

# ENGENHARIAS

# APLICAÇÃO DA FRAÇÃO FINA DE RESÍDUOS DE CONCRETO COMO FILLER AO CIMENTO

**OLIVEIRA, Thays Car Feliciano de**

Estudante do Curso de Engenharia Civil de Infraestrutura – ILATTI – UNILA  
E-mail: thays.oliveira@aluno.unila.edu.br

**POSSAN, Edna**

Docente/pesquisador do curso de Engenharia Civil de Infraestrutura – ILATTI – UNILA  
E-mail: edna.possan@unila.edu.br

## 1 Introdução

O consumo crescente de recursos naturais e energia vem gerando impactos negativos sobre meio ambiente, tais como elevadas emissões de CO<sub>2</sub> e geração de resíduos. A exemplo, o setor da construção civil é responsável pela geração anual de mais de um bilhão de toneladas de resíduos de construção e demolição (RCD), além disso, a indústria do cimento é responsável por cerca de 7% das emissões globais de CO<sub>2</sub> (MEHTA e MONTEIRO, 2014).

Ao longo dos últimos anos este setor tem buscado soluções para reduzir o consumo e minimizar as emissões associadas ao cimento, assim como reduzir a geração de resíduos da indústria da construção. Uma das alternativas encontradas na literatura (MEHTA e MONTEIRO, 2014; PUERTA-FALLA, 2015; CONTRERAS et al., 2016; entre outros) é a utilização de RCD como componente do concreto ou do cimento.

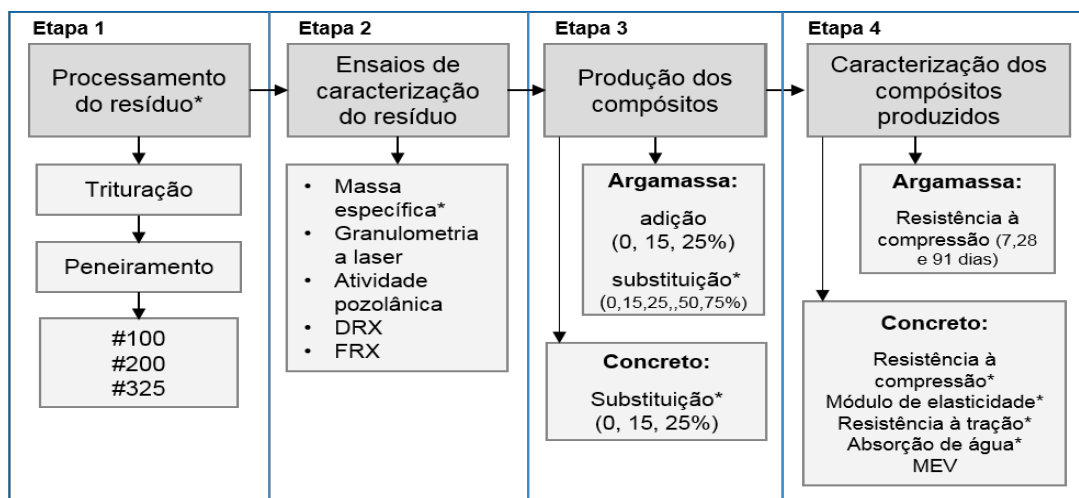
Neste contexto, o objetivo da presente pesquisa foi avaliar a potencialidade da utilização da fração fina de resíduo de concreto (RC) como *filler* do cimento. Para tal, foram avaliadas propriedades físicas, mecânicas e microestruturais de compósitos cimentícios (argamassas e concretos) produzidos com diferentes teores de RC em adição ou substituição ao Cimento Portland.

## 2 Metodologia

As quatro etapas experimentais deste trabalho foram realizadas no Laboratório de Tecnologia do Concreto de Itaipu (LTCI) e consistiram da separação da fração fina do RC em diferentes granulometrias (etapa 1) e respectiva caracterização (etapa 2), produção dos compósitos (etapa 3) e testes de desempenho (etapa 4), conforme esquematizado na Figura 1.

Os ensaios de caracterização e de desempenho seguiram as recomendações normativas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), especialmente: resistência à compressão do cimento, NBR 7215 (ABNT, 1996); índice de atividade pozolânica, NBR 5752

(ABNT, 2014), entre outras.



\*Estudos realizados em 2014/2015

Figura 1 – Metodologia resumida do trabalho.

