

PRODUÇÃO DE ARGAMASSAS A PARTIR DOS REJEITOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL, CINZA VOLANTE E CAL HIDRATADA

K. C. Ferreira ⁽¹⁾; S. G e Gonçalves ⁽¹⁾; R.N.F. M Carvalho ⁽¹⁾; D.N.P. Cardoso ⁽¹⁾; J. A. S. Souza ⁽²⁾; A.M.P.F. Felipe ⁽²⁾

⁽¹⁾ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química – UFPA

⁽²⁾ Faculdade de Engenharia Química - UFPA.

keyllafcastro@yahoo.com.br

RESUMO

Como alternativa de reciclagem é proposto o emprego do resíduo de construção civil (RCC), gerado nas obras de demolições e reformas, como agregado miúdo, o uso da cal hidratada e cinza volante (CV) proveniente de caldeiras de leitos fluidizados, como material pozolânico, em substituição ao cimento Portland para produção de argamassa. Neste contexto estudaram-se, características químicas por espectrofotometria de raios-X e mineralógicas por difração de raios-X do RCC e as características físicas de absorção, porosidade, massa específica e resistência mecânica de trêstraços de argamassas após 28 dias de cura. O traço 2 com 75% de RCC, 15% de Cal e 10% de CV apresentou melhor resultado de resistência mecânica, comprovando a atividade pozolânica da cinza volante. Os resultados revelaram uma mistura interessante na produção de argamassas para a indústria da construção civil minimizando dessa forma os impactos gerados por esses resíduos.

Palavras-chave: Rejeito da Construção Civil; Cal, Cinza Volante; Argamassas.

INTRODUÇÃO

A construção civil é considerada uma das principais atividades geradoras de emprego, renda e desenvolvimento social. No entanto, é responsável por uma série de impactos ambientais, desde o alto consumo de recursos naturais e a modificação da paisagem, até a geração de resíduos ⁽¹⁾. Com o desenvolvimento da consciência do setor da construção civil com relação aos problemas ambientais, há uma grande procura em desenvolver materiais e processos construtivos menos onerosos ao homem e ao meio ambiente ⁽²⁾.

Usualmente, as formas de aproveitamento desses resíduos baseiam-se em aspectos qualitativos – textura, forma, granulometria, cor, capacidade de aglutinação – sem embasamento com relação às características que avaliem o comportamento do material à longo prazo. Com o intuito de avaliar o potencial real de aproveitamento do resíduo, é necessário identificar parâmetros não só estruturais, mas ainda geométricos e ambientais dos resíduos ⁽²⁾.

A forma mais simples de aproveitamento é na forma de agregados, gerando uma economia de 80% em relação aos agregados convencionais. Ao atingir uma granulometria semelhante à da areia, com a utilização de moinhos na própria obra, o resíduo pode ser utilizado como agregado para a argamassa de assentamento e revestimento, eliminando compras de material e custos de transporte, reduzindo o consumo de cimento e cal, e, ainda, aumentando a resistência à compressão da argamassa ⁽³⁾.

Cinzas volantes são subprodutos resultantes da combustão do carvão mineral em caldeiras. Para as empresas geradoras, este resíduo torna-se um problema em relação ao descarte final. Desta forma se faz necessário estudar aplicações tecnológicas para essas cinzas. A reutilização de cinzas na formulação de argamassas e concretos é uma alternativa interessante, visto que este material possui atividade pozolânica. Pozolanas são materiais silicosos ou silicoaluminosos que, por si sós, possuem pouca ou nenhuma atividade aglomerante, mas que quando finamente divididos e na presença da água, reagem com o hidróxido de cálcio à temperatura ambiente para formar compostos com propriedades aglomerantes ⁽⁴⁾.

A cal hidratada é um pó seco obtido pela hidratação adequada da cal virgem, constituída essencialmente de hidróxido de cálcio ou de uma mistura de hidróxido de cálcio e hidróxido de magnésios, ou ainda, de uma mistura de hidróxido de cálcio, hidróxido de magnésio e óxido de magnésio ⁽⁵⁾.

Nesse contexto surge como alternativa de reciclagem de resíduos a utilização dos rejeitos de construção civil e de rejeitos provenientes de caldeiras de leitos fluidizados: cinza volante em mistura com a cal hidratada para produção de argamassas utilizadas em obras da construção civil.

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foram utilizados Resíduos de Construção Civil (RCC); Cinzas Volantes (CV) e Cal Hidratada.

