

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE REUTILIZAÇÃO DO MATERIAL DE DEMOLIÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL VOLTADA À PRODUÇÃO DE ARGAMASSA PARA REVESTIMENTO

Anderson dos Santos Carvalho Rocha

Graduando em Engenharia Civil - Univiçosa
andersonscrocha89@gmail.com

Klinger Senra Rezende

Mestre em Geotecnia pela Universidade Federal de Viçosa - Professor Integral na Univiçosa
klingers15@hotmail.com

RESUMO

Em virtude do crescimento de resíduos de construção e demolição (RCD) de obras civis em centros urbanos, o presente trabalho buscou analisar o reaproveitamento destes resíduos como agregado reciclado em argamassas, avaliando sua resistência mecânica, abordando, dessa forma, a valorização do RCD para produção de novos materiais em futuros empreendimentos da construção civil. Neste contexto, os estudos mostraram que a argamassa confeccionada com agregado miúdo de RCD obteve uma resistência à compressão aos 28 dias, aproximadamente, 45% superior àquela confeccionada com areia natural de referência, além de um aumento de aproximadamente 58% de resistência à tração na flexão.

Palavras-chave: Resíduos de construção civil. Reaproveitamento. Argamassa.

ABSTRACT

Due to the growth of construction and demolition waste (RCD) of civil works in urban centers, the present work aimed to analyze the reuse of this waste as a recycled aggregate in mortars, evaluating its mechanical resistance, thus addressing the valorization of the RCD to production of new materials in future construction projects. In this context, the studies showed that the mortar made with fine aggregate of RCD obtained a compressive strength at 28 days, approximately 45% higher than that made with natural sand, in addition to an approximately 58% increase in tensile strength.

Keywords: Construction waste. Reuse. Mortar.

Keywords: *Construction waste. Reuse. Mortar.*

INTRODUÇÃO

Com o crescimento dos centros urbanos desordenados, a utilização de novas tecnologias, como a reutilização de materiais vem, gradualmente, evoluindo durante os últimos anos. Assim, o reuso e a reciclagem mostram-se sustentáveis, apresentando benefícios sociais e ambientais.

Segundo Alves (2003), a reciclagem pode ser definida como um conjunto de procedimentos que possibilita a recuperação e a reintrodução no ciclo produtivo de resíduos das atividades humanas, podendo se apresentar como matéria-prima e/ou insumo de processos industriais, visando a produção de novos bens, idênticos ou similares aqueles que se originaram aos referidos resíduos. Em outras palavras, a reciclagem é a finalização de vários processos pelos quais passam os materiais que seriam descartados. Somente após a coleta, separação e processamento, tais resíduos poderão ser reutilizados na composição de outros materiais.

Desta forma, a reutilização de materiais da construção civil é uma técnica empregada com o intuito de transformar o que é entulho em novos produtos comerciais, para que possam ser novamente utilizados.

John (2000) menciona que o estudo da reutilização e da reciclagem de resíduos tornou-se prioritário quanto ao aspecto ambiental. Assim, o aproveitamento de resíduos da construção civil pode apresentar diversos benefícios técnicos, econômicos, energéticos e ambientais.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), através de sua Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002, estabeleceu critérios, diretrizes e procedimentos para utilização dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias, de forma a minimizar os impactos ambientais, tendo, para esse fim, definições e especificações no que concernem aos resíduos.

De acordo com Pinto (1986), a melhor forma de minimizar o impacto ambiental e reduzir os custos das obras, dado que ainda não é possível eliminar totalmente a geração de resíduos, é a reciclagem e reutilização dos mesmos, já que são provenientes de construção e demolição.

O Brasil conta, atualmente, com a Associação Brasileira para Reciclagem da Construção Civil e Demolição (ABRECON) que afirma haver boas oportunidades para empreendimentos de coleta e reciclagem no país.

Ângulo (2000) corrobora esses dados, afirmando que o Brasil tem cerca de 12 instalações de reciclagem de resíduos de construção e demolição (RCD) classe A - públicas e algumas privadas, com escala de produção pequena, isto é, menor que 100 toneladas desse tipo de resíduo processado ao dia. Não há reciclagem massiva no país, sendo que o produto principal desta reciclagem é o agregado reciclado, destinado aos taludes, concretos magros de fundações, atividades de pavimentação, entre outros.

