

OPORTUNIDADES DE APLICAÇÃO DE AGREGADOS RECICLADOS EM FUNÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL DE UMA UNIDADE DE RECICLAGEM DE PEQUENO PORTE

Laís Carlos Boaventura Santos ⁽¹⁾

Urbanista pela Universidade do Estado da Bahia, Mestranda em Meio Ambiente, Águas e Saneamento e Pesquisadora pela Universidade Federal da Bahia. e-mail: laisc.boaventura@gmail.com

Viviana Maria Zanta

Engenheira Civil pela Universidade Federal de São Carlos, Mestra em Engenharia Hidráulica e Saneamento e Doutora em Resíduos Sólidos pela Universidade de São Paulo. e-mail: zanta@ufba.br

RESUMO

Os resíduos da construção civil – RCC representam grande parcela no total dos resíduos gerados pela sociedade, no entanto a prática da reciclagem desse tipo de resíduo ainda não é ampla no Brasil. Estudos acadêmicos sobre unidades de reciclagem de pequeno porte são poucos e limitados. Os resíduos da construção civil gerados em uma obra, se adequados a uma correta gestão em canteiro, podem ser reciclados e aplicados no mesmo local. Esse trabalho busca trazer informações sobre as características desses resíduos e suas possíveis formas de aplicação no local de sua geração ou outras alternativas. A metodologia desse trabalho envolveu um estudo de caso em uma obra no município de Feira de Santana/BA que realiza a reciclagem dos RCC classe A no próprio canteiro de obra. A partir dos resultados de caracterização dos resíduos gerados e das características dos agregados reciclados, foram levantadas as possíveis aplicações ou encaminhamentos para o agregado, de acordo com a literatura científica e Normas Brasileiras referentes ao tema.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos de construção, Caracterização, Aplicação.

INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é uma das atividades mais importantes para o desenvolvimento econômico e social no Brasil, empregando um número significativo de pessoas, no entanto, observa-se o grande impacto ambiental provocado pela atividade devido a grande quantidade de resíduos gerados e usualmente dispostos de forma irregular.

A reutilização ou reciclagem desses resíduos ainda é uma prática pouco realizada no país, mas poderia tornar a atividade mais sustentável e ecoeficiente, visto que retorna o resíduo para o ciclo produtivo, o transformando em produto ou insumo para fabricação de outros produtos, além de trazer benefícios econômicos. Muitos trabalhos acadêmicos sobre reciclagem de resíduos da construção civil de grande porte são encontrados na literatura, mas poucos são os trabalhos que se referem a atividade realizada numa pequena escala.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) vem mudando o paradigma de gestão dos resíduos e traz a prioridade para a não geração, reutilização e reciclagem dos resíduos, destacando a necessidade da segregação na origem e caracterização. Diante desse cenário o presente trabalho buscou caracterizar os resíduos de uma unidade de reciclagem de RCC de pequeno porte e, diante das características gerais desses resíduos, ressaltar o potencial de reciclagem e da qualidade dos agregados reciclados produzidos no processo, destacando as possíveis formas de utilização no próprio local de geração ou em outras obras.

A metodologia utilizada para caracterização dos resíduos se baseou nas normas referentes a cada ensaio realizado, NBR 10.007/2004 para amostragem, NBR NM 45/2006 para o ensaio de massa unitária e NBR NM 248/2003 para ensaio de determinação da composição granulométrica. Após caracterização dos resíduos foi levantado na literatura as possibilidades de aplicação do agregado produzido pela unidade de reciclagem de pequeno porte utilizada como estudo de caso.

OBJETIVO DO TRABALHO

Caracterizar resíduos de construção civil e destacar as possibilidades de aplicação de agregados reciclados provenientes da reciclagem desses resíduos em uma unidade de reciclagem de pequeno porte em canteiro de obra.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesse trabalho possui uma abordagem quali quantitativa, visto que foram levantados e trabalhados dados acerca da caracterização do RCC e foi realizada uma prospecção na literatura quanto às possíveis aplicações dos agregados reciclados produzidos através desses resíduos. Um estudo de caso em uma unidade de reciclagem de RCC de pequeno porte em canteiro de obra foi utilizado como procedimento da pesquisa para caracterização dos resíduos.

