INFLUÊNCIA DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL À PASTA DE CIMENTO

G.A. Cunha; A.C.D. Andrade; J.M.M. Souza; A.C.J. Evangelista; V.C. Almeida*
Centro de Tecnologia, Escola de Química. Bloco E sala 206
Ilha do Fundão – CEP 21941-909 valeria@eq.ufrj.br
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Resumo

Os resíduos de construção e demolição (RCD) quando dispostos de maneira inadequada podem causar sérios problemas de saúde pública. O seu reaproveitamento visando o desenvolvimento de novos produtos utilizando técnicas de produção simples, conferindo um novo ciclo de vida do produto e não agredindo o meio ambiente se insere no conceito sustentável. O Objetivo deste trabalho foi identificar as características dos resíduos gerados em uma reforma residencial (sobras de cerâmica esmaltadas e entulho) verificando separadamente sua influência no comportamento mecânico em pastas de cimento. Foram preparadas pastas de cimento com os resíduos nas proporções de 25% e 50% com a relação água/cimento em torno de 0,35. O comportamento mecânico das pastas foi determinado pelos ensaios de determinação do tempo de pega, absorção de água, resistência à compressão. Foram caracterizados através das técnicas de, fluorescência de raios X e espectrometria de infravermelho. Os resultados indicam que a composição química do resíduo causa alteração no comportamento das pasta de cimentos refletindo na resistência à compressão das mesmas.

Palavras - chave: resíduo cerâmico, resíduos de construção , cerâmica esmaltada

INTRODUÇÃO

Os resíduos da construção civil (RCC) ou resíduos de construção e demolição (RCD) representam sérios problemas para a saúde pública quando gerenciados de maneira inadequada, principalmente com relação a sua disposição final, pois podem gerar enchentes, prejuízos a paisagem, obstrução de logradouros

públicos, proliferação de doenças, transformação de áreas agricultu ráveis em estéreis, além de representar um custo significativo para o recolhimento destes resíduos dispostos ilegalmente.

A indústria da construção causa impacto ao meio ambiente ao longo de toda sua cadeia produtiva, desde a ocupação de terras, extração de matérias-primas, transporte, processos construtivos, geração e disposição de resíduos sólidos e os produtos em si. A geração de resíduos torna-se ainda mais negativa, considerando-se o nível de desperdício, principalmente na construção informal e autoconstrução. Por outro lado ela é por sua própria natureza, o segmento que apresenta maior capacidade de absorver novas tecnologias e novos materiais, produzidos e desenvolvidos a partir da utilização de resíduos.

Com as novas normas e diretrizes para o gerenciamento de resíduos sólidos, a intensificação da legislação e a fiscalização muito mais presente e efetiva torna se inadmissível o descarte e disposição direta desses materiais no meio ambiente.

Os descartes inadequados de entulhos da construção civil causam graves impactos sócio-ambientais, impondo a necessidade de busca de soluções rápidas e eficazes de modo a minimizar os impactos causados. Os benefícios sócio-ambientais gerados da reciclagem destes resíduos se refletem na melhoria da qualidade de vida da população e a utilização racional dos recursos naturais.

O objetivo deste trabalho foi identificar as características dos tipos de resíduos gerados em uma reforma residencial (sobras de cerâmica esmaltadas e entulho) verificando separadamente sua influência no comportamento mecânico em pastas de cimento.

MATERIAIS E MÉTODOS

Na realização da parte experimental desta pesquisa foram utilizados os materiais abaixo relacionados:

- Resíduos de demolição - entulho de construção civil (tijolos, pisos cerâmicos, ladrilhos, concretos).
- Sobras da troca de um piso cerâmico esmaltado
- Cimento Portland CPII – 32 F Cimento Portland

Os resíduos foram coletados de forma aleatória em fragmentos de tamanhos variados sendo inicialmente submetidos, a processos mecânicos de quebra e moagem.

