

# ANAIIS

## EICTI 2017

6° Encontro de  
Iniciação Científica

2° Encontro de Iniciação  
ao Desenvolvimento  
Tecnológico e Inovação

4 a 6 de outubro de 2017

Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA)  
Av. Tarquínio Joslin dos Santos, nº 1000  
Foz do Iguaçu, Paraná – Brasil



Realização:



Apoio:



# TRATAMENTO MECÂNICO DO RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO PARA A PRODUÇÃO DE MATERIAL CIMENTÍCIO AMBIENTALMENTE AMIGÁVEL

**DEZEN, Bianca Gabriel dos Santos.**

Estudante do Curso de Engenharia Civil de Infraestrutura, bolsista ITI-CNPq;

ILATIT – UNILA;

E-mail: bianca.dezen@aluno.unila.edu.br;

**POSSAN, Edna**

Docente/pesquisador do curso de Engenharia Civil de Infraestrutura;

ILATIT – UNILA.

E-mail: edna.possan@unila.edu.br.

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, no ano de 2015, somente a iniciativa pública, coletou cerca de 45 milhões de toneladas de Resíduo de Construção e Demolição (RCD) [ CITATION ABR15 \l 1046 ], porém, a destinação apropriada destes ainda não possui consenso, e seu descarte indevido em áreas urbanas ou próximo a rodovias é um problema crescente.

Aliada à questão dos resíduos, observa-se também o grande impacto ambiental devido às elevadas emissões de CO<sub>2</sub> advindas da fabricação do clínquer, principal constituinte do cimento, sendo este um material altamente utilizado pela Indústria da Construção (IC). Estima-se que para cada tonelada de clínquer produzido, emite-se uma tonelada de CO<sub>2</sub> na atmosfera [ CITATION Meh14 \l 1046 ] e neste sentido, a redução do teor de clínquer do cimento pode ser uma alternativa para minimizar as emissões de gases na atmosfera, sendo este, objeto deste estudo.

Para tal, visa-se a produção de um cimento com menor teor de clínquer, utilizando resíduos em sua composição, sendo avaliadas as características físicas do RCD tratado mecanicamente e as propriedades mecânicas das misturas obtidas a partir da substituição parcial do cimento Portland pela fração fina do resíduo.

## 2 METODOLOGIA

A presente pesquisa foi subdividida em três fases (Figura 1): a teórica (que determinou as porcentagens de substituição); a 2ª etapa prática (que determinou as frações do resíduo que seriam utilizadas); e, a 3ª etapa prática (que determinou o desempenho mecânico das misturas e as características físicas do resíduo).

O RCD utilizado na pesquisa foi proveniente da empresa FUTURE, lotada na cidade de Cascavel, PR, cuja classificação é areia vermelha<sup>1</sup>. Em paralelo à parte teórica a 1ª etapa prática foi desenvolvida a qual consistia do estudo de rendimentos<sup>2</sup>.

Os rendimentos foram calculados com base em sucessivos ensaios de granulometria, onde variou-se o tempo de peneiramento. Existiam quatro tipos de material, sendo um sem processamento e três processados em diferentes tempos de moagem em moinho de bolas. A partir desta etapa do estudo, concluiu-se que as duas melhores frações seriam as processadas no moinho durante 1h30, a saber:

- a) Passante na #100 (material passante na peneira de abertura 0,150 mm); e
- b) Passante na #200 (material passante na malha de abertura 0,074 mm).

Por fim, a 2ª etapa prática se concentrou na caracterização dos dois resíduos quanto à sua massa específica, ensaiado pelo método de *Le Chatelier* (Figura 2a) e à sua finura, ensaiado pelo *Blaine* eletônico (Figura 2b). Ademais, as misturas de cimento e resíduo foram testadas quanto ao desempenho mecânico na compressão simples em corpos de prova de dimensão 5 x 10 cm (Figura 2c).

