

Otimização das propriedades do óxido de grafeno empregado como aditivo químico para materiais cimentícios

André G. Camaliente^{1*}, Maura V. Rossi²

1. Estudante de IC da Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie – UPM/SP; *andregcamaliente@gmail.com
2. Pesquisadora do Depto.de Química da Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie – UPM/SP.

Palavras Chave: óxido de grafeno; cimento; aditivo

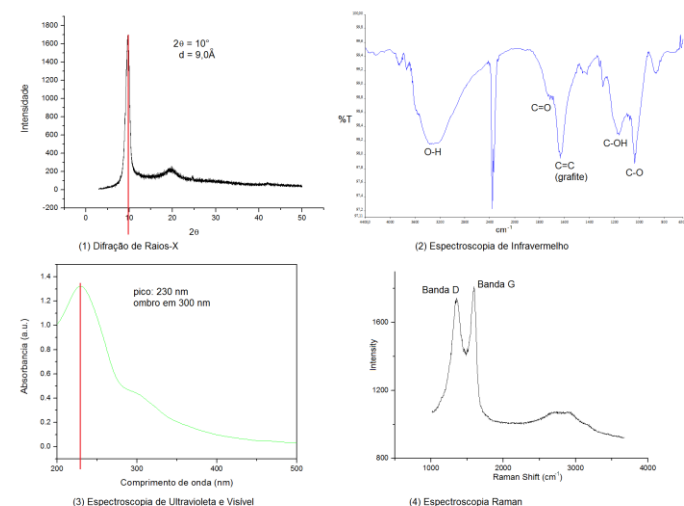
Introdução

Materiais cimentícios são utilizados em todas as áreas da construção civil. Apesar de versáteis e resistentes, racham facilmente sob solicitações de tração. Por isso, é de interesse desenvolver métodos para aumentar a resistência à tração destes materiais. O óxido de grafeno (GO) é um nanomaterial extremamente resistente, constituído de um plano de átomos de carbono em arranjo hexagonal, com grupos oxigenados ligados ao plano gráfico. O GO é capaz de formar um compósito com o cimento que apresenta elevadas propriedades mecânicas, capaz de suportar grandes cargas, e possui ótimas características de porosidade e durabilidade. Desta forma, o presente trabalho propôs-se estudar e otimizar as propriedades do óxido de grafeno com o objetivo de empregá-lo como aditivo químico de materiais cimentícios.

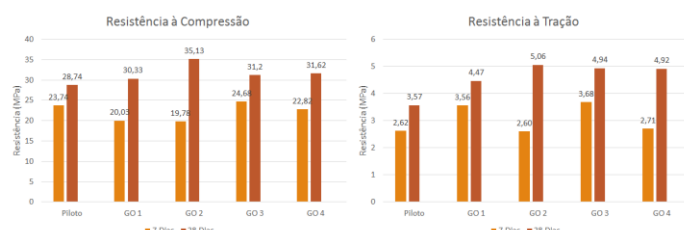
Resultados e Discussão

Foram realizadas quatro sínteses de óxido de grafeno, seguindo método de Hummers modificado⁽³⁾, que consiste na oxidação do grafite, em meio ácido, por permanganato e esfoliação do óxido de grafite pela adição de água. Foram controladas as seguintes variáveis na síntese: quantidade de oxidante, temperatura de síntese (ambiente ou reduzida), meio reacional (ácido sulfúrico ou mistura de ácidos sulfúrico e fosfórico) e tipo de secagem (em estufa ou por liofilização).

Os produtos foram caracterizados por espectroscopias UV-Visível, Infravermelho e RAMAN e difração de raios-X. Os dados obtidos foram comparados à literatura.



Foram preparadas argamassas usando cimento Portland CII-Z32 e Areia Normal Brasileira, no traço 1:3, com relação água/cimento de 0,5 e 0,03% de GO por massa de cimento. Foram moldados corpos-de-prova cilíndricos e determinadas suas resistências à compressão axial simples e à tração por compressão diametral, de acordo com as normas brasileiras NBR7215⁽¹⁾ e NBR7222⁽²⁾. Os gráficos mostram as resistências à compressão e à tração aos 7 e 28 dias.



Os resultados mostram que, em todos os casos, as resistências aos 28 dias à compressão e à tração da argamassa foram maiores na presença de GO. A resistência à compressão aos 28 dias aumentou em até 22,7%, e a resistência à tração em até 41,7%.

A resistência à compressão está relacionada com os produtos formados na hidratação do cimento, principalmente o silicato de cálcio hidratado (CSH). Isso nos sugere que a presença do GO contribua para uma mais completa hidratação do cimento. A literatura sugere que os grupos oxigenados do GO servem de pontos de nucleação para cristais de CSH, o que apoia a hipótese.

A resistência à tração está ligada à formação e propagação de fissuras no material. Acreditamos que o GO retarde a formação de fissuras. O GO pode formar ligações químicas com o CSH, formando uma rede complexa que barra a propagação das fissuras. Por meio destas ligações químicas, os esforços solicitantes são transferidos do CSH para o GO, que possui plano gráfico muito resistente à tração. Desta forma, parte da carga é absorvida pelas folhas de GO.

Comparando os dados de caracterização dos diferentes GO produzidos, não foram notadas diferenças significativas entre os produtos. Ao compararmos os valores de resistência de argamassas, percebemos pouca variabilidade: desvios padrões de 2,1MPa na resistência à compressão (6% da média) e 0,25MPa na resistência à tração (5% da média), o que indica que, ainda que as sínteses tenham sido diferentes, os impactos dessas diferenças foram pequenos.

Conclusões

Os experimentos permitem concluir que o óxido de grafeno, ao ser acrescentado a materiais cimentícios, tem a capacidade de melhorar suas propriedades mecânicas. O aumento da resistência à compressão por meio da melhor hidratação do cimento permite reduzir o consumo de cimento em obras de concreto. O aumento da resistência à tração permite reduzir o consumo de aço. Dessa forma, o uso de óxido de grafeno como aditivo químico em estruturas de concreto permite a execução de obras mais seguras, duráveis, econômicas e sustentáveis.

Agradecimentos

PIBIC – CNPq Mackenzie, pelo apoio financeiro;
Prof^a. Dr^a. Anamaria Dias Pereira Alexiou
Prof. Dr. Simão Priszkulnik
Prof. Dr. José Luiz Caldas Wolff
Yasmin Kheder Mahfoud

1. ABNT NBR 7215: Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão. 1 ed. Rio de Janeiro, dez. 1996
2. ABNT NBR 7222: Cimento Portland – Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos. 1 ed. Rio de Janeiro, mar. 1994
3. DIMIEV, M. Ayrat; TOUR M. James. Mechanism of Graphene Oxide Formation. ACSNano, [S. l.] v. 8, no. 3, p. 3060-3088, 2014