O ensaio de difração de raios-X (DRX) foi realizado no laboratório da UNILA (difratômetro Panalytical Empyrean) e a granulometria a laser na Acil Weber (granulômetro Cilas DB1). A fluorescência de raios-X (FRX) foi realizada Elizabeth Cimentos® (espectrômetro Panalytical Epsilon 5) e a microscopia eletrônica de varredura (MEV) no LAMIR/UFPR (Laboratório de Análises em Minerais e Rochas) no microscópio Jeol JSM-6010LA, em amostra polida.

Na análise dos resultados empregou-se regressão (linear e não linear) e análise de variância (intervalo de confiança de 95%), por meio dos softwares Excel® e Statistica®, respectivamente.

### 3 Fundamentação teórica

A destinação de RCD é um problema mundial e seu descarte em áreas urbanas e próximas a rodovias ou cursos d'água gera impactos econômicos e ambientais negativos para a comunidade e administração pública. A dificuldade do descarte desses resíduos aliada à possibilidade de redução do consumo/extração de recursos naturais por meio de emprego de agregados reciclados de RCD, denota o potencial de reciclagem destes resíduos (CONTRERAS et al., 2016).

Os agregados reciclados de RCD, em geral, são aplicados em projetos de pavimentação e tubulações de concreto, bem como produção de concretos e argamassas. Mesmo assim, a fração fina (menor que 4,8 mm) obtida nas centrais de reciclagem de resíduos geralmente não é utilizada e representa aproximadamente 40% da massa total de RCD recolhido (CONTRERAS et al., 2016).

Aliada a esta questão, observa-se também o impacto ambiental da produção do concre-

to, devido às elevadas emissões de CO<sub>2</sub> advindas da fabricação do clínquer, principal constituinte do cimento e, conseqüentemente, do concreto. Estima-se que cada tonelada de clínquer emite 1 tonelada de CO<sub>2</sub> na atmosfera, sendo que em 2010 sua produção emitiu mais de 3 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub> (MEHTA e MONTEIRO, 2014).

Neste sentido, a redução do teor de clínquer do cimento pode ser uma alternativa para minimizar as emissões da indústria, a qual pode ser compensada por meio do emprego de materiais cimentícios suplementares (MEHTA e MONTEIRO, 2014) e/ou *fillers*<sup>23</sup> (Puerta-Falla et al., 2015), como adição ao cimento Portland, sendo o último o objeto deste trabalho.

Tendo em vista a produção de um cimento com menor teor de clínquer, este estudo busca o aproveitamento da fração fina do resíduo de concreto (RC) como *filler* no desenvolvimento de um cimento ecoeficiente. Com isso, a pesquisa torna-se solução para minimizar as problemáticas ambientais da indústria da construção no que se refere às emissões de CO<sub>2</sub> e à geração de resíduos.

## 4 Resultados

Os principais resultados do estudo são descritos na sequência. Os relativos à parte inicial do projeto (marcados com \* na Figura 1) foram abordados no ano anterior e não serão apresentados.

### 4.1 Caracterização dos materiais

**Índice de atividade pozolânica:** observou-se variação nos resultados entre 54,14% e 66,18% (Tabela 1), valores inferiores ao limite mínimo de 75% estipulado pela NBR 12653 (ABNT, 2015), indicando que o RC não possui atividade pozolânica.

Tabela 1 – Índice de atividade pozolânica dos RCs estudados (em %).

| #100  | #200  | #325  |
|-------|-------|-------|
| 66,18 | 54,14 | 66,41 |

#100: soma de todo o material passante nesta peneira.

#200 e #325: material retido nas respectivas peneiras.

**Granulometria a laser:** observou-se que o diâmetro médio das partículas de resíduo é maior do que das partículas de cimento, no entanto os valores estão relativamente próximos (escala 10<sup>-6</sup> m), principalmente quando consideradas as granulometrias passante na #100 e retida na #325.

Tabela 2 – Diâmetro médio das partículas (em µm).

| CP-V  | #100  | #200  | #325  |
|-------|-------|-------|-------|
| 13,88 | 36,03 | 90,53 | 34,16 |

<sup>23</sup> Material de granulometria fina que aumenta a compacidade da pasta cimentícia, possibilitando redução da quantidade de cimento (Puerta-Falla et al., 2015).

A)

B)

C)

**FRX e DRX:** os resultados estão de acordo com a composição química e mineralógica esperada para a produção de cimentos.

A partir dos resultados de caracterização dos materiais foi possível confirmar a aplicação do RC como *filler*, pois possui granulometria semelhante à do cimento, composição química e mineralógica compatível, sendo um material quimicamente inerte (sem pozolanicidade).

