



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

REAPROVEITAMENTO E RECICLAGEM DE ENTULHOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO EM PASSO FUNDO, RS

**Evanisa F. R. Q. Melo (1); Rubens M. Astolfi (2); Leunir Freitas (3); Ricardo
Henryque Reginato Quevedo Melo (3); Edival Balen (4)**

(1) Professora Doutora do curso de Engenharia Ambiental, Arquitetura e Agronomia-Universidade de
Passo Fundo, Brasil – e-mail: evanisa@upf.br

(2) Acadêmico de Engenharia Ambiental, bolsista BIC-Fapergs - Universidade de Passo Fundo, Brasil
– e-mail: rubensastolfi@hotmail.com

(3) Acadêmico de Engenharia Civil - Universidade de Passo Fundo, Brasil

(4) Engenheiro Civil, Especialista em Tecnologia Ambiental - Universidade de Passo Fundo, Brasil

RESUMO

Os entulhos da construção civil tornaram-se um sério problema nas cidades brasileiras. Conforme resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, as Prefeituras não devem receber os resíduos de construção e demolição nos aterros sanitários. O objetivo da pesquisa foi minimizar os impactos ambientais causados pelo entulho no meio ambiente. A maioria das obras da construção civil na região é construída no sistema “convencional gerando grande quantidade de entulho”. O estudo de caso refere-se a um edifício residencial com treze pavimentos construído na cidade de Passo Fundo, RS. Foi projetado espaço para reciclagem, manuseio e reutilização dos resíduos sólidos Classe “A”, os quais foram utilizados na execução da base e sub-base da pavimentação das garagens e passeio público, substituindo a pedra basáltica, apresentando economia de 18,39 %. A redução do entulho foi de 78,05 m³ que não foram encaminhados aos lixões e aterros da cidade. A gestão de resíduos possibilita melhor organização do canteiro, obra mais limpa e redução de acidentes de trabalho. Além disso, o processo permite a quantificação dos materiais desperdiçados, visualização das responsabilidades de melhoria dos processos e execução de serviços dentro da obra. Demonstra a responsabilidade social e minimização dos impactos ambientais, contribuindo para a sustentabilidade.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos; Reutilizar; Reciclar e Pavimentação.

1 INTRODUÇÃO

A problemática dos resíduos sólidos é conhecida por todos e um motivo de preocupação para administradores e para a população em geral. Um dos tipos de resíduos que trazem problemas e é responsável por uma grande porcentagem dos resíduos sólidos é o resíduo da construção civil, cerca de 40 a 70 % da massa total dos resíduos produzidos no meio urbano (PINTO, 1999). Cerca de 50 % dos resíduos da construção civil, são dispostos de forma inadequada, ou seja, sem nenhuma segregação, gerando grandes entulhos que são um grande passivo ambiental (BARRETO, 2005). Outro dado importante é que segundo Oliveira (2002), 30 % dos resíduos da construção de prédios retornam na forma de entulho deixando claro e visível em qualquer obra o desperdício de material. O potencial de reutilização e reciclagem desses resíduos é alto, fazendo com que varias empresas particulares e prefeituras se interessem pelo assunto. Outro fato que é importante na problemática dos resíduos da construção foi a resolução N° 307 do CONAMA de 2002 que obriga os geradores e as prefeituras a tomarem providências adequadas com estes resíduos.

A preocupação com a sustentabilidade levou as indústrias da construção civil a buscar alternativas sustentáveis baseando-se na prevenção e redução dos resíduos pelo desenvolvimento de tecnologias limpas no uso de materiais recicláveis ou reutilizáveis, no uso dos resíduos como materiais secundários e na coleta e deposição inerte. Usando medidas que transformem as correntes de resíduos em recursos reutilizáveis. Quando esses resíduos são selecionados, graduados e limpos adequadamente, tornam-se um agregado secundário, cuja utilização, em função da origem e tratamento, cobrem desde um aterro até um concreto (CARNEIRO; BRUM; CASSA, 2001). A implantação da regra dos 3 R's na construção civil resolveria em grande parte esse problema, primeiro seria preciso reduzir a utilização desses materiais que são em grande parte desperdiçados, após seria necessário a reutilização dos materiais que ainda permitam essa atividade e após sim se passaria para a reciclagem dos resíduos propriamente ditos.

