



XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Avanços no desempenho das construções – pesquisa, inovação e capacitação profissional

12, 13 E 14 DE NOVEMBRO DE 2014 | MACEIÓ | AL

GERAÇÃO DE RESÍDUOS EM OBRAS RESIDENCIAIS VERTICAIS: INVESTIGAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO PROJETO ARQUITETÔNICO E SISTEMA DE PRODUÇÃO

DIAS, Michele Ferreira (1); KERN, Andrea Parisi (2); KULAKOWSKI, Marlova Piva (3); GOMES, Luciana Paulo (4); BENINI, Gustavo Luis (5)

(1) UNISINOS, email: michelefdias@yahoo.com.br (2) UNISINOS, e-mail: apkern@unisinios.br

(3) UNISINOS, e-mail: marlovak@unisinios.br; (4) UNISINOS, e-mail: lugomes@unisinios.br

(5) UNISINOS, email: gustavolbenini@hotmail.com

RESUMO

A significativa quantidade de resíduos gerada pelo setor da construção civil é hoje um grande problema ambiental a ser enfrentado pelo poder público e empresas construtoras. Para evitar ou reduzir a geração de resíduos é preciso atuar na origem, que pode estar desde o projeto até a fase de execução. O projeto consiste no passo inicial do empreendimento e tem influência significativa sobre o processo construtivo e produto final. Estudos apontam também que o sistema de gestão empregado por construtoras tem relação direta com a ocorrência de perdas, incluindo os resíduos. O objetivo deste trabalho foi analisar a influência de variáveis de projeto arquitetônico e sistema produtivo sobre a geração de resíduos em obras de edifícios residenciais verticais em um contexto local/regional. Foi utilizada análise estatística com dados de 18 obras residenciais verticais localizadas na região metropolitana de Porto Alegre/RS, provenientes de 10 empresas construtoras. A análise de regressão obteve valor de R^2 ajustado = 0,69. As variáveis que apresentaram estatisticamente influência foram: relativas ao projeto (área do pavimento tipo, relação entre o número de pavimentos tipos e o número total de pavimentos e Índice econômico de compactidade) e ao sistema de produção (sistema construtivo e reaproveitamento de resíduos no canteiro).

Palavras-chave: Gestão de resíduos de construção, minimização de resíduos de construção, regressão linear múltipla.

ABSTRACT

A significant amount of waste generated by the construction industry is now a major environmental problem being faced by the government and construction companies. To prevent or reduce the generation of waste at the source is necessary to act, which may be from design to the implementation phase. The project is the initial step of the development and has significant influence on the construction process and final product. Studies also show that the management system employed by construction companies is directly related to the occurrence of losses, including waste. The aim of this study was to analyze the influence of variables of architectural design and production system on the generation of waste into works of vertical residential buildings on a local / regional context. Statistical analysis with data from 18 vertical residential construction located in the metropolitan region of Porto Alegre / RS, was used 10 companies from construction. Regression analysis obtained set value R^2 adjusted = 0.69. The variables that showed statistically influence were related to the project (area of pavement type, relationship between the number of flooring types and the total number of floors and economic index compactness) and production system (building system and reuse of waste in construction).

Keywords: Management of construction waste, minimizing construction waste, multiple linear regression.

1 INTRODUÇÃO

Na construção civil, a ineficiência de alguns dos seus processos de produção e principalmente suas grandes proporções a tornam uma grande geradora de resíduos dentro da cadeia produtiva (SOUZA et al, 2004). A disposição final destes resíduos é uma tarefa difícil, devido à heterogeneidade na composição, aos custos com transporte e disponibilidade de áreas que atendam aos requisitos ambientais.

Em termos quantitativos, no cenário mundial os resíduos de construção surgem com elevada participação no total de resíduos sólidos. No continente europeu, a Inglaterra estimou, em 2005, geração total de 88,63 milhões de toneladas de resíduos provenientes de construção, demolição e escavações (DEPARTMENT FOR COMMUNITIES AND LOCAL GOVERNMENT, 2007). Considerando que a população da Inglaterra em 2005 foi contabilizada em 50.431,700 habitantes (BARROW, 2012) a geração anual per capita equivale a 1,76 toneladas. Enquanto que, na Espanha, no ano de 2008 foi estimada a geração de 40 milhões de toneladas (MINISTRY OF ENVIRONMENT AND RURAL AND MARINE AFFAIRS, 2008), equivalendo à geração anual de 0,86 toneladas por habitante/ano, considerando a população da Espanha estimada em 46.766,403 de habitantes no mesmo ano (INE, 2012).

