



ANÁLISE QUANTITATIVA DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO DE CASO

Roberta Estevão ⁽¹⁾; Alessandra Rocha Meira ⁽²⁾; Nelma Mirian Chagas de Araújo ⁽³⁾

- (1) Aluna – IFPB – *Campus* João Pessoa, Bolsista do PIBITI robertaestevao@gmail.com
(2) Professora e Pesquisadora – IFPB – *Campus* João Pessoa, alexmeira@uol.com.br
(3) Professora e Pesquisadora – IFPB – *Campus* João Pessoa, nelmamca@gmail.com

Resumo: A construção civil é uma grande consumidora de matéria-prima do planeta. Além disso, é responsável por parte significativa dos impactos causados ao meio ambiente. Nos últimos anos, observa-se o aumento da geração de resíduos devido ao crescente processo de verticalização das construções nas cidades. Essa realidade contribui para a urgente necessidade de medidas relacionadas ao gerenciamento dos resíduos oriundos das obras. Buscou-se com essa pesquisa avaliar uma empresa construtora instalada na cidade de João Pessoa-PB, no tocante à quantificação de resíduos. Para a realização desse estudo, utilizou-se como base diretrizes e requisitos estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Com o intuito de obter informações sobre a quantificação de resíduos, procedeu-se com levantamentos e medições *in loco*, através da utilização de formulários previamente elaborados e instrumentos de medição. Para estabelecer análises comparativas entre os resíduos gerados, buscou-se uniformizar as unidades de medida, definindo como unidade padrão o peso em Kg. Durante o período da coleta (33 dias), foram analisados resíduos de argamassa, blocos de concreto, blocos cerâmicos e madeira, provenientes das etapas de estrutura e alvenaria. Para esse período, a obra gerou um total de resíduos de madeira de 1.865,50 kg. Os resultados dessa pesquisa fornecem parâmetros quantitativos para se concluir que o nível de desenvolvimento da obra estudada, em termos de gestão dos resíduos, está insatisfatório, carecendo a adoção de procedimentos que visem aperfeiçoar esse processo, com vistas a galgar benefícios tanto para a empresa quanto para a sociedade e o meio ambiente, de uma forma geral.

Palavras-chave: Construção civil, resíduos, resolução CONAMA

1. INTRODUÇÃO

Uma das mais importantes atividades relacionadas ao desenvolvimento social e econômico de um país está vinculada à indústria da construção civil. Por outro lado, essa indústria, ao longo de toda a sua cadeia produtiva, ocasiona um grande impacto ao meio ambiente, incluindo a ocupação de terras, a extração de matérias-primas, a produção e o transporte de materiais, a construção de edifícios propriamente dita e a geração e disposição de resíduos sólidos (SPOSTO, 2006; ARAÚJO e CARNAÚBA, 2010).

No que diz respeito aos resíduos provenientes das obras, até pouco tempo os mesmos eram geridos pelo poder público, diferentemente das outras indústrias, que possuíam a obrigação de tratar seus próprios resíduos. Essa prática representava um gasto elevado para os cofres públicos (SOUZA, 2007).

Diante dessa realidade, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), elaborou a Resolução nº. 307, que norteia e estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais (BRASIL, 2002).

Em nível nacional, após a vigência dessa Resolução já se começou a observar uma gradativa transformação da realidade nos centros urbanos, a partir de iniciativas de implantação da gestão de



resíduos pelas construtoras (LORDSLEEM JR. *et al.*, 2007). No entanto, pode-se afirmar que essa evolução está muito aquém do que se almeja como algo ideal para os centros urbanos brasileiros.

Como forma de ratificar esse pensamento, em pesquisa realizada na cidade de João Pessoa-PB, constatou-se que 30% dos resíduos de construção e demolição têm como destino o aterro sanitário, enquanto que os 70% restantes têm destino inadequado, como margens de rios e mangues (PMJP, 2007).