Com a finalidade de cominuir os resíduos foram utilizado um britador de rolos e em seguida um pulverizador de disco. A após esta etapa foram classificados granulometricamente, utilizando para isto um *rot-up* , com jogo de peneiras ABNT de 30, 40, 50, 70, 100, 120 , 200 e 270mesh.

A caracterização mineralógica dos resíduos foi feita empregando-se as técnicas de e Fluorescência de raios X, Difração de raios-X, Espectrometria de infravermelho.

A fim de verificar a possibilidade de usar o resíduo como substituinte de parte do cimento Portland foram confeccionados corpos de prova com as seguintes proporções:

Tabela 1: Composição dos corpos de prova preparados.

Sigla	Mistura	Quantidade em gramas(g)		
		cimento	resíduo	água
C-100	100% cimento	4880		1200
C25-RM	75%cimento + 25% de resíduo (RM)	3660	1300	1220
C50-RM	50% cimento + 50% de resíduo (RM)	2440	2600	1200
C25-CE	75%cimento + 25% de resíduo (CE)	3660	1220	1150
C50-CE	50% cimento + 50% de resíduo (CE)	2440	2440	1000

A homogeneização da mistura foi feita manualmente. Inicialmente foi misturado o cimento e o resíduo cominuído e posteriormente adicionada à água de amassamento.

A moldagem dos corpos de prova foi feita utilizando uma forma cilíndrica de 10 com de altura e 5 cm de diâmetro, conforme a norma técnica NBR 7215. As amostras foram moldadas em três camadas de misturas, com espessuras aproximadamente iguais com aplicação de 20 golpes por camada com um soquete metálico. A relação água /cimento + resíduo em torno de 0,35 foi necessária para garantir a homogeneidade da mistura. Após 24h os corpos de prova foram

desformados e levados a uma câmara úmida sendo submetidos a períodos de cura de 7,14 e 28 dias. Foram preparados três corpos de prova para cada dia de ensaio.

A determinação do tempo de pega foi feita para todas as misturas propostas utilizando-se o aparelho de Vicat (MB-3434).

A caracterização física e mecânica dos corpos de prova preparados foi feita após 7,14 e 28 dias de cura por meios de ensaio de absorção de água e resistência à compressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do tratamento de cominuição utilizado foi encontrada a seguinte distribuição granulométrica para os resíduos:

Tabela 1- Análise granulométrica dos resíduos cominuídos

Peneira (mesh)	Diâmetro(mm)	%retido (RM)	%retido(CE)
30	0,59	-	20,11
40	0,42	31,33	-
50	0,30	14,22	33,49
70	0,21	15,94	12,6
100	0,149	11,11	9,59
120	0,125	5,44	-
200	0,074	8,72	9,89
270	0,053	-	10,17
fundo	<0,053	12,67	3,75

Onde RM = resíduo misto e CE = cerâmica esmaltada

O resíduo misto é composto por 31,3% de partículas com diâmetro maior que 0,42 mm, enquanto que 30,1% estão na faixa das partículas menores que 0,30 mm e maiores que 0,21 mm. Observa-se que, 20,11 % do resíduo cerâmico esmaltado são compostos por partículas com diâmetro maior que 0,59 mm, enquanto que 55,68% estão na faixa das partículas menores que 0,30 mm e maiores que 0,14 mm. 23,89% do resíduo reciclado apresenta partículas com diâmetro menor que 0,074.

Os dados na determinação do tempo de pega das misturas cimento + água, cimento + resíduos misto e cimento + resíduo cerâmico esmaltado são mostrados na Figura 1.