Os benefícios causados pelo gerenciamento dos resíduos da construção civil são inúmeros, pode-se citar a redução de custos, redução de perdas de materiais e principalmente redução de áreas degradadas, minimizando os impactos ambientais e melhorando a qualidade de vida da população permitindo construções sustentáveis.

A maioria das obras da construção civil na região do planalto do Rio Grande do Sul é construída no sistema “convencional”, isto é, estrutura de concreto armado, fechamento das paredes com alvenaria de tijolos cerâmicos, telhado com chapas de fibrocimento ou telhas cerâmicas, revestimento das paredes com reboco e cerâmica, pavimentação com cerâmica e ou laminado de madeira, instalações elétricas com eletrodutos embutidos na parede e instalações hidrossanitárias também com dutos embutidos nas paredes, forro de gesso e ou argamassa sob laje de concreto armado, Pintura com selador, massa e tinta acrílica. Este sistema gera uma grande quantidade de entulho (sobras da construção).

Conforme Resolução 307 do CONAMA, Lei Federal 9.605 de 12-02-1998, a partir de janeiro de 2005 as Prefeituras Municipais devem ter planos integrados de gerenciamento de resíduos da construção civil, conseqüentemente a construção civil deverá minimizar o descarte do entulho. Desta forma foi realizado o reaproveitamento do entulho na própria obra com um projeto de gerenciamento de resíduos reaproveitando e reciclando o resíduo classe A, tais como: argamassas, componentes cerâmicos, concreto.

2 OBJETIVO

O objetivo da pesquisa foi reaproveitar e reciclar os materiais da construção civil, em uma obra construída na cidade de Passo Fundo – RS e realizar um breve estudo de análises de custos.

3 METODOLOGIA

O estudo foi realizado em uma obra construída na cidade Passo Fundo, edifício Residencial com 13 pavimentos, com área total construída de 5.596,00 m², sobre um lote de terreno com 1.175,00 m², dos quais foram pavimentados 890,00 m² nas garagens do (pavimento) subsolo e todo o passeio público (3x75=225 m²) com uma área de 225 m², foi executado sob o contrapiso, substituindo uma camada de 5 cm de brita de pedra basáltica, 5 cm de areia ou pó de brita, 10 cm de saibro (basalto em decomposição) utilizado na região.

A reutilização dos resíduos da construção foi na forma de um projeto de gerenciamento de resíduos reaproveitando e reciclando o resíduo classe A, tais como: argamassas, componentes cerâmicos, concreto e aplicados como base para fazer o passeio público e piso de garagem (Figura 1). A análise técnica para verificação da capacidade de resistência do concreto utilizando um RCD em várias porcentagens foi realizado conforme ABNT NBR 5739:2007. A ruptura foi realizada com 3 dias de cura dos corpos de prova. As porcentagens utilizadas foram 100 % areia natural (testemunha) e substituindo à areia foram 25% de RCD, 50 % de RCD e 75 % de RCD. Os ensaios foram realizados em triplicata. A relação de cimento, areia e brita foi de 1:3:3.



Figura 1 - Local de aplicação do entulho – passeio público

A análise de custos realizada foi à comparação entre o material convencional e o uso do resíduo da construção civil. O material de entulho substituído em relação à construção convencional foi: Saibro (basalto em decomposição), brita de rocha basáltica, areia de beira de rio, os quais geram vários impactos para o meio ambiente. A Figura 2 demonstra de forma esquemática a pavimentação com a utilização dos resíduos em substituição aos materiais convencionais.



Figura 2 - Corte Esquemático

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise técnica

O ensaio de resistência apresentou melhor resistência para os CPs com 25 % de RCD substituindo à areia. A Tabela 1 apresenta os resultados do ensaio.