Os RCC foram coletados na UFPA e foram provenientes da reforma do laboratório de Engenharia Química (LEQ). O material coletado passou por processos de operações unitárias de acordo com a norma ABNT ⁽⁶⁾. Todo o material separado (alvenaria e reboco) foi britado e moído com moinho de disco MARCONI Modelo MA700 série (100690037); Moinho de bolas CIMAQ S.A Modelo Work Index série (005) e classificado em peneiras a fim da amostra de agregado miúdo reciclado obedecer aos requisitos da norma ABNT ⁽⁷⁾.

A cinza volante, usada foi proveniente da refinaria de alumina Hydro, localizada no município de Barcarena-Pa. A sua produção ocorre em caldeiras de leito fluidizado circulante a partir da combustão do carvão mineral, foram realizadas análises granulométricas nas CV para a verificação se há necessidade prévia de tratamento para ser utilizada como pozolana. A Cal utilizada foi definida de acordo com a ABNT ⁽⁸⁾. A água utilizada foi proveniente do sistema de abastecimento da Universidade Federal do Pará.

A caracterização da matéria-prima RCC obedeceu a seguinte sequência: espectrometria de fluorescência de raios γ e difração de raios γ . As análises de caracterização foram realizadas, para a determinação da composição química do RCC. Para confecção dos corpos de prova foi usada a composição descrita na tabela 1.

Tabela 1 – Composição dos corpos de prova.

TRAÇOS	RCC (%)	CINZA (%)	CAL (%)
1	75	0	25
2	75	10	15
3	75	15	10

A partir da fôrma-modelo em aço, foram confeccionadas formas em PVC com 10 cm de comprimento e 5 cm de diâmetro para moldagem dos corpos de provas (Figura 1).



Figura 1 - Forma em aço (esquerda) e forma em PVC (direita)

Após a cura de 28 dias dos corpos de prova de argamassa, foram executados os ensaios físicos de absorção, porosidade de acordo com a norma da ABNT ⁽⁹⁾, massa específica de acordo com a norma ABNT ⁽¹⁰⁾, para avaliar as propriedades cerâmicas com diferentes teores de cinza volante (Figura 2).



Figura 2 – Etapas dos ensaios físicos.

Os ensaios de resistências à compressão dos corpos de prova de argamassas foram realizados após 28 dias de cura, de acordo com a norma ABNT ⁽¹¹⁾, no laboratório de Materiais de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará (Figura 3).

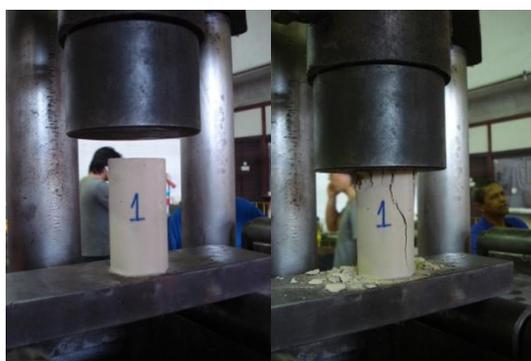


Figura 3 – Resistência à compressão

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização do RCC

A Tabela 2 mostra que o resíduo de construção civil é composto, em sua maioria, por óxidos de silício (93,41%), e em sua minoria óxidos de alumínio (0,59%), ferro (0,32%) e potássio (0,19%) o que caracteriza um agregado miúdo para produção de argamassa. O alto teor de óxido de silício (SiO_2) encontrado deve está associado, principalmente, aos agregados naturais do concreto e da argamassa de paredes presentes no RCC.

Tabela 2 -Fluorescência de raios-X do RCC.

COMPONENTE	CONCENTRAÇÃO (%)
SiO_2	93,41
Al_2O_3	0,59
Fe_2O_3	0,32
K_2O	0,19
Perda ao fogo	5,49

A Figura 4 representa o difratograma da caracterização da amostra por difração de raios -X. Esta análise foi utilizada para identificar as fases minerais dos principais compostos do resíduo de construção. De acordo com as intensidades difratadas pelos planos cristalográficos, verifica-se facilmente a intensidade e frequência do quartzo, o que mostra a predominância do rejeito de construção civil, na constituição da argamassa.

