Aplicação da Estatística Paramétrica na avaliação de resíduos de construção e demolição (RCD) no Município de Santos, Brasil

Orlando Carlos Batista Damin[1]; Aldo Ramos Santos[2]; Deovaldo Moraes Júnior[2]

[1]Aluno do Curso de Mestrado em Engenharia Mecânica na Universidade Santa Cecília, Santos, BR.
[2] Professor do Curso de Mestrado em Engenharia Mecânica na Universidade Santa Cecília, Santos,BR.

Reconhecidamente, a construção civil é grande consumidora de recursos naturais e geradora de resíduos sólidos, causando riscos à saúde, degradação urbana e impacto ao meio ambiente. Estudos de quantificação e identificação da distribuição do descarte de obras (construções, estradas, reformas, etc.) servem de subsídios para implantação de políticas públicas, seja por meio de legislação ou elaboração de projetos e planejamento de intervenções para mitigação dos vetores de danos urbanos e ambientais. O objetivo deste estudo é a identificação dos polos geradores de RCD no Município de Santos e uso da estatística paramétrica para o cálculo quantitativo e comparação com bases de dados anteriores. Alguns locais anteriormente descritos como depósitos clandestinos de RCD continuam a ser utilizados.

Palavras chave
RCD, entulho, construção, resíduos sólidos.

Application of Parametric Statistics in the evaluation of the construction and demolition waste (CDW) in Santos city, Brazil

Admittedly the construction industry is a large consumer of natural resources and generation of waste, causing health hazards, urban decay and environment impact. Studies of quantification and identification of the disposal work distribution (buildings, roads, reforms, etc.) provide subsidies for implementation of public politics, whether through legislation or project design and intervention planning to mitigate the urban and environmental damage vectors. The objective of this study is the identification of the RCW generator poles in the city of Santos and the use of parametric statistics for the quantitative calculation and comparison to previous databases. Some locations previously described as underground deposits of RCW continue to be used.

Keywords
RCW, rubbish, construction, construction waste

Introdução

A urbanização acelerada com 80% (IBGE, 2010) da população em área urbana gera mais de 100 milhões de toneladas de resíduos por ano, tornando-se um entrave (para outros uma oportunidade) para o avanço da construção sustentável. O objetivo geral deste estudo é verificar se os polos clandestinos geradores de resíduos identificados por CASTRO (2003) ainda são utilizados e como objetivo principal apresentar um método estatístico paramétrico no cálculo da massa de RCD em relação ao cálculo do uso de caçambas coletoras.

Segundo PINTO (2011), 80% em massa do total gerado pela construção civil correspondem aos resíduos do tipo classe A, definidos pela Resolução CONAMA n.º 307/2002 e PMS (2012).

Levantamento realizado nos Municípios de São Paulo, Guarulhos, Diadema, Campinas, Piracicaba, São José dos Campos, Ribeirão Preto, Jundiaí, São José do Rio Preto e

Santo André, no Estado de São Paulo, identificou que a média de 60% dos resíduos são de materiais de construção em relação à geração diária de resíduos sólidos urbanos (PINTO, 2005). A massa de RCD encontrado por CASTRO (2003) em reformas e ampliações no Município de Santos foi de 41.932,8t/ano, sendo considerados 1,2t/m^3 de resíduos de construção coletados pela distribuição de 50 "caçambas" diárias.

Outro sistema de coleta conhecido como "carrinheiros", assim como as caçambas coletoras, também foi avaliado no Município de Santos. Técnicos da SEMAM (2012) estimam a coleta, por carrinheiro, de 150kg/dia de resíduos sólidos e recicláveis, totalizando 1.125t/mês. Atualmente, são coletados menos de 2% do total de lixo reciclável produzido pelos santistas. Municípios que possuem melhor coleta seletiva reciclam 10% de seus resíduos (PINTO, 2011).

Pesquisa realizada em 2007 pela Secretaria de Serviços Públicos (SESERP) em uma amostra homogeneizada da coleta domiciliar em Santos, onde foram analisados 421,33kg de resíduos sólidos (coleta domiciliar de segunda a sábado). Separados e pesados, chegaram a 41,96% de matéria orgânica e 58,04% de resíduos sólidos que poderiam ser reciclados, tais como: plásticos, RCD, alumínio, borracha, etc.

Estimativas oficiais (PMS, 2012; CASTRO, 2003) apresentaram valores de resíduos sólidos superiores a 150kg/m^2 construído ou 1 m^3 por semana para cada habitante, com 672t/dia em todo o município, considerando-se os resíduos orgânicos, recicláveis, volumosos e de saúde. Para o cálculo, a população de Santos foi estimada em 419 mil habitantes (IBGE, 2010) e os resíduos coletados no mesmo ano.

Materiais e Métodos

Para o levantamento de demolições e projetos aprovados, foi feita pesquisa nos talonários de emissão de licenças de demolição e processos de aprovação de projetos arquitetônicos da PMS; Cadastro de dados dos anos de 2005 até 2011; Identificação das demolições por bairro; Identificação de áreas demolidas de 2008 a 2011, sendo verificados em dois cadastros diferentes para validação da precisão no registro de áreas (os endereços foram escolhidos aleatoriamente em uma amostra de 30% da população estudada);.Coleta de dados cadastrais da Seção de Inspeções de Estruturas da PMS (amostra de 570 laudos de autovistoria - Lei complementar 441/2001 - de uma população de 3.400 pareceres).

Os locais de depósitos clandestinos de resíduos sólidos identificados por CASTRO (2003) foram verificados em três visitas alternadas de uma semana, em um prazo total de 30 dias. Os bairros foram identificados a partir da Lei Complementar n.º 729 de 11 de julho de 2011.

