

## Aplicação de resíduos da construção civil em pavimentação

### *Application of construction waste in paving*

**Ana Carolina Reis Lozovey, M.Sc, Universidade Federal de Santa Catarina.**

ana.loz@terra.com.br

**Nágilla Huerb de Azevedo, Dra, Universidade Federal de Santa Catarina.**

nagillaazevedo@hotmail.com

#### **Resumo**

Diversas são as fontes geradoras de resíduos na indústria da construção civil: a baixa qualidade dos serviços prestados pela mão de obra desqualificada e parte dos trabalhos ainda artesanais no setor da construção como grandes causadores para origem das perdas de materiais. Estes materiais saem das obras em forma de entulho e contribuem no volume de resíduos gerados, surgindo à problemática relacionada com a minimização do impacto gerado pelos resíduos de construção e demolição. Este trabalho tem como objetivo uma avaliação da viabilidade da utilização destes resíduos como material para infraestrutura de transportes, reduzindo a quantidade de material granular natural empregada. A metodologia deste estudo envolve a prevenção de resíduos na fonte, identificando os pontos críticos, e discorre sobre o uso dos resíduos de construção e demolição (RCD) gerados. Os resultados incentivam o uso dos resíduos como pavimentação, possibilitando a sua reutilização.

**Palavras-chave:** Resíduos; Pavimentação; Gestão ambiental.

9

#### **Abstract**

*There are several sources that generate waste in the construction industry: the low quality of services provided by unskilled labor and part of the work still handicapped in the construction sector as major causes for the origin of material losses. These materials leave the works in the form of rubble and contribute to the volume of waste generated, resulting in problems related to minimizing the impact generated by construction and demolition waste. This work aims to evaluate the feasibility of using these wastes as material for transport infrastructure, reducing the amount of natural granular material used. The methodology of this study involves the prevention of residues at the source, identifying the critical points, and discusses the use of construction and demolition waste (RCD) generated. The results encourage the use of waste as paving, enabling its reuse.*

**Keywords:** Waste; Paving; Environmental management.

## 1. Introdução

A Resolução CONAMA no 307 de 05 de junho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente classifica os Resíduos de Construção e Demolição (RCD) e estabelece a destinação adequada de RCD de acordo com as suas classes. Para os geradores, o objetivo principal é a não geração de resíduos e, posteriormente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final. E define o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil como instrumento para a implementação da gestão dos RCC, o qual deve incorporar o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

A Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição – ABRECON define RCD ou entulho como um conjunto de fragmentos ou restos de tijolo, concreto, argamassa, aço, madeira, etc., provenientes do desperdício na construção, reforma e/ou demolição de estruturas, como prédios, residências e pontes.

Durante a construção, observa-se um maior volume de resíduos nas etapas de estrutura e alvenaria, com predominância de areias, argamassa, concreto e tijolos. Já as construções em fase de acabamento, apresentam menor volume de resíduos, porém, maior diversidade, como cerâmica, aço, plástico, vidros, gesso, etc. De modo geral, obras de demolição geram um maior volume de RCD, e nas obras de reforma esse volume é significativamente menor (OLIVEIRA et al, 2007).

Estudos têm indicado o uso de RCD como material em camadas bases, sub-bases e reforços do subleito de pavimento, reduzindo a quantidade de material granular natural empregada. De acordo com Sobrinho (2009), o aproveitamento de RCD como agregados para infraestrutura apresenta vantagens como a simplicidade dos processos de execução do pavimento, a utilização de vários materiais reciclados, a possível redução de custos de pavimentação.

### 1.1. Objetivos

O objetivo principal desta pesquisa é avaliar a da viabilidade da utilização de resíduos de construção e demolição em camadas de bases, sub-bases e reforços do subleito de pavimento.

## 2. Resíduos de obras da construção civil

A legislação responsável pela regulamentação da gestão dos resíduos da construção no Brasil é a Resolução CONAMA nº 307 de 05 de junho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, objetivando disciplinar as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais.