Segundo Katz e Baum (2011), no ano de 2010 em Israel, a participação deste resíduo atingiu 60% do total de resíduos sólidos do país. Os autores relatam que houve aumento significativo nas duas últimas décadas e este é justificado pelo aumento do nível de vida, alterações nos hábitos de consumo, bem como o aumento natural da população. Já na China dados apontam participação percentual dos resíduos de construção de 30 a 40% do total de resíduos sólidos urbanos (WANG; JINGKUANG, 2012), e na Austrália estes equivalem a aproximadamente 37% do total de resíduos sólidos urbanos (TERRY, 2004).

No Brasil, os dados disponíveis mostram uma situação semelhante à dos países citados. Ainda um dado muito utilizado é o estimado por Pinto (1999) e expressa que os resíduos da construção e demolição representam entre 41% e 70% do total de resíduos sólidos urbanos, e conforme Pinto e González (2005) estes equivalem a duas vezes, em massa, a quantidade dos resíduos sólidos domiciliares.

Diante da elevada taxa de geração de resíduos de construção e demolição e o grande volume que estes ocupam no meio ambiente, a necessidade de gerenciá-los de forma a atender a legislação nacional e reduzir os impactos causados são iminentes. No Brasil foi criada em 2002 a Resolução 307 do CONAMA que responsabiliza o gerador pelos resíduos e estabelece que este deva ter como objetivo principal a não geração de resíduos e secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final dos mesmos.

Mattosinho e Pionório (2009) ressaltam a necessidade de ampliação das pesquisas com enfoque na minimização da geração de resíduos na fonte, ao observarem que a maioria dos estudos concentra-se em propor técnicas de reciclagem, agindo de forma corretiva e não atingindo a real causa do problema.

Conforme Osmani (2011) a maior parte dos esforços têm sido voltados à gestão dos resíduos no canteiro, porém um investimento limitado é dedicado à prevenção da geração de resíduos de construção em pontos importantes como a cadeia de gestão, etapas de projeto, aquisição e encargos. A prevenção e a redução na geração de RCD é um ponto importante a ser estudado durante o planejamento e a produção dos edifícios. A antecipação por parte das empresas no intuito de alcançar uma gestão ótima dos

resíduos é uma estratégia importante de melhoria dos seus processos de produção e consequente redução na geração de resíduos (SAÉZ et al., 2012).

Embora os resíduos só apareçam ao início da construção estes já começam a ocorrer nas decisões tomadas durante a fase de concepção e projeto (MÁLIA, 2010). De acordo com Osmani (2011), uma parte significativa dos resíduos é causada por problemas que ocorrem em etapas que precedem a produção, e a fase de concepção e projeto é considerada uma das fontes mais importantes de resíduos de construção.

Decisões tomadas durante a etapa de concepção do edifício também exercem grande influência no consumo de materiais da obra a ser produzida, devido à forma arquitetônica, por exemplo.

Em relação à forma do edifício, Mascaró (2010) propõe um índice que representa numericamente o grau de compacidade do edifício, denominado índice de compacidade conceituado como “a relação percentual que existe entre o perímetro de um círculo de igual área do projeto e o perímetro das paredes exteriores do projeto”, e estabelece uma relação de custo direto (materiais, equipamentos e mão de obra) com a compacidade (forma) do edifício. Assim, uma relação que pode ser estabelecida é a compacidade do projeto (forma) versus geração de resíduos, tendo em vista o maior ou menor consumo de materiais.

Um amplo estudo realizado por Formoso et al. (2002) com o objetivo investigar as principais causas de geração de perdas em canteiros de obras, assim como quantificar as perdas na Indústria da Construção Brasileira, identificou um nível elevado de desperdício e revelou que grande parte destes resíduos é previsível e evitável. Em avaliação sobre as fontes de resíduos foi identificado que as atividades de fluxo, como a entrega de material, estoques e manuseio e transporte interno, têm grande influência nos resíduos e estas muitas vezes são negligenciadas pela administração do canteiro. Problemas de gestão em fases que precedem a produção foram relacionados entre as causas mais importantes de resíduos.

Questões relacionadas ao planejamento da produção e gestão do canteiro por parte dos gerentes e a falta de transparência nos processos afetam a geração de resíduos. Como principais causas podem ser citados falha na otimização dos recursos durante a execução, e falhas no sistema de aquisição, planejamento de entrega e distribuição de materiais (FORMOSO et al.; 2002 OSMANI et al., 2008).