Tabela 1 – Resultados dos ensaios de compressão

	Carga Ruptura (kgf)	Resistência Compressão (MPa)	Média (MPa)
CP1+	13,670	17,41	
CP2+	14,320	18,21	18,2
CP3+	14,880	18,90	
CP4*	10,060	12,80	
CP5*	10,780	13,72	13,43
CP6*	10,820	13,77	
CP7**	8,060	10,26	
CP8**	8,000	10,18	10,20
CP9**	7,990	10,17	
CP10***	5,710	7,27	
CP11***	5,770	7,34	7,78
CP12***	6,860	8,73	

+ 100 % areia natural - testemunha

* 25 % de RCD substituindo à areia

** 50 % de RCD substituindo à areia

*** 75 % de RCD substituindo à areia

Os resultados apresentados na Tabela 1 tendo o tratamento com 100 % de areia natural a resistência a compressão como parâmetro, indica que o tratamento com 25 % de RCD substituindo areia pode ser usado para pisos, que representa uma economia de 25% no consumo de areia. Desta forma o entulho serve para substituir materiais normalmente extraídos de jazidas ou pode se transformar em matéria-prima para componentes de construção, de qualidade comparável aos materiais tradicionais

concordando com a afirmação de Vaz (2001), ainda é possível obter similaridade de desempenho em relação a produtos convencionais, com custos muito competitivos (VAZ, 2001).

Nas Figuras 3 e 4 apresentam os locais de aplicação final do entulho como um exemplo de aplicação prática visando o aproveitamento e sustentabilidade ambiental.



Figura 3 - Local de aplicação do entulho – pavimentação garagem



Figura 4 - Local de aplicação do entulho – passeio público

4.2 Análises de custos

Para avaliar a viabilidade econômica foi realizada uma análise de custo do material dos resíduos da construção civil utilizado na pavimentação da garagem e passeio público (Tabela 2 e 3).

Na pavimentação da garagem: 890 m². Sub-leito com capacidade de suporte, espessura de 10 cm, volume de saibro de 89 m³ ao custo de R\$ 10,00 o m³, importa em R\$ 890,00.

Drenagem sob contrapiso com espessura de 5 cm, volume de brita de 44,5 m³ ao custo de R\$ 30,00 o m³, importa em R\$ 1.335,00

Na Pavimentação do passeio público e acesso as garagens: 225 m². Sub-leito com capacidade de suporte, espessura de 10 cm, volume de saibro de 22,5 m³ ao custo de R\$ 10,00 o m³, importa em R\$ 225,00.

Drenagem sob pó de pedra ou areia com espessura de 5 cm, volume de brita de 11,25 m³ ao custo de R\$ 30,00 o m³, importa em R\$ 337,50.

Contrapiso com espessura de 5 cm, volume de areia ou pó de pedra 11,25 m³ ao custo de R\$ 40,00 o m³, importa em 450,00.

Tabela 2- Custos do material da pavimentação convencional, Passo Fundo.

<u>PAVIMENTAÇÃO CONVENCIONAL</u>				
LOCAL	TIPO	QTD.	VLR. UNIT.	VLR. TOT.
Garagem	Piso de concreto desempenado	890,00	30,00	R\$ 26.700,00
Passeio público	Piso de basalto irregular	225,00	20,00	R\$ 4.500,00
				R\$ 31.200,00

Transporte para bota fora do entulho: volume compactado de 178,50 m³ o que corresponde ao volume transportado de 249,90 m³ (40 % a mais) ao custo de R\$ 10,00 o m³, importa em R\$ 2.499,00, ou seja, o equivalente a 8,01 % de economia.

Pela análise de custos demonstra-se que para execução da pavimentação convencional, seriam gastos R\$ 31.200,00 (trinta e um mil e duzentos reais) (Tabela 2), e com a utilização do sistema de reaproveitamento, foi necessário apenas R\$ 27.962,50 (vinte e sete mil novecentos e sessenta e dois reais e cinquenta centavos) (Tabela 3), tendo desta forma uma economia no valor de R\$ 3.237,50 que corresponde a 10,38 % do item pavimentação e uma economia de R\$ 2.499,00, referente ao transporte do bota fora, que corresponde a 8,01 %, totalizando uma economia de 18,39%, que corresponde a R\$ 5.736,50 (cinco mil setecentos e trinta e seis reais com cinquenta centavos) (Tabela 4 e 5).

Tabela 3- Custos do material da pavimentação com a utilização do sistema de reaproveitamento de resíduos, Passo Fundo.

