

POTENCIAL DE RECICLAGEM DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

**KAMIKAWA, Miriam Yoshie(1); ANGELIS NETO, Generoso De(2), VERONES, André
Luiz Garbim(1), SANCHEZ, Victor Bortolo(1), ANGELIS,
Bruno Luiz Domingos De(3)**

- 1) Alunos do Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Maringá e Bolsistas PIBIC/CNPq – UEM
- 2) Professor Dr do Departamento de Engenharia Civil e do Programa de Pós-Graduação em Geografia – nível mestrado – da Universidade Estadual de Maringá
- 3) Professor Dr do Departamento de Agronomia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia – nível mestrado e em Agronomia – nível mestrado e doutorado – da Universidade Estadual de Maringá.

RESUMO

A disposição final dos resíduos de construção e demolição (RCD) é uma questão preocupante, no que concerne à falta de espaço suficiente para disposição em aterros, bem como do desperdício de potencial energético do entulho comumente descartado. Neste trabalho, busca-se destacar as principais formas de descarte destes entulhos de forma ambientalmente correta e tecnicamente viável, de forma a diminuir os impactos ambientais causados por eles.

1. INTRODUÇÃO

O atual padrão de desenvolvimento caracteriza-se principalmente pela exploração excessiva e constante dos recursos naturais da Terra e pela geração maciça de resíduos. Tem-se, na verdade, um confronto entre meio ambiente e desenvolvimento, ao não se estabelecer patamares sustentáveis de produção e consumo (ANGELIS NETO & ANGELIS, 1999).

Dentre os problemas oriundos do adensamento urbano, o da captação e destinação dos resíduos sólidos gerados é motivo de significativa preocupação. Recentemente tem-se reconhecido com maior precisão a composição destes resíduos urbanos, e se verificado que resíduos oriundos da construção civil são sua maior parcela (PINTO, 1997).

GÜNTHER (1999) alerta que a geração de resíduos é crescente, complexa, poluidora, inesgotável e democrática. Não faz distinção de gênero, cor, idade nem de classe social, embora é sabido que quem possui melhores condições econômicas produz maior quantidade de resíduos. Os resíduos

diariamente produzidos nas distintas atividades: domiciliares, industriais, comerciais e de serviços, agrícolas, de esporte e lazer, atividades de limpeza urbana e outras, devem ser coletados e afastados do convívio social, para que não causem impactos negativos à saúde e ao ambiente e não deteriorem a qualidade de vida da própria sociedade que os gerou.

O mesmo autor descreve que a questão dos resíduos sólidos requer atenção devido aos riscos sanitários e ambientais que representam, principalmente na disposição final inadequada. Seu descarte indevido causa problemas sanitários (enfermidades veiculadas por vetores e poluentes químicos), ambientais (contaminação do solo e águas subterrâneas), sociais (catação), econômicos (desvalorização de áreas, comprometimento do sistema de drenagem, desperdício de materiais e energia). Portanto, é fundamental implementar a minimização e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos, com participação da sociedade na busca de soluções, visando à redução dos riscos sanitários e ambientais, à melhoria da qualidade de vida e da saúde das populações e ao desenvolvimento sustentável.

JOHN (1997) cita que os resíduos gerados pelos diferentes processos econômicos são a principal fonte de degradação ambiental; afirma também que a indústria da construção civil consome grandes volumes de matérias-primas e está distribuída em todas as regiões do país. A produção dos materiais tradicionais da construção civil consomem significativo volume de energia, consomem recursos limitados, envolvem grandes volumes de extração mineral e geram poluição.

O gerenciamento adequado dos resíduos sólidos urbanos pode ser considerado um dos maiores desafios a ser enfrentado pelos governos municipais, responsáveis por esta atividade. A inexistência de um gerenciamento dos resíduos sólidos, principalmente na etapa de destinação final, tem colaborado para o incremento da poluição ambiental e contribuído de forma importante para o agravamento de diversas doenças que podem acometer a população (GÜNTHER, 1999).

