

### III-034 – CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA RECICLAGEM DE PEQUENO PORTE

**Laís Carlos Boaventura Santos<sup>(1)</sup>**

Urbanista pela Universidade do Estado da Bahia, Mestranda em Meio Ambiente, Águas e Saneamento pela Universidade Federal da Bahia e Pesquisadora do Grupo de Resíduos Sólidos e Efluentes – GRSE da Universidade Federal da Bahia.

**Viviana Maria Zanta<sup>(2)</sup>**

Engenheira Civil com ênfase em Engenharia Urbana pela Universidade Federal de São Carlos. Mestra em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo. Doutora em Resíduos Sólidos pela Universidade de São Paulo. Líder do Grupo de Resíduos Sólidos e Efluentes – GRSE da Universidade Federal da Bahia.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Miguel Gustavo, 271 - Brotas - Salvador - BA - CEP: 40285-010 - Brasil - Tel: (71) 992892666 - e-mail: [laisc.booaventura@gmail.com](mailto:laisc.booaventura@gmail.com)

#### RESUMO

O Brasil possui algumas unidades de reciclagem de resíduos da construção civil – RCC centralizadas e localizadas, principalmente, nos estados de São Paulo e Minas Gerais, uma outra solução para os RCC gerados no país é a reciclagem descentralizada, no próprio local de geração desses resíduos, ou seja, nos canteiros de obras. O objetivo desse trabalho é caracterizar os RCC de uma unidade de reciclagem de pequeno porte localizada em um canteiro de obras, a fim de qualificar a reciclagem que possa envolver esses tipos de resíduos. A caracterização dos resíduos incluiu ensaios de massa unitária em estado solto, determinação de composição gravimétrica e granulométrica. Para realização desses ensaios foram utilizados trabalhos científicos e Normas Técnicas Brasileiras como base, entre elas a NBR 10.007/2004 para amostragem dos resíduos, a NBR NM 45/2006 para massa unitária em estado solto e a NBR NM 248/2003 para determinação de composição granulométrica. As amostras de resíduos apresentaram uniformidade quanto às características analisadas e, consequentemente, um potencial elevado para serem inseridos na reciclagem, originando, assim, agregados reciclados de qualidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos da construção, Caracterização, Reciclagem, Pequeno porte.

#### INTRODUÇÃO

A reciclagem dos resíduos da construção civil no Brasil ainda não acontece conforme o potencial que esses resíduos possuem para serem inseridos nesse processo. A geração desses resíduos é significativa e a necessidade de disposição desses resíduos em aterros, devido ao não encaminhamento para reutilização ou reciclagem, diminui a vida útil desses espaços.

Trabalhos acadêmicos abordam a reciclagem do RCC em unidades de grande porte, usinas centralizadas, privadas ou públicas, que recebem os RCC gerados em outros locais. Porém poucos trabalhos relatam ou estudam experiências em unidades de pequeno porte, o que poderia incentivar a prática da reciclagem e diminuir a quantidade dos RCC que são encaminhados para aterro.

Esse trabalho apresenta ensaios de caracterização de resíduos procedentes da área de armazenamento de uma unidade de reciclagem de pequeno porte, instalada em um canteiro de obra, no município de Feira de Santana/BA. A partir da caracterização desses resíduos é possível inferir informações sobre a qualidade e variedade dos agregados que serão produzidos na unidade, além de uma breve apreciação desse porte de reciclagem.

O trabalho foi realizado em três etapas, a primeira consistiu na coleta de amostras e determinação da massa unitária no próprio canteiro de obra. A segunda consistiu na determinação da composição gravimétrica e

granulométrica em laboratório. E a terceira etapa consistiu na sistematização e análise dos dados obtidos. O desenvolvimento da primeira e segunda etapa fundamentou-se nas Normas Brasileiras da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Os resultados obtidos permitiram concluir que a reciclagem de RCC, de forma descentralizada, pode ser uma solução pertinente para a destinação ambientalmente adequada da grande quantidade de RCC gerados, dado que, esse porte de reciclagem pode gerar produtos de qualidade ao fim do processo, aumentando o ciclo de vida do material e trazendo, ainda, a possibilidade de ganhos econômicos para os geradores.