Neste contexto este trabalho se propôs a analisar a influência de variáveis de projeto arquitetônico e sistema produtivo sobre a geração de resíduos em obras de edifícios residenciais verticais da região metropolitana de Porto Alegre/RS. Este estudo foi realizado no âmbito de um convênio de pesquisa entre o Sindicato da Indústria da Construção de Novo Hamburgo/RS (SINDUSCON-NH) e um grupo de pesquisadores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC) da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) e buscou, dentro de um contexto local/regional, identificar características qualitativas e quantitativas que influenciam a geração de resíduos.

2 MÉTODO DE PESQUISA

A realização desta pesquisa constitui em um estudo de casos múltiplos, a partir de fontes de evidências quantitativas e qualitativas observadas em obras de diferentes empresas. Como ferramenta de análise foi utilizada a estatística, empregando para o tratamento dos dados a técnica de regressão linear múltipla. A equação de regressão é

útil para explicar valores de uma variável em função de outras, isto é quando se suspeita de uma relação de causa e efeito entre duas ou mais variáveis, a análise de regressão permite verificar qual relacionamento matemático pode existir entre elas (STEVENSON, 2001). A pesquisa consistiu em duas etapas, denominadas “levantamento de dados” e “tratamento de dados”, conforme descrito a seguir.

2.1 Levantamento de dados

Os objetivos desta etapa do trabalho foram obter dados de geração de RCD na produção de edifícios e identificar as possíveis causas da geração destes resíduos, a fim de posteriormente verificar o grau de influência das variáveis relacionadas ao projeto (definidas na revisão de literatura) e variáveis relacionadas à produção (definidas em visitas a obras e na revisão de literatura) através do tratamento estatístico dos dados.

O estudo foi realizado com base em dados de dezoito edifícios, localizados na região metropolitana de Porto Alegre/RS, concluídos entre 2008 e 2013, denominados 1 até 18. Estes edifícios foram construídos por dez diferentes empresas construtoras, atuantes na região, chamadas CA até CJ.

2.1.1 Variável dependente – quantidade de resíduo gerada

A variável dependente considerada neste estudo foi o número de caçambas contratadas, durante o período da obra, informado por cada uma das empresas construtoras. O volume das caçambas foi verificado junto às próprias empresas que realizam a coleta, variando entre 4, 5 e 6 m³. Cabe ressaltar que não foi considerado fator de empolamento dos resíduos nas caçambas.

2.1.2 Variáveis independentes relacionadas ao processo de projeto

As variáveis relacionadas à etapa de projeto das obras estudadas são do tipo quantitativo e a seguir são descritas:

- Área total construída e área do pavimento tipo, obtidas através da informação disponibilizada na planilha de áreas do projeto arquitetônico;
- A relação entre o número de pavimentos tipo e o número total de pavimentos do prédio (tipo/total);
- Densidade de paredes internas no pavimento tipo (m/m²), que se refere ao comprimento de paredes internas (apenas paredes em alvenaria) incluindo os pilares, dividido pela área do pavimento tipo;
- Índice econômico de compacidade (IeC): Calculado a partir das equações 1 e 2, conforme teoria proposta por Mascaró (2010), onde “Ap” é a superfície de projeto e “Pep” corresponde ao perímetro econômico de projeto (equação 2).

$$IeC = \frac{2\sqrt{Ap \cdot \pi}}{Pep} \times 100 \quad (1)$$

$$Pep = Ppr + 1,5Ppc + \frac{nA}{2} \quad (2)$$

Na equação 2, “Ppr” equivale ao perímetro das paredes exteriores retas, “Ppc” é o perímetro das paredes exteriores curvas e “nA” número e arestas das fachadas.

2.1.3 Variáveis independentes relacionadas ao sistema de produção

As variáveis relacionadas ao sistema de produção são qualitativas e foram convertidas em valores numéricos para permitir a comparação objetiva das obras através da regressão múltipla.

Considerando o fato de que os edifícios estudados estão concluídos, para atribuir valores às variáveis relacionadas com a fase de produção e organização do canteiro, os pesquisadores visitaram, pelo menos, uma obra em andamento de cada uma das dez construtoras. Isso foi feito para verificar in loco a cultura das empresas, em termos de práticas de gestão, organização do canteiro e processo de construção empregado por essas empresas.