Zordan (1997) também menciona que as principais formas de aplicação de RCD são em pavimentação, onde

os resíduos podem ser empregados na forma de brita ou misturas com solos, em bases, sub-base e revestimento primário, sendo a forma de reciclagem que exige menos utilização de tecnologia, implicando em menor custo de processamento e permitindo a utilização de todos os comportamentos minerais do entulho, sem a necessidade de separação; como agregado para concreto, onde os resíduos substituem em parte os agregados convencionais – brita e areia – utilizados em concretos com ou sem função estrutural, apresentando resistência à abrasão geralmente superior aos concretos convencionais e; como agregado para argamassas de assentamento e revestimento, devendo-se analisar o teor de finos, a fim de se controlar a fissuração da argamassa.

Neste contexto, este trabalho buscou analisar a influência mecânica da substituição parcial e total de resíduos da construção civil como agregado miúdo em argamassas de revestimento, a fim de se determinar a resistência à compressão e resistência à tração na flexão deste material de construção.

MATERIAL E MÉTODO

A pesquisa foi constituída de análises laboratoriais, passando pelas etapas de coleta de material em campo, triagem e separação dos agregados por meio de moagem e peneiramento. Realizaram-se ensaios de caracterização física e mecânicos, empregando-se a areia de RCD em substituição à areia natural em

porcentagem de 50% e 100%, em que foram seguidas todas as exigências das normas brasileiras.

Os materiais utilizados foram retirados de algumas obras e demolições antigas do município de Viçosa (MG), localizadas no distrito de Silvestre, próximos à Faculdade de Ciências e Tecnologia de Viçosa, como apresentado na Figura 1. O material coletado foi levado ao laboratório da empresa Andrade e Couto Engenharia Ltda., para separação e moagem.

Estes são partes de edificações de concreto armado, como por exemplo, lajes, vigas, pilares e blocos de concreto. A triagem foi realizada objetivando-se evitar que demais impurezas interferissem durante o processo de moagem e que a presença de finos pudesse tender a reduzir a resistência das argamassas produzidas, pela necessidade de maior água de amassamento.



Figura 1 - Local de coleta do RCD.

CONFECÇÃO DAS ARGAMASSAS

Para confecção das argamassas, foram utilizados os seguintes materiais: areia artificial de RCD, areia natural, mistura de ambas as

areias, cimento Votoran CII-E-32, cal hidratada CHIII e água de rede pública, elaborando um traço de proporção 1:2:9 (cimento, cal, areia). Desta forma, três argamassas foram confeccionadas a fim de se comparar suas resistências à tração na flexão e à compressão: uma argamassa com 100% de areia natural quartzosa do Rio Piranga, extraída da cidade de Piranga - MG, uma argamassa com 100% de areia proveniente da moagem de RCD e, por fim, uma argamassa com 50% de areia natural e 50% de areia de RCD.

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

Foram realizados ensaios de caracterização nas areias utilizadas e na argamassa produzida, sendo eles: ensaio de granulometria, segundo a NBR NM 248 (ABNT, 2003): Agregados - Determinação da composição granulométrica; ensaio de determinação de material fino, segundo a NBR NM 46 (ABNT, 2003): Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75 um, por lavagem; ensaio de massa específica e absorção do agregado, segundo a NBR NM 52 (ABNT, 2009): Agregado miúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente; ensaio de massa unitária, segundo a NBR NM 45 (ABNT, 2006): Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios; ensaio de consistência, segundo a NBR 13.276 (ABNT, 2005): Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da

mistura e determinação do índice de consistência; determinação da densidade de massa fresca e do teor de ar incorporado, segundo a NBR 13.278 (ABNT, 2005): Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado; e determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido, segundo a NBR 13.280 (ABNT, 2005): Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido.