A Resolução CONAMA nº 307, alterada pelas Resoluções CONAMA nº 348 e nº 431 classifica os RCD de Classe A como resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

- a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, etc.), argamassa e concreto;
- c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

A Resolução 307 do CONAMA define reutilização do resíduo como o processo de reaplicação deste sem a sua transformação, enquanto reciclagem é definida como o processo de reaproveitamento do resíduo após o mesmo ter sido submetido à transformação. Observa-se que a Resolução não especifica formas de reciclagem ou reutilização para cada tipo de resíduo. Porém, são sugestões para a destinação final dos componentes de obras: material de aterro de estradas, agregado para produção de concreto asfáltico, meio-fio, material de enchimento e blocos de vedação.

A norma brasileira ABNT NBR 15115 estabelece os critérios para execução de camadas de reforço do subleito, sub-base e base de pavimentos, bem como camada de revestimento primário, com agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil em obras de pavimentação; e a ABNT NBR 15116 estabelece os requisitos para o emprego de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil.

### 2.1. Prevenção de resíduos na fonte e identificação de pontos críticos no processo

A Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) propõe modelo de gerenciamento ambiental de resíduos. Torna-se mais vantajosa a minimização de recursos na fonte, através de técnicas sustentáveis utilizadas em obra, visando à redução e eliminação de resíduos, do que o tratamento de um resíduo não reduzido. A Figura 1 mostra o modelo proposto pela CETESB.

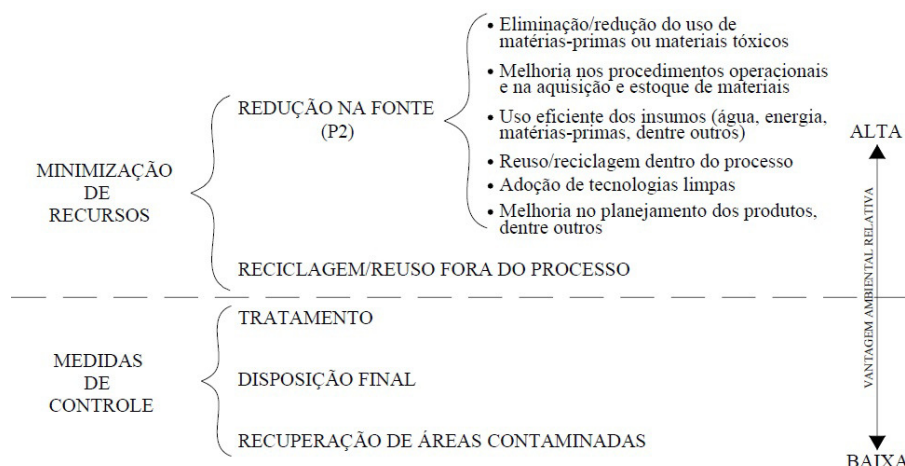


Figura 1. Modelo de gerenciamento ambiental dos resíduos.

Fonte: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB (2005).

Para avaliar o nível de impacto causado ao meio ambiente pela disposição de RCD, Peng *et al* realizaram uma avaliação em forma de hierarquia da disposição de resíduos. Leite (2011) ilustrou a hierarquização da disposição de resíduos de construção e demolição, conforme mostra a Figura 2. Em ordem do menor impacto para o maior, tem-se: a redução da geração de resíduos, considerada a alternativa mais eficaz para a diminuição do impacto ambiental, bem como a melhor alternativa do ponto de vista econômico; a reutilização dos resíduos, ou seja, a movimentação de materiais de uma aplicação para outra, em que se utiliza o mínimo de processamento e energia; a reciclagem dos resíduos e transformação destes em novos produtos; a compostagem, que consiste basicamente na transformação da parte orgânica em húmus para o tratamento do solo; a incineração, quando operacionalizado cuidadosamente, pode-se extrair energia dos materiais sem gerar substâncias tóxicas; e o aterramento como técnica adotada quando não há mais o que se aproveitar dos resíduos (LEITE, 2001).