As variáveis coletadas referentes ao sistema de produção são:

- “Reaproveitamento de resíduos” (sim ou não): foi colocado sim quando as empresas de construção relataram reutilizar resíduos no canteiro.
- “Organização do canteiro” (escala 1-5): esta variável abrange muitos aspectos do canteiro de obras, tais como ferramentas de limpeza, problemas de segurança, de qualidade e de gestão. A pontuação foi elaborada a partir das percepções dos pesquisadores baseados em visitas a canteiros de obras das empresas estudadas (foi considerada a média obtida entre as opiniões de três pesquisadores participantes): 1 foi considerada a canteiros com falhas de organização e 5 para os canteiros mais organizados.
- “Sistema produtivo” (escala 1-3): variou de sistema de produção artesanal (1) ao sistema mais industrializado (3), também com base na percepção de pesquisadores seguindo os mesmos critérios que a variável anterior.

2.2 Tratamento dos dados

Na segunda etapa foi realizado o tratamento dos dados coletados na etapa anterior através da utilização de regressão linear múltipla. Todas as análises foram realizadas a partir do programa computacional estatístico IBM SPSS Statistics, e antes do início das análises foram excluídas do banco de dados amostras incompletas.

Neste estudo foi considerada variável dependente (Y) a quantidade de resíduo gerada em m³. Para verificar a viabilidade da amostra, foi realizada avaliação do conjunto de dados através de gráficos de dispersão dos dados, do diagrama de caixa (boxplot) e testes estatísticos de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk para a verificação da normalidade dos dados que compõem a variável dependente (Y), pois a distribuição Normal é requisito para aplicação da regressão linear.

Num segundo momento as variáveis coletadas que apresentaram influência sobre a variável dependente (Y) foram utilizadas na análise de regressão. Foi estabelecido nível de significância $\alpha = 0,05$ e analisados os coeficientes de determinação (R^2), de determinação ajustado (R^2 ajustado) e de correlação (r), a análise de variância (F) e teste das variáveis explicativas (t). Além da análise dos resíduos através da verificação de sua normalidade através dos testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk e por meio de gráficos de probabilidade normal dos resíduos.

3 RESULTADOS

Inicialmente são apresentados os resultados obtidos na etapa de levantamento de dados e em seguida são apresentadas as análises realizadas e identificadas as variáveis que apresentaram estatisticamente influência sobre a geração de resíduos.

3.1 Dados que compõem a amostra

3.1.1 Variável dependente

Os dados de números de caçambas coletadas durante a execução de cada uma das obras são apresentados na Tabela 1. Também é apresentada a capacidade de volume das caçambas utilizadas, o volume de resíduo resultante em m³ e a geração de resíduo por área construída (m³/m²).

Tabela 1 - Volume de resíduos gerados

ID	Empresa	Nº de caçambas	Capacidade das caçambas utilizadas (m ³)	Volume total de resíduos gerados (m ³)	Geração de resíduo / área construída (m ³ /m ²).
1	CA	235	6	1410	0,18
2	CA	315	6	1890	0,13
3	CA	140	6	840	0,09
4	CA	179	6	1074	0,08
5	CB	179	6	1074	0,19
6	CC	218	4	872	0,20
7	CD	105	4	420	0,06
8	CF	153	4	612	0,08
9	CF	184	4	736	0,11
10	CG	488	4	1952	0,08
11	CG	297	4	1188	0,08
12	CG	378	4	1512	0,07
13	CG	541	4	2164	0,10
14	CG	219	4	876	0,06
15	CH	253	4	1012	0,37
16	CI	178	4	712	0,09
17	CE	233	5	1165	0,05
18	CJ	563	4	2252	0,29

3.1.2 Variáveis independentes

Na Tabela 2 são apresentadas as variáveis consideradas para avaliação da participação de fatores relacionados ao projeto arquitetônico sobre a geração de resíduos.