Parte do desenvolvimento desse trabalho contou com o apoio do Laboratório de Geotecnia da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizados ensaios para determinação da massa unitária, composição gravimétrica e composição granulométrica do RCC. Para tanto, foram coletadas 3 amostras de RCC em duplicata de três lotes recebidos na unidade de reciclagem de RCC existente na obra. A amostragem foi realizada de acordo com a NBR 10.007/2004.

As amostras foram retiradas de uma pilha de RCC acumulada na baía de armazenamento da unidade de reciclagem, Figura 1a, ou áreas próximas à unidade de reciclagem, em pelo menos três seções (topo, meio e base), em cada seção, foram coletadas quatro alíquotas, com o amostrador (pá), Figura 1b. Essas amostras foram colocadas em uma lona, misturadas e quarteadas, de acordo com as Figuras 2a, 2b e 2c. A amostra composta final apresentava quantidade suficiente para preencher um recipiente de volume conhecido de aproximadamente 0,04 m<sup>3</sup> ou 40 litros, Figura 3.



a)



b)

**Figura 1a) baía de armazenamento de RCC da unidade de reciclagem e b) pá utilizada como amostrador na coleta de RCC.**



a)



b)



c)

**Figura 2a) separação da amostra, b) mistura da amostra e c) quarteamento da amostra.**



**Figura 3: Recipientes de volume conhecido utilizados nas coletas de resíduos da construção civil.**

A partir das amostras coletadas foi realizada a determinação da massa unitária do RCC em estado solto. As 2 padiolas foram pesadas vazias e, posteriormente, foram pesadas com o material. A balança utilizada para pesagem das amostras e dos seus componentes foi da marca Ramuza, modelo DP-200, capacidade máxima de 200 kg, com duas casas decimais de precisão.

Durante o período de um mês, três lotes de RCC foram amostrados em duplicata. Para obtenção da massa unitária no canteiro de obras, as amostras de volume conhecido foram pesadas. Para realização dos ensaios de determinação da composição gravimétrica e granulométrica, as amostras foram coletadas e transportadas para o Laboratório Experimental de Saneamento – LABEXSAN I e o Laboratório de Geotecnia, ambos localizados na Universidade Federal da Bahia – UFBA. A composição gravimétrica foi realizada com base nos trabalhos de Cabral e Lima (2013), Tessaro *et al* (2012) e Ramos (2007), a partir da identificação dos componentes encontrados no resíduo, bloco, concreto, solo e outros (resíduos de granulometria pequena não passível de separação manual). Outros elementos, por exemplo, madeira, que não são classe A, foram identificados e incluídos na categoria rejeitos, cada porção foi pesada para obtenção do seu percentual dentro da amostra.

A determinação da composição granulométrica dos resíduos foi realizada com base na NBR NM 248/2003. Visto que as amostras coletadas possuíam partes maiores que a peneira de maior abertura recomendada pela norma, os resíduos com granulometria maior que 76 mm foram retirados da amostra, pesados e reservados. O restante dos resíduos foi secado em estufa a 105-110°C por 24 horas e, posteriormente, foram passados nas peneiras da série normal e intermediária ou em peneiras com aberturas de tamanho aproximado às das séries recomendadas pela norma. Por fim, o material retido em cada peneira foi pesado para elaborar a curva de determinação granulométrica do resíduo coletado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Massa Unitária

A Tabela 1 apresenta os valores médios encontrados para cada lote de RCC coletados.