ENSAIOS DE RESISTÊNCIA

Os ensaios de resistência à tração na flexão e resistência à compressão uniaxial foram realizados segundo a NBR 13.279 (ABNT, 2005): Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Os corpos de prova foram moldados com auxílio de moldes prismáticos metálicos, compartimentados para produção de até três amostras de uma vez, tendo cada compartimento dimensões de 4 cm x 4 cm x 16 cm e mesa de adensamento por queda, a fim de se adensar os corpos de prova moldados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados de ensaios de caracterização das areias utilizadas são apresentados na Tabela 1. Verificou-se que a dimensão máxima característica e a absorção dos três tipos de areia

apresentaram os mesmos resultados, o módulo de finura diminuiu à medida que se adicionava a areia de RCD, tendo valor de 2,36 para a areia natural e 2,29 para a areia 100% de RCD; as massas específica e unitária também apresentaram diminuição gradual, ainda que muito baixa, ao se adicionar a areia de RCD; e, a porcentagem de material fino, que era 1,4% na areia natural, passou a 6% após substituição de 50 % de areia de RCD, chegando a 11,4% para a areia 100% de RCD.

Deve-se destacar ainda que ambas as areias apresentaram curvas granulométricas totalmente dentro da zona utilizável, como preconizado pela NBR 7.211 (ABNT, 2009): Agregados para concreto – Especificação.

Os resultados obtidos nas argamassas ensaiadas são apresentados na Tabela 2. Verificou-se que a densidade da massa fresca apresentou diminuição ao se adicionar a areia de RCD, contudo, pouca diferença foi encontrada entre a argamassa de mistura de 50% e aquela de areia 100% RCD. O mesmo foi constatado para a densidade da massa endurecida, porém, sua diminuição apresentou-se gradual à medida que se aumentaram os teores de areia de RCD. Em relação ao teor de ar incorporado, este também reduziu à medida que se aumentaram os teores de areia de RCD. Por fim, os resultados de consistência apresentaram-se dentro da faixa requerida pela NBR 13.276 (ABNT, 2005), 260 ± 10 mm.

Tabela 1 - Ensaios de caracterização das areias utilizadas

Propriedades determinadas	Tipo de areia		
	Areia natural quartzosa	Areia de RCD a 50%	Areia de RCD a 100%
Dimensão máxima característica (mm)	2,4	2,4	2,4
Módulo de finura	2,36	2,33	2,29
Massa específica (g/cm ³)	2,60	2,55	2,52
Absorção (%)	1,00	1,00	1,00
Massa unitária (g/cm ³)	1,36	1,34	1,25
Diferença na porcentagem de material fino entre as determinações (%)	1,4	6,0	11,6

Tabela 2 - Propriedades determinadas para as argamassas em estudo

Argamassa	Densidade da massa fresca (g/cm ³)	Teor de ar incorporado (%)	TRAÇO 1:2:9 EM VOLUME			Densidade da massa endurecida (g/cm ³)
			Dosagem de água (g)	Índice de consistência	Índice de consistência	
				Consistência requerida (mm)	Consistência determinada (mm)	
Areia Natural	1,83	13,90	475,00	260 ± 10	268	1,66
Mistura 50%	1,74	12,70	502,51	260 ± 10	259	1,58
Areia 100% RCD	1,79	10,30	599,08	260 ± 10	261	1,54

Os resultados de resistência à compressão e resistência à tração na flexão são apresentados nas Figuras 2 e 3, respectivamente, em forma de gráficos que apresentam um comparativo para as três argamassas produzidas.

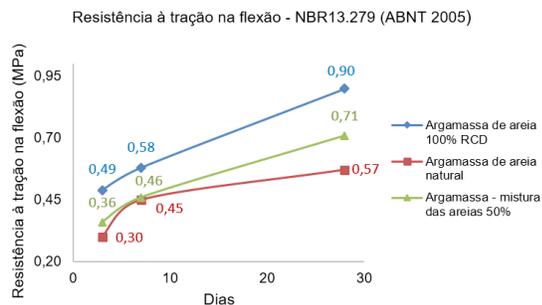


Figura 2- Gráfico comparativo das resistências à compressão para as argamassas, utilizando a metodologia da NBR 13.279 (ABNT, 2005).

Os resultados mostraram que a argamassa de mistura de 50% de areia natural e 50% de areia de RCD apresentou um aumento de resistência à compressão de aproximadamente 14% em relação à argamassa de areia natural aos 28 dias, apresentando valor de 2,17 MPa para aquela e

1,90 MPa para esta última. Aumento percentual maior se constatou ao analisar a resistência à tração na flexão para estas duas argamassas, em que o aumento de resistência foi da ordem de 25%.