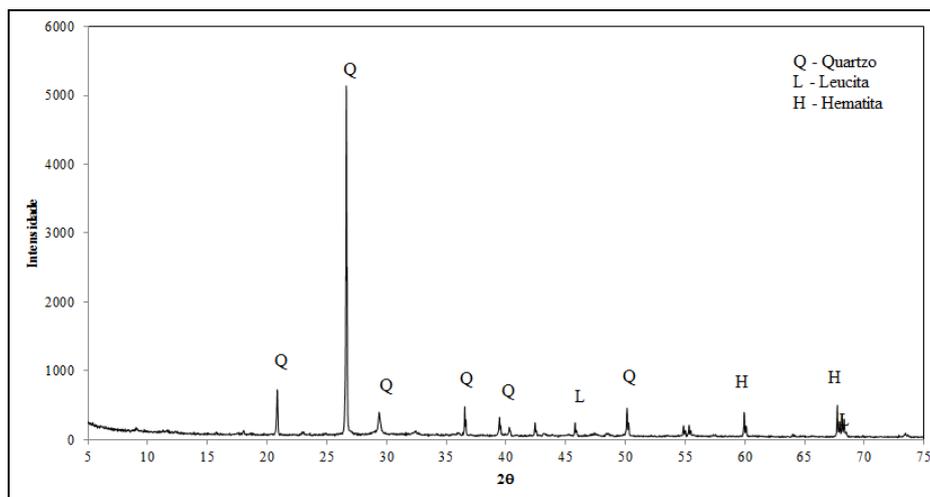


Figura 4 – Difratograma do RCC.

Ensaio físicos e mecânico

Na Tabela 3 são apresentados os resultados dos ensaios físicos de absorção, porosidade, massa específica e mecânico de resistência à compressão.

Tabela 3 – Resultados do ensaio físicos e mecânico.

TRAÇOS	ABSORÇÃO (%)	POROSIDADE (%)	MASSA ESPECÍFICA (g/cm ³)	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (MPa)
1	15,85	22,88	1,47	29,42
2	16,25	23,40	1,41	26,48
3	27,82	32,47	1,26	14,71

A partir dos resultados da Tabela 3 produziram-se gráficos de absorção, porosidade, massa específica e resistência à compressão *versus* o teor de cinza.

Na figura 5 são apresentados os gráficos gerados a partir dos ensaios de porosidade, absorção, massa específica e resistência à compressão. Observou-se que há uma quantidade limite de cinza volante a ser adicionada as argamassas, pois as variações observadas nos traços 1 e 2 são mínimas quando comparadas ao traço 3.