Tabela 2 - Variáveis independentes relacionadas ao projeto (quantitativas)

ID	“Área total” (m ²)	“Área do tipo” (m ²)	“Nº de pav. tipo”	“Tipo/total”	“IeC” (%)	“Densidade de paredes” (m/m ²)
1	7994,53	321,90	17	0,81	62,83	0,52
2	14297,00	509,23	19	0,83	43,12	0,54
3	9496,70	369,63	15	0,83	44,23	0,52
4	12684,08	429,04	17	0,85	56,31	0,58
5	5776,96	360,65	9	0,75	62,09	0,48
6	4326,08	564,95	5	0,71	59,23	0,46
7	6588,00	423,00	9	0,69	55,47	0,47
8	7619,94	346,80	14	0,82	60,58	0,39
9	6856,52	399,77	13	0,81	66,82	0,47
10	23920,33	605,84	14	0,82	51,77	0,28
11	15230,89	532,00	10	0,77	60,17	0,20
12	21632,44	531,48	15	0,88	58,31	0,20
13	21129,08	696,57	14	0,93	55,69	0,26
14	14038,61	546,83	18	0,78	51,93	0,25
15	2700,00	230,51	9	0,82	57,91	0,43
16	8283,00	506,00	12	0,92	41,05	0,48
17	21794,63	419,20	9	0,75	61,74	0,52
18	7812,24	427,21	13	0,81	72,27	0,42

Na Tabela 2 Tabela 3 são apresentadas as variáveis consideradas para avaliação da participação de fatores relacionados à produção sobre a geração de resíduos.

Tabela 3 - Variáveis relacionadas à produção (qualitativas)

ID	“Sistema de produção” (1 to 3)	“Organização do canteiro” (1 to 5)	“Reaproveitamento”	ID	“Sistema de produção” (1 to 3)	“Organização do canteiro” (1 to 5)	“Reaproveitamento”
1	2	4	não	10	3	4	sim
2	2	4	não	11	3	4	sim
3	2	3	sim	12	3	3	sim
4	2	3	sim	13	3	4	sim
5	1	2	não	14	3	4	sim
6	1	5	não	15	1	4	não
7	1	4	não	16	2	3	sim
8	1	3	sim	17	2	3	não
9	1	3	sim	18	2	3	não

3.2 Análise estatística dos dados

Foi aplicado o teste de normalidade sobre os dados da variável dependente (Y). Os resultados para os testes são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Teste de normalidade variável dependente

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	p-valor	Statistic	df	p-valor
VOLUME DE RESÍDUOS GERADOS	0,182	18	0,118	0,922	18	0,142

Com o resultado encontrado no teste Shapiro-Wilk de p-valor= 0,142 não se rejeita a hipótese de normalidade para a variável dependente. Não foram constatados *outliers* na amostra.

Foram testadas todas as variáveis independentes *versus* a variável dependente. De acordo com o coeficiente de determinação ajustado (R^2 ajustado) obtido e os resultados de p-valor de cada uma das variáveis, foram realizadas novas análises sendo excluídas as variáveis que atingiram maiores resultados de p-valor.

Abaixo é apresentado o modelo que demonstrou os melhores resultados dentre as análises realizadas. Neste, obteve-se R^2 ajustado de 0,694 e o teste F comprovou a validade dos regressores em conjunto.

Tabela 5 - Resumo dos resultados da análise de regressão

R^2	R^2 ajustado	Erro padrão da estimativa	F	p-valor
0,784	0,694	301,13260	8,707	0,001

Na Tabela 6 encontram-se os resultados relativos ao teste t das variáveis independentes isoladas, as variáveis tipo/total, IeC, sistema produtivo e reaproveitamento de resíduos se apresentaram significativas ao nível de significância $\alpha = 0,05$. Este resultado comprova estatisticamente a influência destas variáveis sobre a geração de resíduos em obras residenciais verticais. A variável área do pavimento tipo embora não tenha se mostrado estatisticamente significativa ao nível de significância adotado apresentou importância, pois uma vez que foi retirada da análise houve redução do coeficiente de determinação ajustado.

Tabela 6 - Coeficientes do Modelo

	Coeficiente (β)	Erro padrão	p-valor	
Modelo 9	Constante	-5202,886	1452,963	0,004
	Tipo/total	5138,519	1488,328	0,005
	Área do pavimento tipo	1,411	0,882	0,136
	IeC	22,968	9,864	0,038
	Sistema produtivo	375,155	135,364	0,017
	Reaproveitamento de resíduos	-783,296	188,219	0,001

4 CONCLUSÃO

A partir de uma amostra de dezoito obras residenciais verticais, esse trabalho investigou a influência de dois grandes grupos citados frequentemente na literatura como influentes na geração de RCD: projeto arquitetônico e produção.