Os problemas urbanos com o destino do lixo doméstico tendem a ser crescentes, com o aumento da população e a diminuição de espaços para o tratamento desses resíduos. Aterros, incineração e outros modos de encaminhamento do lixo têm sido uma solução, muitas vezes paliativa, pelos problemas que essas formas de tratamento trazem à comunidade (HAMASSAKI, 1997).

Ambientalmente, a disposição inadequada do lixo pode agravar a poluição do ar, das águas (superficiais e subterrâneas) e do solo, além de causar poluição visual e desconforto para os moradores vizinhos (GÜNTHER, 1999).

Desta forma, fica evidente a necessidade de redução de volume de resíduos que devem ser encaminhados à deposição e adoção de políticas de gerenciamento dos resíduos sólidos, de maneira a amenizar os impactos ambientais causados pela disposição final destes materiais.

Duas alternativas, não excludentes, podem ser consideradas quando busca-se a redução dos custos de deposição e tratamento de resíduos (JOHN, 1997):

- A redução do volume de resíduos produzidos; e a

- Reciclagem dos resíduos.

Na própria medida em que é intensa a geração de resíduos de construção, a implantação de políticas específicas ancoradas na reciclagem disponibiliza um volume muito expressivo de materiais reciclados a baixo custo, possibilitando uma programação muito extensa de obras públicas (PINTO,1997).

A redução do volume de resíduos produzidos apresenta, sempre, limites técnicos difíceis de serem ultrapassados em uma determinada base tecnológica. A reciclagem ou reutilização dos resíduos não apresenta, *a priori*, qualquer limite desta natureza e é a única alternativa que pode gerar recursos financeiros (JOHN,1997).

A reciclagem de resíduos é uma necessidade para a preservação do meio ambiente, não apenas pelo risco de contaminação do solo e dos lençóis freáticos, mas também pela possibilidade de redução do custo e do consumo de energia na produção de materiais de construção civil. A construção civil, pelo extraordinário volume físico de materiais que incorpora, é o maior mercado potencial para reciclagem (SILVA, 1997)

Segundo JOHN (1997) a reciclagem de resíduos é uma das maneiras de diversificar e aumentar a oferta de materiais de construção, viabilizando eventualmente reduções de preço que geram benefícios sociais adicionais através da política habitacional. Esta situação pode ser favorecida pela adoção de medidas de incentivo específicas para a produção de habitações de baixa renda utilizando-se produtos reciclados de desempenho comprovado. Nesta situação, a reciclagem de resíduos, como materiais de construção, combina a preservação ambiental com o aperfeiçoamento de políticas sociais.

A reciclagem é considerada como fator de economia do capital natural (matérias-primas, energia, água) e de saneamento ambiental (reduz a poluição do ar, da água, do solo e do sub-solo) (CALDERONI,1999), além de ser uma ferramenta de fundamental importância para o controle e minimização dos problemas ambientais causados pela geração de resíduos em diferentes atividades industriais, e na viabilização para a fabricação de materiais a um baixo custo (CAVALCANTE & CHERIAF, 1997).

Como consequência da reciclagem de entulho, com o intuito de se obter material que passe a ser reutilizado na construção civil, aumentaria-se o tempo de vida útil dos aterros de resíduos inertes e minimizaria-se os impactos ambientais provenientes de mineração (ZULAUF, 1999).

2. CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

São considerados entulhos todos os materiais provenientes de restos de construção ou de demolição (RCD).

Os resíduos sólidos são classificados de acordo com a sua natureza física – seco ou molhado-, sua

composição química – matéria orgânica ou inorgânica – e os riscos potenciais que oferecem ao meio ambiente e a saúde pública – perigoso, não inerte e inerte (PHILIPPI, 1999).

JOHN (1997) afirma que a caracterização do resíduo a ser estudado envolve aspectos químicos, físicos e de risco ambiental, tanto em seus valores médios como na sua dispersão ao longo do tempo.