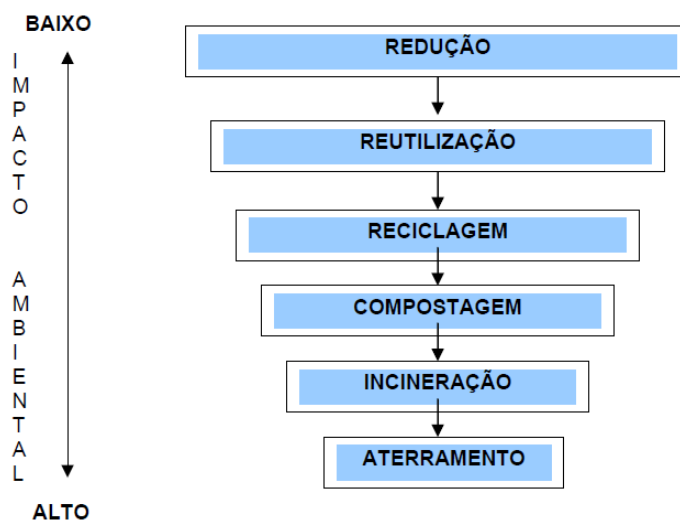


Figura 2. Hierarquização da disposição de resíduos de construção e demolição.

Fonte: LEITE (2001).

## 2.2. Levantamentos e soluções apontadas

Foram realizados levantamentos em obras de construção civil no município de Florianópolis-SC. Notou-se ausência de um projeto de canteiro, percebeu-se a necessidade de melhor organização/disposição dos materiais. Também foram identificadas perdas por transporte de areia na rampa de acesso, onde os materiais ficam armazenados, baias insuficientes, havendo material fora destas, distâncias de transporte de materiais e que poderiam ser reduzidas, e remoções pela falta de compatibilidade entre projetos executivos. A Tabela 1 apresenta as opções para prevenção de resíduos.

**Tabela 1. Prevenção de resíduos.**

Lista de opções sugeridas	Justificativas e comentários
Curso para operários	Minimização de desperdício e organização (limpeza) da obra
Projeto e aplicação no canteiro de obras	Redução de distâncias percorridas, com maior produtividade e diminuição de energia, tempo e resíduos gerados
Substituição de equipamentos denegridos	Diminuição os resíduos de transporte da obra
Desenvolvimento de baias para resíduos	Segregando as diversas classes de resíduos encontradas em obra, para uma reutilização
Aquisição de moedor para resíduos	Moer os resíduos de concretos, argamassas e alvenarias, reutilizando em pavimentação
Envio para aterros	Eliminação de resíduos para áreas externas

Trabalhar as soluções propostas é uma forma de minimizar os resíduos gerados e desperdício de materiais, além de ser um desafio tecnológico para reaproveitamento de resíduos gerados, reuso de água, reduzindo consumo de materiais, desperdícios. A realização de palestras informativas que provoquem conscientização e colaboração dos funcionários operários, partes fundamentais no gerenciamento de resíduos, é solução para redução de resíduos que pode ser adotada para todas as etapas de uma obra. Programas de conscientização e incentivo, onde os funcionários possam identificar os resíduos gerados por equipes/atividades distintas na própria obra, e colaborar com propostas de soluções de controle da produção de resíduos, adotando boas práticas no canteiro, também podem ser adotados.

Ensaio de laboratório podem auxiliar no reaproveitamento de concretos, argamassas e grautes, que sejam resíduos de assentamento de blocos cerâmicos (tijolos). Equipamentos que façam a moagem de resíduos podem ser empregados na própria obra, podendo gerar materiais aplicáveis para enchimento, produção de blocos intertravados de

concreto (paver) no próprio canteiro de obra para pavimentação da calçada da edificação, áreas de lazer, demais.

Até 2012, a cidade do Rio de Janeiro possuía dois aterros, o Aterro de Gramacho e o Aterro de Gericinó. Até o encerramento do Aterro de Gramacho, os RCD eram depositados na Área de Transbordo e Triagem (ATT) das Missões e reaproveitados na pavimentação das pistas e praças de operação do aterro, no recobrimento dos resíduos dispostos, no nivelamento e na conservação de suas vias de acesso. (FERREIRA; MOREIRA, 2013).

Fujii e Camapum de Carvalho (2011) estudaram as propriedades de resíduos de construção e demolição. Os autores analisaram a viabilidade técnica e propriedades de um solo tropical misturado aos resíduos de construção passantes na peneira #4, e com base nos ensaios de laboratório concluíram que os resíduos melhoraram a resistência mecânica do solo avaliado. Os resultados obtidos nos estudos indicaram o emprego dos resíduos de construção e demolição na pavimentação para baixo volume de tráfego.