A caracterização dos RCC abrangeu ensaios de determinação da massa unitária, composição gravimétrica e composição granulométrica. Para tanto, foram coletadas 3 amostras de RCC em duplicata de três lotes recebidos na unidade de reciclagem de RCC, num período de um mês. A amostragem foi realizada de acordo com a NBR 10.007/2004.

A partir das amostras coletadas foi realizada a determinação da massa unitária do RCC em estado solto, com base na NBR NM 45/2006, no próprio canteiro de obras. Após a obtenção de massa unitária do RCC, as amostras foram transportadas para o Laboratório Experimental de Saneamento – LABEXSAN da Universidade Federal da Bahia, para caracterização dos resíduos quanto a sua composição gravimétrica. Foram identificados os componentes encontrados no resíduo (bloco, concreto, solo e outros) e levantado o percentual de cada componente na amostra. 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, no Laboratório de Geotecnia Ambiental da Universidade Federal da Bahia. Visto que as amostras coletadas possuíam grande parte de peças grandes, com tamanho superior a peneira de maior abertura recomendada na norma, os resíduos com granulometria maior que 76 mm foram retirados da amostra, pesados e reservados, o restante dos resíduos foram secados em estufa a 105-110°C por 24 horas, esperou-se que os resíduos chegassem a temperatura ambiente e posteriormente foram passados nas peneiras da série normal e intermediária ou em peneiras com aberturas de tamanho aproximado as das séries recomendadas pela norma. O material retido em cada peneira foi pesado e com os pesos obtidos foi elaborada a curva de determinação granulométrica do resíduo coletado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A unidade de reciclagem de RCC classe A de pequeno porte possui 100 m² de área e utiliza apenas um equipamento reciclador para processar os resíduos recebidos, esse material é proveniente de um processo de segregação no local de origem o qual é gerado, os blocos inservíveis e restos de concreto simples são encaminhados para a área de reciclagem.

A determinação da massa unitária das 3 amostras de resíduos coletados na área de armazenamento da unidade de reciclagem apresentaram os seguintes resultados, colocados na Tabela 1.

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

DATA	AMOSTRA	MASSA UNITÁRIA
11.11.2015	AM1	1012,4KG/M ³
17.11.2015	AM2	953,7KG/M ³
27.11.2015	AM3	969,4KG/M ³

Fonte: Autoras, 2016.

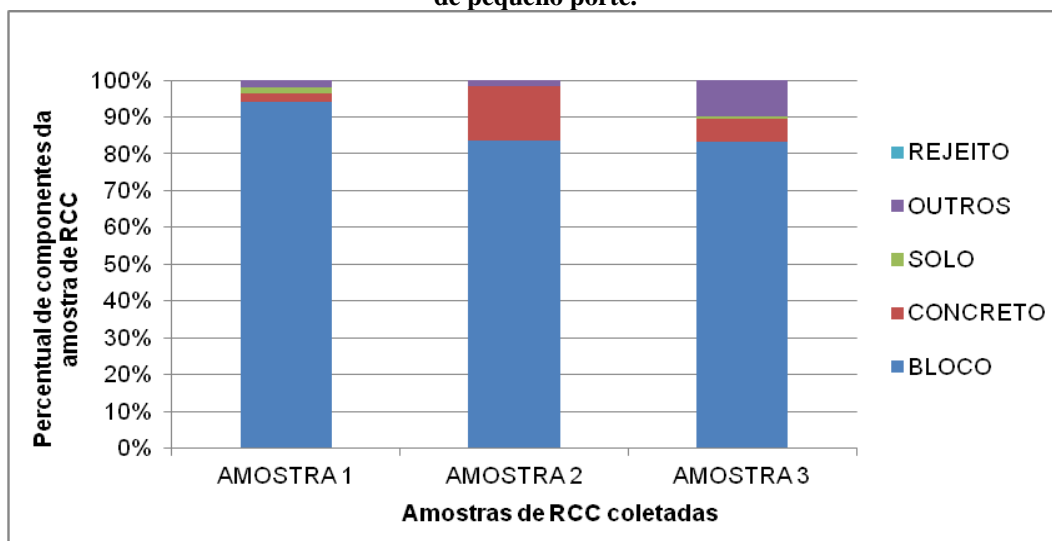
O desvio padrão referente aos resultados de massa unitária encontrados equivale a 30,4kg/m³, sugerindo uma variação da relação entre massa e volume do resíduo pouco relevante.