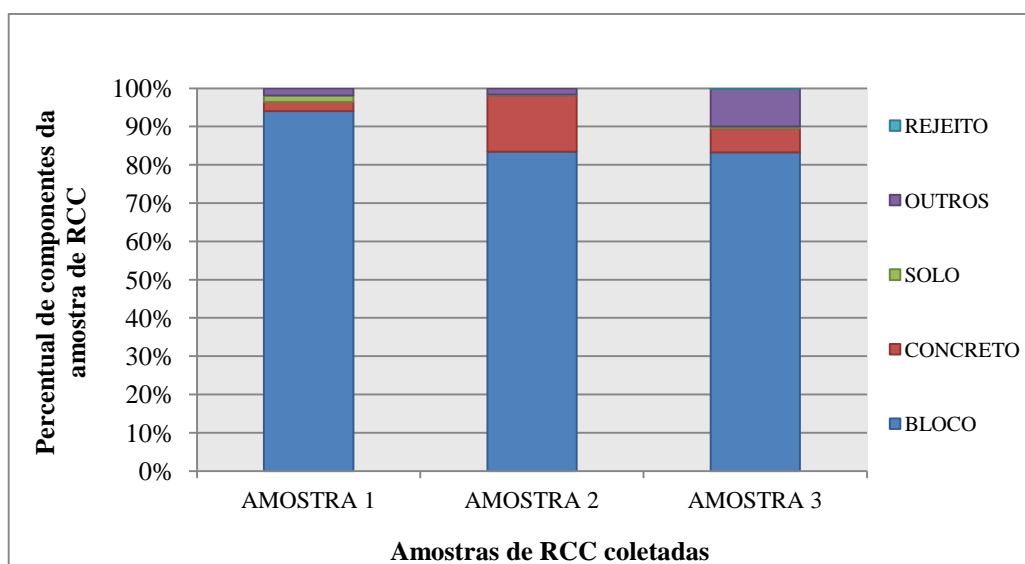
**Tabela 1 – Valores médios da massa unitária das amostras de RCC coletados.**

DATA	AMOSTRA	MASSA UNITÁRIA
11.11.2015	AM1	1012,4kg/m <sup>3</sup>
17.11.2015	AM2	953,7kg/m <sup>3</sup>
27.11.2015	AM3	969,4kg/m <sup>3</sup>

A massa unitária do RCC apresentou uma variação pouco significativa, visto que o desvio padrão médio dos valores obtidos foi equivalente a 30,4 kg/m<sup>3</sup>. Os resultados também apresentam similaridade com os dados de massa unitária em estado solto encontrados na literatura para RCC gerado em obras, 1025 kg/m<sup>3</sup> (Costa *et al*, 2014) e 1077,4 Kg/m<sup>3</sup> (Pimentel, 2013).

#### Composição gravimétrica

Nas amostras de RCC coletadas foram encontradas apenas peças grandes de blocos pré-moldados de cimento, pedaços de concreto, pedaços de solo e materiais finos como areia, brita, solo e cimento. Em apenas uma das amostras foram encontrados pedaços de gesso e madeira de tamanho e massa irrelevante quando comparados à amostra total. Os resultados encontrados a partir das amostras coletadas estão descritos na Figura 4.



**Figura 4: Composição gravimétrica dos RCC coletados em unidade de reciclagem de RCC de pequeno porte.**

O tipo de material predominante observado no RCC foi bloco pré-moldado de cimento, equivalente a cerca de 80% ou mais em todas as amostras.

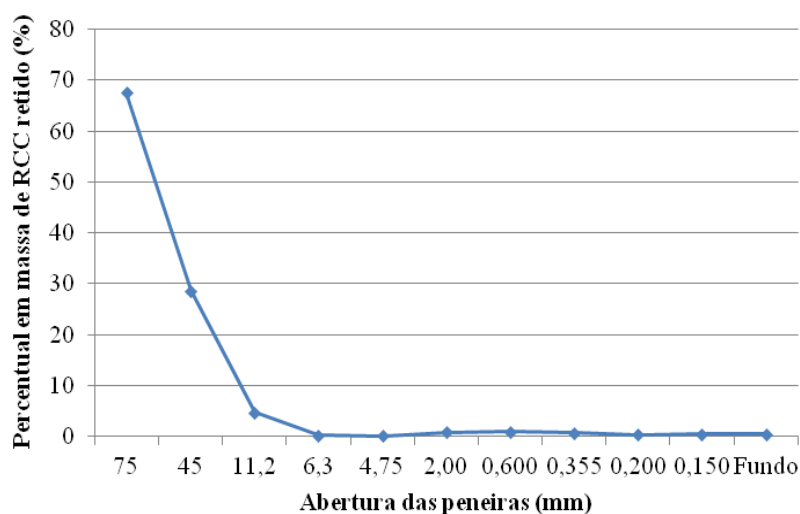
A unidade de reciclagem do estudo de caso está localizada adjacente a um canteiro de obra de um condomínio habitacional que possui ações de gestão de resíduos. Tais resíduos são separados no local de geração e transportados para as baias de armazenamento, tendo como destino final a doação para cooperativas e outras empresas ou a reciclagem. O resultado da composição gravimétrica obtido sugere demonstrar que as ações de gestão dos resíduos no canteiro geram resultados para eficiência do processo de reciclagem, bem como o atendimento às especificações do equipamento de reciclagem utilizado que, por ser de pequeno porte, não possibilita triagem mecanizada dos resíduos e permite apenas a reciclagem do RCC classe A. Com base na caracterização, observa-se que a gestão realizada no canteiro de obras é adequada, pois predominam os resíduos classe A.