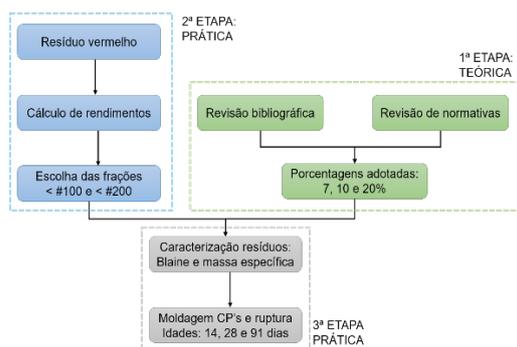


Figura 1 – Fluxograma da metodologia da pesquisa

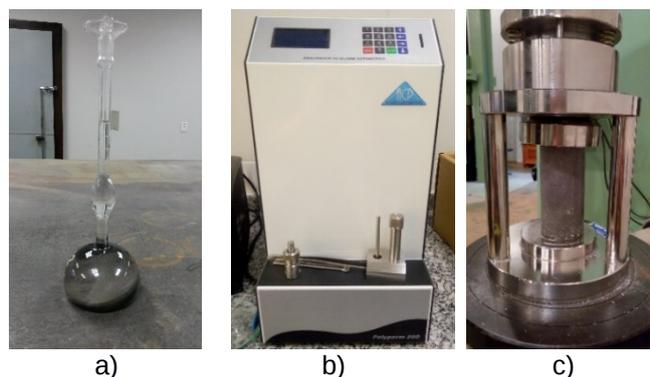


Figura 2 – Testes realizados: a) Ensaio de *Le Chatelier*; b) *Blaine* eletrônico; c) Ensaio de compressão

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A teoria da pesquisa foi baseada em cerca de 20 artigos publicados em periódicos internacionais, dentre eles [ CITATION Con16 \l 1046 ] e [ CITATION Pue15 \l 1046 ], e normativas também estrangeiras (cinco países, mais o Brasil), a fim de determinar padrões/tendências de substituição de cimento por resíduo e então aplicar porcentagens chaves no estudo. Tais tendências podem ser observadas na Tabela 1 e na Figura 3.

1 Material com grãos menores que 4,8 mm de origem mista (concreto, argamassa e cerâmica).

2 Verificação do quantitativo de produção do material com fração fina (dimensão menor que 0,150 mm).

Tabela 1 – Resumo teórico de tendências de substituição baseado em artigos internacionais

Compósitos	Tendências de substituição
Argamassa	Teores de substituição geralmente acima de 10% chegando até 30%
Concreto	Teores de substituição de 15%, sendo que quanto maior a substituição, menor o desempenho dos compósitos.
Cimento	Teor de substituição inferior a 30%, porém, dependendo do tipo de filler, estes teores podem aumentar, uma vez que as propriedades cimentantes desta adição sejam comprovadas

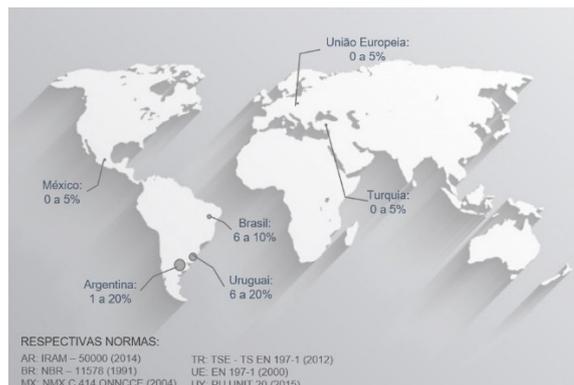


Figura 3 – Revisão de normativas internacionais

Ressalta-se ainda, que a fração fina (menor que 4,8 mm) obtida, geralmente, não é utilizada e representa aproximadamente 40% da massa total de RCD recolhido [ CITATION Con16 \l 1046 ]. Diante disto, este projeto busca estudar o aproveitamento da fração fina do RCD como filler no desenvolvimento de um cimento ecoeficiente, utilizando porcentagens de substituição semelhantes aos pesquisados pela literatura e ainda sim, dentro dos padrões internacionais de cimentos compostos com adição de filler inerte.