É fundamental um estudo das características físico-químicas e das propriedades dos resíduos, através de ensaios e métodos apropriados. Tais informações darão subsídio para a seleção das possíveis aplicações dos resíduos. A compreensão do processo que leva à geração dos resíduos fornece informações imprescindíveis à concepção de uma estratégia de reciclagem com viabilidade no mercado. É também importante investigar a variabilidade das fontes de fornecimento de matérias-primas; é possível operar com matérias-primas bastante variáveis mantendo sob controle as características do produto principal variando, no entanto, a composição dos resíduos (ÂNGULO et al, 2002).

A caracterização química deve incluir não apenas a composição química média, mas também a caracterização e quantificação de diferentes fases eventualmente presentes, incluindo teor de umidade e de voláteis presentes. Ela também deve considerar, sempre que pertinente, compostos químicos, que mesmo em baixas concentrações apresentam riscos aos trabalhadores, usuários e ao meio ambiente quando da produção, manipulação, utilização e deposição final. Isto se aplica, especialmente no caso de resíduos classificados como nocivos ao ambiente (JOHN, 1997).

3. CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

A Resolução nº 307, emitida pelo CONAMA, estabelece que: “Art. 3º - Os resíduos da construção civil deverão ser classificados, para efeito dessa RESOLUÇÃO, da seguinte forma:

- I. Classe A – são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
 - De construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
 - De construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento), argamassa e concreto;
 - De processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios) produzidas nos canteiros-de-obras.
- II. Classe B – são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros.
- III. Classe C – são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;
- IV. Classe D – são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.”

De acordo com JOHN & AGOPYAN (2002), os resíduos de construção são constituídos de uma

ampla variedade de produtos, que podem ser classificados em:

- Solos;
- Materiais cerâmicos: rochas naturais; concreto; argamassas a base de cimento e cal; resíduos de cerâmica vermelha, como tijolos e telhas; cerâmica branca, especialmente a de revestimento; cimento-amianto; gesso – pasta e placa; vidro;
- Materiais metálicos, como aço para concreto armado, latão, chapas de aço galvanizado; e
- Materiais orgânicos, como madeira natural ou industrializada; plásticos diversos; materiais betuminosos; tintas e adesivos; papel de embalagem; restos de vegetais e outros produtos de limpeza de terrenos.

GRIGOLI (2001) classifica o entulho em duas porções bem caracterizadas: os entulhos não recicláveis e os entulhos recicláveis. Os entulhos recicláveis entendem-se como:

- a fração areias, as areias circuladas e perdidas no canteiro sem serem operacionalizadas;
- da mesma forma pedras, as pedras circuladas e perdidas no canteiro sem serem operacionalizadas;
- o concreto, fração perdida quando da concretagem de peças estruturais, onde não são encontrados na forma estrutural, a não ser em pedaços de tamanhos variados, acessíveis a desmonte com auxílio de marretas e picaretas manuais;
- as cerâmicas, as perdas de blocos cerâmicos na forma de entulho quando da operacionalização dos mesmos no canteiro, quando das quebras durante o assentamento e quando do corte das alvenarias para a passagem de tubulações afins;
- as argamassas, as perdas de porções de argamassas de cimento, cal e areia, utilizadas nos assentamentos de cerâmicas, no emboço e no reboco, assentamentos de cerâmicas afins e argamassas de cimento e areia, utilizadas nos chapiscos, assentamentos de batentes, esquadrias e revestimentos afins, assim como também, frações miúdas de concretos perdidos e/ou quebrados no canteiro;
- o vidro/cerâmica esmaltada, fração perdida quando dos acabamentos dos fechamentos em vidros e em cerâmicas de piso e paredes, sendo comum apresentarem-se em tamanhos cuja dimensão máxima não exceda a 100,00 mm;
- metais, fração perdida quando do corte com sobras de pontas de ferragens e arames de amarração e ponteamto.