Assim, atualmente, observa-se que a cidade de João Pessoa-PB ainda tem enfrentado problemas devido ao crescimento acelerado da construção e o aumento considerável da geração de resíduos provenientes desse setor.

Nesse sentido, a presente pesquisa buscou realizar um estudo focado em uma construtora, no que diz respeito aos resíduos gerados em uma de suas obras localizadas na capital paraibana, com vistas a avaliar os tipos de resíduos produzidos no canteiro de obras e quantificá-los.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi selecionada uma construtora atuante na cidade de João Pessoa para fazer parte da pesquisa. Há cerca de três anos a construtora instalou-se na cidade e é gerenciada por um grupo suíço. Está atualmente com duas obras em andamento, no entanto, apenas uma foi acompanhada durante a realização da presente pesquisa.

Com o objetivo de obter informações sobre a quantificação de resíduos, foram feitos levantamentos e medições no canteiro de obras. Para tanto, foram elaborados previamente alguns formulários de coleta, utilizados posteriormente nas visitas ao canteiro. Cada um dos formulários seguiu os princípios da Resolução nº. 307 do CONAMA.

Também contou-se com alguns instrumentos de medição, como por exemplo, trena Starrett 5m-16' e balança Agram modelo AGR-0037 (para quantificação dos resíduos em peso). Quando em volume, a quantificação foi realizada através da medição dos resíduos em carrinho-de-mão, sendo considerado o volume de 0,07m³/carrinho. Para os casos nos quais o carrinho não estava completamente preenchido, o cálculo era realizado a partir do volume total, subtraindo-se a parte não preenchida. Verificou-se ainda o volume das caçambas de entulho, destinadas ao acondicionamento dos resíduos provenientes das argamassas, concreto, etc., partindo-se do mesmo princípio utilizado para os carrinhos-de-mão.

No período de 33 dias úteis quantificou-se diariamente todo o entulho gerado no canteiro de obras. Ressalta-se que tais resíduos eram provenientes dos serviços executados nas etapas de estrutura e alvenaria, sendo essas as etapas existentes no período de coleta.

No tocante à quantificação dos resíduos produzidos na obra, os mesmos tanto foram mensurados em massa quanto em volume. No tratamento dos dados coletados, buscou-se uniformizar as unidades de medida, definindo como unidade padrão o peso em kg. Logo, foi necessário converter os valores de m³ para kg, tomando-se como base a metodologia adotada por Carvalho (2008).

Ressalta-se que nem todos os resíduos foram quantificados durante o período da pesquisa uma vez que não havia equipamento para pesagem de todos os resíduos com capacidade adequada para esse fim. Assim, possibilitou-se apenas a pesagem de amostras dos resíduos gerados na obra, de acordo com os serviços executados.

Para definir a massa de entulhos presentes nas caçambas, foi utilizado o índice de conversão de 1.235 kg/m³ (CARVALHO, 2008).



3. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA E DA OBRA PESQUISADAS

A empresa construtora está instalada na cidade de João Pessoa-PB há cerca de três anos e possui, atualmente, 377 funcionários. De acordo com a classificação adotada pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), quanto ao número de funcionários, essa empresa é classificada como uma empresa de médio porte.

O empreendimento caracteriza-se como uma edificação vertical do tipo residencial, composta por duas torres. Cada uma delas possui trinta e três pavimentos tipo, além de cobertura duplex. Em cada um dos pavimentos tipo há um apartamento com área é de 333 m². A cobertura duplex possui área de aproximadamente 650 m².

A obra terá 38.000 m² de área construída, distribuídos num terreno de 7.500 m². Utilizou-se laje nervurada nos pavimentos tipo e em alguns locais como, por exemplo, no estacionamento, utilizou-se laje maciça. Na execução da estrutura optou-se pelo uso do concreto usinado bombeado.

