

### III-004 – GERENCIAMENTO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO (RCD): ÊNFASE NA RECICLAGEM DE MATERIAIS

**Alberto Martins do Amaral<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Mecânico e Engenheiro de Segurança pela Universidade de Itaúna. Especialista em Gestão e Auditoria Ambiental pela UNIASSELVI/ICPG/FUNIBER. Mestrando em Gestão e Auditoria Ambiental pela Universidade Europeia Miguel de Cervantes, Espanha.

**Joel Dias da Silva**

Doutor em Engenharia Ambiental, FURB - Universidade Regional de Blumenau. Instrutor Nível III no SENAI Blumenau.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Dona Lodomila 102, Bairro Cerqueira Lima, Itaúna – MG. CEP: 35.680-356. Telefone: (031) 8458-8947 – email: [alberto@segendra.com.br](mailto:alberto@segendra.com.br) ou [Alberto@astecamg.com.br](mailto:Alberto@astecamg.com.br)

#### RESUMO

O gerenciamento adequado dos materiais tem como propósito evitar desperdícios, minimizar o volume de resíduos sólidos, resultando na diminuição dos impactos ambientais ao meio ambiente. Uma organização que concilia eficiência na produção e uma visão de responsabilidade ambiental torna-se mais competitiva, aumentando a sua capacidade financeira, por não se preocupar com medidas corretivas e sim com medidas preventivas. Destaca-se que o setor da Construção Civil é notoriamente uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social do país, entretanto, em contraposição, comporta-se, ainda, como geradora de grandes impactos ambientais, quer seja pelo consumo de recursos naturais, pela modificação da paisagem ou pela geração de resíduos. A nova Lei nº. 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, objetiva erradicar a ausência de regulamentação para o tratamento adequado dos resíduos sólidos. A referida lei tramitava no Congresso há cerca de duas décadas e trouxe um grande avanço no tratamento dos resíduos sólidos existentes, instituindo políticas, incentivos, responsabilidades e princípios. Como fundamento metodológico para a elaboração do presente estudo, fez-se uma análise das similaridades entre os sistemas de gestão e, especialmente, uma análise das experiências observadas nos estudos e da revisão da literatura, sendo empregados informações de artigos publicados em revistas, livros e a jurisprudência referente ao tema. A pesquisa bibliográfica deste trabalho foi elaborada de acordo com o esquema de leitura, cujos princípios são análise textual, temática, interpretativa e síntese pessoal.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos da Construção Civil, Demolição, Legislação Ambiental, Impactos Ambientais.

#### INTRODUÇÃO

A construção civil é uma atividade tão antiga quanto a civilização humana; os antepassados pré-históricos do ser humano já utilizavam fontes de energia e recursos naturais, tais como fogo e ferramentas, para a derrubada de árvores com as quais construíram pontes sobre rios que atravessavam, além de abrigo.

Atualmente a questão da gestão do meio ambiente, tem sido um grande desafio, um tema amplamente discutido sob o ponto de vista ambiental e econômico para as indústrias, empresas e sociedade em geral, deixando de ser considerado como custo para ser uma oportunidade de redução do passivo ambiental que compromete a qualidade de vida no planeta.

A indústria da construção civil, como uma atividade potencial geradora de resíduos, apresenta um papel de grande relevância na construção do futuro e preservação ambiental, difundindo a cultura da responsabilidade com a preservação do meio ambiente. Desta forma, a construção civil vem introduzindo novas tecnologias em seus processos construtivos quando empregam metodologias e novas técnicas de racionalização, classificação e reaproveitamento de resíduos mediante o emprego de processo de reciclagem, bem como, quando se responsabilizam pelo destino final do resíduo gerado no próprio canteiro de obra.

É importante destacar que os diversos setores da construção civil em suas atividades geram grandes impactos ambientais, que podem ser percebidos desde a extração das matérias-primas necessárias à fabricação de seus produtos básicos, passando pela execução dos serviços nos canteiros de obra, até a destinação final dos resíduos gerados no processo construtivo, grandes transformações no meio ambiente urbano, resíduos que são comumente denominados de Resíduos de Construção e Demolição (RCD).

Esses Resíduos de Construção e Demolição, também definidos como entulho, tem se tornado um dos alvos do meio científico, empregando o mesmo como agregado para inúmeros fins na construção civil e ainda, como agregados na pavimentação rodoviária, entrando como substituto às matérias-primas atualmente utilizadas nestes setores (HAGA, 2008; SOUZA, 2005; KULAIF, 2002; JOHN, 1996)

As informações sobre a geração e a destinação de RCD ainda são escassas em relação ao Brasil, entretanto, verifica-se que a participação no Produto Interno Bruto (PIB) do setor de construção civil é representativa, ademais como em outras partes do mundo: no Brasil, em 2002, correspondeu a cerca de 8% do PIB, segundo dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil (CBIC), e para o ano de 2010 a CBIC estima um crescimento de 9% no PIB. Nesse sentido, pode-se observar que a cadeia produtiva da construção civil consome entre 14 e 50% dos recursos naturais extraídos do planeta; sendo que o Japão responde a cerca de 50% dos materiais que circulam na economia e nos Estados Unidos, o consumo de mais de dois bilhões de toneladas representa cerca de 75% dos materiais circulantes (CBIC, 2010).