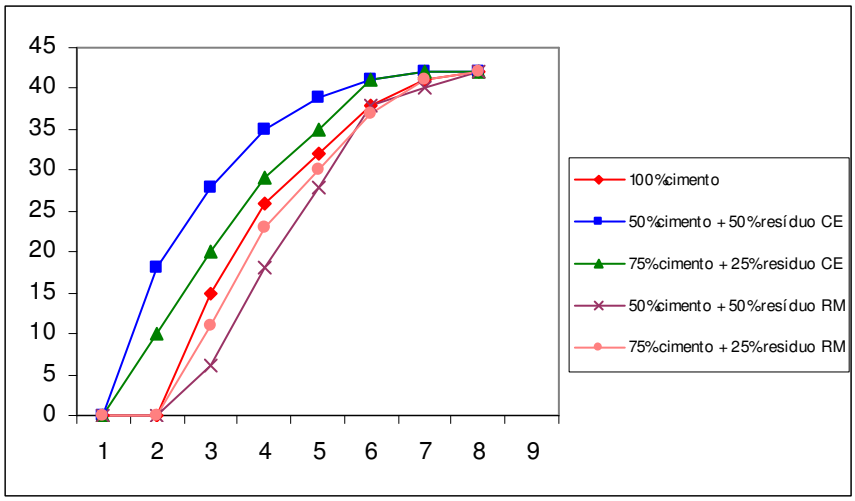
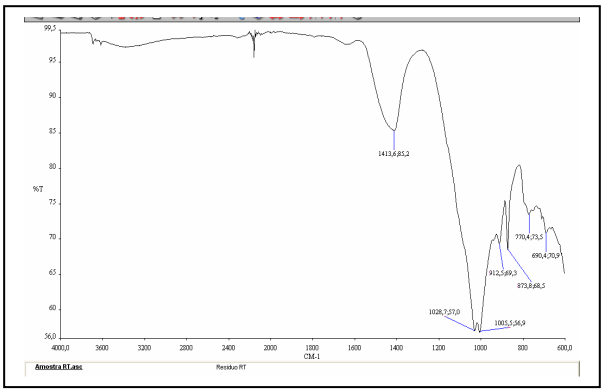
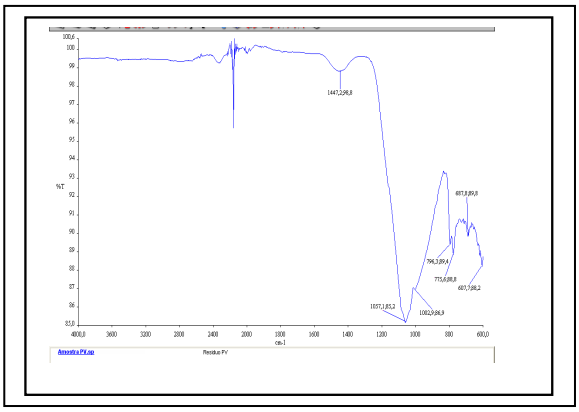


Figura 1- Determinação do tempo de pega das pastas cimento + resíduo misto (RM) e cimento + resíduo cerâmico esmaltado (CE)

No gráfico observa – se que a o aumento do teor de resíduo misto provoca um retardamento nas reações de hidratação do cimento, já que ocorre um aumento do início do tempo de pega à medida que a quantidade de resíduo aumenta na mistura**.** A adição do resíduo de cerâmica esmaltada à pasta de cimento provoca uma aceleração nas reações de hidratação do cimento, visto que ocorre uma diminuição do início do tempo de pega à medida que a quantidade de resíduo aumenta na mistura. Este comportamento observado provavelmente pode ser atribuído ao percentual de ferro presente no resíduo (Tabela 3) que gera uma aceleração da pega do cimento.

A caracterização dos resíduos por meio da espectrometria de infravermelho podem ser visualizadas na Figura 2.





(A) (B)

Figura 2 ; Espectro de infravermelho dos resíduos:(A) resíduo misto (B) cerâmica esmaltada

As bandas 1027 e 1005 cm^{-1} estão associadas ao estiramento de SiO_2. As bandas em 1057 e 778 cm^{-1} são característica de metacaulinita que é um material amorfo (Miller, A.F et ali). A metacaulinita confere ao material um caráter pozolanico.

O difratograma pode ser visualizado na figura 3.