#### 4 RESULTADOS

A etapa de caracterização física dos resíduos, consistia em determinar a massa específica ( $\rho$ ) e a finura ( $\psi$ ) das amostras (apresentados na Tabela 2). Como podem ser observados, os valores de finura estão acima do esperado para materiais cimentícios (cerca de 2500  $\text{cm}^2/\text{g}$ ), sendo que os resíduos possuem valores maiores de  $\psi$  com relação ao cimento utilizado na pesquisa, atributo este, que corrobora para o potencial de utilização deste material como filler na constituição de cimentos ecoeficientes [ CITATION Con16 \l 1046 ].

Tabela 2 – Resultados dos ensaios físicos dos resíduos e cimento

Material	$\psi$ ( $\text{cm}^2/\text{g}$ )	$\rho$ ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )
CP-V-ARI (Referência)	4215,70	3,14
#100 (passante)	5233,80	2,55
#200 (passante)	7058,63	2,56

Com relação aos testes de desempenho das misturas de RCD, os resultados comparativos podem ser observados na Figura 4. Como pode ser notado, houve uma diminuição de resistência das misturas com incorporação de resíduo, quando comparadas ao cimento de referência, a qual variou de 34,90% (passante #100 para 20% de substituição) a 17,75% (passante #100 para 5% de substituição).

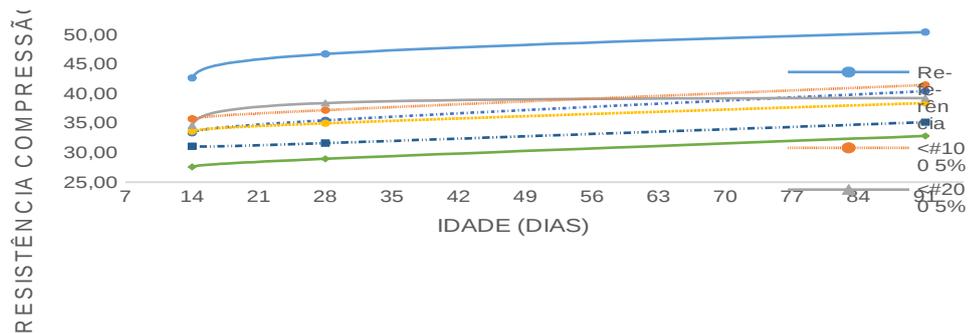


Figura 4 – Resultados compressão das misturas

Pode-se também observar que a maior parte das misturas que continham material passante na #200, obtiveram resultados um pouco melhores quando comparados às misturas com material passante na #100 (variaram de 5 a 7%, para mais). Tal fenômeno pode ser explicado pela maior finura deste compósito, o qual pode ter atuado com filler à mistura, melhorando a compacidade da pasta de cimento devido ao preenchimento dos vazios, o que contribuiu para o aumento da resistência destas misturas.

## 5 CONCLUSÕES

- Os dois resíduos avaliados, possuem maior finura Blaine quando comparados ao cimento de referência, o que corrobora para a possível utilização dessas frações como filler ao cimento ecoeficiente;
- O desempenho mecânico das misturas se mostrou bom, uma vez que a taxa de redução de resistência variou de 17 a 35 %, valores estes recorrentes neste tipo de pesquisa segundo a literatura. No entanto, as misturas ainda possuem potencial de utilização como filler para a produção cimentos ecoeficientes, desde que estudos mais aprofundados sejam realizados *à posteriori, avaliando a aplicação da fração fina do RCD em cimentos sem nenhuma adição de filler (como o CP I)*.

## 6 PRINCIPAIS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRECON, A. d. (2015). *Pesquisa Setorial*.
- ABRELPE, A. P. (2015). Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. São Paulo, Brasil.
- Contreras, M., Teixeira, S., Lucas, M., Lima, L., Cardoso, D., Silva, G., . . . Santos, A. (2016). Recycling of construction and demolition waste for producing new construction material (Brazil case-study). *Construction and Building Materials*, 123, pp. 594-600. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.07.044>
- Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. (2014). *Concreto: microestrutura, propriedades e materiais*. São Paulo: IBRACON.
- Puerta-Falla, G., Kumar, A., Gomez-Zamorano, L., Bauchy, M., Neithalath, N., & Sant, G. (2015). The influence of filler type and surface area on the hydration rates of calcium aluminate cement. *Construction and Building Materials*, 96, pp. 657-665. doi:[10.1016/j.conbuildmat.2015.08.09](http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.08.09)