As amostras de RCC incluíam peças grandes de blocos cimentícios, pedaços de concreto, pequena quantidade de solo e materiais finos, como areia, brita, solo e argamassa. Ainda que a unidade de reciclagem estivesse planejada para receber apenas blocos inservíveis e concreto simples, foram identificados outros materiais, supõe-se que a segregação realizada não tenha sido totalmente eficiente ou que outros materiais tenham sido

incorporados no momento do transporte dos resíduos do local de geração até a área de armazenamento da unidade de reciclagem.

A Figura 1 apresenta a composição gravimétrica dos RCC coletados, a tipologia predominante é de blocos cimentícios, em torno de 80 a 90% das amostras. Foi encontrado um percentual muito pequeno de rejeitos, como madeira em uma das amostras, o material foi assim colocado, pois não poderia ser reciclado na unidade de reciclagem do estudo de caso. A parcela designada como outros são os materiais finos que não eram passíveis de separação, mas visualmente apresentava na sua composição areia, argamassa, brita e solo. Por conseguinte, as amostras de RCC apresentaram um alto potencial de reciclagem.

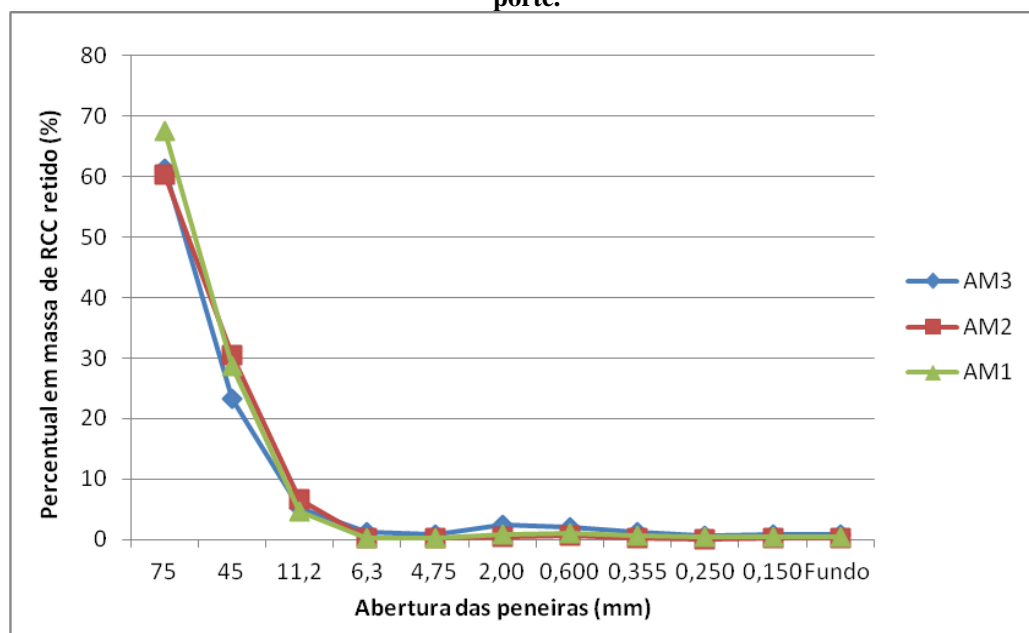
Figura 1 – Gráfico da composição gravimétrica dos RCC coletados em unidade de reciclagem de RCC de pequeno porte.



Fonte: Autoras, 2016.

O ensaio de determinação granulométrica do RCC, ilustrado na Figura 2, permite visualizar que as 3 amostras de RCC apresentaram uniformidade quanto ao tamanho dos grãos. 60% ou mais das amostras apresentaram tamanhos maiores que 76mm.

Figura 2 – Gráfico de curva granulométrica dos RCC coletados em unidade de reciclagem de pequeno porte.



Fonte: Autoras, 2016.

O processo de reciclagem que ocorre na unidade de reciclagem de RCC de pequeno porte do estudo de caso possibilita a produção de dois tipos de agregado reciclado, o agregado miúdo e o agregado graúdo. O agregado miúdo pode ser comparado a areia de britagem ou ao pó de pedra e possui granulometria menor que 4,75mm e o agregado graúdo pode ser comparado a pedra britada e possui granulometria maior que 4,75mm e menor que 75mm.