## 4.2 Caracterização dos compósitos

**Resistência à compressão:** observou-se que as argamassas com adição de RC tiveram resistências próximas à do traço de referência (Figura 2). Por meio da análise estatística (ANOVA) constatou-se que o teor de adição (0, 15 ou 25%) não é significativo, o que indica a possibilidade da utilização de maiores teores, tornando possível a minimização das emissões de CO<sub>2</sub> e do descarte de resíduos.

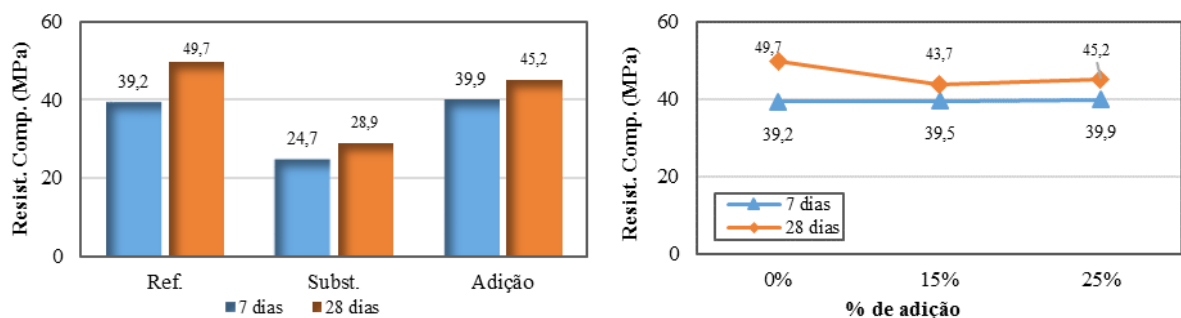


Figura 2 – Resistência à compressão: (A) substituição *versus* adição (B) diferentes teores de adição.

**MEV:** os resultados das micrografias dos concretos (ver Figura 3) indicam que o emprego de RC como *filler* ao cimento não alterou a microestrutura do concreto.

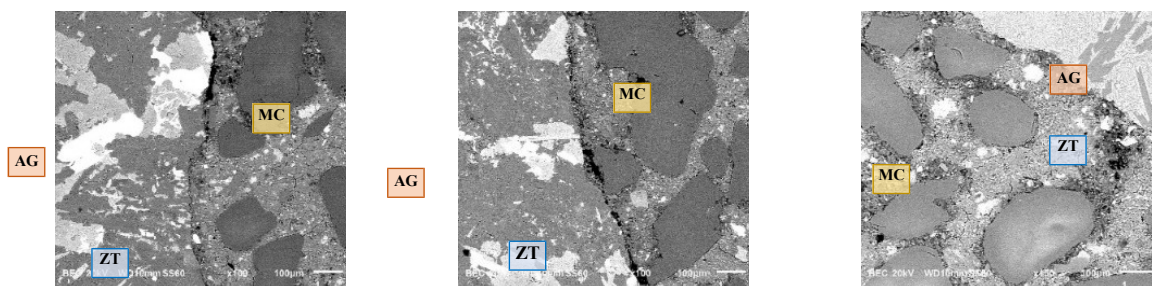


Figura 2 –MEVs. (A) Concreto referência (0% RC). (B) 15% RC. (C) 25% RC. Aumento de 100x. AG=Agregado Graúdo; MC= matriz cimentícia; ZT=Zona de transição.

## 5 Conclusões

- O material estudado (RC) possui diâmetro médio das partículas próximo ao do cimento, além de ausência de pozolanicidade, sendo possível considerá-lo como *filler* para a produção de cimentos ecoeficiente.

- Os resultados de propriedades mecânicas apontam a potencialidade de utilização da fração fina de RC como *filler* em cimentos em teores de até 25%.

## 6 Principais referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 5752**: Materiais Pozolânicos – Determinação do índice de desempenho com cimento Portland aos 28 dias. Rio de Janeiro, 2014.

\_\_\_\_\_. **NBR 12653**: Materiais pozolânicos – Requisitos. Rio de Janeiro, 2015.

\_\_\_\_\_. **NBR 7215**: Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1996.

CONTRERAS, M. et al. Recycling of construction and demolition waste for producing new construction material (Brazil case-study). **Construction and Building Materials**, v. 123, p. 594-600, 2016.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto: microestrutura, propriedades e materiais. São Paulo: IBRACON, 2014.

**PUERTA-FALLA, G. et al. The influence of filler type and surface area on the hydration rates of calcium aluminate cement. Construction and Building Materials, v. 96, p. 657-665, 2015.**