Tendo em vista que dentre as variáveis estudadas, as variáveis que demonstraram influência sobre a geração de resíduos na tipologia de edifício residencial vertical foram: o percentual de participação dos pavimentos tipo sobre o total de pavimentos do edifício (tipo/total), índice econômico de compacidade, área do pavimento tipo,

reaproveitamento de resíduos no canteiro e sistema produtivo, observa-se que a etapa de projeto está presente em três das cinco variáveis que demonstraram influência. Com base nestes dados é possível verificar a elevada influência das decisões de projeto sobre a geração de resíduos.

A partir da identificação destas variáveis torna-se possível atuar na origem dos resíduos trabalhando sua minimização desde a concepção do projeto. Avaliando questões como a forma do edifício, expressa através do índice de compactidade, o número de repetições dos pavimentos e área de cada um deles é possível atuar preventivamente em relação aos resíduos.

Analisar todos os aspectos relacionados ao sistema construtivo a ser adotado em cada projeto também é um fator importante e merece atenção por parte das empresas. Bem como estudar alternativas de implementação de reaproveitamento de resíduos no canteiro.

AGRADECIMENTOS

Aos órgãos de fomento à pesquisa, CAPES, pela concessão da bolsa de estudos, às empresas participantes pela disponibilidade de informações e ao SINDUSCON-NH pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

BARROW, M. **Project Britain: British life & Culture**. 2012. Disponível em:< <http://resources.woodlands-junior.kent.sch.uk/customs/questions/population.html>>. Acesso em: fevereiro de 2013.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 307 de 05 de julho de 2002**. Ministério do Meio Ambiente.

DEPARTMENT FOR COMMUNITIES AND LOCAL GOVERNMENT. **Survey of Arisings and Use of Alternatives to Primary Aggregates in England, 2005**, Construction, Demolition and Excavation Waste. London, United Kingdom. 2007.

FORMOSO, C.T.; SOIBELMANN, L.; CESARE, C.; ISATTO, E.L. Material Waste in Building Industry: Main Causes and Prevention. **Journal of construction engineering and management**. July/August, 2002.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA DA ESPANHA – INE. Demografía y población. 2012. Disponível em: <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=/t20/p321/serie/def&file=pcaxis>. Acesso em: agosto de 2013.

KATZ, A. e BAUM, H. A Novel Methodology to Estimate the Evolution of Construction Waste in Construction Site. **Journal of Waste Management**, v. 31, n. 2, p. 353-358, 2010.

MÁLIA, M.A.B. **Indicadores de resíduos de construção e demolição**. 2010. 124 f. Dissertação (Mestrado). Instituto Superior Técnico Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2010.

MASCARÓ, J.L. **O custo das decisões arquitetônicas**. 5ª edição. Porto Alegre. Masquatro editora, 2010.

MATTOSINHO, C.; PIONÓRIO, P. Aplicação da Produção Mais Limpa na Construção Civil: Uma Proposta de Minimização de Resíduos na Fonte. **Proceedings... 2nd INTERNACIONAL**

WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION “Key Elements for a Sustainable World: Energy, Water and Climate Change”. São Paulo. 2009.

MINISTRY OF ENVIRONMENT AND RURAL AND MARINE AFFAIRS (2008) II Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición para el período 2008-2015. Boletín Oficial del Estado. Spain: Spanish Government.

OSMANI, M.; GLASS, J.; PRICE, A. Architects’ perspectives on construction waste reduction by design. **Waste Management**, v. 28, p. 1147–1158. 2008.

OSMANI, M. “Construction Waste”. In: LETCHER, T.M.; VALLERO D. A. (editores) **Waste: A Handbook for Management**, Elsevier, p.207-218. 2011.

PINTO, T.P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 190 p. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

PINTO, T.P; GONZÁLEZ, J.L.R. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Volume 1 - Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios. Brasília : CAIXA, 2005.

SÁEZ, P.V.; MERINO, M. Del R.; PORRAS-AMORES, C. Estimation of construction and demolition waste volume generation in new residential buildings in Spain. **Waste Management & Research**, v.30, n.2, p. 137–146, 2012.

SOUZA, U.E.L. et al. Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva. **Ambiente construído**, Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 33-46, 2004.

STEVENSON, W. J. **Estatística aplicada à administração**. São Paulo: Harbra, 2001.

TERRY, M. **Waste minimization in the construction and demolition industry**. 78p. Capstone Project (Thesis of Bachelor of Civil & Environmental Engineering) – Faculty of Engineering, University of Technology, Sydney, Sydney, 2004.

WANG, Y; JINGKUANG, L. A case-study of critical success factors for construction and demolition waste management: the Pearl River Delta Region of China. **Waste Management**. 2012.