

Potencial de Substituição de Cimento por Finos de Quartzo em Materiais Cimentícios

Potential of Cement Replacement by Quartz Powder in Cementitious Materials

Potencial de sustitución de cemento por cuarzo fino em materiales cementicios

Bruno Luis Damineli

Professor Doutor, USP, Brasil
bruno.damineli@usp.br

Maysa Damante Travain

Mestranda, USP, Brasil.
madamantetra@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

A utilização do cimento no setor da construção civil é considerada um marco da civilização moderna, pois é um material de baixo custo, sendo um recurso econômico para a construção de moradias e grandes obras de engenharia. Isto se deve ao fato de sua matéria prima principal (calcário e argila) ser abundante e barata. Entretanto, a produção de cimento gera impactos ambientais, através da: 1) extração de matérias primas; e 2) grande emissão de gases de efeito estufa, principalmente o CO_2 , decorrente da decomposição do calcário e uso de combustíveis durante a produção (MAURY; BLUMENSCHNEIN, 2012).

As alterações climáticas são determinadas, principalmente, pelo aumento da concentração de CO_2 na atmosfera, pois é emitido em maior quantidade comparado aos demais gases de efeito estufa. Estudos apontam que o aumento da temperatura média do planeta tem se intensificado nas últimas décadas, logo é imprescindível que a liberação de poluentes seja reduzida, a fim de evitar problemas e mudanças nos ciclos biológicos da Terra (LIMA, 2010). Diante desse cenário, os esforços incorporados pelas indústrias cimenteiras para redução das emissões são: 1) o uso de tecnologias mais eficientes no processo de produção; 2) a substituição do clínquer por adições minerais, que são resíduos provenientes de outras manufaturas, como as cinzas volantes e a escória de alto forno; e 3) o uso de combustíveis alternativos de emissão neutra (HUNTZINGER; EATMON, 2009).

Estudos recentes apontam que a substituição do teor de clínquer no cimento é uma alternativa importante para a diminuição dos impactos citados. Porém, os materiais atualmente mais utilizados – a escória de alto-forno e as cinzas volantes – têm baixa disponibilidade (DAMINELI; JOHN, 2012), de forma que o uso de materiais mais abundantes para esta finalidade seria altamente recomendável. Para Lima (2010), embora a liberação de poluentes proveniente da indústria cimenteira venha diminuindo gradativamente, a produção total de cimento e concreto está em crescimento, portanto é necessário estudar novas formas de mitigação das emissões, além das que já vêm sendo utilizadas pelo setor.

Uma estratégia que não tem sido muito explorada é a otimização da pasta cimentícia, principalmente em dosagens de concretos, que juntamente com a adição de filers inertes, possibilita a produção de materiais com menor teor de cimento e mesmo desempenho (DAMINELI et al., 2010). Além disso, por exigirem um aumento no teor de água, o uso de filers não têm recebido a devida atenção por parte das normas técnicas, que estabelecem limites de adições, porém o uso de dispersantes e o controle reológico adequado permitem resistências semelhantes, sem exigir maiores quantidades de fluido e com menor teor de clínquer (DAMINELI, 2013).

De acordo com Daminieli (2013), para que a substituição do clínquer por finos inertes possibilite o desenvolvimento de um material com desempenho satisfatório, é necessária a caracterização das matérias primas, visando a diminuição do teor de água com baixas quantidades de dispersantes, e o estudo do comportamento reológico da suspensão, determinando o teor ideal de aditivo dispersante necessário para garantir a estabilidade da mistura no tempo de aplicação.

2 OBJETIVOS

A proposta do presente trabalho é estudar o aumento da eficiência dos ligantes em materiais cimentícios, que juntamente com a adição de filers de quartzo, pode proporcionar a redução do uso do cimento na matriz cimentícia. Pretende-se explorar o potencial das pastas de cimento e filer de quartzo, nas misturas com substituições de 40% e 60% de filer sobre o volume de cimento. Foram feitos ensaios para avaliar o comportamento reológico, utilizando ferramentas de dispersão de partículas e ensaios de resistência à compressão, comparando o seu desempenho físico e mecânico aos produtos convencionais. Desse modo, busca-se comprovar que é possível produzir um material com características reológicas e mecânicas próximas ao convencional, com impacto ambiental reduzido.

3 METODOLOGIA

O planejamento experimental proposto no presente trabalho tem como objetivo verificar a influência das características dos filers de quartzo no comportamento reológico e mecânico de materiais cimentícios, buscando reduzir o teor de água e de clínquer incorporados. Foram selecionados filers de quartzo de três diferentes granulometrias, e fixados o uso do cimento CPV e de um dispersante à base de policarboxilato.