4. APLICAÇÕES POTENCIAIS

A aplicação dos materiais provenientes de reciclagem de entulho é bastante abrangente, em substituição parcial ou total de matéria-prima utilizada como insumo convencional.

Com base na caracterização podem ser selecionadas formas de reciclagem que maximizam o potencial intrínseco do resíduo e que apresentam vantagens competitivas potenciais em termos de desempenho e não em termos de preço ou custo. Ou seja, aplicações nas quais o produto agregue valor para o consumidor. Sempre que possível deverão ser buscadas aplicações onde o produto

não enfrente concorrentes diretos (JOHN, 1997).

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 (VAZ, 2001)

HAMASSAKI (1997) afirma que os resíduos originários da construção civil, que são em quantidade significativa frente aos outros tipos de resíduos, têm sido ultimamente estudados quanto à sua reutilização como agregado para concretos, em blocos não estruturais.

Do ponto de vista técnico as possibilidades de reciclagem dos resíduos variam de acordo com a sua composição. Quase a totalidade da fração cerâmica pode ser beneficiada como agregado com diferentes aplicações conforme sua composição específica. As frações compostas predominantemente de concretos estruturais e de rochas naturais podem ser recicladas como agregados para a produção de concretos estruturais. A presença de fases mais porosas e de menor resistência mecânica, como argamassas e produtos de cerâmica vermelha e de revestimento, provoca uma redução da resistência dos agregados e um aumento da absorção de água. Assim, agregados mistos têm sua aplicação limitada à concretos de menor resistência, como blocos de concreto, contra-pisos e camadas drenantes. Uma aplicação já tradicional no mercado é a reciclagem destes resíduos mistos na produção de argamassas em canteiro, através de equipamento específico (JOHN & AGOPYAN, 2002).

Para JOHN & AGOPYAN (2002) frações compostas de solo misturado a materiais cerâmicos e teores baixos de gesso, podem ser recicladas na forma de sub-base e base para pavimentação. As demais frações, especialmente madeira, embalagens e gesso ainda não dispõem de tecnologia de reciclagem.

PINTO (1997) relata que como o reciclado já vem demonstrando muito bom desempenho para uma série de usos em obras urbanas, para as quais possibilita a obtenção de custos bastante vantajosos, é possível programar-se sua reutilização em serviços diversos, como:

- Execução de base para pavimentação de vias;
- Execução de habitações e outras edificações;
- Execução de muros;
- Execução de calçadas;
- Contenção de encostas com uso de sacaria; E
- Produção de artefatos (guias, sarjetas, tubos).

É possível produzir agregados – areia, brita e bica corrida para uso em pavimentação, contenção de encostas, canalização de córregos e uso em argamassas e concreto. Da mesma maneira, pode-se fabricar componentes de construção – blocos, briquetes, tubos para drenagem e placas. Para todas estas aplicações, é possível obter similaridade de desempenho em relação a produtos convencionais, com custos muito competitivos (VAZ, 2001).

5. CONCLUSÃO

Os resíduos de construção e demolição (RCD) são tidos como um dos grandes problemas no gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, pois sua deposição em aterros torna-se onerosa em função de seu grande volume. A reciclagem de RCD surge, então, como uma alternativa para amenizar tal problema, pois representa diminuição do volume de entulho que deve ser levado à disposição final em aterro.

A reciclagem deste tipo de material apresenta vantagens econômicas, sociais e ambientais: economia para as prefeituras, pela diminuição do volume de resíduos a ser coletado e depositado em locais adequados; economia para o construtor, que conseguiria executar obras a menores custos utilizando materiais reciclados; minimização da necessidade de áreas para aterro sanitário; redução dos custos de materiais de construção oriundos da reciclagem; redução de consumo de materiais não-renováveis, quando estes forem substituídos por resíduos como matéria-prima na elaboração de produtos; preservação do meio ambiente natural; redução da poluição e suprimento da demanda de agregados, entre outros.

O potencial de reutilização dos resíduos de construção e demolição é incontestável, em razão dos benefícios que são obtidos a partir da prática da reciclagem dos mesmos.