O volume de concreto e área de alvenaria puderam ser estimados empiricamente por SOLANO (2003), como:

O cálculo de área de alvenaria global foi feito pela Equação 1.

$$AG=A_p x2,0238+30,492 \quad (1)$$

O cálculo do volume de concreto foi feito pela Equação 2.

$$VC=A_p x0,17 \quad (2)$$

O volume de demolição proposto neste trabalho foi desenvolvido na Equação 3.

$$VD=\{[(A_p x2,0238+30,492)xP]+[A_p x0,17]\}xE. \quad (3)$$

Sendo: VD o volume de demolição em m^3; A_p a área do pavimento em m^2; P a espessura da parede em alvenaria em metro, adotando-se: P = 0,15m; E o empolamento do material, adotando-se E = 1,5 (empolamento de 50% do material demolido).

A massa de demolição foi adotada em 1,2t/m^3 de RCD (CASTRO, 2003; PINTO, 2005).

Resultados e Discussão

Nos últimos três anos houve uma tendência de queda na quantidade de licenças de reformas. Em 2009 foram realizadas 22.884m^2, em 2010 esse número foi de 12.570m^2 e em

2011 o patamar foi de 11.280m^2. Quando somadas as áreas de demolições, obteve-se: 54.435,85 m^2 em 2009, 59.604,41 m^2 em 2010, 63.078,19 m^2 em 2011.

O volume de RCD estimado em relação à demolição, dados oficiais, utilizando como base a área média (2009 a 2011) de 59.039,48m^2 e aplicando a Equação 3, é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Cálculo da massa de Resíduo de Construção e Demolição, média do período de 2009 a 2011.

Cálculo da massa de RCD					
Ap (m^2)	P (m)	E	VD (m^3)	fator (t/m^3)	massa (t)
59.039,48	0,15	1,5	41.945,85	1,2	50.335,02

O resultado de 50.335,02t/ano foi significativo (20,04%) em relação aos 41.932,8t/ano estimados por CASTRO (2003). Apesar deste estudo não apresentar a área demolida no período, pode-se verificar na tabela 2 que, a partir de 2009 até 2011 a média de demolições foi de 100 ao ano, um aumento de 96,46% em relação à média do triênio de 2006 a 2008 e de 219,78% em relação à média do quadriênio de 2002 a 2005.

Os dados oficiais não representaram grande parte das reformas gerais realizadas. Estudo estatístico realizado junto a Seção de Inspeção de Estruturas (SEINE) da PMS, de fevereiro/2011 até junho/2012, revelou 54,2% (2012) e 46,3% (2011) de edifícios sujeitos a intervenções, ou seja, 282 edificações executaram ou estavam realizando reparos e/ou reformas, apresentando uma média 49,5% da amostra geram resíduos e não estavam contemplados nas licenças de demolição emitidas pela PMS.

No período de dez anos a PMS autorizou, Tabela 2, um total de 826 demolições e aprovou 1.277 projetos de construção.

Tabela 2: Quantidade de licenças de demolição e aprovação de projetos arquitetônicos (julho/2012).

Preitura Municipal de Santos		
ano	Licenças demolição	Aprovação projetos
2002	42	43
2003	39	60
2004	8	33
2005	93	78
2006	73	73
2007	137	67
2008	101	84
2009	101	262
2010	94	221
2011	105	235
2012	33	121
totais	826	1277

Conclusão:

Dos locais indicados como depósitos irregulares de RCD (CASTRO, 2003) nos bairros do Embaré e da Aparecida, apenas um local de descarte irregular permaneceu sendo utilizado em cada bairro. No Marapé todos os pontos identificados anteriormente como de descartes permanentes e eventuais apresentaram resíduos sólidos e RCD nas três visitas realizadas. O bairro do Campo Grande mostrou uma sensível melhora na redução de descarte eventual, dos seis locais visitados, quatro não apresentaram resíduos de qualquer natureza.

Apesar de verificado um aumento de 16% na área de imóveis demolidos, não se identificou aumento de pontos de descarte irregular nos bairros que apresentaram maior quantidade de demolições nos últimos seis anos. Em dois locais foram iniciadas a construção de novos edifícios, inibindo o depósito clandestino de resíduos.

O método de cálculo através de equações paramétricas se mostra promissor. A diferença entre os dados oficiais e calculados são análogos aos estudos referenciados. As estimativas dos técnicos do setor público de 672t/dia de resíduos sólidos, sendo 50% de RCD, totalizaram em um ano 104.000t, sendo um valor compatível com este estudo, visto que os serviços em edifícios (obras determinadas em Laudos) e "carrinheiros", não foram computados.

Referência Bibliográfica

CASTRO, L. O. de A. **Destinação dos resíduos de construção e demolição na área insular do município de santos e seus impactos sanitários e ambientais**. Dissertação de mestrado. Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 2003

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução Nº 307**, de 5 de julho DE 2002.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Disponível em <www.ibge.gov.br>. Acesso em maio de 2012

LEI COMPLEMENTAR N.^{O} 441 de dezembro de 2001. **Institui Laudos de Autovistoria no município de Santos**.

PINTO, T. de P. **Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil – A experiência do SindusCon-SP**. SP. 2005

PINTO, T. de P. **Panorama geral da gestão de resíduos da construção**. Seminário: A Política Nacional de Resíduos Sólidos e a Gestão dos Resíduos da Construção Civil, 2011.

PMS - PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS. **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Santos**. Secretaria Municipal de Meio Ambiente, 2012.

SEMAM – SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE. Entrevista com técnicos de vários departamentos, realizado em setembro de 2012.

SOLANO, R. da S. **Indicadores geométricos, mão de obra e custos: Edificações alto padrão em Porto Alegre**. Trabalho de conclusão da disciplina de Gerenciamento de Empreendimentos. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003. p.100