Na primeira etapa da pesquisa, foram feitas as seguintes avaliações: 1) caracterização das matérias primas, como a composição granulométrica, a área superficial e a densidade real; 2) reologia das pastas de filer e cimento puros, para os parâmetros tensão de escoamento (ensaio de espalhamento pelo minicone) e viscosidade (ensaio de escoamento pelo funil de Marsh); 3) comportamento reológico das pastas de cimento-filer nas substituições de 40% e 60% de filer de quartzo sobre o volume de cimento. Através da estabilização dos valores nos ensaios de minicone e funil de Marsh, foram determinados os teores ótimos de dispersante das pastas para diferentes teores de água. Para possibilitar a comparação entre as pastas de cimento-filer e cimento puro, os teores de água foram fixados em 0,21-0,23-0,25.

Na segunda etapa da pesquisa, serão medidas as resistências mecânicas em corpos de prova com idades de 7 e 28 dias. A análise de dados foi baseada na comparação entre os resultados de reologia das misturas cimento-filers e cimento puro, a fim de obter dados de viscosidade e tensão de escoamento próximos aos das misturas convencionais. A partir dos resultados obtidos nos ensaios de resistência, serão feitas comparações entre o comportamento reológico e o desempenho mecânico das amostras.

4 RESULTADOS

Foram selecionados filers de três diferentes granulometrias, grossa, intermediária e fina, a fim de verificar a influência das características granulométricas na reologia das pastas. Foram feitas misturas com substituição de 60% e 40% de quartzo sobre o volume de cimento e misturas de cimento convencionais. Na intenção de verificar a possibilidade de redução do teor de água do material com filer, de modo a promover resistências mecânicas próximas ao

material convencional, foram feitos ensaios de reologia para avaliar o comportamento das misturas nos teores de água 0,21-0,23-0,25.

Os ensaios de espalhamento pelo minicone demonstraram que as pastas de cimento apresentaram maior tensão de escoamento que as pastas de cimento-filer, pois atingiu um espalhamento inferior, exigindo maiores quantidades de dispersante. As pastas com 60% de filer de quartzo manifestaram menor tensão de escoamento, quando comparadas as com 40% de filer. Por sua vez, os ensaios de escoamento pelo funil de Marsh indicaram que as misturas feitas com filers atingiram um patamar de viscosidade semelhante ao do cimento, com tempos próximos de escoamento.

Os resultados obtidos até o momento, apontaram melhorias reológicas nas misturas com adição de filers, fator que demonstra o potencial da incorporação de filers de quartzo em materiais cimentícios para redução do teor de água na mistura. Logo, com menor teor de água, a porosidade do material é reduzida, aumentando a resistência mecânica. Desse modo, pode-se atingir comportamentos reológicos próximos aos da matriz de cimento convencional e alcançar resistências mecânicas equivalentes, com menor teor de cimento.

5 CONCLUSÃO

Os resultados dos comportamentos reológicos das misturas cimento-filer, para ambos os parâmetros (viscosidade e tensão de escoamento), evidenciam que a incorporação de filers nas pastas proporciona melhorias na reologia, quando comparadas as pastas de cimento convencionais. Embora possa ocorrer diminuição na resistência do material, o teor de cimento incorporado na mistura é reduzido, provavelmente em proporção maior do que a redução da resistência mecânica (dados que serão verificados na finalização do trabalho).

Ao concluir a presente pesquisa, busca-se comprovar que é possível produzir materiais cimentícios com menor impacto ambiental, através da substituição de parte do cimento por filers de quartzo, através do uso eficiente dos ligantes e de um controle reológico adequado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DAMINELLI, B. L. et al. Measuring the eco-efficiency of cement use, **Cement and Concrete Composites**, v. 32, p. 555-562, 2010.

DAMINELLI, B. L.; JOHN V. M. Developing Low CO₂ Concretes: Is Clinker Replacement Sufficient? The Need of Cement Use Efficiency Improvement. **Key Engineering Materials**, v. 517, p. 342-351, 2012

DAMINELLI, B. L. **Conceitos para formulação de concretos com baixo consumo de ligantes: controle reológico, empacotamento e dispersão de partículas**. 2013. 265 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

HUNTZINGER, D. N.; EATMON, T. D. A life cycle assessment of Portland cement manufacturing: comparing the traditional process with alternative technologies. **Journal of Cleaner Production**, v.17, p.668-675, 2009.

LIMA, J. A. R. **Avaliação das consequências da produção de concreto no Brasil para as mudanças climáticas.** 2010. 151 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

MAURY, M. B.; BLUMENSCHHEIN, R. N. Produção de cimento: impactos à saúde e ao meio ambiente. **Sustentabilidade em Debate**, v. 3, n. 1, p. 75-96, 2012.