Para a execução da alvenaria utiliza-se, prioritariamente, o bloco de concreto não estrutural na execução das paredes duplas, enquanto que para as áreas com caixas de passagem utiliza-se o bloco cerâmico. A construtora tem produção própria de blocos de concreto, que são confeccionados a frio numa fábrica próxima ao canteiro. O deslocamento dos blocos é feito através de pallets de madeira com ajuda de uma mini carregadeira. Com isso, a empresa busca ganhar tempo no transporte e em todos os aspectos logísticos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se classificar o desperdício em canteiros de obras como aquele que é incorporado à própria construção e aquele que não é incorporado à massa edificada. Nesse último caso, qualifica-se como entulho de obra (GRIGOLI, 2000 *apud* MEIRA e ARAÚJO 2003), sendo esse o material que será quantificado no presente estudo.

Na Tabela 1 encontram-se os resultados totais de resíduos gerados e quantificados no período da pesquisa.

Tabela 1 – Quadro resumo da quantificação dos resíduos

Período de coleta	Torre	QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS								
		Madeira	Papelão	Papel (sacos de cimento, gesso)	Blocos cerâmicos	Blocos de concreto para alvenaria	Argamassa	Areia	Brita	Containers (resíduos misturados)
17/01 a 21/01	A e B	1,18	-	-	-	3,60	5,60	-	-	-
24/01 a 28/01	A e B	1,26	-	-	-	6,10	-	-	-	-
31/01 a 04/02	A e B	1,54	-	-	-	46,71	7,25	-	-	-
07/02 a 10/02	A e B	1,32	-	-	-	23,21	6,90	-	-	-
15/02 a 18/02	A e B	0,03	-	-	19,30	67,60	8,05	-	-	9,89
21/02 a 25/02	A e B	-	-	-	2,50	39,00	4,40	-	-	9,04
28/02 a 04/03	A e B	-	-	-	-	1,15	10,22	-	-	9,39
TOTAL (m ³)		5,33	-	-				-	-	28,32
TOTAL (kg)		1.865,50			21,80	187,37	42,42	-	-	34.975,20
Índice de conversão dos resíduos (kg/m ³)		350						-	-	1.235

A madeira é amplamente utilizada no setor da construção civil, além de possuir valor comercial. Durante as investigações verificou-se que os resíduos de madeira são doados a uma padaria localizada próximo à obra. Não há qualquer tipo de triagem do material, podendo haver a contaminação por queima de madeira, como é o caso das madeiras tratadas, pintadas, com fórmica, adesivos etc., colocadas em fornos sem controle dos gases.

Para o período de 33 dias úteis os entulhos de madeira totalizaram 5,33 m³. Para estabelecer uma análise comparativa, foi necessário converter o volume aferido em m³ para kg. Para tanto, foi considerado o peso específico da madeira de 350 kg/m³ (CARVALHO, 2008), obtendo-se um montante de 1.865,50 kg de resíduos de madeira. Na Figura 1 é possível observar resíduos de madeira dispostos em um dos pavimentos da edificação.



Figura 1 – Disposição de resíduos de madeira em um pavimento

Ressalta-se que não foi possível quantificar os resíduos de papel, papelão e sacos de cimento. Devido à falta de um plano de gerenciamento de resíduos eficaz, os funcionários colocavam esses tipos de resíduos junto ao lixo comum, ou em locais inadequados, como em caçambas de entulho, impossibilitando a reciclagem.

Em relação à alvenaria de vedação, a empresa utilizou o bloco de concreto, sendo o mesmo confeccionado pela própria construtora em local próximo ao canteiro de obras. Seu desperdício totalizou 187,37 kg. Este montante deve-se principalmente ao transporte irregular destes blocos. Para efetivar as análises quantitativas dos resíduos de blocos de concreto, utilizou-se uma balança, obtendo-se, dessa forma, os resultados em massa (kg), como apresentado anteriormente. Na Figura 2, verifica-se o resíduo de blocos de concreto misturados com resíduo de papel e ferro no pavimento.