A Norma Brasileira 15.116 (ABNT, 2004) traz os requisitos para utilização de agregados reciclados de RCC em pavimentação e concreto sem função estrutural. Um dos requisitos gerais para tais utilizações é que este agregado seja proveniente de RCC classe A. Os demais requisitos descritos na Norma se referem aos aspectos físicos e químicos do agregado, como composição granulométrica, dimensão máxima característica, índice de forma, teor de material passante na peneira de 0,42mm e teor de material pulverulento, teor de contaminantes, absorção de água, teor de fragmentos à base de cimento e rochas, Índice de Suporte Califórnia, expansibilidade e energia de compactação. A Norma deixa claro que, para alguns requisitos não atendidos, o material pode ser corrigido com adição de agregado natural ou cimento Portland e cal hidratada.

A partir da caracterização dos resíduos que são recebidos na unidade de reciclagem do estudo de caso verificou-se que o agregado produzido possui ampla possibilidade de utilização e buscou-se levantar na literatura possíveis aplicações para os tipos de agregados produzidos. A Tabela 2 traz uma síntese dessas possíveis aplicações.

Tabela 2 – Possíveis aplicações para os tipos de agregados produzidos em unidade de reciclagem de pequeno porte.

TIPO DO AGREGADO	APLICAÇÃO
MIÚDO	<ul style="list-style-type: none"> • CONTRA PISO • NIVELAMENTO DE LAJE • ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO DE ALVENARIA • SOLO-CIMENTO • CHAPISCO • ELEMENTOS PRÉ-MOLDADOS
GRAÚDO	<ul style="list-style-type: none"> • BASE PARA PISO INTERTRAVADO • CALÇADA • CONTRA PISO • REVESTIMENTO DE ESTRADAS • AGLOMERANTE NA FABRICAÇÃO DE BLOCOS E TIJOLOS • BLOCOS DE VEDAÇÃO • CORREÇÃO DE TOPOGRAFIA ORIGINAL

Fonte: Adaptado de Pinto e Gonzalez, 2005; Miranda *et al.*, 2009; Evangelista *et al.*, 2010; Vegedry, 2013; Pimentel *et al.*, 2015.

A maioria das indicações de aplicação dos agregados citados na Tabela 2 poderiam ser utilizados na obra do estudo de caso, cabendo aos responsáveis pela obra a definição da tecnologia construtiva a ser utilizada, de modo que a utilização dos agregados reciclados produzidos na obra fossem priorizados.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos a partir da caracterização das amostras de RCC coletadas na área de armazenamento da unidade mostram que os resíduos são uniformes, provavelmente devido a uma gestão de RCC na obra adequada quanto à fase de segregação e transporte, ainda que tenham sido identificados percentuais muito baixos de resíduos os quais a unidade de reciclagem não estaria apta a processar. Essas características conduzem a qualidade do agregado reciclado que é produzido.

Conforme atendimento aos requisitos da NBR 15.116 os agregados reciclados podem ser aproveitados no mesmo local de geração e reciclagem, fechando assim o ciclo produtivo dos materiais utilizados. Na hipótese dos agregados produzidos não puderem ser utilizados na própria obra, devido à incompatibilidade com a tecnologia construtiva utilizada, os agregados podem ser vendidos ou doados, isentando a obra de gastos com transporte e disposição do resíduo produzido.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio financeiro concedido pela FINEP/CNPq ao projeto de pesquisa e a bolsa concedida pela FAPESB.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10.007: Amostragem de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro, 2004. 21 p.

_____. *NBR NM 45: Agregados – Determinação de massa unitária e volume de vazios*. Rio de Janeiro, 2006. 8 p.

_____. *NBR NM 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica*. Rio de Janeiro, 2003. 6 p.

_____. *NBR 15116: Agregados reciclados de resíduos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos*. Rio de Janeiro, 2004. 12p.

PINTO, T. de P.; GONZALEZ, J. L. (Coord.). *Manejo e gestão de resíduos da construção civil*. Brasília: CAIXA, 2005.

VEGEDRY. *Manual do Proprietário – Queixada 200P*. Paraná, 2013.