Assim sendo, é evidente a necessidade de desenvolvimento de políticas que propiciem e incentivem a reciclagem de entulho e englobem: medidas de conscientização do setor da construção civil quanto à necessidade de implantação de sistemas de reutilização dos resíduos por ele gerados; pesquisa de métodos ideais de reciclagem dos materiais caracterizados como entulho e adoção de práticas de reciclagem pesquisadas e que representem viabilidade de aplicação.

A potencialidade de reciclagem dos RCD deve ser, indubitavelmente, explorada em uma ação de parceria entre as administrações municipais, a comunidade científica, os profissionais do setor da construção civil e demais membros da comunidade, pois os elementos citados seriam favorecidos pelas vantagens advindas da prática de reciclagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGELIS NETO, G.; ANGELIS, B.L.D. Impactos ambientais causados pelo destino final dos resíduos sólidos urbanos de maringá/PR. *Acta Scientiarum*, Maringá, v.21, n.4, p.929-940, 1999.

ÂNGULO, S.C.; ZORDAN, S.E; JOHN, V.M. Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil. Disponível em: <<http://www.pcc.usp.br/Pessoa/alunos%20de%20p%F3s.szordan/publica%E7%F5es.htm>> Acesso em: 25 jan. 2002.

CALDERONI, S. Aspectos econômicos da reciclagem do lixo: viabilidade econômica e metodologia de mensuração aplicada aos casos do município de São Paulo e do Brasil. In: SEMINÁRIO SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS RESID'99. São Paulo, 1999, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1999. p. 121-139.

CAVALCANTE, J.R; CHERIAF, M. Ensaios de avaliação para controle ambiental de materiais com resíduos incorporados. In: RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS COMO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL. São Paulo, 1996. Anais. São Paulo, Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1997. p.

31-38.

GRIGOLI, A.S. Entulho de obra – reciclagem e consumo na própria obra que o gerou. Disponível em: <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho/artigos/gestao%20interna/artigo%20ademir%20scobin.pdf>> Acesso em: 03 set. 2001.

GÜNTHER, W.M.R. Saúde Ambiental comprometida pelos resíduos sólidos. In: SEMINÁRIO SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS RESID'99. São Paulo, 1999, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1999. p. 83-89.

HAMASSAKI, L.T. Uso de entulho como agregado para argamassas de alvenaria. In: RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS COMO MATERIAIS DE CONSTRUCAO CIVIL. São Paulo, 1996. Anais. São Paulo, Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1997. p. 107-115.

JOHN, V.M. Pesquisa e Desenvolvimento de Mercado para Resíduos. In: RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS COMO MATERIAIS DE CONSTRUCAO CIVIL. São Paulo, 1996. Anais. São Paulo, Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1997. p. 21-30.

JOHN, V.M.; AGOPYAN, V. Reciclagem de resíduos da construção. Disponível em: <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho/artigos/fatos%20e%20numeros/artigo%201%20John20CETESB.pdf>> Acesso em: 20 mar. 2002.

PHILIPPI JR, A. Agenda 21 e resíduos sólidos. In: SEMINÁRIO SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS RESID'99. São Paulo, 1999, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1999. p. 121-139.

PINTO, T.P. Reciclagem de Resíduos da Construção Urbana no Brasil. Situação Atual. In: RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS COMO MATERIAIS DE CONSTRUCAO CIVIL. São Paulo, 1996. Anais. São Paulo, Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1997. p. 159-170.

SILVA, M.G. Reciclagem de Cinza de Casca de Eucalipto e Entulho de Obra de Componentes de Construção. In: RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS COMO MATERIAIS DE CONSTRUCAO CIVIL. São Paulo, 1996. Anais. São Paulo, Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1997. p. 99-105.

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.

ZULAUF, W.E. Macroreciclagem de lixo urbano. In: SEMINÁRIO SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS RESID'99. São Paulo, 1999, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1999. p. 91-95.