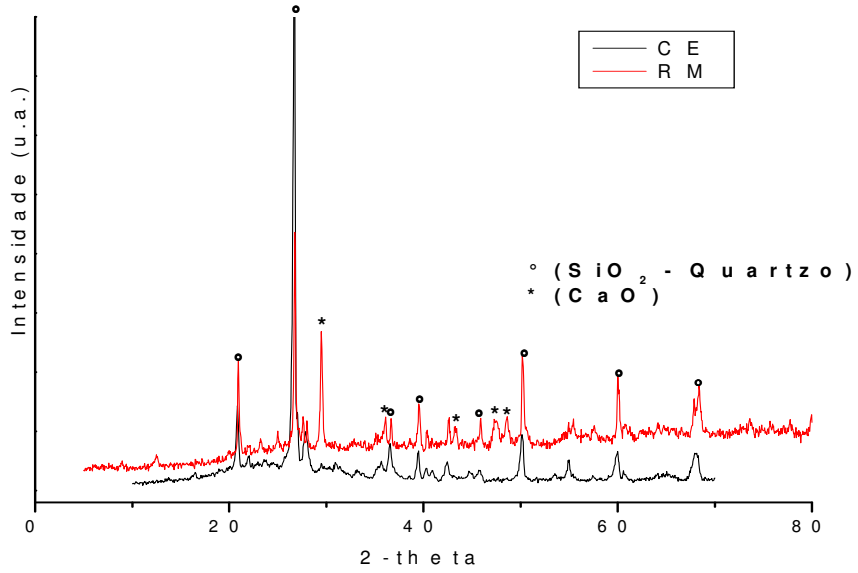


Figura 3 – Difratograma do resíduo misto (RM) e da cerâmica esmaltada(CE)

Em ambos os difratogramas é possível observar a presença de Quartzo (SiO_2), pelo pico em 2-Theta em 26,75°, informação corroborada pela presença de outros dois picos característicos do quartzo, um em 2-Theta igual a 21,00° e outro em 2-Theta igual a 50,12°. No difratograma do resíduo misto também é possível observar a presença do óxido de cálcio, identificada pelos picos principais em 2-Theta igual a 26,75° e outro em 2-Theta aproximadamente igual a 29,88°. Outros picos característicos do óxido de cálcio, e que podem ser observados no difratograma do resíduo misto, são os picos em 2-Theta igual 39,50° e outros dois picos próximos a 2-Theta igual a 48°, um em 2-Theta igual a 39,62° e outro em 2-Theta igual a 40,50°.

A tabela 3 apresenta a análise química dos resíduos analisados obtidos por meio da técnica de fluorescência de raios X

Tabela 3-Composição química elementar dos resíduos: misto e cerâmico esmaltado

Componente	% (massa) resíduo misto	% (massa) resíduo cerâmico esmaltado	Componente	% (massa) resíduo misto	% (massa) resíduo cerâmico esmaltado
SiO_2	48,521	62,525	Na_2O	0,358	1,239
Al_2O_3	23,525	20,064	P_2O_5	0,132	0,089
CaO	17,573	4,717	ZrO_2	0,116	0,786
Fe_2O_3	5,351	3,383	MnO	0,078	0,045
K_2O	2,043	2,651	SrO	0,047	0,023
TiO_2	0,863	0,659	ZnO	0,043	0,246
SO_3	0,697	0,061	Rb_2O	0,013	0,015
MgO	0,628	3,491	CuO	0,01	0,006

Em ambos o resíduo observa-se uma elevada concentração de sílica, alumina, cálcio, ferro, magnésio, potássio e sódio. Os outros elementos aparecem em concentrações abaixo de 1%.

O teor de sílica (SiO_2) em ambos os resíduos é considerado elevado, fato desejável em materiais ativos e que tem papel importante, pois ao longo do tempo têm-se reações que forma os silicatos e aluminatos de cálcio hidratados, responsáveis pela resistência mecânica desenvolvida.

O ensaio de absorção de água foi realizado de acordo com a Norma NBR 9937 e NBR 9777 para os tempos de cura de 7,14 e 28 dias.