Figura 2 – Resíduos de blocos de concreto misturados a outros resíduos

Em algumas situações, como nas paredes duplas e em áreas com caixas de passagem, recorreu-se aos blocos cerâmicos, e a geração de resíduos totalizou 21,80 kg. Os resíduos dos blocos cerâmicos foram pesados em balança, ao término da execução do serviço de alvenaria em cada pavimento.

Na obra em questão, foi utilizada argamassa industrializada na execução das alvenarias, chapisco e contrapiso. Durante a pesquisa, verificou-se que o montante total de resíduos de argamassa foi de 42,42 kg.

Durante a pesquisa de campo constatou-se que algumas vezes os funcionários colocavam os resíduos de argamassa dentro dos furos dos blocos de concreto. Com isso, esse material não era despejado no tubo coletor de descarga, impossibilitando a quantificação exata desse tipo de resíduo. Na realidade, seguindo a classificação de desperdício apresentada anteriormente, foram apenas mensurados os desperdícios efetivamente não incorporados à edificação (resíduos).

Com relação aos materiais areia e brita, os mesmos eram dispostos em baias em local próximo à betoneira. Tais baias não possuíam nenhum tipo de cobertura, com isso, ocorria destes materiais serem arrastados pela ação da chuva ou vento. Entretanto, não foi possível mensurar os resíduos desses materiais gerados na obra durante a pesquisa.

Após a análise individualizada de cada material, buscou-se avaliar os resíduos gerados dentro de cada um dos serviços executados. Como exemplo, tem-se o caso apresentado na Tabela 2, para o serviço de alvenaria.

Tabela 2 – Quadro de quantificação dos resíduos de acordo com o serviço de alvenaria executado

INSUMOS	Período de Coleta							TOTAL
	17/01 a 21/01	24/01 a 28/01	31/01 a 04/02	07/02 a 10/02	15/02 a 18/02	21/02 a 25/02	28/02 a 04/03	
Bloco de concreto (kg)	3,60	6,10	46,71	23,21	67,60	39,00	1,15	187,37
Bloco cerâmico (kg)	-	-	-	-	19,30	2,50	-	21,80
Argamassa (kg)	5,60	-	7,25	6,90	8,05	4,40	10,22	42,42
TOTAL (kg)								251,59

Conforme consta na Tabela 2, durante o acompanhamento das atividades relacionadas a esse serviço, foram quantificados os resíduos de blocos de concreto, blocos cerâmicos e argamassas. Esses materiais juntos resultaram em um valor total de 251,59 kg de resíduos.



Ressalta-se que o valor total apresentado na Tabela 2 corresponde aos resíduos provenientes do serviço de alvenaria para o período de 33 dias. Isso implica que, em termos diários, tem-se um valor de 7,62 kg de resíduos atrelados unicamente aos serviços de alvenaria (blocos e argamassas). Em se tratando de valores anuais, pode-se estimar, imaginando constância de consumo e de produtividade, algo em torno de 1.920,24 kg de resíduos, considerando 252 dias úteis (referência para o ano de 2011).

Não foram observados valores de referência, na literatura estudada, para resíduos provenientes do serviço de alvenaria. No entanto, em pesquisa realizada por Viana (2009), na qual foram acompanhadas treze obras de edificações verticais da grande João Pessoa, foi feita uma estimativa de geração de resíduos de construções verticais. Os materiais mensurados nesse estudo foram: argamassa, solo, madeira, concreto, tijolos cerâmicos, aço, areia, brita, pedra e revestimento cerâmico. Para os casos estudados, a autora contabilizou 2.373,93 t/mês. Esse montante permite que se faça uma estimativa de 28.487,16 t/ano.