No Brasil, os RCD também atingem grandes proporções da massa dos resíduos sólidos urbanos diários, os mesmos variam de 50 a 70% (SOUZA, 2005b). Esse montante elevado de resíduos, quando mal gerenciado, degrada a qualidade da vida urbana sobrecarrega os serviços municipais de limpeza pública e amplia no país a desigualdade social, visto que os recursos públicos são continuamente drenados para pagar a conta da coleta, transporte e disposição de resíduos depositados irregularmente em áreas públicas ou mesmo particulares.

Vale lembrar que esta conta, na realidade, é de responsabilidade dos próprios geradores, mas na sua grande maioria esses rejeitos são lançados de forma clandestina, por vezes à noite, quando ninguém está observando. As políticas públicas vigentes em outros países induzem os RCD a uma destinação mais nobre que a deposição irregular em vias e logradouros públicos. Assim, somente na Europa, a média de reciclagem dos RCD é de 28% e vem crescendo de forma célere. Nos Países Baixos, esta taxa é bem mais alta, algo em torno de 90% dos resíduos da construção, que representa 16,5 milhões de toneladas. (SOUZA, 2005).

A relevância do presente estudo decorre de que se pode verificar a presença cada vez maior volume de resíduos decorrentes e produzidos nos processos de construção civil lançados clandestinamente, em muitos casos em terrenos baldios, várzeas e barrancos à beira de cursos de água, gerando impactos ao meio ambiente. Nota-se ainda, que grande parte destes impactos é plenamente visível, comprometendo a paisagem urbana e causando transtornos ao trânsito de veículos e pedestres.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Desenvolveu-se um estudo de caso descritivo e exploratório, com investigação da literatura e legislação vigente. A revisão bibliográfica permitiu um embasamento teórico para a estruturação do trabalho possibilitando fazer um comparativo direto com a realidade prática vivenciada na região estudada e o atendimento a legislação vigente no país.

Foram consultados artigos científicos, teses e dissertações rastreados nas bases de bancos e bibliotecas eletrônicas *LILACS*, *BIREME* e *SciELO*. As palavras-chave utilizadas na busca foram: resíduos da construção civil, demolição, legislação ambiental, impactos ambientais.

Os critérios de inclusão foram trabalhos que tivessem uma abordagem da legislação Brasileira e daqueles cujas experiências e iniciativas pudessem criar um cenário positivo na tomada de decisão quanto à reciclagem dos resíduos da construção civil e demolição (RCD).

## RESULTADOS

No modelo atual de produção, os resíduos sempre são gerados seja para bens de consumo duráveis (edifícios, pontes e estradas) ou não duráveis (embalagens descartáveis). Neste processo, a produção quase sempre utiliza matérias-primas não renováveis de origem natural. Este modelo não apresentava problemas até recentemente, em razão da abundância de recursos naturais e menor quantidade de pessoas incorporadas à sociedade de consumo. A possibilidade de reutilização de materiais, ou mesmo a viabilidade econômica da reciclagem dos resíduos no canteiro devem receber atenção especial, uma vez que evitam a remoção ou destinação.

O correto manejo dos resíduos no interior do canteiro permite a identificação de materiais reutilizáveis, que geram economia tanto por dispensarem a compra de novos materiais, como por evitar sua identificação como resíduo e gerar custo de remoção. A decisão por reciclar resíduos em canteiro deve ser tomada apenas após o exame cuidadoso dos aspectos acima relacionados e uma análise da viabilidade econômica e financeira.

A reciclagem de canteiro de resíduos de alvenaria, concreto e também de resíduos cerâmicos, deve contemplar a análise dos aspectos:

- Volume e fluxo estimado de geração;
- Investimento e custos para a reciclagem;
- Tipos de equipamentos disponíveis;
- Alocação de espaços para a reciclagem e formação de estoque de agregados;
- Possíveis aplicações para os agregados produzidos;
- Controle tecnológico sobre os agregados produzidos;
- Custo dos agregados naturais;
- Custo da remoção dos resíduos;

No Brasil, a reciclagem de RCD como material de construção civil, encontra-se muito atrasada, apesar da escassez de agregados e da presença de aterros nas grandes regiões metropolitanas, especialmente se comparada com países europeus, onde a fração reciclada pode atingir cerca de 90% recentemente, como é o caso da Holanda (ZWAN, 1997; DORSTHORST & HENDRIKS, 2000), que já discute certificação do produto.