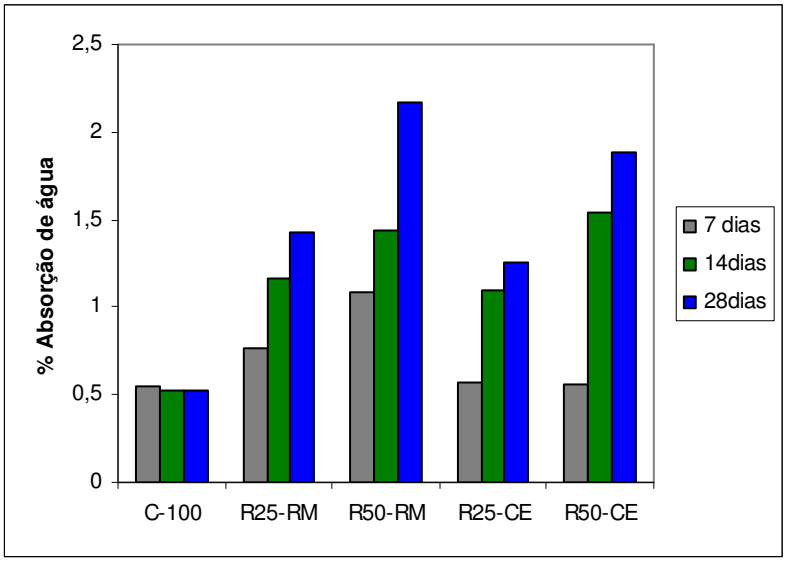


Figura 1- Percentual de absorção de água para as misturas preparadas

Onde C-100 = 100% cimento; C25-RM= 75% de cimento + 25% de resíduo misto, C50-RM = 50% de cimento + 50% de resíduo misto; C25-CE= 75% de cimento + 25% de resíduo cerâmico e C50-CE = 50% de cimento + 50% de resíduo cerâmico esmaltado

Observa-se que a pasta preparada com o resíduo cerâmico esmaltado absorve um teor de água menor que a pasta reparada com o resíduo misto embora ocorra um aumento do percentual de absorção para todas as proporções pesquisadas quando comparada a pasta de cimento.Como o corpo de prova utilizado na aquisição de dados foi o mesmo para os três dias de ensaio, verificou-se uma perda de massa no corpo de prova de uma data de ensaio para outra, refletindo no resultado encontrado. Isso ocorre porque o resíduo presente na superfície do corpo de prova quando mergulhado na água se desprende, gerando poros, que acarretam num aumento do percentual de absorção de água. Este comportamento foi mais acentuado para os corpos de provas preparados com o resíduo misto.

Os dados referentes à resistência à compressão para as misturas pesquisadas são mostrados na figura abaixo

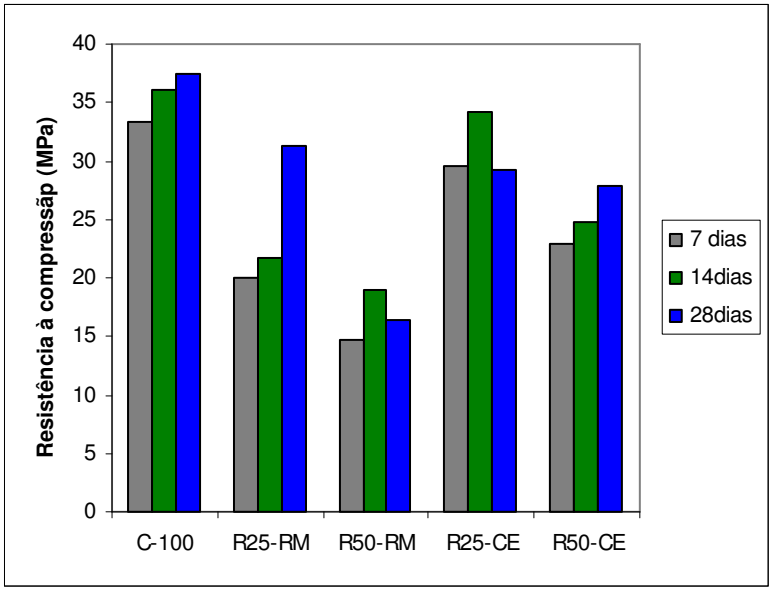


Figura 2- Resistência á compressão dos corpos de prova preparados

Na análise dos dados de resistência à compressão a pasta de cimento(C -100) foi usada como padrão de comparação para as misturas preparadas. Os valores encontrados para a pasta de cimento estão de acordo com as exigências mecânicas para este tipo de cimento, CPII-32F, (resistência à compressão para 3 dias ≥ 10MPa, 7 dias ≥ 20MPa e 28 dias ≥ 32 MPa).