Em seus estudos, Purificação (2009) e Wattanasiriwech, Saiton, Wattanasiriwech (2009) confeccionaram blocos de pavimentação (pavers) de concreto com substituição parcial do cimento por RPP. Foi observado um aumento da plasticidade das misturas com o aumento do teor de resíduos, entretanto, também foi observada queda da resistência mecânica. Aos 7 e 28 dias, as misturas contendo 20% igualaram-se a estes, apresentando uma redução de 8% na resistência à compressão em relação à referência, para ambas as idades.

Pesquisas de Wang e Tian (2009) comprovaram que grandes proporções de substituição de cimento por resíduos, em argamassas, apresentaram maiores absorção de água. Penteadó, Carvalho e Lintz (2016) estudaram a substituição de cimento em blocos de pavimentação por resíduos. Conforme esperado, os autores observaram em seus estudos um aumento de absorção de água nos maiores percentuais substituição do cimento. Apesar do aumento da absorção de água, os pesquisadores afirmaram que a durabilidade do material não foi comprometida.

Os resultados obtidos nas pesquisas e nos levantamentos apontam de forma positiva o uso dos resíduos como pavimentação, possibilitando a reutilização dos mesmos.

### **3. Considerações finais**

Com os levantamentos e análises conclui-se que são imprescindíveis estudos que indiquem alternativas para uso de RCD, quer seja em nível de prevenção, reutilização, reciclagem, processamento.

Neste trabalho foi avaliada previamente a viabilidade da utilização dos resíduos de construção e demolição em camadas de bases, sub-bases e reforços do subleito de pavimento.

O uso destes resíduos como material para infraestrutura de transportes, possibilitando a reutilização dos mesmos e reduz a quantidade de material granular natural empregada.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao PPGEC UFSC pelo suporte oferecido.

## REFERÊNCIAS

ABRECON – Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição, “Entrevista: Gilberto Meirelles - Mercado de reciclados”, In: Revista Pini, n. 134. Setembro de 2012.

BRASIL. Resolução CONAMA nº. 307, de 05 de julho de 2002. “Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil”, *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, 2002.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). “Prevenção à poluição. Conceitos e definições”, São Paulo, 2005. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>.

FERREIRA, A. R. L.; MOREIRA, H. C. “Análise Crítica da Gestão de Resíduos de Construção Civil: Estudo de caso do município do Rio de Janeiro”, Rio de Janeiro: UFRJ, Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2013. 129 p.

FUJII, L. M. T.; CAMAPUM DE CARVALHO, J. “Estudo de propriedades de resíduos de construção e demolição misturado a um solo tropical”, In: II Geocentro, 2011, p. 167-174.

LEITE, B. M. “Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição”, Tese de Doutorado em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

OLIVEIRA, D. F. *et al.* “Conjuntura atual da gestão de resíduos sólidos de construção civil”, In: SOUZA, A. A. P. *et al.* (Org.). Sinal verde: gestão ambiental: a experiência do CEGAMI. Campina Grande, 2007. 324 p.

PENTEADO, C. S. G.; CARVALHO, E. V.; LINTZ, R. C. C. Reusing ceramic tile polishing wast in paving block manufacturing. *Journal of Cleaner Production*, v. 112, Part 1, p. 514-520, 2016.

PURIFICAÇÃO, E.B. Estudo do uso de agregados reciclados de concreto e substituição do cimento por resíduo de polimento de 193 porcelanato na produção de pisos intertravados de concreto. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

SOBRINHO, L. J. S. “Alternativa de base para pavimentação”, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2009.

WANG, G.; TIAN, B. Effect of Waste Ceramic Polishing Powder on the Properties of Cement Mortars. *International Conference on Energy and Environment Technology*, 2009.

WATTANASIRIWECH, D. ; SAITON, A. ; WATTANASIRIWECH, S. Blocos de pavimentação de resíduos da produção de ladrilhos cerâmicos. *J. Clean Prod.* 2009.