De acordo com Melo *et al* (2013), a uniformidade mineral é um dos fatores que influenciam na qualidade do agregado reciclado produzido. A segregação do resíduo na origem e o curto trajeto de transporte do local de origem do resíduo para a área de armazenamento de uma unidade de reciclagem garantem uma possibilidade menor de contaminação do resíduo e, conseqüentemente, melhor qualidade do agregado.

#### Composição granulométrica

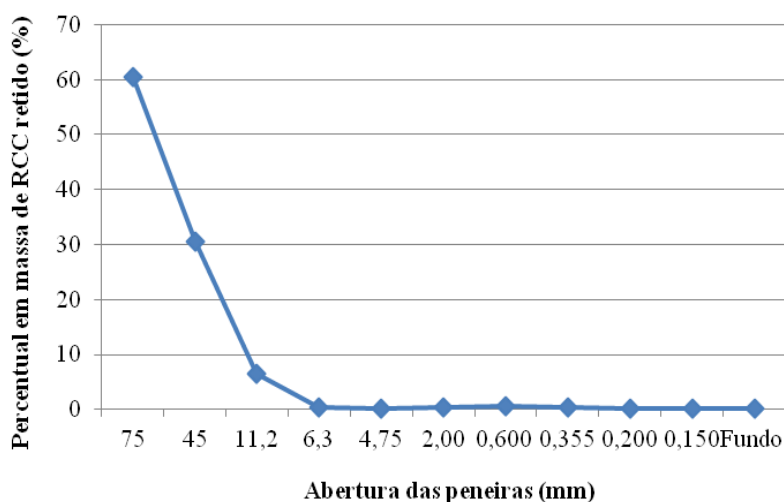
A composição granulométrica da amostra 1 está indicada na Figura 5. Aproximadamente 68% da amostra equivale a peças maiores que 75 mm, enquanto que mais de 90% dos resíduos, em massa, possui granulometria

maior que 4,5 mm, um percentual significativo da amostra. As peneiras de aberturas menores (6,3 mm; 4,75 mm; 2 mm; 0,600 mm; 0,355 mm; 0,250 mm; 0,150 mm) apresentaram um percentual muito baixo, entre 0 e 1.



**Figura 5: Curva granulométrica dos RCC coletados em unidade de reciclagem de pequeno porte, amostra 1.**

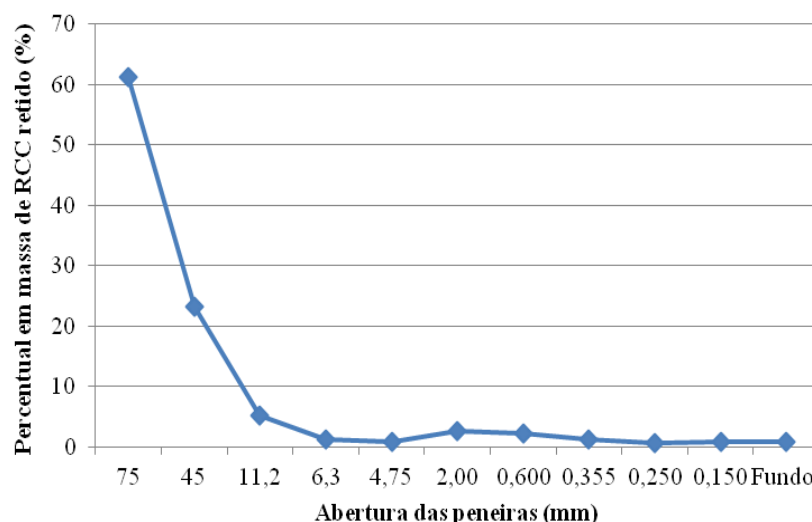
A composição granulométrica da amostra 2 está indicada na Figura 6. O gráfico da Figura 6 apresenta semelhança com o da amostra 1, contendo um percentual elevado de peças maiores que 75 mm.