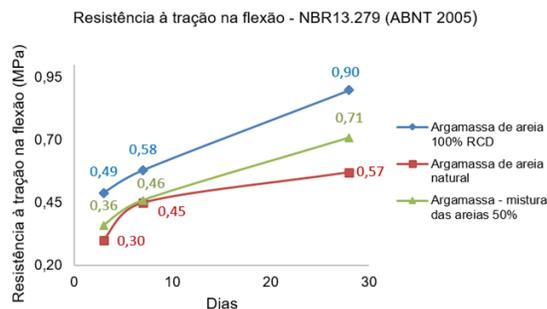


Figura 3 - Gráfico comparativo das resistências à tração na flexão para as argamassas, utilizando a metodologia da NBR 13.279 (ABNT, 2005).

Ao se comparar as argamassas de areia 100% de RCD e areia natural, constataram-se aumentos superiores em relação à mistura de 50% de cada areia: aumento de aproximadamente 45% de resistência à compressão (2,75 MPa para a areia de RCD e 1,90 MPa para aquela de areia natural) e aumento de aproximadamente 58% de resistência à tração na flexão (0,90

MPa para a areia de RCD e 0,57 MPa para aquela de areia natural).

Aumento relevante de resistência também foi verificado por Menezes et. al (2009), ao estudarem argamassas com adições de resíduos de construção civil coletados em obras de edificações em Campina Grande, Pernambuco.

CONCLUSÕES

Os resultados dos ensaios de caracterização física dos agregados provenientes de resíduos de construção e demolição de obras civis, bem como os resultados de ensaios de resistências à tração na flexão e compressão apresentaram a possibilidade de se utilizar os RCDs como agregado miúdo para argamassas de assentamento e revestimento, uma vez que atenderam às normas regulamentadoras e apresentaram resultados de resistências satisfatórios e superiores àqueles encontrados para a argamassa confeccionada com areia natural.

Deve-se ressaltar que um tratamento de triagem e ensaios físicos são relevantes para a utilização dos RCDs, como realizados neste trabalho, uma vez que este material pode conter impurezas orgânicas ou finos que podem reduzir a resistência do produto confeccionado.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. O. Análise da viabilidade econômica da implantação de uma indústria de reciclagem de embalagens

e PET na região de Ouro Preto. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Ouro Preto, 2003.

ÂNGULO, S. C. Variabilidade de agregados graúdos reciclados de resíduos de construção e demolição reciclados. 2000. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7211 – Agregados para concreto – Especificação. Rio de Janeiro, 2009. 12p.

_____. NBR 13.276: Agregados - Preparo da mistura e índice de consistência. Rio de Janeiro, 2005.

_____. NBR 13.278: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, 2005.

_____. NBR 13.279: Resistência à tração na flexão e compressão. Rio de Janeiro, 2005.

_____. NBR 13.280: Densidade de massa no estado endurecido. Rio de Janeiro, 2005.

_____. NBR NM 248:2003: Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

_____. NBR NM 45:2006: Agregados

- Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2006.

_____. NBR NM 46:2003: Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75 um, por lavagem. Rio de Janeiro, 2003.

_____. NBR NM 52:2009: Agregado miúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2009.

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, Brasília, 2002.

JOHN, V. M. Reciclagem de resíduos sólidos na construção civil: contribuição de metodologia e pesquisa e desenvolvimento. 2000.113 p. Tese (Livre Docência) - Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

MENEZES, R. R., FILHO, J. F., FERREIRA, H. S., NEVES, G. A., FERREIRA, H. C., Reciclagem de resíduos da construção civil para a produção de argamassas, Revista Cerâmica, 55, 2009, p. 263 – 270.

PINTO, T. P. P. Utilização de Resíduos de Construção: estudo do uso em argamassas. São Paulo, 1986. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São

Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1986.

ZORDAN, S. E. A utilização do entulho como agregado na confecção do concreto. 1997. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Saneamento e Meio Ambiente da Faculdade de Engenharia Civil, Campinas.