

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE CIMENTOS ÁLCALI-ATIVADOS PRODUZIDOS A PARTIR DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Felipe Hirata Bianchin – Bolsista de Iniciação Científica, Engenharia Civil UFRGS – felipe.hbianchin@gmail.com

Orientador: Prof. Dr. Ana Paula Kirchheim, Escola de Engenharia UFRGS

Colaboradores: Eugênio Bastos da Costa, Márlon Augusto Longhi e Erich Rodríguez Martínez

INTRODUÇÃO

Os cimentos eco-eficientes são alternativas complementares aos cimentos Portland (CP) com grande potencial em minimizar impactos ambientais. Estima-se que o consumo global de energia para a produção de cimento situa-se entre 7 e 10 bilhões de GJ/ano, e que as emissões de CO₂ correspondem a aproximadamente 6 - 7% da geração mundial (MALHOTRA, 2002; MEHTA, 2002; MEHTA E MONTEIRO, 2008). Além disso, um expressivo aumento no consumo de cimento esperado nas próximas décadas tornam os números atuais ainda mais desconfortáveis.

A construção civil é também responsável pela geração de um vasto montante de resíduos de construção e demolição (RCD). A destinação adequada desse material em áreas legais de deposição tem se tornado uma prática cada vez mais inconveniente, tendo-se em vista o crescimento das cidades que promovem o distanciamento dos aterros. Apesar de inúmeras pesquisas apontarem o uso do RCD como agregado para concreto, que seria capaz de absorver enorme volume de resíduo gerado anualmente, existem muitas incertezas devido a forte variabilidade do resíduo. Observa-se, também, que para as frações menores de concreto reciclado tem-se um volume maior de argamassa aderida ao agregado natural (AMORIM 2008), o que dificulta o uso do RCD como agregado miúdos em novos concretos (HASEN 1992 e VÁZQUEZ et al. 2004 apud LOVATO, 2007).

OBJETIVOS

Este trabalho propõe a utilização do RCD de origem cimentícia (concretos e argamassas) como material ligante, propondo o aproveitamento das frações menores do resíduo. Para tanto, foi sintetizado um material precursor com o resíduo para então ser álcali-ativado com silicato de sódio. Após moldadas e curadas, as misturas foram submetidas ao ensaio de resistência à compressão axial.

SÍNTESE DO MATERIAL PRECURSOR

As amostras desse estudo foram produzidas a partir de RCD de concreto com resistência nominal média de 30 MPa. O material foi processado em um britador de mandíbulas, seguido de uma britagem secundária em britador de rolos para aumentar a quantidade de finos na composição granulométrica. O RCD foi, então, peneirado numa malha com abertura de 75 µm e, para tornar o material mais reativo, este foi calcinado em forno tipo mufla a temperatura de 900°C por 2 horas. Posteriormente, realizou-se o resfriamento brusco do material utilizando ventilação forçada.

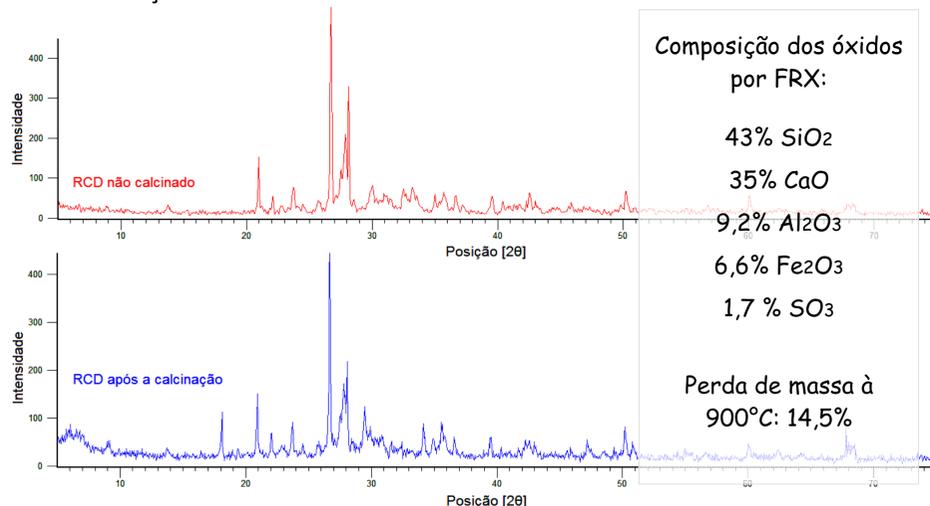


RCD nas diferentes etapas da produção: a - resíduo britado; b - após o peneiramento; c - após a calcinação

REATVIDADE DO MATERIAL

A partir dos difratogramas de raios X realizados com o resíduo, não foi possível identificar alteração significativa das fases presentes na composição do mesmo, devido a presença de sílica no material, cuja intensidade dos picos é elevada e prejudica a análise. Contudo, nota-se o surgimento e intensificação de alguns picos, o que indica que houve alteração nas fases.