<u>PAVIMENTAÇÃO COM SISTEMA DE REAPROVEITAMENTO</u>				
LOCAL	TIPO	QTD.	VLR. UNIT.	VLR. TOT.
Garagem	Piso de concreto desempenado	890,00	27,50	R\$ 24.475,00
Passeio público	Piso de basalto irregular	225,00	15,50	R\$ 3.487,50
				R\$ 27.962,50

Tabela 4 - Economia com o Sistema de Reaproveitamento, Passo Fundo.

MATERIAL REAPROVEITADO (Resíduos)					
LOCAL	TIPO	QTD.	VLR. UNIT.	VLR. TOT.	
Garagem	Sub-leito	89,00 m ²	10,00	R\$	890,00
	Base/drenagem	44,50 m ²	30,00	R\$	1.335,00
Passeio público	Sub-leito	22,50 m ²	10,00	R\$	225,00
	Base	11,25 m ²	30,00	R\$	337,50
	Contrapiso	11,25 m ²	40,00	R\$	450,00
	Transporte do entulho para destino final	249,90 m ³	R\$ 10,00	R\$	2.499,00
				R\$	5.736,50

Tabela 5 - Economia com o Sistema de Reaproveitamento, Passo Fundo.

DEMONSTRATIVO DE ECONOMIA		
	Economia	Percentual
Redução de custos com a utilização dos resíduos	R\$ 3.237,50	10,38%
Economia com transporte do bota fora (tele entulho)	R\$ 2.499,00	8,01%
	R\$ 5.736,50	18,39%

Além da análise financeira devem ser considerados especialmente os benefícios para o meio ambiente, onde 249,90 m³ de resíduos da construção civil foram reaproveitados evitando a contaminação ambiental. De acordo com Pinto (2001) a sustentabilidade da gestão diferenciada de resíduos da construção civil e demolição é ditada pela facilidade do descarte dos resíduos gerados, pela sua segregação na captação, na remoção e pela radical alteração da solução de destino, interrompendo-se o contínuo aterramento de materiais plenamente reaproveitáveis e o inexorável esgotamento das áreas que dão sustentação ao desenvolvimento urbano.

5 CONCLUSÕES

O Desenvolvimento da gestão de resíduos possibilita uma melhor organização do canteiro, com uma obra mais limpa, resíduos acondicionados e redução de acidentes de trabalho. Além disso, o processo permite a quantificação dos materiais desperdiçados e uma visualização das responsabilidades de melhoria dos processos de construção e execução de serviços dentro da obra.

A análise técnica demonstra que os resíduos da construção reaproveitados, dessa forma, podem ser utilizados sem comprometer tecnicamente a obra, ou seja, tendo resultados semelhantes ao do método tradicional.

A análise de custos demonstrou uma economia de 18,39 % no custo dos pisos da garagem e do passeio público, podendo ter mais economia quando utilizar o RCD em substituição a areia no concreto de

piso, que demonstra viabilidade financeira no reaproveitamento dos resíduos.

O mais importante na reutilização dos resíduos da construção são os benefícios para o meio ambiente que esta atividade gera, sendo assim uma atividade menos poluidora e mais sustentável, além de cumprir a legislação vigente.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739**: concreto – ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro: ABNT, 2007. 9p.

BARRETO, I. M. C. B. do N. **Gestão de resíduos na construção civil**. Aracaju/SE: SINDUSCON, 2005.

CARNEIRO, A. P.; BRUM, I. A. S. de; CASSA, J. C. da S.. (Org.). **Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção**. Salvador: EDUFBA; Caixa Econômica Federal, 2001. 312p.

CONAMA, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, **Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, 2002.

OLIVEIRA, A. S. D. de. **Método para a viabilização de implantação de plano de gerenciamento integrado de resíduos sólidos: o caso do município do Rio Grande – RS**. Florianópolis, 2002. 248 p. Tese (Doutorado) - Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

PINTO, T. de P.. **Resíduos de construção civil**: tipos, incidência e reaproveitamento. Palestra proferida na UFSC, Florianópolis, 15 ago. 2001.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. São Paulo, 1999. 189 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

VAZ, J. C. **Reciclagem de entulho**. Disponível em:

<<http://www.federativo.bndes.gov.br/dicas/D007%20%20Reciclagem%20de%20entulho.htm>> Acesso em: 15 nov. 2001

7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à construtora Balen, o instituto de pesquisa Fapergs e ao laboratório de construção civil da Universidade de Passo Fundo.