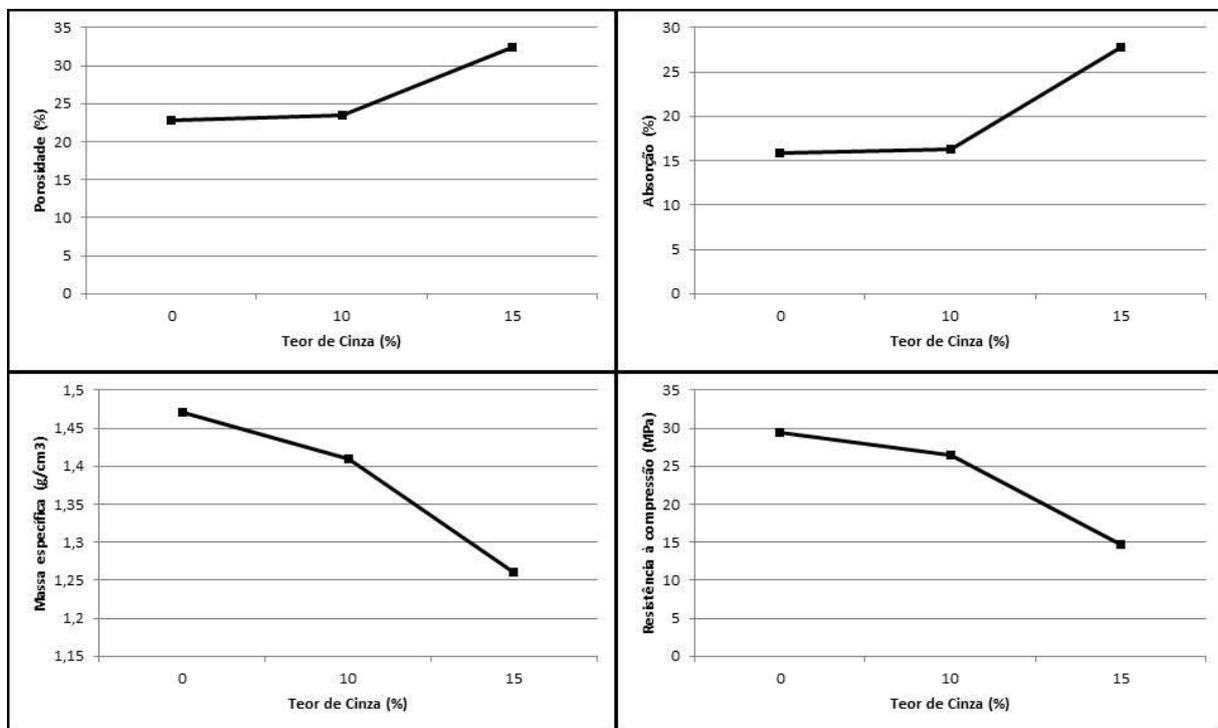


Figura 5 – Porosidade, absorção, massa específica e resistência à compressão das argamassas.

À medida que se aumenta o teor de cinza volante e diminui o teor de cal ocorre um aumento na porosidade e conseqüentemente na absorção de água. Isso ocorre devido à diminuição da cal nos traços reduzir a capacidade de cristalização na mistura, pois a ausência do Ca implica em uma redução das fases cristalinas responsáveis pelo aumento no meio ligante o que deve acontecer também com outras propriedades como a resistência mecânica que diminui com a redução do Ca e a massa específica que diminui com o volume de vazios formados.

Ao comparar os valores dos ensaios físicos e mecânico observou-se que há uma diminuição significativa nos resultados dos ensaios físicos e mecânico do traço 3 (75%RCC, 10%Cal e 15%CV) quando comparado ao traço 1 (75%RCC, 25%Cal e 0%CV), em relação ao traço 2 (75%RCC, 15%Cal e 10%CV) essa diferença não foi tão significativa.

CONCLUSÕES

O uso do resíduo da construção civil como agregado e a utilização da cinza volante de caldeiras de leito fluidizado como substituinte parcial a cal forneceram valores de desempenho satisfatórios para produção de argamassas. .

O traço 2 com 75% de RCC, 15% de Cal e 10% de CV é uma alternativa viável de redução no consumo da cal para a produção de argamassas de baixo custos.

REFERÊNCIAS

- (1) PINTO, T.P. Gestão ambiental de resíduos da construção civil: experiência da SindusCon-SP. São Paulo: Obra limpa, I&T, SindusCon-SP, 2005.
- (2) ROCHA, J. C.; JOHN, V. M. Utilização de resíduos na construção habitacional. *ColetâneaHabitate*, vol. 4. Porto Alegre: ANTAC, 2003.
- (3) MATOS, E. L.S. Reaproveitamento de resíduos da construção civil. Trabalho de conclusão em Engenharia Civil. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade de Amazônia – UNAMA. Belém, 2009.
- (4) Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 12653: Materiais pozolânicos - Especificação, Rio de Janeiro, RJ (1992).
- (5) Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 7175: Cal hidratada para argamassas – requisitos. Rio de Janeiro, 2003.
- (6) Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 7217: Determinação de composição granulométrica dos agregados. Rio de Janeiro, 1982.

(7) Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 7211: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento. Rio de Janeiro, 2005.

(8) Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 9289: Cal hidratada para argamassas – Determinação da finura. Rio de Janeiro, 2000.

(9) Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 9778: Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água por imersão, índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 1987.

(10) Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 13280: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido. Rio de Janeiro, 1995.

(11) Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 7215: Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1996.

PRODUCTION OF MORTAR USING TAILINGS OF CIVIL CONSTRUCTION, FLY ASH AND HYDRATED CAL

ABSTRACT

Instead of recycling is proposed the use of civil construction tailings (CCT), produced in building demolition and reforms, as fine aggregate, the use of hydrated cal and fly ash (FA) from boilers fluidized system, as pozzolanic material, for replacing Portland cement for the mortar production. In this context, it was studied, the chemical characteristics by spectrophotometry X-ray and mineralogical composition by diffraction X-ray of the (CCT) and the physical characteristics of absorbency, porosity, density and mechanics resistance of three types of mortar after 28 days. The type 3 with 75% of CCT, 15% of Cal and 10% of FA show better result of mechanics resistance, demonstrating the pozzolanic activity of fly ash. The results revealed an interesting mix of manufacturing of mortars for the construction civil industry minimizing the impacts generate of these tailings.

Key-words: civil construction tailings; cal, fly ash, mortar.