Os fatores determinantes para o aumento ou diminuição da porcentagem da reciclagem dos RCD em diversos países, de acordo com DORSTHORST & HENDRIKS (2000) são:

- Disponibilidade de recursos naturais;
- Distância de transporte entre reciclados e materiais naturais;
- Situação econômica e tecnológica do país;
- Densidade populacional.

Embora já se observe no mercado a movimentação de empresas interessada em explorar o negócio de reciclagem de RCD e não apenas o negócio de transporte, as experiências brasileiras estão limitadas em ações das municipalidades (PINTO, 1999) que, buscam reduzir os custos e o impacto ambiental negativo da deposição da enorme massa de entulho.

Algumas municipalidades como a de Belo Horizonte (CAMPOS et al., 1994) operam plantas de reciclagem, produzindo principalmente base para pavimentação. Adicionalmente a tecnologia de reciclagem de RCD em canteiro pode ser empregada para a produção de argamassas, aproveitando inclusive a atividade pozolânica conferida por algumas frações cerâmica (LEVY & HELENE, 1996).

A reciclagem de RCD para argamassas e concretos já foi estudada e tem se mostrado viável em estudos brasileiros do ponto de vista tecnológico e econômico. Entretanto, a avaliação do risco ambiental não foi avaliada (LEVY, 1997; MIRANDA, 2000).

A reciclagem de pavimento asfáltico, introduzida no mercado paulistano no início da década de 90, é hoje uma realidade nas grandes cidades brasileiras, viabilizando a reciclagem tanto do asfalto quanto dos agregados do concreto asfáltico. Um dos problemas mais graves nos RCD é a variabilidade de composição e conseqüentemente, de outras propriedades desses agregados reciclados (ANGULO, 2000; PINTO, 1999; HARDER & FREEMAN, 1997; DORSTHORST & HENDRIKS, 2000).

A recente introdução maciça de gesso na forma de revestimentos ou placas no Brasil pode ser um complicador para a reciclagem dos RCD, caso processos de controle não sejam instalados em Centrais de Reciclagem. A solução para alguns contaminantes presentes nos RCD (plásticos e madeiras) pode ser o emprego de tanques de depuração por flotação e separadores magnéticos, mas, em alguns casos, a retirada das fases contaminantes pode ser algo bem mais complexo, como compostos orgânicos voláteis e hidrocarbonetos (MULDER et al., 2000).

Já a solução para a variabilidade da composição e das outras propriedades desses agregados pode ser o manejo em pilhas de homogeneização, reduzindo esta variabilidade. O que se sugere é o emprego dos agregados em diversas finalidades, porém com um adequado controle, permitindo a valorização do resíduo e não simplesmente destiná-lo para as necessidades de pavimentação, que são as de menores exigências de qualidade (ANGULO, 2000).

Atualmente, existem ações em desenvolvimento para regulamentar e facilitar a gestão urbana desses resíduos:

- **Viabilização da deposição legal da fração mineral:** tem como objetivo permitir o uso da fração mineral sem riscos de contaminação ambiental do lençol freático ou dos componentes reciclados quando utilizados dentro do princípio de reaproveitamento/reciclagem do material e viabilizar o processo de reciclagem com otimização das potencialidades do resíduo. Este processo prevê o licenciamento de Estação de transbordo e classificação;
- **Desenvolvimento de mercado para reciclados de resíduo mineral:** deve prever também a existência de mercado privado para os componentes reciclados. A diversificação de produtos aumenta a possibilidade de consumo dos mesmos, além disso, as características de heterogeneidade do resíduo exigem a aplicação em diversas finalidades, sempre com o objetivo de máxima valorização do resíduo para o aumento de competitividade com os componentes tradicionais. As ferramentas de controle de qualidade e processo são indispensáveis.

Na verdade, sabe-se que ações isoladas não irão solucionar os problemas advindos por este resíduo e que a indústria deve tentar fechar seu ciclo produtivo de tal forma que minimize a saída de resíduos e a entrada de matéria-prima não renovável (DORSTHORST & HENDRIKS, 2000).

De uma forma geral, estes ciclos para a construção tentam aproximar a construção civil do conceito de desenvolvimento sustentável, entendido aqui como um processo que leva às mudanças na exploração de recursos, na direção dos investimentos, na orientação do desenvolvimento tecnológico e nas mudanças institucionais, todas visando à harmonia e ao entrelaçamento nas aspirações e necessidades humanas presentes e futuras. Este conceito não implica somente na multidisciplinaridade, envolve também mudanças culturais, educação ambiental e visão sistêmica (ANGULO, 2000; JOHN, 2000; ZWAN, 1997).