No caso estudado, o total de resíduos mensurado para os 33 dias úteis foi de 37.092,29 kg (Tabela 1). Fazendo uma estimativa anual, para o estudo de caso, ter-se-ia um montante de 283.259,21 kg de resíduos, ou seja, 283,25 t/ano, levando em consideração à mesma quantidade de dias úteis.

Pelo exposto, observa-se a impossibilidade de realização de comparações entre os dois estudos, visto que a presente pesquisa limitou-se aos resíduos de madeira, blocos de concreto, blocos cerâmicos, argamassas e resíduos misturados, ao passo que o estudo realizado por Viana (2009), como posto anteriormente, teve uma maior abrangência, em termos de materiais quantificados.

5. CONCLUSÕES

Através das visitas *in loco* realizadas em um canteiro de obras, buscou-se quantificar os resíduos produzidos, referentes aos serviços executados durante o período de coleta, que compreendeu 33 dias úteis.

Todo o levantamento realizado tomou como base a Resolução nº. 307 do CONAMA, que estabelece classes para os diversos tipos de resíduos de materiais. Partindo-se do teor desse documento, pode-se afirmar que a maioria dos resíduos quantificados é composta por materiais potencialmente recicláveis e que poderiam ser reaproveitados no próprio canteiro.

Em termos de quantitativos de resíduos gerados, aqueles atrelados ao serviço de alvenaria são pouco representativos do total mensurado. Em termos percentuais, isso significa que os resíduos de blocos de concreto, de blocos cerâmicos e de argamassa representam menos de 0,7% do total.

Por outro lado, observa-se uma acentuada geração de resíduos de madeira e de materiais misturados no container. Essa mistura de resíduos denota a falta de preocupação com a separação de resíduos no canteiro, de forma a favorecer o processo de reuso e reciclagem dos materiais.

Por fim, como resultante desse estudo, em termos macro, constata-se que o nível de desenvolvimento da obra estudada, em termos de gestão dos resíduos, está insatisfatório, carecendo a adoção de procedimentos que visem aperfeiçoar esse processo, com vistas a galgar benefícios tanto para a empresa quanto para a sociedade e o meio ambiente, de forma geral.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e ao IFPB pelo apoio recebido.



REFERÊNCIAS

ARAÚJO, N. M. C. A.; CARNAÚBA, T. M. G. V. Proposta de gerenciamento de RCD para obras de edificações verticais de Maceió-AL. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2010, Canela. **Anais...** Canela: UFRS, 2010. 1 CD-ROM.

BRASIL. Resolução CONAMA nº. 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 de julho de 2002.

CARVALHO, P. M. **Gerenciamento de resíduos de construção civil e sustentabilidade em canteiros de obras de Aracaju**. 2008. 178 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2008.

LORDSLEEM Jr., A.C.; FUCALE, S. P.; FERNANDES, P. C. S.; GUSMÃO, A. D. Solid waste management in brazilian construction sites. In: INTERNATIONAL WASTE MANAGEMENT AND LANDFILL SYMPOSIUM, 11., 2007, Cagliari. **Proceedings...** Cagliari, 2007. 1 CD-ROM.

MEIRA, A. R.; ARAÚJO, N. M. C. Gestão de resíduos em empresas construtoras da grande João Pessoa. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 7, 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FEA/USP, 2003. 1 CD-ROM.

SOUZA, P. C. M. **Gestão de resíduos da construção civil em canteiros de obras de edifícios multipiso na cidade de Recife/PE**. 2007. 147 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2007.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA – PMJP. **Plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição do município de João Pessoa – PB**, 2007. 92 p. João Pessoa, Paraíba.

SPOSTO, R.M. **Os resíduos da construção: problema ou solução?** Disponível em: <<http://www.espacoacademico.com.br/061/61sposto.htm>>. Acesso em: 26 mar 2012.

VIANA, K. S. C. L. **Metodologia simplificada de gerenciamento de resíduos sólidos em canteiros de obras**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.