Com a fluorescência de raios X (FRX), foi possível proporcionar as diferentes soluções de ativador alcalino, e realizar testes buscando uma otimização do material.



Difratogramas de raios X do material antes e após a calcinação e composição de óxidos do material calcinado

METODOLOGIA E ENSAIOS

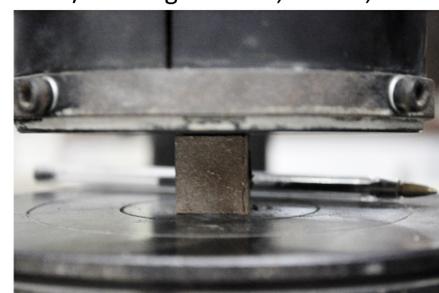
Foram moldadas diferentes misturas, variando-se as relações molares de SiO₂/Al₂O₃ e NaOH/SiO₂, para avaliar quais combinações teriam potencial e resultariam num material endurecido resistente. Todas as misturas foram curadas à 50°C por 24 horas. Os resultados obtidos estão na tabela abaixo:

Relação molar NaOH/SiO ₂	0,15	0,2	0,25	0,3
Relação molar SiO ₂ /Al ₂ O ₃				
7,8	-	1 e 2	-	1 e 2
8,5	2	2	2	1 e 2
9,0	ok	ok	ok	ok

Tabela mostrando as diferentes misturas realizadas. Atribui-se o número 1 para aquelas que apresentaram eflorescência ainda na primeira semana e 2 para as não endureceram até o 3º dia.

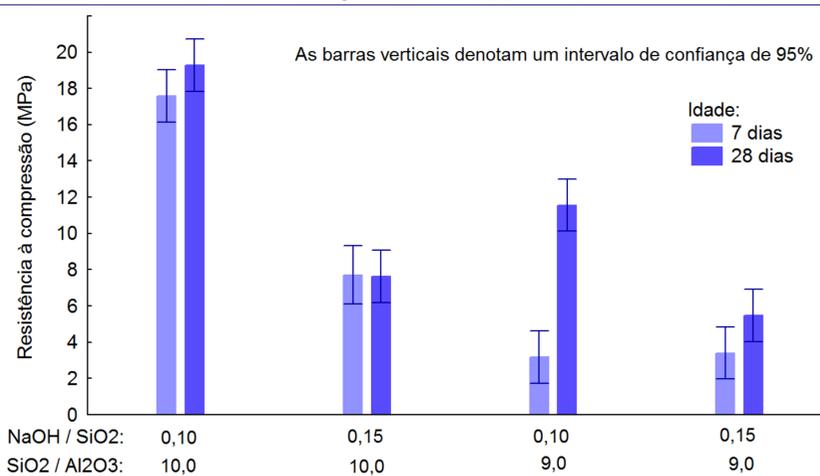
Com base nos resultados acima, foram proporcionadas 4 misturas, combinando relações molares de SiO₂/Al₂O₃ iguais à 9,0 e 10,0 e de NaOH/SiO₂ iguais à 0,10 e 0,15.

A relação água/ligante foi fixada em 0,45 para todas as misturas - que por sua vez apresentaram diferentes consistências. Os corpos de prova foram moldados em uma forma acrílica de formato cúbico (lado igual à 20 milímetros).



Ensaio de resistência à compressão

RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS



- O material apresenta comportamento razoável frente a esforços de compressão.
- O material apresenta grande quantidade de sílica, que é inerte nas misturas, o que pode justificar a baixa reatividade do resíduo.
- Poderia ser melhor explorado a influência da relação água/ligante. Algumas misturas, com elevada fluidez apresentaram heterogeneidade, o que influenciou diretamente resistência mecânica.
- A análise estatística realizada apontou que as relações molares consideradas e a idade dos corpos de prova são fatores com influência significativa, e que existem interações entre eles.
- O melhor desempenho observado foi para as misturas com relação molar SiO₂/Al₂O₃ mais alta (igual à 10,0) menor relação molar NaOH/SiO₂ (igual à 0,10).