade de 42 dias, conforme método de ensaio estabelecido pela NBR 13583 (2014).

Marciano (1993 apud Hoppe Filho et al.,2015) propõe que aos 42 dias a expansão resultante limite é de 0,030% e para valores abaixo deste limite a argamassa pode ser considerada resistente ao ataque por sulfatos. Como mostrado na Figura 2, a argamassa de referência não é resistente ao ataque por sulfatos, apresentando valor de expansão superior a 0,030%, e nenhuma das porcentagens de substituição apresentou uma redução capaz de atingir o limite proposto. O aumento na porcentagem de substituição aumentou o valor da expansão resultante o deixando ainda mais distante de 0,030%.

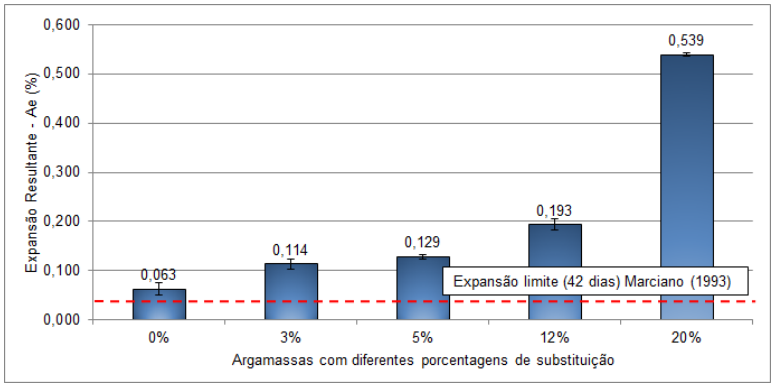


Figura 2 - Expansão resultante, aos 42 dias, das argamassas contendo diferentes porcentagens da adição mineral na composição do material ligante, conforme recomendações da NBR 13583 (2014), e limite de expansão resultante proposto por Marciano (1993 apud Hoppe Filho et al., 2015).

Visando uma avaliação mais completa da expansão das barras, as leituras continuaram além dos 42 dias. Desta forma, foi possível observar todas as barras imersas na solução de sulfato de sódio iniciarem a apresentar fissuras e a forma destas fissuras. Pode-se perceber que, quanto maior a porcentagem de substituição, antes iniciaram as fissuras, indicando que as argamassas ficaram mais frágeis.

Conclusões

O pó de concreto de RCD estudado atendeu aos requisitos químicos da classe E de materiais pozolânicos e apresentou no ensaio de Chapelle modificado resultado acima do valor mínimo atribuído as pozolanas. Apesar destes resultados positivos, não apresentou resultados que indiquem reatividade pozolânica na DRX e não atingiu a resistência à compressão mínima no ensaio de IAP com cal e ID com cimento, não podendo, portanto, ser classificado como adição mineral pozolânica. O material também não apresentou potencial de mitigação no ataque por sulfatos em nenhuma das porcentagens de substituição da adição mineral na composição do material ligante.

Agradecimentos

Ao Professor Eduardo Pereira pela disposição em ensinar e pela orientação deste estudo de maneira muito presente. A Fundação Araucária pelo apoio financeiro através da bolsa de estudos. A UEPG pela cessão de seus laboratórios.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5751**: Materiais pozolânicos — Determinação da atividade pozolânica — Índice de atividade pozolânica com cal — Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 5752**: Materiais pozolânicos — Determinação do índice de desempenho com cimento Portland aos 28 dias. Rio de Janeiro, 2014.

_____. **NBR 12653**: Materiais pozolânicos. Rio de Janeiro, 2014.

_____. **NBR 13583**: Cimento Portland – Determinação da variação dimensional de barras de argamassa de cimento Portland expostas à solução de sulfato de sódio. Rio de Janeiro, 2014.

_____. **NBR 15895**: Materiais pozolânicos – Determinação do teor de hidróxido de cálcio fixado – Método Chapelle modificado. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR NM 23**: Cimento portland e outros materiais em pó - Determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 2001.

HOPPE FILHO, J.; SOUZA, D.J.; MEDEIROS, M. H. F. de; PEREIRA, E.; PORTELA, K. F.. **Ataque de matrizes cimentícias por sulfato de sódio: adições minerais como agentes mitigadores.** Cerâmica 61, 168-177. 2015.

MEDEIROS, M. H. F. de; SOUZA, D. J.; HOPPE FILHO, J.; ADORNO, C. S.; QUARCIONI, V. A.; PEREIRA, E. **Resíduo de cerâmica vermelha e fíler calcário em compósito de cimento Portland:** efeito no ataque por sulfatos e na reação álcali-sílica. Matéria, vol.21, nº 2, p.282-300. Rio de Janeiro, 2016.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto:** estrutura, propriedades e materiais. 3ª Edição. São Paulo: IBRACON, 2008.

RAVERDY M., BRIVOT F., PAILLERE A.M., DRON, R.. **Appreciation de l'activite pouzzolanique des con-stituants secondaires.** In: 7th Int. Congr. Chem. Cem. Paris, 1980.