## CONCLUSÕES

A reciclagem de resíduos, assim como qualquer atividade humana, também pode causar impactos ao meio ambiente. Variáveis como o tipo de resíduo, a tecnologia empregada, e a utilização proposta para o material reciclado, podem tornar o processo de reciclagem ainda mais impactante do que o próprio resíduo antes de ser reciclado. Dessa forma, o processo de reciclagem acarreta riscos ambientais que precisam ser adequadamente gerenciados.

A quantidade de materiais e energia necessários ao processo de reciclagem pode representar um grande impacto para o meio ambiente. Todo processo de reciclagem necessita de energia para transformar o produto ou tratá-lo de forma a torná-lo apropriado a ingressar novamente na cadeia produtiva. Tal energia dependerá da utilização proposta para o resíduo, e estará diretamente relacionada aos processos de transformações utilizados. Além disso, muitas vezes, apenas a energia não é suficiente para a transformação do resíduo. São necessárias também matérias-primas para modificá-lo física e/ou quimicamente.

Como qualquer outra atividade, a reciclagem também pode gerar resíduos, cuja quantidade e características também dependem do tipo de reciclagem escolhida. Esses novos resíduos, nem sempre são tão ou mais simples que aqueles que foram reciclados. É possível que eles se tornem ainda mais agressivos ao homem e ao meio ambiente do que o resíduo que está sendo reciclado. Dependendo de sua periculosidade e complexidade, estes

rejeitos podem causar novos problemas, como a impossibilidade de serem reciclados, a falta de tecnologia para o seu tratamento, a falta de locais para dispô-lo e todo o custo que isto ocasionaria. É preciso também considerar os resíduos gerados pelos materiais reciclados no final de sua vida útil e na possibilidade de serem novamente reciclados, fechando assim o ciclo.

Um parâmetro que geralmente é desprezado na avaliação de produtos reciclados é o risco à saúde dos usuários do novo material, e dos próprios trabalhadores da indústria recicladora, devido à lixiviação de frações solúveis ou até mesmo pela evaporação de frações voláteis. Os resíduos muitas vezes são constituídos por elementos perigosos como metais pesados e compostos orgânicos voláteis. Estes materiais, mesmo quando inertes nos materiais - após a reciclagem -, podem apresentar riscos, pois nem sempre os processos de reciclagem garantem a imobilização destes componentes.

Dessa forma, é preciso que a escolha da reciclagem de um resíduo seja criteriosa e pondere todas as alternativas possíveis com relação ao consumo de energia e matéria-prima pelo processo de reciclagem escolhido.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ÂNGULO, S. C. Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição de reciclados. São Paulo, SP, 2000. Tese (mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
2. CAMPOS, H. K. et. al. Programa para correção das deposições e reciclagem de resíduos em Belo Horizonte. In: Seminário Reciclagem de resíduos para a redução de custos na construção habitacional. Belo Horizonte, MG, 1994.
3. CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Clipping - Vizinhança testemunhou 20 anos de despejo de resíduo. Disponível em: <<http://www.cbic.org.br/informativos/cbicclipping/cbic-clipping-82>>, acessado em Out. 2010.
4. DORSTHORT, B. J. H.; HENDRIKS, Ch. F. Re-use of construction and demolition waste in the EU. In: CIB Symposium: construction and Environment – theory into practice, São Paulo, SP. 2000.
5. HARDER, M. K.; FREEMAN, L. A. Analysis of the volume and composition of construction waste arriving at landfill. In: SECOND INTERNACIONAL CONFERENCE BUILDINGS AND THE ENVIRONMENT. Paris, 1997.
6. JOHN, V. M. Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. São Paulo, SP, 2000. Tese (Livre Docência) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
7. KULAIF, Y. Análise dos mercados de matérias-primas minerais: estudo de caso da indústria de pedras britadas do Estado de São Paulo. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo. São Paulo, 2002
8. MULDER, E. et. al. Immobilization of PAH in waste materials. In: Waste Materials in Constructions. Great Britain, 2000.
9. SOUZA, V. B. Avaliação da geração de entulho em conjunto habitacional popular – Estudo de caso. Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil. Uberlândia/MG, 2005.
10. SOUZA, U. E. L.. Como reduzir perdas nos canteiros: manual de gestão do consumo de materiais na construção civil. São Paulo: Pini, 2005b.
11. ZWAN, J. T. Application of waste materials – a success now, a success in the future. In.: WASTW MATERIALS IN CONSTRUCTIONS: PUTTING THEORY INTO PRACTICE. Great Britain, 1997.