**Figura 6: Curva granulométrica dos RCC coletados em unidade de reciclagem de pequeno porte, amostra 2.**

A composição granulométrica da amostra 3 é apresentada na Figura 7, que por sua vez, também apresenta inclinação semelhante aos gráficos das amostra 1 e 2.





**Figura 7: Curva granulométrica dos RCC coletados em unidade de reciclagem de pequeno porte, amostra 3.**

As curvas granulométricas obtidas assemelham-se, apresentando percentuais entre 60 e 70% de peças com grãos acima de 75 mm e um percentual entre 80 e 90 % de peças maiores que 45 mm.

A unidade de reciclagem de RCC de pequeno porte possui características que requerem que os resíduos apresentem características relativamente uniformes, quanto ao tipo e tamanho do resíduo a ser reciclado, pois a abertura de alimentação do equipamento possui apenas 15x20 cm. O tamanho das peças dos RCC analisados determina a necessidade de redução do resíduo, anterior à alimentação do equipamento de britagem, originando mais uma etapa para o processo, essa diminuição realiza-se de forma manual, com o uso de marreta.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos a partir da caracterização das amostras de RCC coletadas na área de armazenamento da unidade mostraram que os resíduos são uniformes, provavelmente devido à gestão adequada de RCC na obra durante as fases de segregação e transporte, aportando qualidade ao agregado reciclado.

Sendo assim, caso exista a gestão adequada dos resíduos na obra, as unidades de reciclagem de pequeno porte de RCC, próximas ao local de geração, apresentam aspectos positivos como uniformidade mineral e baixo teor de contaminantes. Tais aspectos estão relacionados diretamente com a qualidade do agregado reciclado produzido, o que contribui com sua aceitação no mercado ou utilização na própria obra, trazendo também benefícios econômicos e aumentando a prática da reciclagem no país.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.007: Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004. 21 p.
2. \_\_\_\_\_. NBR NM 45: Agregados – Determinação de massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2006. 8 p.
3. \_\_\_\_\_. NBR NM 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003. 6 p.
4. CABRAL, A. E. B.; LIMA, A. S. Caracterização e classificação dos resíduos da construção civil da cidade de Fortaleza (CE). Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro. Vol.18, n.2, p. 169-176. 2013.



5. RAMOS, B. de F. Indicadores de qualidade dos Resíduos da Construção Civil do Município de Vitória-ES. 2007. 190 f. Dissertação (Mestrado) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.
6. TESSARO, A. B.; SÁ, J. S.; SCREMIN, L. B. Quantificação e qualificação dos resíduos procedentes da construção civil e demolição do município de Pelotas, RS. *Ambiente Construído*. Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 121-130, abr./jun. 2012.
7. COSTA, R. V. G. da; ATHAYDE JÚNIOR, G. B.; OLIVEIRA, M. M. de. Taxa de geração de resíduos da construção civil em edificações na cidade de João Pessoa. *Ambiente Construído*. Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 127-137, jan./mar. 2014.
8. PIMENTEL, U. H. O. Análise da geração de resíduos da construção civil da cidade de João Pessoa-PB. Tese (Doutorado) – UFBA/UFPB-DINTER João Pessoa, 2013.
9. MELO, A. V. S.; FERREIRA, E. de A. M; COSTA, D. B. Fatores críticos para a produção de agregados reciclados e usinas de reciclagem de RCC da região nordeste do Brasil. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p 99-115, jul./set. 2013.