Nas pastas preparadas com o resíduo misto (R25-RM) e (R50-RM) verifica-se que à medida que o teor de resíduo aumenta na mistura ocorre uma diminuição da resistência à compressão. Verifica-se ainda que o aumento de resistência da pasta com o resíduo misto (R25-RM) aos 28 dias foi mais significativo do que para a outra mistura, pois quanto menor a quantidade de resíduo presente à pasta mais rica será esta em cimento colaborando deste modo para o aumento da resistência.

Para as pastas preparadas com o resíduo cerâmico esmaltado (C25-CE) e (C50-CE) verifica-se que à medida que o teor de resíduo aumenta na mistura ocorre uma diminuição da resistência à compressão em todos os tempos de cura.

Quando se compara ambas as misturas verifica-se que a pasta preparada com o resíduo cerâmico esmaltado apresenta uma maior à resistência à compressão em ambos os teores de resíduo pesquisados

CONCLUSÃO

Uma análise conjunta dos resultados revela que o resíduo pesquisado apresenta características mineralógicas que o classifica como silico-aluminosos, quanto á composição química, responsáveis quando hidratados pela resistência mecânica desenvolvida.

As misturas preparadas com o resíduo misto apresentam desempenhos mecânico satisfatório, capaz de produzir elementos construtivos, embora seja muito suscetível ao efeito de erosão causado pela água.

As misturas preparadas com o resíduo de cerâmico esmaltado apesar de apresentar valores de resistência à compressão inferior da pasta padrão, ainda apresenta desempenho mecânico satisfatório, capaz de produzir elementos construtivos, embora seja muito suscetível ao efeito de erosão causado pela água.

Embora os valores de resistência mecânica sejam fundamentais em elementos construtivos é de fundamental que o resíduo a ser utilizado seja caracterizado química e fisicamente para que se possam desenvolver materiais alternativos construtivos de qualidade.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 7215**:** Cimento Portland – Determinação da resistência a compressão. Rio de Janeiro, 1996.

Associação Brasileira de Normas Técnicas MB 3434 Cimento Portland- Determinação dos tempos de pega- Método de ensaio

Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 9937 e NBR 9777 ensaio de absorção de água

Bauer,L.A. F. Materiais de Construção. Rio de Janeiro, LTC, Livros Técnico e Científicos,1994,435p

Bermardin, A.M.; Silva, M.J.; Riella, H.G., Characterization of cellular ceramics made by porcelain tile residues. Materials Science & Engineering A, v.437,p.222-225, 2006.

Miller, A.F., Mayo, D.W., Hannah R.W. Course Notes on the Interpretation of Infrared and Raman Spectra John Wiley & Sons, cap. 11. Inc 2003

Influence of chemical composition of civil construction waste in the cement paste

The construction and demolition waste (CDW) when disposed inappropriately might cause serious public health problems. Its reutilization focusing on the development of new products using simple production techniques, assuring a new product life cycle and not damaging the environment is inserted in sustainable concept. The aim of this work was identifying the characteristics of types of waste generated in a residential reform (glassy ceramic and fill dirt leftovers) verifying separatedly its influence on cement pastes mechanical behavior. Cement pastes + wastes were prepared in 25% and 50% proportions with an approximately 0,35 water/cement relation and, glue time determination, water absorption, resistance to compression and X-ray fluorescence assays were taken. The results indicate that the chemical composition of the waste causes changes in the behavior of cement pastes, reflecting on their resistance to compression.

Key words: construction waste, cemente paste, waste